

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

**Caracterización de la lluvia de semillas en el
Biotopo Protegido Cerro Cahú, Petén, durante la época lluviosa**

CAROLINA ANA GABRIELA BONILLA CHANG

BIÓLOGA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2016

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

**Caracterización de la lluvia de semillas en el
Biotopo Protegido Cerro Cahú, Petén, durante la época lluviosa**

Informe de Tesis

Presentado por

CAROLINA ANA GABRIELA BONILLA CHANG

Para optar al título de

BIÓLOGA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2016

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	Decano
M.A. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Ariza	Secretaria
MSc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	Vocal I
Dr. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal II
Lic. Carlos Manuel Maldonado Aguilera	Vocal III
Br. Andreina Delia Irene López Hernández	Vocal IV
Br. Carol Andrea Betancourt Herrera	Vocal V

A Dios

A mis padres, Byron y Mildred

A mis hermanos, Byron José y Javier

A mis hermanas, Elisa, Fernanda y mis Locas

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por TODO...

A mis padres y hermanos, por su gran amor y apoyo incondicional, no solo en este trabajo sino a lo largo de mi existencia.

A mis amigos Elisa, Fernanda, Ale, Andrea, Kandy y Mardoqueo, por ser parte importante de mi vida, por su amor, sus palabras, ánimos... su inigualable amistad.

A mis amigos y compañeros de estudio, especialmente a Mafer, Juampa, Jacob, Héisel, Bárbara, Edwin y Juan. Sin ustedes esta carrera no hubiera sido así de genial.

A la Tricentenario Universidad de San Carlos de Guatemala, en especial a la Escuela de Biología y a todos los catedráticos que fueron parte importante de mi formación profesional, con mención especial a Javier Rivas y Carolina Rosales, quienes no solo los considero mis catedráticos, sino mis amigos.

A los guardas de Cerro Cahuí, Edwin García, Arturo Palacio, Carlos Caal, Pablo Ical, Erwin Mayen, José Rodas, Waldemar Luna y Marvin Ochaeta, por su grandísimo apoyo en el trabajo de campo.

A mis tíos Rosa María y Eduardo, por abrirnos las puertas de su casa a mis compañeros y a mi, y darme su ayuda desinteresada durante la realización este trabajo.

A Boris McDonald, por su amistad y por su apoyo durante el trabajo de campo.

A Manolo García por su asesoría a lo largo de este trabajo.

Y a todos aquellos que estuvieron directa o indirectamente apoyándome a lo largo de mi carrera.

¡Gracias!

ÍNDICE GENERAL

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. ANTECEDENTES.....	4
3.1 Ecología de la dispersión de las semillas	4
3.2 Lluvia de Semillas.....	7
3.3 Importancia de la lluvia de semillas en la regeneración	8
3.4 Estudios relacionados.....	10
3.4.1 Estudios relacionados realizados en Guatemala	11
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	15
5.1 General	15
5.2 Específicos	15
6. MATERIALES Y MÉTODOS	16
6.1 UNIVERSO DE TRABAJO	16
6.2 MATERIALES	18
6.3 MÉTODOS	19
7. RESULTADOS	23
7.1 Composición y abundancia de la lluvia de semillas.....	23
7.3 Síndromes de dispersión de la lluvia de semillas.....	35
8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	37
8.1 Composición y abundancia de la lluvia de semillas.....	37
8.3 Síndromes de dispersión de la lluvia de semillas.....	42
9. CONCLUSIONES	46
10. RECOMENDACIONES.....	48
11. BIBLIOGRAFÍA.....	51
12. ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ubicación del Biotopo Protegido Cerro Cahuí, Petén. Fuente: Merlet, 2011. ...	17
Figura 2	Diagrama de ubicación de las trampas de semillas en cada parcela.....	20
Figura 3	Fotografía de una trampa de semilla utilizada para la colecta de la lluvia de semillas.....	21
Figura 4	Análisis de agrupamiento utilizando el índice de Sorensen para la riqueza de la lluvia de semillas entre parcelas de ambas condiciones de bosque	27
Figura 5	Análisis de agrupamiento utilizando el índice de Jaccard para lluvia de semillas entre parcelas de ambas condiciones de bosque	28
Figura 6	Número de especies registradas quincenalmente en el bosque maduro y bosque secundario del Biotopo Protegido Cerro Cahuí.	29
Figura 7	Abundancia (valores promedios) de semillas por tratamiento a lo largo de los meses de muestreo.....	30
Figura 8	Abundancia de semillas de <i>G. combsii</i> , <i>C. obtusifolia</i> y <i>V. gaumeri</i> , a lo largo de los meses de estudio.	31
Figura 9	Abundancia de semillas <i>V. gaumeri</i> , <i>G. combsii</i> , <i>Ficus</i> sp. y las morfoespecies CB005 y CB047, a lo largo del estudio en la condición de bosque maduro.....	32
Figura 10	Abundancia de semillas <i>C. obtusifolia</i> , <i>S. mollis</i> y <i>G. combsii</i> , a lo largo del estudio en la condición de bosque secundario.	32
Figura 11	Análisis de agrupamiento utilizando el índice de Jaccard para las 11 quincenas de muestreo en bosque maduro.....	33
Figura 12	Análisis de agrupamiento utilizando el índice de Jaccard para las 11 quincenas de muestreo en bosque secundario.....	34
Figura 13	Cantidad de semillas por síndrome de dispersión, para cada condición de bosque	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Ubicación de los sitios muestreados.	19
Cuadro 2 Riqueza de especies colectadas en las trampas de semillas de junio a noviembre de 2014 en el Biotopo Cerro Cahuí.....	23
Cuadro 3 Listado de especies colectadas en las trampas de semillas de junio a noviembre de 2014 en el Biotopo Cerro Cahuí.....	24
Cuadro 4 Número de semillas colectadas en las parcelas de estudio en el Biotopo Cerro Cahuí, de junio a noviembre de 2014.....	26
Cuadro 5 Número de semillas colectadas en cada condición de bosque durante el estudio en el Biotopo Protegido Cerro Cahuí.. ..	29
Cuadro 6 Número de especies de semillas por síndrome de dispersión en la lluvia de semillas del bosque maduro y bosque secundario del Biotopo Protegido Cerro Cahuí.....	36
Cuadro 7 Abundancias absolutas y síndrome de dispersión de semillas registradas por parcela, a lo largo de los meses de muestreo.. ..	59

1. RESUMEN

La lluvia de semillas constituye uno de los componentes más importantes a lo largo del proceso de regeneración natural, que funciona como un mecanismo de recuperación para los ecosistemas. En el presente estudio se llevó a cabo la caracterización de la lluvia de semillas dentro del Biotopo Protegido Cerro Cahú (BPCC), Petén. Para ello se realizaron observaciones quincenalmente a lo largo de la época lluviosa durante los meses de junio a noviembre del año 2014 en 6 sitios distintos, en donde se establecieron parcelas: 3 en condición de bosque maduro y 3 de bosque en regeneración (10-15 años). Se utilizaron 10 trampas de semillas por parcela con un área de captura de 1m². Se registraron 9,345 semillas, distribuidas en 64 especies. 5,243 semillas en bosque maduro (49 especies, 54.5% zoócoras y 38% anemócoras); en bosque en regeneración se colectaron 4,102 semillas (40 especies, 16% zoócoras y 68.5% anemócoras). Cerca del 40% de las semillas fueron compartidas, con diferencia significativa en la riqueza entre las condiciones de bosque. A lo largo de la cronosecuencia, la composición y abundancia de semillas varió considerablemente, mostrando una disminución en abundancia hacia el final de la época lluviosa. En cuanto a los síndromes de dispersión, se encontró diferencia significativa en la abundancia de semillas zoócoras entre las condiciones de bosque, mas no para las anemócoras. Los resultados sugieren la presencia de patrones de fructificación a lo largo del año debido a los factores fenológicos de la vegetación presente. Así mismo, la presencia de un flujo de semillas a lo largo de los diferentes hábitats, principalmente de semillas zoócoras, evidenciando la importancia de los animales en el proceso de regeneración como en el mantenimiento de los bosques.

Palabras clave: *lluvia de semillas, temporalidad, síndromes de dispersión, Biotopo Protegido Cerro Cahú.*

2. INTRODUCCIÓN

La regeneración natural es un mecanismo de recuperación de los ecosistemas luego de que éstos han sufrido algún tipo de alteración en su dinámica. Dicho proceso varía de un ecosistema a otro, según las características estructurales y funcionales que éstos posean (Sánchez-Pérez, Castillo-Acosta y Cámara-Cabrales, 2011, p. 64). Entre las fuentes principales para llevar a cabo el proceso de regeneración se encuentran: el banco de semillas, el rebrote de estructuras y la lluvia de semillas. Ésta última es considerada como la fuente de propágulos más importante, ya que el flujo de semillas presente es el que determinará en gran medida la composición y estructura de la vegetación en un sitio (Martínez, *et al.*, 2013, p. 400).

La lluvia de semillas se encuentra dada por los diferentes agentes dispersores, tanto bióticos como abióticos que están presentes en el ecosistema, por lo que un bajo o nulo suministro de propágulos, implica una reducción en la disponibilidad de semillas para la regeneración de los bosques (Rodríguez-Santamaría, Puentes-Aguilar y Cortés-Pérez, 2006, p. 620). Debido a lo expuesto, es importante conocer sobre los procesos naturales que rigen la dinámica de los ecosistemas y así poder crear estrategias y acciones de restauración ecológica en las áreas degradadas.

La Reserva de la Biósfera Maya (RBM) es un ejemplo de ecosistemas donde han ocurrido grandes perturbaciones y pérdidas aceleradas de cobertura boscosa. El Biotopo Protegido Cerro Cahuí (BPCC), el cual conforma un área protegida parte de la RRBM, cuenta con una extensión de aproximadamente 650 hectáreas de bosque, con un alto valor escénico y ecológico, que constituye un refugio para diversas especies de la región. Sin embargo, Cerro Cahuí se encuentra ubicado en la Zona de Amortiguamiento (ZAM) de la RBM. En las cercanías al Biotopo se desarrollan variadas actividades productivas como agricultura, ganadería, hotelería, las cuales lo han aislado y afectado su diversidad biológica (CONAP, 2007).

Por lo anterior, en el presente estudio tuvo como objetivo la caracterización de la lluvia de semillas dentro del BPCC, en dos condiciones de sucesión natural. Se espera que esta información sea útil para mejorar las estrategias de restauración ecológica en bosque de la RBM.

3. ANTECEDENTES

3.1 Ecología de la dispersión de las semillas

La estructura y composición de los ecosistemas tropicales, influye tanto en el tamaño de los propágulos como en sus mecanismos de dispersión (López y Ramírez, 1998, p. 16). Existen diferentes características en los propágulos que son adaptaciones estructurales, las cuales intervienen en el proceso de dispersión, entre estos se pueden incluir los diferentes tamaños y la cantidad de frutos, colores, composición química para la atracción de animales, distintas superficies para desplazamiento, estructuras flotantes en el caso de propágulos dispersados por agua, superficies aceitosas, apéndices, entre muchas más características (Cousens, *et al.*, 2008, p. 24). En ecología, dichas características relacionadas a la dispersión por un vector en particular, es a lo que se denomina “síndromes de dispersión” (Cousens, *et al.*, 2008, p. 24).

Las diferentes especies de plantas pueden clasificarse dentro de estos síndromes de dispersión según las características de sus propágulos, sin embargo, su proceso de dispersión puede no constar de una etapa únicamente. A este primer movimiento de los propágulos a partir de la planta madre se le conoce como dispersión primaria, y a aquellos propágulos que llevan movimientos posteriores a éste, se dice que sufren de un proceso de dispersión secundaria, el cual puede o no, involucrar más de un síndrome de dispersión (Cousens, *et al.*, 2008, p. 24-25).

Los principales síndromes de dispersión se pueden resumir en los siguientes (Cousens, *et al.*, 2008, p. 25):

- a) Autocoria: este implica mecanismos propios de la planta, como la deposición y proyección de las diásporas. Dependiendo de la especie, pueden consistir en

cápsulas explosivas o propiedades elásticas de las plantas, las cuales lanzan las semillas a cierta distancia de la planta madre. Este método de dispersión pasiva está condicionado por tanto por el peso de las semillas y la gravedad, como de la propagación de las diásporas por vástagos, rebrotes, entre otros (Sarmiento, 2000, p. 33).

b) Barocoria: éste es un mecanismo autócoro que implica la caída vertical de las diásporas debido a la fuerza de la gravedad, lo cual permite que éstas se puedan desplazar cierta distancia. Una característica que presentan los propágulos que se dispersan por este mecanismo es que son en su mayoría redondeados, lo que permite un desplazamiento horizontal largo al momento de caer.

c) Hidrocoria: es el transporte de diásporas a través de corrientes de agua o lavados de lluvia. Los propágulos que utilizan este mecanismo de dispersión poseen adaptaciones que les permiten la flotación, como cámaras de aire o la presencia de un mesocarpo esponjoso y pericarpio como corcho, algunos incluso contienen aceites y lípidos menos densos que el agua, lo que les ayuda a la flotación (Cousens, *et al.*, 2008, p. 25)

d) Anemocoria: este mecanismo se refiere al transporte de las diásporas o propágulos a través de corrientes de aire. Para este caso, existen diversas modificaciones estructurales en los propágulos que son dispersados por este medio, características aerodinámicas que les permiten aumentar la dispersión a grandes distancias, incluso cuando el viento es poco (Sánchez-Garfias, Ibarra-Manríquez y González-García, 1991, p. 11). Algunas de estas características son las siguientes:

- Tamaño diminuto: la mayoría de especies que utilizan este tipo de dispersión son de tamaño muy pequeño, lo cual les permite ser ligeras y poder planear fácilmente por el viento.
- Diferentes estructuras aladas o plumosas: esta adaptación puede estar presente tanto en los frutos como directamente en las semillas. Estas

estructuras pueden estar formadas por brácteas, pétalos o sépalos persistentes en el fruto, entre otras.

De igual forma, aunque existen propágulos que no poseen dichas estructuras, el viento juega un papel importante en su dispersión (Cousens, *et al.*, 2008, p. 34-35; González-García, *et al.*, 1991, p. 12).

e) Zoocoria: es el mecanismo por el cual los propágulos son transportados a través de animales. La mayor parte de éstos propágulos son frutos carnosos o semillas con arilos usualmente bastante vistosos, para atraer a los animales y que los consuman, para posteriormente dispersar las semillas (Schmidt, 2007, p. 10). Usualmente este tipo de propágulos son bastante grandes, conspicuos y protegidos contra daños por la digestión de los animales, la cual es la forma más común de este tipo de dispersión (Schmidt, 2007, p. 11). Sin embargo, la dispersión por animales no es únicamente por ingestión, sino que pueden adherirse los propágulos al pelaje o plumaje de los animales a través de estructuras adherentes, permitiendo el transporte de largas distancias desde el árbol madre (Cousens, *et al.*, 2008, p. 25, 28-32).

El síndrome de dispersión que actúe sobre los propágulos no garantiza que éstos llegarán a dispersarse de una forma eficaz, ya que existe una gran variación de las características de las semillas tanto entre especies e incluso entre los propágulos de una misma planta, como entre y dentro de las poblaciones (Cousens, *et al.*, 2008, p. 49).

La reproducción, colonización y establecimiento de muchas especies vegetales dependen en su mayoría de animales, cerca del 80% de las especies leñosas en los bosques húmedos y lluviosos dependen de vertebrados frugívoros para su dispersión. Se puede mencionar que de los dispersores más importantes junto con las aves, están los mamíferos, dentro de los cuales los murciélagos son el grupo más importante (Galindo-González, 1998, p. 58). Sin embargo, en el caso donde las especies vegetales son dispersadas por animales, dependerán mucho también de la conducta que estos tengan. Así mismo, otras especies

vegetales, principalmente las arbóreas y las que se ubican en el dosel superior como las lianas, son especies que suelen recurrir al viento como agente dispersor, lo cual les permite alcanzar distancias bastante grandes (Westcott y Graham, 2000, p. 249).

3.2 Lluvia de Semillas

La lluvia de semillas está constituida por el conjunto de propágulos de las pocas o muchas especies vegetales que son dispersadas por los diferentes síndromes de dispersión, ya sean físicos o biológicos, tanto de especies locales como las que están siendo reproducidas fuera del sitio. La lluvia de semillas está determinada por la producción estacional de frutos de dichas especies, dependiendo directamente de la dispersión de los propágulos y por ende de la capacidad de desplazamiento de los agentes dispersores involucrados, sin embargo, los patrones de deposición de la lluvia de semillas y la distribución de las plantas se pueden ver modificados por la fragmentación del área (Cousens, *et al.*, 2008, p. 93).

El proceso de dispersión de propágulos en las plantas, es el último paso en su ciclo reproductivo, el cual inicia al momento en el cual la semilla se separa de la planta madre. Sin embargo, este proceso depende en gran manera de las propias características de las plantas y los factores externos que actúen sobre ella (Cousens, *et al.*, 2008, p. 15). La distribución espacial de las semillas dispersadas alrededor de la planta madre o fuente, es denominada “sombra de semillas”, la cual puede referirse a la distribución de las semillas provenientes de una sola o de varias fuentes semilleras que se traslapan entre sí (Willson y Traveset, 2000, p. 85). Los factores externos como la temporalidad, cambios de temperatura, la dirección de los vientos, el comportamiento de los animales, entre otros, así como las características estructurales del bosque o parche de vegetación de un determinado lugar, pueden controlar los patrones espaciales y temporales de la lluvia de semillas (Kollman, 2000, p. 31).

La lluvia de semillas representa un aspecto clave en el desarrollo de la vegetación de un

bosque y es un proceso fundamental en la dinámica de éste (Muller-Landau, H.C. y Hardesty, 2005, p. 267), ya que determina tanto la llegada, como los patrones espaciales de deposición de los propágulos que puedan pasar a constituir la estructura de la comunidad vegetal (Martínez, Castillo-Argüero, Álvarez-Sánchez, Collazo-Ortega y Zavala-Hurtado, 2013, p. 400, Saulei y Seaine, 1988).

3.3 Importancia de la lluvia de semillas en la regeneración

La regeneración natural es un proceso natural que actúa como un mecanismo de recuperación de los ecosistemas, éste se da a través de un proceso conocido como sucesión, el cual es diferente y variable según el tipo de ecosistema (Sánchez-Pérez, Castillo-Acosta y Cámara-Cabrales, 2011, p. 64). La lluvia de semillas es la principal fuente de propágulos que forma el banco de semillas del suelo, semillas que son potencialmente capaces de germinar y establecerse junto con la vegetación en pie, y que con el tiempo, los bosques en regeneración pueden llegar a ser estructural y florísticamente similares a los bosques originales, o llegar a conformar una vegetación totalmente diferente a ésta (Martínez, *et al.*, 2013, p. 400).

La lluvia de semillas está directamente relacionada con la fenología reproductiva de las especies de un sitio en particular, lo cual genera un patrón particular de mayor producción de frutos y semillas en una época del año, y por lo tanto una época de mayor dispersión (Martínez, *et al.*, 2013, p. 404). La dispersión de semillas es la primera fase de la colonización para el reclutamiento de plántulas en el proceso sucesional, sin embargo, muchas veces existen obstáculos para la llegada de las semillas a un sitio para su regeneración que involucran el medio de dispersión y las condiciones adversas para la germinación de éstas y el establecimiento de las plántulas (Guevara, 2005, p. 598).

En los bosques húmedos tropicales existen varios factores que afectan la lluvia de semillas y su establecimiento en un sitio en el proceso de sucesión, por ejemplo, la dispersión de

muchas de las especies leñosas del bosque dependen directamente de la presencia y abundancia de frugívoros dispersores para colonizar, los cuales a su vez, dependen de la extensión, forma y composición florística de las diferentes especies disponibles en el bosque. Por lo tanto, en paisajes fragmentados, la distancia que separa los remanentes de bosque es un aspecto importante, ya que mientras mayor sea la distancia de estos fragmentos, menor será el número de dispersores, y por lo tanto, la regeneración natural de un área degradada se vuelve más lenta (Guevara, 2005, p. 599).

El proceso de regeneración natural que se da en áreas abiertas o claros, ya sea generados por la caída de árboles o por algún tipo de disturbio antropogénico, facilitan la entrada de luz directa hasta el suelo, lo que permite que diferentes formas de vida aprovechen los recursos que no estaban disponibles antes del disturbio (Zuluaga, 2010, p. 101). Los claros formados en los bosques son una de las formas de disturbio que mantienen en los bosques tropicales una alta diversidad a través de hábitats con mucha luminosidad, en donde se dispone de nichos para regeneración de varias especies intolerantes a la sombra y para especies intermedias que pueden alcanzar ahí su madurez (Schnitzer y Carson, 2001, p. 918-917).

Aquellas especies que inician con el proceso de colonización o recolonización de un sitio como parte de la primera etapa de sucesión ecológica, se les conoce como “especies pioneras”. Estas especies por lo general no se encuentran antes de la creación del claro y son tolerantes a la luz. La sucesión vegetal entonces, comienza con la colonización de semillas o esporas de plantas pioneras sobre el suelo desnudo, lo que generará de forma gradual las condiciones que permitan la colonización de otras especies (Vargas, 2011, p. 437)

En los ambientes de bosques secundarios o en proceso de regeneración, la composición vegetal es de especies que son dispersadas principalmente por el viento, ya sea de árboles o mayormente hierbas. Mientras que en un bosque maduro, la dispersión se da por zoocoria principalmente en la mayoría de las especies. En los bosques secundarios, es común la

presencia de árboles remanentes, los cuales funcionan como perchas para aves y murciélagos, los cuales contribuyen en un alto porcentaje a la dispersión de muchas especies vegetales no pioneras. Estudios han demostrado que los árboles remanentes aislados son de bastante importancia en los bosques en regeneración, ya que cambian favorablemente las condiciones al atraer a frugívoros dispersores, los cuales depositan las semillas que han ingerido y que provienen de sitios con mayor cobertura boscosa, hacia estos sitios bajo los árboles, en donde existen condiciones microclimáticas y edáficas favorables para su establecimiento (Guevara, *et al.*, 2005, p. 599).

3.4 Estudios relacionados

Diversos estudios han demostrados que la llegada de propágulos a un sitio específico mediante los diferentes mecanismos de dispersión, es fundamental en el mantenimiento de los bosques tropicales y su regeneración (Flores y Dezzeo, 2005; Galindo-González, 1998; Guevara, *et al.*, 2005). Así mismo, se ha demostrado que la lluvia de semillas varía tanto temporalmente, como espacialmente, y la misma va a depender de la estructura y estado de desarrollo del bosque, así como las influencias externas que éste pueda tener. Varios estudios han demostrado que el comportamiento de los animales dispersores de semillas puede influenciar significativamente en los patrones de dispersión y deposición de semillas (Amato y Estrada 2010; Jordano y Schupp 2000; Karubian y Durães 2009).

En cuanto a la variación temporal de la lluvia de semillas en bosques tropicales, se pueden mencionar estudios como el de Holl (1999), donde se encontró que la lluvia de semillas varía significativamente en los diferentes tipos de hábitats estudiados. En este mismo estudio Holl encontró que los diferentes síndromes de dispersión se representan en grado distinto según el tipo de hábitat y época del año; por ejemplo, observó que el mayor porcentaje de semillas dispersadas por animales se presentó en la primera mitad de la época lluviosa, mientras que las dispersadas por el viento estuvieron mayormente representadas durante la época seca. El estudio llevado a cabo por Sheldon y Nadkmi

(2013), quienes evaluaron la variación espacio-temporal de la lluvia de semillas tanto en el dosel del bosque como en el suelo. Determinaron que la riqueza de especies a lo largo de la época seca varió de forma significativa en las semillas del suelo, mientras que la lluvia de semillas encontrada en el dosel del bosque no varió significativamente a lo largo del año.

Otro estudio interesante es el de Rodríguez-Santamaría, *et al.* (2006) quienes caracterizaron la lluvia de semillas en un bosque nublado de Colombia. En éste determinaron una mayor dispersión de semillas presente al final de la época seca, la cual fue disminuyendo gradualmente a lo largo de la época lluviosa, y afirma con dichos resultados que la lluvia de semillas se encuentra influenciada por las condiciones climáticas de la región. Asimismo Arriaga y Mercado (2004), evaluaron la dinámica del banco de semillas en un bosque de pino-encino del noreste de México, encontraron que la densidad de semillas del banco de semillas en las diferentes estaciones del año es distinta, siendo mayor durante la época lluviosa, así como bajo la vegetación de bosque maduro.

3.4.1 Estudios relacionados realizados en Guatemala

En Guatemala se han realizado pocos estudios sobre la lluvia de semillas en general y su variación espacio-temporal. Entre estos está el de Lou (1999) quien determinó la composición de la lluvia de semillas en dos distintas etapas sucesionales en un bosque del departamento de Quetzaltenango; encontró que el tipo de vegetación influye tanto en la composición como en el patrón de deposición de la lluvia de semillas. Así mismo, encontró que la composición de ésta se ve afectada por los patrones temporales de fructificación y por lo tanto los síndromes de dispersión representados.

Otros estudios se han enfocado en la dispersión de semillas que realizan particulares grupos de animales. De los grupos de fauna que más se han estudiado en Guatemala son las aves y los murciélagos. Algunos de estos estudios como los de Ávila, *et al.* (2005),

Cajas, *et al.* (2005), Lou (2007) y Rivas, *et al.* (2003) demuestran la importancia que tienen principalmente estos grupos en el proceso de dispersión de semillas, y cómo también la abundancia de éstos juega un papel importante en la dinámica de regeneración de los bosques. Por su parte Ponce-Santizo, *et al.* (2006), evaluaron la dispersión primaria de semillas por primates y dispersión secundaria por escarabajos coprófagos en el área de Tikal, Guatemala, donde encontraron que el patrón de deposición de semillas por medio de la defecación de los primates se ve afectado por su conducta social, y a su vez, este patrón de defecación afecta en cantidad la dispersión secundaria por escarabajos coprófagos, de las semillas contenidas en las heces.

4. JUSTIFICACIÓN

La RBM es una de las áreas protegidas más extensas de Centroamérica, cuenta con 21,130km² de superficie, en la cual se alberga una gran diversidad de ecosistemas naturales, además de especies endémicas de fauna y flora (CONAP, 2007). En todos los ecosistemas, ocurre continuamente un conjunto de procesos naturales que rigen la dinámica de los mismos; entre los que se pueden mencionar el flujo de energía, los ciclos de nutrientes y agua, la sucesión vegetal, entre otros. Sin embargo, a dichos procesos muchas veces se sobreponen diversas perturbaciones tanto naturales como de carácter antropogénico, las cuales pueden alterar la dinámica de los ecosistemas. Entre dichas perturbaciones se pueden mencionar la degradación de los bosques, la conversión del uso del suelo a actividades incompatibles con el potencial natural y su capacidad de carga, el avance de la frontera agrícola y ganadera, incendios forestales, la cacería ilegal, entre otras, las cuales son actividades que presentan una amenaza para la diversidad biológica dentro de la RBM, lo cual permite que se vayan creando sitios de alta fragilidad ambiental (CONAP, 2007).

Al momento que ocurre algún tipo de perturbación en un ecosistema, la regeneración natural actúa como un proceso de recuperación propia del bosque para lograr de nuevo el equilibrio en la dinámica de éstos (Beek y Sáenz, 1992, p. 03). Sin embargo, existen sitios en los cuales la degradación es tan alta, que la implementación de acciones para poder lograr su recuperación es fundamental. Una de las estrategias para ello, a fin de lograr un equilibrio en los ecosistemas, es la restauración ecológica. Para lo anterior, al plantear estrategias y acciones de restauración ecológica en las áreas degradadas, se requiere tener conocimiento sobre la dinámica de los bosques y sus procesos de regeneración natural.

De los componentes importantes dentro de los procesos de regeneración es la lluvia de semillas (Sánchez-Pérez, *et al.*, 2011). La comprensión de la dinámica espacial y temporal

de estos procesos es esencial para el manejo y conservación de áreas degradadas ya sea por factores naturales o antropogénicos. Es por ello que en el presente estudio se generó información básica sobre la dinámica de la lluvia de semillas en el Biotopo Protegido Cerro Cahuí con la intención que dicha información permita fortalecer las estrategias de restauración ecológica en los bosques de la RBM.

5. OBJETIVOS

5.1 General

- Caracterizar la lluvia de semillas en bosque sin perturbación y bosque secundario en el Biotopo Protegido Cerro Cahuí, Petén, durante la época lluviosa de año 2014.

5.2 Específicos

- Describir la composición y abundancia de especies de la lluvia de semillas en dos diferentes condiciones de bosque.
- Determinar la variación temporal de la lluvia de semillas a lo largo de la época lluviosa en dos diferentes condiciones de bosque.
- Caracterizar los síndromes de dispersión de los propágulos que conforman la lluvia de semillas en dos diferentes condiciones de bosque.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 UNIVERSO DE TRABAJO

El universo de trabajo corresponde a toda la lluvia de semillas de las diferentes especies vegetales en el Biotopo Protegido Cerro Cahú, Petén. La muestra corresponde a la lluvia de semillas colectadas en los sitios de muestreo determinados para cada tratamiento. El primer tratamiento consistió en bosque sin perturbación (3 parcelas con 10 trampas de semillas cada una, con un área de captura de 1m²) y el segundo tratamiento bosque en regeneración de aproximadamente 10 a 15 años de abandono (3 parcelas con 10 trampas de semillas cada una, con un área de captura de 1m²).

6.1.1 Área de estudio

El Biotopo Protegido Cerro Cahú (BPCC) se encuentra localizado en el departamento de Petén, entre las aldeas El Remate y Jobompiche, municipio de San José. Fue creado en el año 1981 y declarado legalmente área protegida en febrero de 1989 bajo el decreto 4-89 de la ley de áreas protegidas de Guatemala. Actualmente se encuentra bajo la administración del Centro de Estudios Conservacionistas (CECON), de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

El BPCC cuenta con una extensión de 650 hectáreas de bosque, que forma parte de la cadena de colinas cársticas del cinturón plegado del Lacandón, formando un remanente relativamente grande de bosque asociado al sistema de montañas Cerro Cahú que llega a alcanzar altitudes cercanas a los 500 metros en Uaxactún (CONAP, ONCA y CECON, 2002, p. 1,2). El área del biotopo se encuentra incluida dentro de la RBM, conservando una porción de playa del Lago Petén Itzá (Figura 1).

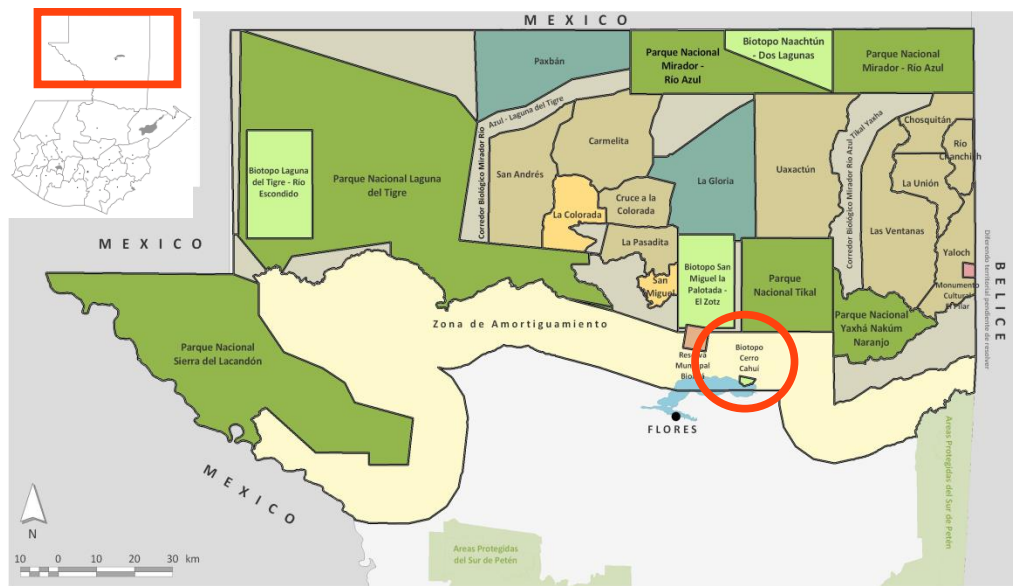


Figura 1 Ubicación del Biotopo Protegido Cerro Cahú, Petén. Fuente: Merlet, 2011.

Flora característica

Cerro Cahú es un remanente de bosque húmedo subtropical cálido, la flora típica la conforman especies como el cedro (*Cedrella odorata*), el guarumo (*Cecropia peltata*), palo gusano (*Lonchocarpus guatemalensis*), jocote jobo (*Spondias mombin*) y la caoba (*Swietenia macrophylla*), aunque existen diferentes asociaciones vegetales particulares como los zapotales (*Manilkara zapota*) y escobo (*Cryosophila stauracantha*) (CONAP, 2011, p. 205-207).

Fauna característica

Existen documentadas 29 especies de mamíferos, 11 anfibios, 17 reptiles y 82 especies de aves (CONAP, 2011, p. 205-207). La mayoría de especies presentes son de amplia distribución en la porción norte de Petén y de la Península de Yucatán, siendo de las especies de aves que destacan por su presencia son el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), el pajuil (*Crax rubra*) y el tucán (*Ramphastos sulfuratus*) (CONAP, 2011, p. 205-207). Las orillas del lago Petén Itzá que conlindan con el biotopo, albergan sitios de cría de tortuga

blanca (*Dermatemis mawii*), la cual es una especie que se encuentra en peligro de extinción y además es una especie endémica de la región (CONAP, 2011, p. 205-207). Entre los mamíferos más comunes en el área se pueden mencionar al cabrito (*Mazama temama*), tepezcuintle (*Cuniculus paca*) y el mono aullador negro (*Alouatta pigra*) (CONAP, 2011, p. 205-207).

6.2 MATERIALES

- 60 trampas colectoras de semillas de 1m² de área
- 180 estacas de 1.20m de largo
- 1 GPS
- 2 Brochas de 2"
- 660 bolsas de papel craft
- 660 bolsas de celofán para las etiquetas
- 132 bolsas ziploc
- 1 Caja de Guantes de látex
- 3 Marcadores permanentes
- 10 Lápices
- 2 Engrapadoras
- 1 secadora hechiza de bombillos
- Alcohol etílico al 70%
- Libreta de campo
- 660 Boletas de identificación
- 1 estereoscopio
- 2 Pinzas
- 2 Vidrios de reloj
- 2 Agujas de disección
- Equipo de oficina (computadora, impresora, papel, etc.)

6.3 MÉTODOS

6.3.1. Diseño experimental

- **Selección de sitios de muestreo**

Se definieron dos diferentes condiciones de bosque: (i) bosque en condición de regeneración natural de 10 a 15 años, y (ii) bosque sin perturbación. Para cada tratamiento se seleccionaron al azar tres sitios de muestreo, que representan tres réplicas (Cuadro 1).

Cuadro 1 Ubicación de los sitios muestreados.

Tratamiento	Parcela	Coordenadas*		Altitud
		Longitud	Latitud	
Bosque Maduro	1	-197414779885057	533037.416378653	148 msnm
	2	-209101256602394	532566.272327168	168 msnm
	3	-225950197320908	531950.961888573	161 msnm
Bosque Secundario	4	-208527353056597	532588.601934206	127 msnm
	5	-198540104955351	532990.525630062	142 msnm
	6	-200570912603656	532906.79132969	125 msnm

*Coordenadas en GTM.

- **Determinación de la lluvia de semillas**

En cada sitio de muestreo se trazó una parcela de 0.1 ha (20x50m) en donde se colocaron de forma sistemática 10 trampas de semillas, comprendiendo un total de 30 trampas por

tratamiento (Figura 2). Las trampas colocadas fueron de forma circular con un área de captura total de 1m^2 , fabricadas con tela de mosquitero verde con agujeros de 2mm , sujetadas por un marco de PVC y sostenidas por estacas de bambú a una altura de 1m sobre el suelo. A cada estaca se le agregó una mezcla homogénea de cal, sal granulada y jabón para ropa en polvo en proporciones iguales con agua para evitar insectos como termitas y hormigas. Para dar a la trampa una forma cónica se colocó un peso en el centro de las mismas (Figura 3).

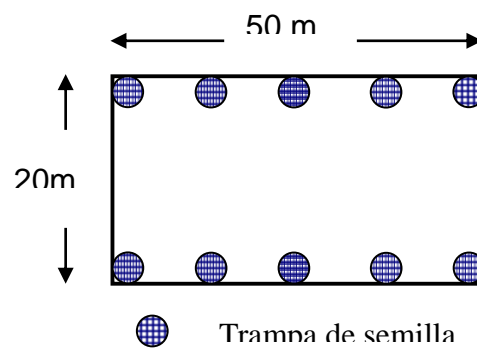


Figura 2 Diagrama de ubicación de las trampas de semillas en cada parcela.



Figura 3 Fotografía de una trampa de semilla utilizada para la colecta de la lluvia de semillas.

Con el apoyo de los guarda-recursos del CECON asignados al biotopo, las trampas de semillas fueron revisadas quincenalmente, comenzando en junio y finalizando en noviembre del 2014, para un total de 6 meses de muestreo. Las semillas que cayeron dentro de las trampas fueron colectadas utilizando un recipiente plástico y una brocha, las mismas fueron manipuladas con guantes y almacenadas en sobres de papel, los cuales fueron identificados con la fecha de colecta, sitio, tratamiento y número de trampa. En el caso de los frutos carnosos, para evitar que éstos dañaran las demás semillas, fueron colocados dentro de frascos plásticos con tapadera e identificados con los mismos datos descritos.

Posteriormente, en las instalaciones de la Escuela de Biología de la USAC, se procedió al secado de las muestras en una secadora hechiza de concreto con 8 bombillas de 100W.

Aquellas semillas contenidas dentro de frutos, fueron extraídas y secadas de igual manera. Las semillas se separaron de la hojarasca y demás detritos contenidos en las muestras, y se procedió a su limpieza. Se identificaron las semillas por morfoespecie, y de las que fue posible, se determinó su identidad taxonómica; sin embargo, para los análisis estadísticos se utilizaron los datos de morfoespecies. Así mismo, se clasificaron bajo los síndromes de dispersión siguientes: anemocoría (dispersadas por viento), zoocoría (dispersadas por animales) u otros. Esta clasificación se realizó en base a la morfología de las semillas y por observación de estructuras especializadas para su dispersión. En el caso de las semillas anemócoras se tomaron en cuenta alas, plumas, propágulos giratorios, entre otras características aerodinámicas. Para el caso de las semillas zoócoras las que presentaron evidencia de haber sido defecadas, semillas con restos del fruto o la presencia de estructuras adherentes al cuerpo de los animales como ganchos o barbas.

Después de la obtención de todos los datos necesarios para los análisis, las semillas fueron ingresadas a la colección del Index Seminum del Jardín Botánico del CECON-USAC.

6.3.2 Análisis de Datos

Para determinar y comparar la lluvia de semillas en las dos condiciones de bosque se estimó la riqueza específica (S, número total de especies) y abundancia absoluta por especie, en cada sitio de muestreo. Se realizó un análisis de agrupamiento jerárquico utilizando el índice de Sorensen, para estimar el grado de similitud de la lluvia de semillas entre las parcelas. Se realizaron pruebas de hipótesis para determinar si había o no diferencia significativa en la composición y abundancia total de la lluvia de semillas en las dos condiciones de bosque.

7. RESULTADOS

7.1 Composición y abundancia de la lluvia de semillas

Se registró un total de 64 especies. En el bosque maduro se obtuvo una riqueza de 49 especies, mientras que en el bosque secundario de 40 especies. En el Cuadro 2 se muestran los resultados detallados de la riqueza obtenida en las parcelas de ambos tipos de bosque. En general, la riqueza de especies se mantuvo dentro de un rango de 20 a 30 especies, a excepción de la parcela 6 de bosque secundario que presentó una riqueza menor que el resto.

Cuadro 2 Riqueza de especies colectadas en las trampas de semillas de junio a noviembre de 2014 en el Biotopo Cerro Cahuí. P=parcela.

	BOSQUE MADURO			BOSQUE SECUNDARIO		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Riqueza	31	22	31	23	27	15
total	64					

De las 64 especies registradas, 25 fueron compartidas en ambas condiciones de bosque, mientras que 24 fueron exclusivamente de bosque maduro y 15 de bosque secundario (Cuadro 3). Para la riqueza de especies de semillas se encontró diferencia significativa entre el bosque maduro y el bosque secundario ($t = 3.2522$, $gl = 10$, $p < 0.05$).

Cuadro 3 Listado de especies colectadas en las trampas de semillas de junio a noviembre de 2014 en el Biotopo Cerro Cahuí.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO / MORFOESPECIE	NOMBRE COMÚN	MEDIO DE DISPERSIÓN	TIPO DE BOSQUE*
	CB046		Zoocoría	BM
	CB047		Zoocoría	BM, SB
	CB048		Zoocoría	BM, SB
	CB009		Otros	BS
	CB010		Otros	BM
	CB011		Otros	BM
	CB012		Otros	BS
	CB013		Otros	BM, SB
	CB015		Anemocoría	BM, SB
	CB016		Otros	BS
	CB019		Zoocoría	BM
	CB021		Zoocoría	BM, SB
	CB023		Zoocoría	BM
	CB024		Otros	BM
	CB025		Otros	BM
	CB027		Otros	BM, SB
	CB029		Otros	BM
	CB030		Otros	BM, SB
	CB031		Otros	BS
	CB032		Otros	BM, SB
	CB033		Otros	BM
	CB034		Anemocoría	BS
	CB035		Zoocoría	BM
	CB036		Otros	BS
	CB037		Otros	BS
	CB038		Otros	BS
	CB040		Zoocoría	BM
	CB041		Zoocoría	BM, SB
	CB056		Otros	BM
	CB057		Zoocoría	BM
	CB058		Otros	BM
	CB059		Otros	BM, SB

	CB060		Otros	BS
	CB061		Zoocoría	BS
	CB062		Otros	BM
	CB051		Zoocoría	BM
	CB053		Zoocoría	BM
	CB065		Zoocoría	BM
	CB068		Zoocoría	BS
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>		Zoocoría	BM, SB
Apocynaceae	<i>Stemmadenia donell-smithi</i>		Zoocoría	BM, SB
Arecaceae	<i>Cryosophila stauracantha</i>	Escobo	Zoocoría	BM
Asteraceae	CB008		Anemocoría	BM, SB
Bervenaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	Zoocoría	BM, SB
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>		Otros	BM, SB
Cannabaceae	<i>Celtis iguanea</i>		Zoocoría	BM, SB
Cecropiaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	Zoocoría	BM, SB
	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	Zoocoría	BM, SB
	<i>Ficus</i> sp.	Ficus	Zoocoría	BM, SB
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Zoocoría	BM
	<i>Pseudolmedia spuria</i>	Manax	Zoocoría	BM
Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	Cedrillo	Zoocoría	BM, SB
Poaceae	CB026	Gramínea	Zoocoría	BS
	CB039	Gramínea	Zoocoría	BM, SB
Rhamnaceae	<i>Gouania</i> sp.		Otros	BS
Rubiaceae	<i>Morinda yucatanensis</i>		Zoocoría	BM
	<i>Guettarda combsii</i>		Anemocoría	BM, SB
	<i>Serjania goniocarpa</i>		Anemocoría	BM
Sapindaceae	<i>Thinouia tomocarpa</i>		Anemocoría	BM, SB
	<i>Manilcara zapota</i>	Chico-zapote	Zoocoría	BM
Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo hoja fina	Zoocoría	BM, SB
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>		Zoocoría	BS
Vitaceae	CB042	Uva de monte	Otros	BS

*BM=Bosque Maduro, BS=Bosque Secundario.

Se colectaron un total de 9,345 semillas, de las cuales 5,243 fueron colectadas en bosque maduro (correspondientes a cerca del 56% del total de semillas) y 4,102 en bosque secundario (correspondientes a cerca del 44% del total de semillas) (Cuadro 4).

Cuadro 4 Número de semillas colectadas en las parcelas de estudio en el Biotopo Cerro Cahuí, de junio a noviembre de 2014. P=parcela.

	BOSQUE MADURO			BOSQUE SECUNDARIO			Total de semillas
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
Total de semillas	1,138	3,614	491	689	1,713	1,700	9,345
		5,243			4,102		

Se realizó un análisis exploratorio de datos (análisis de agrupamiento) utilizando el índice de Sørensen respecto a la riqueza de especies (Figura 4). En éste se muestra igualdad entre las parcelas 1 y 2, las cuales corresponden a la condición de bosque maduro, que a su vez muestran cerca de un 80% de similitud con la parcela 3, que corresponde también a este tratamiento (Grupo 1). En cuanto a las parcelas clasificadas como bosque secundario, se obtuvo cerca de un 65% de similitud entre dos de ellas (p4 y p5) (Grupo 2), siendo la menos similar la parcela 6 de bosque secundario.

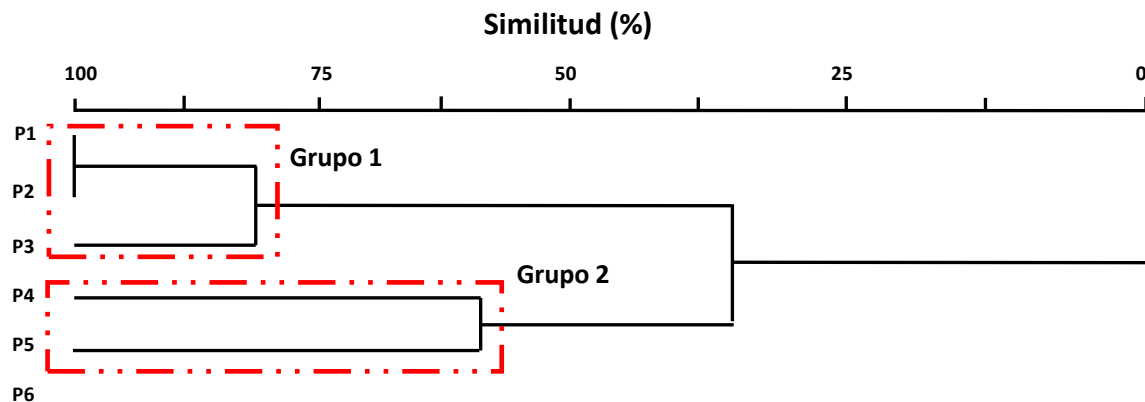


Figura 4 Análisis de agrupamiento utilizando el índice de Sorensen para la riqueza de la lluvia de semillas entre parcelas de ambas condiciones de bosque. Donde P = parcela (1-3 bosque maduro, 4-6 bosque secundario).

Para el análisis de agrupamiento jerárquico utilizando el coeficiente de Jaccard respecto a composición y abundancia de las especies registradas (Figura 5), se muestran iguales las parcelas 5 y 6 correspondientes a bosque secundario (grupo 1), las cuales se agrupan de forma más próxima con la parcela 4. En cuanto a las parcelas de bosque maduro se obtuvo una similitud bastante baja (cerca del 30%), mostrando además que la parcela 2 es muy distinta.

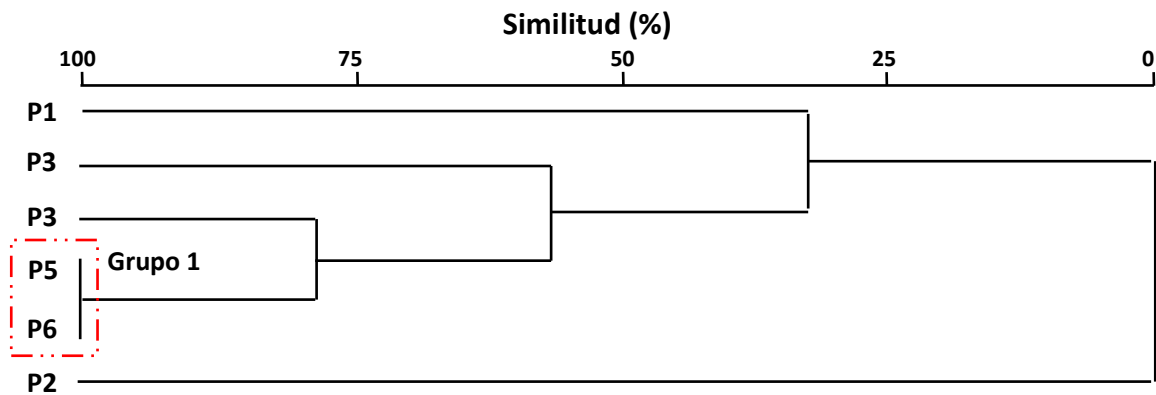


Figura 5 Análisis de agrupamiento utilizando el índice de Jaccard para lluvia de semillas entre parcelas de ambas condiciones de bosque. Donde P = parcela (1-3 bosque maduro, 4-6 bosque secundario).

7.2 Variación temporal de la lluvia de semillas

La riqueza en cada uno de los sitios muestreados fue variable a lo largo de los meses. En la Figura 6 se muestra la variación en la riqueza (valores promedio) a lo largo de las quincenas para ambos tratamientos. A pesar que los valores de la lluvia de semillas fueron variables a lo largo del tiempo, en ambas categorías de bosque se observa cierto patrón en cuanto a la riqueza de especies registradas.

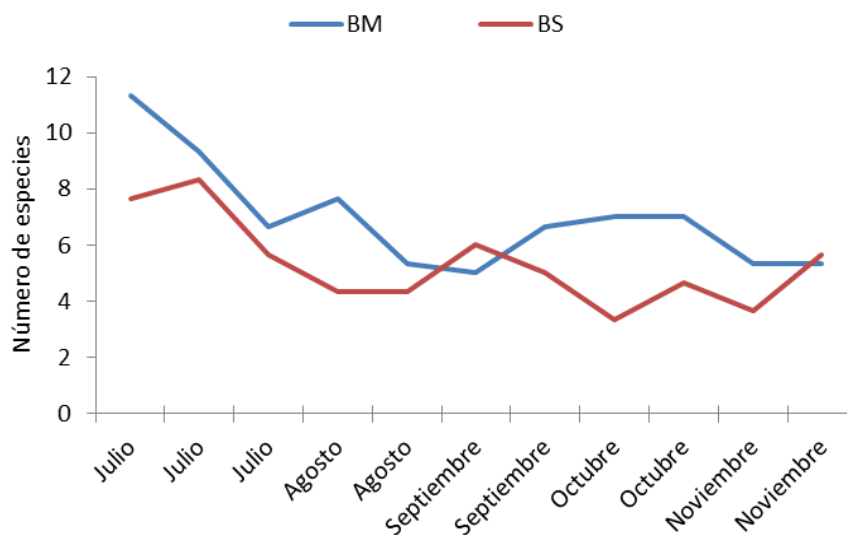


Figura 6 Número de especies registradas quincenalmente en el bosque maduro y bosque secundario del Biotopo Protegido Cerro Cahuí. Donde BM = Bosque Maduro, BS = Bosque Secundario.

Se registró una mayor cantidad de semillas durante las primeras quincenas de muestreo, siendo julio y octubre los meses con más alto número de semillas (5,168 y 1,547 respectivamente) (Cuadro 5).

Cuadro 5 Número de semillas colectadas en cada condición de bosque durante el estudio en el Biotopo Protegido Cerro Cahuí. BM=Bosque Maduro, BS=Bosque Secundario.

	BM	BS	Total
Julio	3257	1911	5168
Agosto	382	879	1261
Septiembre	329	776	1105
Octubre	1212	335	1547
Noviembre	63	201	264
Total	5243	4102	9345

En la Figura 7 se puede notar una disminución durante las últimas dos quincenas en el mes de noviembre (264 semillas) (Cuadro 4).

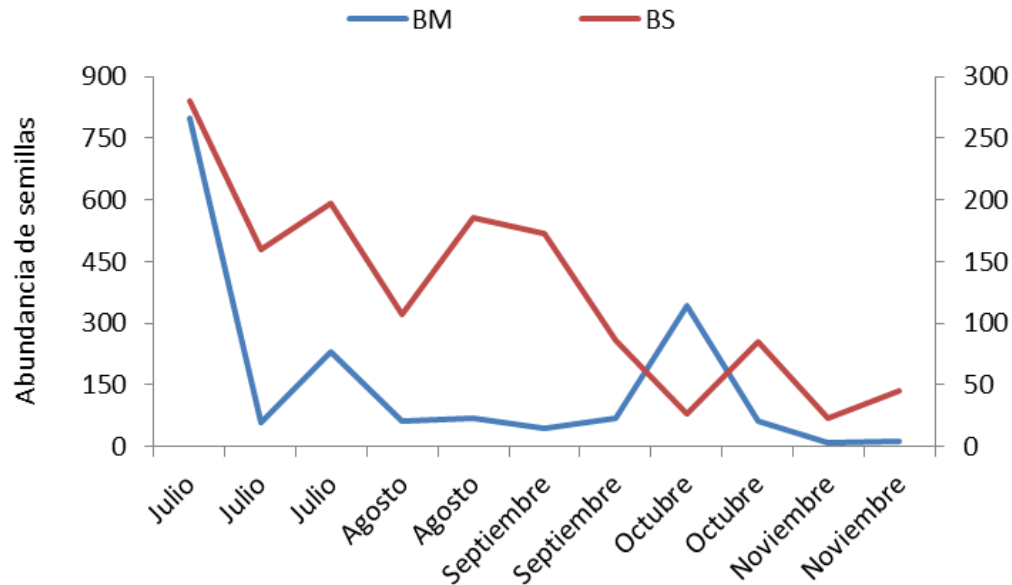


Figura 7 Abundancia (valores promedios) de semillas por tratamiento a lo largo de los meses de muestreo. Donde BM = Bosque Maduro, BS = Bosque Secundario.

Según los datos obtenidos para la prueba de hipótesis, existe diferencia significativa en cuanto a la abundancia de semillas ($\chi^2 = 2125.5$, $p \leq 0.05$, g.l. = 10) entre ambas condiciones de bosque. Tres de las especies de la lluvia de semillas estuvieron presentes durante casi todo el estudio (*G. combsii*, *C. obtusifolia* y *V. gaumeri*) en ambas condiciones de bosque; en la Figura 8 se muestra la variación en la abundancia de semillas de estas especies a lo largo de los meses de muestreo.

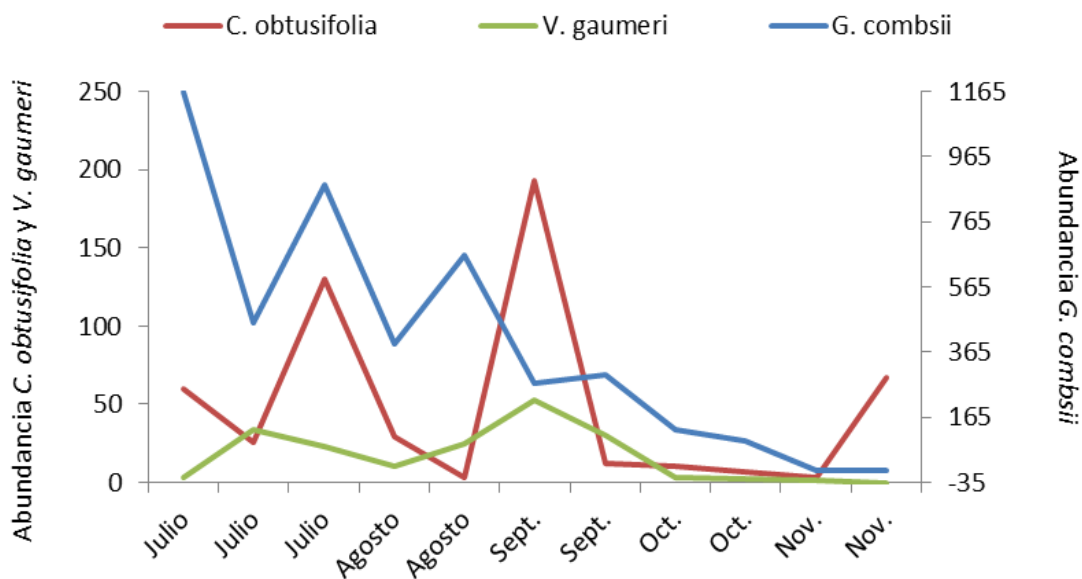


Figura 8 Abundancia de semillas de *G. combsii*, *C. obtusifolia* y *V. gaumeri*, a lo largo de los meses de estudio.

Las especies más abundantes de la lluvia de semillas en la condición de bosque maduro fueron: *G. combsii*, *V. gaumeri*, *Ficus* sp., CB005 y CB047 (Figura 9). Como se puede observar, la abundancia se mantuvo más o menos uniforme a lo largo del tiempo, mostrando solo ciertas especies, picos de abundancia en algunos muestreos, a diferencia de las especies más abundantes en la condición de bosque secundario (Figura 10).

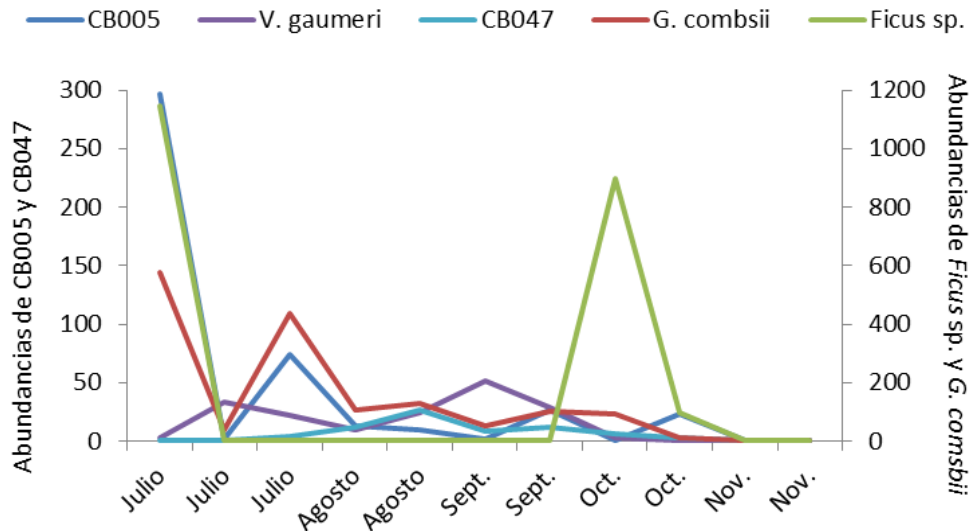


Figura 9 Abundancia de semillas *V. gaumeri*, *G. combsii*, *Ficus* sp. y las morfoespecies CB005 y CB047, a lo largo del estudio en la condición de bosque maduro.

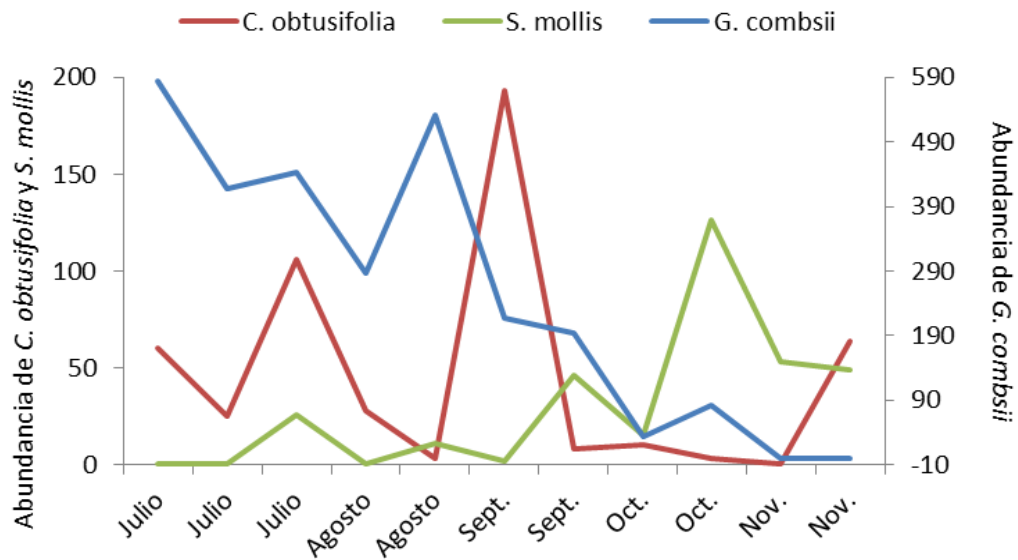


Figura 10 Abundancia de semillas *C. obtusifolia*, *S. mollis* y *G. combsii*, a lo largo del estudio en la condición de bosque secundario.

Se realizó un análisis exploratorio de datos utilizando el índice de similaridad de Jaccard para estimar la variación temporal de la lluvia de semillas a lo largo de los meses de muestreo. Los resultados en cuanto a bosque maduro (Figura 11) muestran dos agrupamientos, el primero formado por las quincenas correspondientes a los primeros muestreos de los meses de julio y octubre, y el segundo agrupamiento por los muestreos restantes. Como se puede ver en la segunda agrupación, la variación de la lluvia de semillas es similar en todos los muestreos en más del 50%, lo que podría sugerir que no existe una variación tan marcada a lo largo del estudio, a excepción de las quincenas Q1 y Q8.

Sin embargo, si se encontró diferencia significativa en cuanto a la abundancia de especies de la lluvia de semillas a lo largo del tiempo de estudio, lo cual se describió con anterioridad.

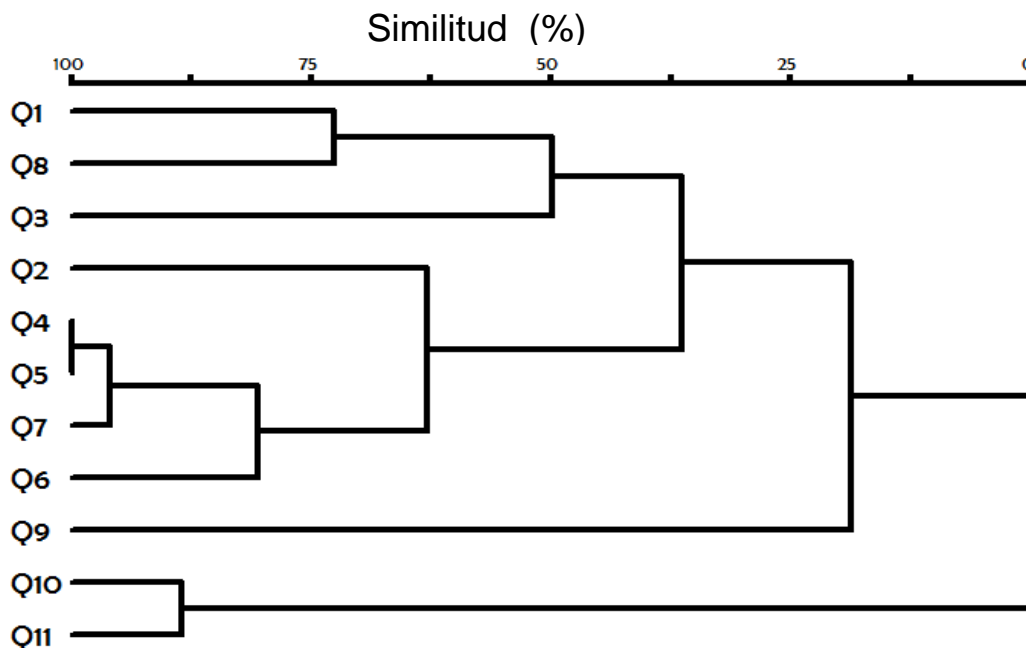


Figura 11 Análisis de agrupamiento utilizando el índice de Jaccard para las 11 quincenas de muestreo en bosque maduro. Donde Q = quincena.

En la condición de bosque secundario (Figura 12) se evidencian dos agrupaciones generales, el primer grupo conformado por las primeras 9 quincenas de muestreo, y el segundo por las dos quincenas restantes (Q10 y Q11). Esto sugiere una variación gradual de la lluvia de semillas conforme van avanzando los meses, hasta el final de la época lluviosa.

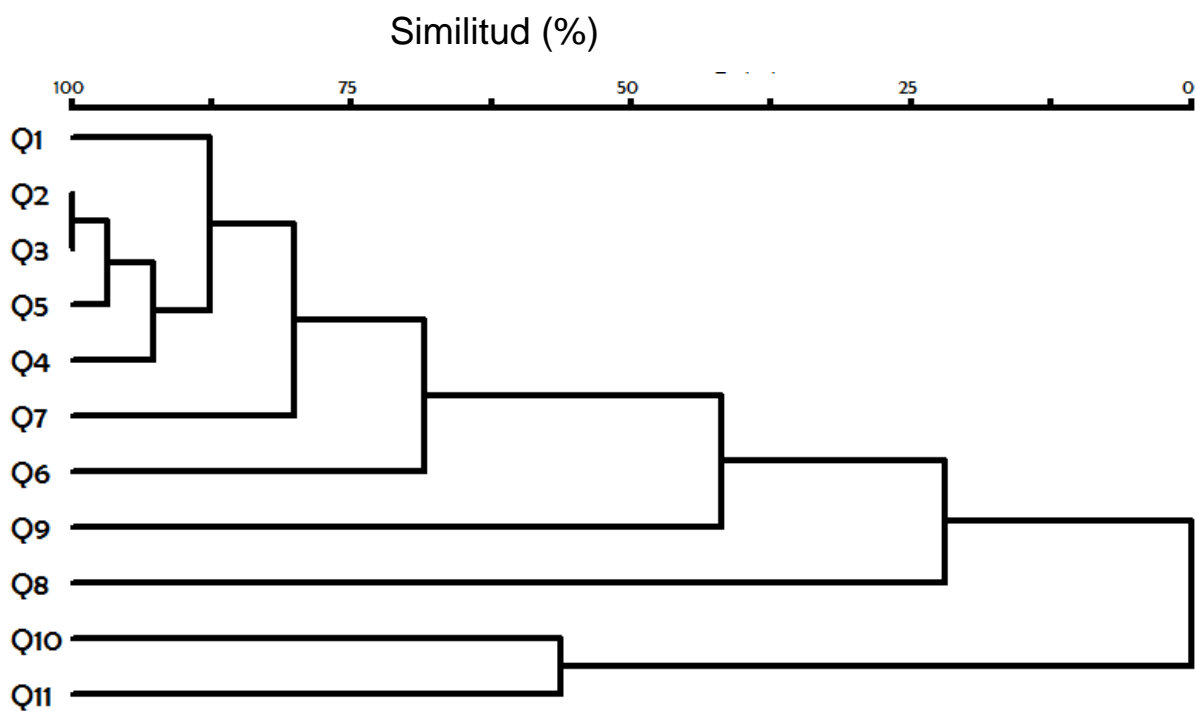


Figura 12 Análisis de agrupamiento utilizando el índice de Jaccard para las 11 quincenas de muestreo en bosque secundario. Donde Q = quincena.

7.3 Síndromes de dispersión de la lluvia de semillas

De las 9,345 semillas registradas en el estudio, 4,815 (51.5%) corresponden a semillas anemócoras, 4,4005 (47.2%) a semillas zoócoras y 125 (1.3%) no se logró clasificar bajo ningún síndrome en específico.

Del total de semillas, 5,243 fueron capturadas en el tratamiento de bosque maduro, siendo el 60% dispersadas por animales (3,146 semillas, pertenecientes a 37 especies), 38% por viento (2,007 semillas, pertenecientes a 6 especies) y el 2% (90 semillas, pertenecientes a 6 especies) no se pudo clasificar bajo ningún síndrome de dispersión (Cuadro 6). En cuanto a la condición de bosque secundario, se capturaron un total de 4,102 semillas, correspondiendo el 30.7% a semillas dispersadas por animales (1,259 semillas, pertenecientes a 25 especies), 68.5% por viento (2808 semillas, correspondientes a 6 especies) y el 0.9% no se pudo clasificar bajo ningún síndrome de dispersión (35 semillas, pertenecientes a 8 especies) (Figura 13).

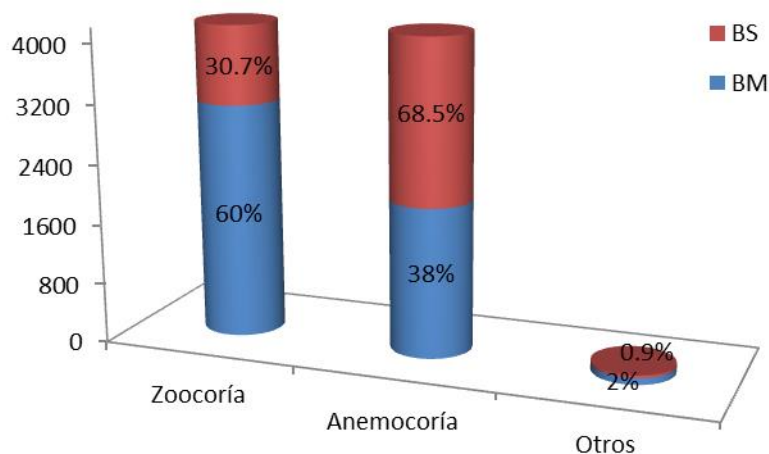


Figura 13 Cantidad de semillas por síndrome de dispersión, para cada condición de bosque. Donde BM = Bosque Maduro, BS = Bosque Secundario.

Cuadro 6 Número de especies de semillas por síndrome de dispersión en la lluvia de semillas del bosque maduro y bosque secundario del Biotopo Protegido Cerro Cahuí.

Síndrome de Dispersión	Total de especies	Bosque Maduro		Bosque Secundario	
		Número de especies	Número de semillas	Número de especies	Número de semillas
Zoócora	45	37	3146	25	1261
Anemócora	7	6	2007	6	2808
Otros	12	6	90	9	33
Total	64	49	5243	40	4102

Aunque más del 50% de la lluvia de semillas depende del viento para su dispersión (4,815 semillas), éstas corresponden únicamente a unas pocas especies (7 especies) en comparación con las dispersadas por animales (45 especies) (Cuadro 6). Para el número de especies zoócoras no existe diferencia significativa entre el bosque maduro y el bosque secundario ($\chi^2 = 4.46$, $p > 0.05$, g.l. = 10). De igual forma, entre ambas condiciones de bosque, no existe diferencia significativa en cuanto a la riqueza de especies anemócoras ($\chi^2 = 2.1$, $p > 0.05$, g.l. = 8).

Sin embargo, a pesar que no se encontró diferencia significativa en cuanto a la riqueza de especies dispersadas entre bosque maduro y secundario, se obtuvo que para la abundancia de semillas si hay una diferencia significativa para ambos síndromes de dispersión (zoocoría $\chi^2 = 1417.9$, $p \leq 0.05$, g.l. = 8; y anemocoría $\chi^2 = 2936.7$, $p \leq 0.05$, g.l. = 10).

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

8.1 Composición y abundancia de la lluvia de semillas

En la RBM se han documentado cerca de 500 especies vegetales según lo citado por García, López y Ramírez (2015), los que a su vez reportan en su estudio un total de 110 morfoespecies para el BPCC. En el presente estudio, la riqueza de especies en la lluvia de semillas fue de 64 para la época lluviosa (Cuadro 2). Se sabe que no solamente la estructura de la vegetación influye sobre la composición de la lluvia de semillas, sino que a su vez la fenología de cada especie y varios factores abióticos como la disponibilidad de agua, luz, temperatura, disponibilidad de oxígeno y composición química del suelo, influyen también sobre la producción de semillas y su establecimiento en un determinado sitio (Marañón, *et al*, 2004;), por lo que en este tipo de bosque se presenta estacionalidad tanto en la floración y por ende en la fructificación (Ramírez, 1997; García, González y Yaxcal, 2015; Flores, 2012; Martínez-Orea, Orozco-Segovia, Castillo-Argüero, Collazo-Ortega y Zavala-Hurtado, 2014). Es por ello que hay que considerar que el tiempo y época de muestreo es un factor influyente para los datos de riqueza y composición de la lluvia de semillas obtenidas para el BPCC.

Estudios han señalado que el grado de perturbación al cual es sometida un área influye también de manera significativa en la tasa de recuperación de la diversidad vegetal (Uhl, 1998; Bush y Whittaker, 1991; Robinson y Terborgh, 1997). Es por ello que los datos de riqueza de especies obtenidos para el sitio pueden ser atribuidos también a las constantes perturbaciones en el BPCC, ya que existen varias presiones debido a su ubicación (presencia de comunidades, alto turismo, avance de la frontera agrícola y ganadera, cacería ilegal, entre otras).

Muchas veces la lluvia de semillas es la única fuente de propágulos con que cuentan los

bosques durante el proceso de regeneración natural (Muller-Landau y Hardesty, 2005; García, López y Ramírez, 2015), por lo que es importante describir sus patrones. Basados en el hecho de que la diversidad de especies de un lugar depende de la matriz vegetal (Martínez-Ramos y Soto-Castro, 1993) y que la lluvia de semillas se encuentra estrechamente relacionada con la composición y abundancia de la vegetación en pie (Marañón, Camarero, Castro, Días, Espelta, Hampe, Jordano, Valladares, Verdú y Zamora, 2004; Martínez, Castillo-Argüero, Álvarez-Sánchez, Collazo-Ortega, y Zavala-Hurtado, 2013; Rodríguez-Santamaría, Puentes-Aguilar y Cortéz-Pérez, 2006), se hubiera esperado encontrar una mayor riqueza de especies en la lluvia de semillas en la condición de bosque secundario en comparación con la condición de bosque maduro (Brown y Lugo, 1990), sin embargo, los resultados no coinciden con esta tendencia ya que a pesar que los análisis exploratorios muestran que efectivamente cada tratamiento se agrupa según la riqueza de especies presente (Figura 4), la condición de bosque maduro cuenta con una mayor riqueza en comparación con la de bosque en regeneración (Cuadro 2).

La composición de semillas fue similar en ambas condiciones de bosque, cerca del 76.5% de las especies de la lluvia de semillas estuvo presente en el bosque maduro y 62.5% en bosque secundario (Cuadro 3). Los resultados obtenidos sugieren que a pesar de las perturbaciones ocurridas en su momento en las áreas clasificadas como bosque secundario, se mantiene una conexión entre ambas condiciones de bosque, esto a través de los diferentes mecanismos de dispersión tanto bióticos como abióticos, lo cual permite que exista una dinámica y flujo de semillas entre los diferentes hábitats y por ello que se compartan un alto porcentaje de especies (cerca del 40%) de la lluvia de semillas.

Por otro lado, de las semillas que no fueron compartidas sino que aparecieron únicamente en bosque maduro o bosque secundario, cabe mencionar que no todas las especies presentan una distribución espacial igual, refiriéndose a la vegetación en pie, algunas pueden presentar distribución agregada y limitar sus propágulos a sitios específicos, mientras que otras pueden estar tanto temporalmente como espacialmente dispersas (Harms y Dalling, 1997). Así mismo, se debe tomar en cuenta que ciertas especies no están presentes en todo el mosaico de vegetación, sino que solo se encuentran en alguna fase

sucesional. Por ejemplo, en la condición de bosque maduro se registraron especies como *Ficus* sp., *V. gaumeri*, *P. spuria*, *B. alicastrum*, *M. yucatanensis*, *S. oligocarpa*, *M. zapota*, *S. donell-smithi*, las cuales son especies arbóreas características de bosques maduros (García, *et al.*, 2015), que estuvieron en muy poca cantidad o no estuvieron presentes en bosque secundario. Mientras que en este último hubo presencia mayormente de especies herbáceas o arbustivas como *S. mollis*, *Gouania* sp. y *Terminalia* sp., y algunas especies de la familia Poaceae, las cuales son en gran parte, especies de sucesión secundaria (García, *et al.*, 2015), con lo que se puede evidenciar el reemplazo de ciertas especies a través de un gradiente sucesional en el bosque.

En cuanto a la abundancia de semillas, uno de los factores principales que limitan la regeneración de los bosques tropicales es la disponibilidad de éstas (Duncan y Chapman, 1999; Holl, 1999), y su abundancia tiende a ser mucho más alta en condiciones de regeneración, en comparación con bosques en estado maduro (Ceccon y Hernández, 2009; Gómez-Pompa y Vásquez-Yanez, 1974; Opler, Beher y Frankie, 1980), lo cual no ocurrió en este estudio, ya que la abundancia fue mayor en bosque maduro que en bosque secundario (Cuadro 3). Esto pudo deberse a que muchas veces hay factores que influyen en el proceso sucesional de los bosques, como por ejemplo la historia del uso del suelo, características topográficas y edáficas, matriz de vegetación circundante y época de abandono, que hacen que varíe este proceso en los bosques, llegando a veces a ser distinto incluso entre sitios de una misma edad sucesional (Chadzon, Harvey, Martínez-Ramos, Balvanera, Stoner, Schondube, Avila y Flores-Hidalgo, 2007).

En el caso de la parcela 2 correspondiente a bosque maduro, no se agrupó con las parcelas de este tratamiento y se mostró distinta al resto (Figura 5), siendo la parcela donde se registró la mayor abundancia de semillas a lo largo de todo el estudio. Estos resultados pueden deberse a que la lluvia de semillas puede variar considerablemente en distancias pequeñas de bosque, con lo cual no siempre se marca un patrón en la vegetación, sino que conlleva a formar parches irregulares en la estructura de los bosques (Holl, 1999). Otra razón por la cual la abundancia fue mayor, pudo deberse a que la topografía de la parcela 2 era distinta a la de las otras 5 parcelas. A pesar que no se tomaron en cuenta datos de

elevación para este estudio, cabe mencionar que en las parcelas 1, 3-6 el terreno era más o menos plano, a diferencia de la topografía de la parcela 2 en donde el terreno era más irregular. Aunque no se tiene información sobre si la topografía del terreno influye significativamente sobre la lluvia de semillas, esto podría sugerir una razón en esta variación de abundancia. Posiblemente por las hondonadas e irregularidades presentes en esta parcela, la llegada y deposición de las semillas a estos sitios se vea afectada, haciendo que exista una mayor acumulación de semillas en este sector, ya sea por factores bióticos o abióticos. En este caso también es importante mencionar que existen ciertas especies que presentan muchas semillas por fruto o por infrutescencia como es el caso de algunas de las familias Moraceae, Asteraceae y Cecropiaceae. Esta puede ser una razón por la cual en algunas áreas bajo estudio hubo dominancia de ciertas especies sobre otras como en el caso de las especies *G. combsii* y *Ficus* sp., o también por la presencia de alguna planta progenitora cercana a las trampas de semillas, lo que permitió que cayeran grandes cantidades de semillas.

Cabe mencionar además, que para el caso particular del presente estudio, existió cierta dificultad al momento de la identificación de las semillas debido a la falta de estudios relacionados a nivel tanto local como nacional. En esto se puede resaltar la gran importancia y el valor que tienen las colecciones botánicas de referencia, tanto de vegetación como de frutos y semillas, las cuales permiten documentar la diversidad biológica de un lugar. Por ello es necesario profundizar en este tipo de estudios para poder enriquecer las colecciones de referencia, ya que éstas no solamente permiten la identificación de especies de importancia y documentar la diversidad de un lugar, sino que constituyen una fuente de información para estudios relacionados con sistemática, conservación, ecología, fisiología, entre otros.

8.2 Variación temporal de la lluvia de semillas

En el BPCC se encontró variación en la lluvia de semillas a lo largo de la época lluviosa en ambas condiciones de bosque (Figuras 6 y 7). La composición y abundancia de especies en la lluvia de semillas fue más alta al inicio de la época lluviosa (cerca del 68% de las semillas registradas en el presente estudio se capturó durante los primeros tres meses de muestreo), presentando algunas especies en particular, picos de liberación a mediados de la temporada de lluvia.

De igual forma, en las Figuras 11 y 12 se muestran las agrupaciones de las diferentes quincenas de muestreo, en donde particularmente en la condición de bosque secundario se observa la variación en cuanto a abundancia de semillas a lo largo de los meses. Esto puede deberse a que según estudios sobre fenología en bosques de la RBM, las especies vegetales presentan períodos de fructificación principalmente durante la época lluviosa (Ramírez, 1997; García, González y Yaxcal, 2015). Incluso, algunas especies cuentan con mayor presencia de frutos maduros al inicio de este período (Ramírez, 1997), lo cual se evidenció en la variación en la abundancia de semillas con el paso de los meses en ambas condiciones de bosque. A pesar de ello, siempre hubo disponibilidad de semillas a lo largo de todo el estudio, siendo las especies que estuvieron presentes a lo largo de todos los meses de muestreo: *G. combosii*, *V. gaumeri*, *C. obtusifolia*, *S. mollis*, Morfoespecie CB005, Morfoespecie CB027, Morfoespecie CB039, Morfoespecie CB047 y Morfoespecie CB055. Estos resultados coinciden con los reportados por estudios en México y Colombia donde la abundancia de semillas fue en disminución hasta el final de la época lluviosa, sin embargo hubo un intercambio de especies por lo que la riqueza se mantuvo constante (Martínez, Castillo-Argüero, Álvarez-Sánchez, Collazo-Ortega, y Zavala-Hurtado, 2013; Rodríguez-Santamaría, Puentes-Aguilar y Cortéz-Pérez, 2006).

En cuanto a la variación de las semillas anemócoras a lo largo de los meses, ésta coincide con lo reportado por Ceccon y Hernández (2009) y Lou (2007), donde la abundancia va

disminuyendo a lo largo de la época lluviosa. Esto se debe a que la humedad afecta considerablemente la dispersión por viento debido a que las estructuras que éstas semillas poseen, que son por lo general estructuras delgadas y frágiles, con la humedad se deterioran o pierden funcionalidad al momento de la dispersión (Fenner y Thompson, 2005, p. 47-51, 158). Por otro lado, para el caso de las semillas zoócoras, su dispersión hacia determinados sitios depende también en gran parte del comportamiento de su vector de dispersión, ya que aunque exista disponibilidad de semillas zoócoras, éstas llegarán a su destino según las preferencias alimenticias de los dispersores y su comportamiento a lo largo del bosque.

8.3 Síndromes de dispersión de la lluvia de semillas

La dispersión de los propágulos en la lluvia de semillas depende de la presencia y capacidad de desplazamiento de los dispersores involucrados, ya sean agentes bióticos o abióticos (Cousens, *et al.*, 2008, p. 93). En los resultados obtenidos se muestra que gran parte de las semillas de la lluvia de semillas dependen del viento para su dispersión. Sin embargo, a pesar de que existe un alto número de semillas anemócoras, éstas corresponden únicamente a 7 especies, en comparación con las dispersadas por animales (46 especies). Estos resultados son similares a los reportados en un estudio en un bosque secundario de Costa Rica, (Finegan y Delgado, 2000) en donde se observó también que a pesar que la mayoría de individuos colectados fueron semillas de dispersión anemócora, la mayoría de especies fueron dispersadas por animales.

Entre las diferentes condiciones de bosque, estos resultados variaron. El síndrome de dispersión predominante en el bosque maduro fue el de zoocoría, representando más del 75% de las especies dispersadas en este tratamiento, mientras que en bosque secundario representó únicamente el 16%, sin embargo el número de semillas anemócoras que se presentaron en este último fue de más de 60%. Estos resultados presentan similitud con

otros estudios (Guzmán, 2008; Martínez-Garza, Flores-Palacios, De La Peña-Domene y Howe, 2009; Wijdeven y Kuzee, 2000), en donde se reporta que la lluvia de semillas en las etapas sucesionales de bosque dominan las especies anemócoras sobre las zoócoras, mientras que en bosque maduro la zoocoría es el principal vector de dispersión de propágulos. Estos resultados demuestran que los animales juegan un papel muy importante tanto en el proceso de regeneración como en el mantenimiento de los bosques. Como agentes dispersores de semillas, los animales son fundamentales en la reproducción, colonización y establecimiento de la vegetación de un sitio. Lou (2007) por ejemplo, determinó que la lluvia de semillas se encuentra correlacionada con la abundancia de murciélagos presente, por lo que el número de éstos influye de forma significativa en la abundancia de semillas que llegan a un determinado lugar.

Entre los grupos más importantes en el proceso de dispersión de semillas están las aves y los murciélagos (Arbeláez y Parrado-Rosselli, 2005; Galindo-González, 1998), llegando muchas veces a dominar en la lluvia de semillas, aquellas dispersadas por dichos grupos (Sheldon y Nadkarni, 2013). Estos grupos tienen la capacidad y facilidad de movilizarse grandes distancias a lo largo de los bosques, lo cual les permite transportar semillas a grandes distancias, pudiendo conectar remanentes de bosque y parches fragmentados (Figueroa-Esquivel, *et al.*, 2009; Chaves, *et al.*, 2011). Otros mamíferos e incluso algunos reptiles pequeños como iguanas o lagartijas se ha demostrado que son importantes dispersores de semillas en los bosques tropicales, en donde éstos últimos se alimentan de los mismos frutos que lo hacen los mamíferos terrestres e incluso murciélagos (Rodríguez-Pérez y Traveset, 2010; Cotí y Ariano-Sánchez, 2008; Traveset, 1990). Sin embargo, animales como estos generalmente tienen una menor movilidad, evitando riesgos de ser expuestos en sitios con muchos claros o donde la vegetación es más abierta, además que algunos no tienen la capacidad de moverse largas distancias. Lo anterior sugiere que gracias a los dispersores se puede mantener un flujo de semillas entre las diferentes condiciones de bosque en el BPCC, manteniendo una dinámica entre ambos tipos de hábitat (Lou, 2007; Landaverde, Calderón, Solórzano y Ariza, 2012), motivo por el cual se encontró que en la lluvia de semillas se comparte un alto porcentaje de especies entre ambas condiciones de bosque.

Tanto las preferencias alimenticias como el comportamiento de los animales dispersores de semillas, son factores que influyen directamente en la deposición de semillas zoócoras. Esto genera un efecto significativo sobre los patrones de distribución de las plantas y en general en el proceso de regeneración de los bosques (Marañón, *et al.*, 2004, p. 92; Galindo-González, 1998). Los patrones de defecación de los animales varían de una especie a otra (Stoner, Riba-Hernández, Vulinec y Lambert, 2007; Henry y Jouard, 2007, p. 319), por ejemplo, algunos utilizan letrinas, lo cual lleva a depositar las semillas consumidas en cúmulos, mientras que otros no poseen áreas particulares de defecación y dispersan más ampliamente las semillas, lo cual genera un efecto en la supervivencia de las semillas (Amato y Estrada 2010; Chaves, *et al.*, 2011).

En el caso del bosque secundario, la baja densidad de semillas zoócoras presentes en la lluvia de semillas (Cuadro 5) sugiere una baja densidad de animales dispersores de semillas en estas áreas. La falta de dispersores genera un efecto negativo en el reclutamiento de la vegetación (Chapman y Chapman, 1994; Matías, Zamora, Mendoza y Hódar, 2008; Stoner, *et al.*, 2007; Henry y Jouard, 2007), siendo éste uno de los principales factores limitantes en el proceso de regeneración de los bosques (Holl, 1999), ya que sin éstos agentes son muy pocas las semillas que logran llegar a un sitio perturbado, alcanzando cortas distancias más allá de las orillas del bosque.

Otros estudios llevados a cabo en regiones tropicales han demostrado que la perturbación y fragmentación de los bosques influye negativamente sobre la riqueza y abundancia de animales, lo cual afecta a su vez en la dispersión y reclutamiento de semillas en un sitio (Figueroa-Esquivel, *et al.*, 2009; Howe, 1984). Además, en los bosques secundarios la estructura de la vegetación permite que las semillas anemócoras puedan moverse más fácilmente en estas áreas debido a la ausencia de barreras físicas (Wijdeven y Kuzee, 2000; Cousens, *et al.*, 2008, p. 33). Lo anterior podría explicar en cierta medida los resultados obtenidos.

Por otro lado, el hecho que exista una mayor cantidad de semillas anemócoras en el bosque secundario, no garantiza que dichas especies sean dominantes en el sitio. Un factor

importante que debe considerarse, es que las especies pioneras en un sitio son productoras de grandes cantidades de frutos y semillas (Greenberg, Perry, Harper, Levey y McCord, 2011), por lo que esta puede ser una de las razones por la cual existe dominancia por parte de ciertas especies en la lluvia de semillas.

En general, podemos decir que la lluvia de semillas es un proceso de gran importancia para el mantenimiento y regeneración de los bosques, ya que no solamente mantiene activa la deposición de las diferentes especies vegetales, sino que es fundamental para el establecimiento, almacenamiento y reclutamiento de propágulos, además que forma el banco de semillas (Martínez-Orea, *et al.*, 2014). El papel de la lluvia de semillas es crucial para el proceso de colonización en sitios con algún grado de perturbación (Guzmán, 2008), contribuyendo al flujo de semillas, sin embargo son pocos los estudios que se han realizado en la actualidad sobre la dinámica de este proceso tan importante.

Es por ello que la caracterización de la lluvia de semillas, el conocer su composición, abundancia, dinámicas de dispersión, entre otros factores importantes, permiten obtener información sobre el estado de conservación de un bosque, el grado de perturbación, la fauna asociada entre otros aspectos, y por ende permitirán proponer planes de manejo y monitoreo, y que acciones tomar para el proceso de regeneración de los bosques.

9. CONCLUSIONES

- La lluvia de semillas del Biotopo Protegido Cerro Cahuí registrada durante la época lluviosa (junio a noviembre) de 2014, estuvo conformada por 64 especies; 49 de las cuales fueron colectadas únicamente en bosque maduro, 40 en bosque secundario y 25 en ambas condiciones de bosque. Se colectaron un total de 9,345 semillas, de las cuales 5,243 en bosque maduro y 4,102 en bosque secundario.
- Hubo diferencia significativa en la riqueza de especies de semillas en ambas condiciones de bosque ($t = 3.2522$, $gl = 10$, $p < 0.05$).
- Poco más del 50% de las semillas colectadas de la lluvia de semillas lo conforman especies anemócoras (4,815 semillas), mientras que un 47% a semillas zoócoras (4,405 semillas). Hubo diferencia significativa en la abundancia de semillas para los síndromes de dispersión (zoocoría $\chi^2 = 1417.9$, $p \leq 0.05$, $g.l. = 8$; y anemocoría $\chi^2 = 2936.7$, $p \leq 0.05$, $g.l. = 10$) en ambas condiciones de bosque.
- En bosque maduro las semillas zoócoras fueron más abundantes (3,146) que las semillas dispersadas por otros vectores (2,097); lo cual demuestra el importante papel de los animales dispersores de semillas en el proceso de regeneración como en el mantenimiento de los bosques en el BPCC.
- La cantidad de semillas anemócoras (2,808) dominó sobre otros vectores (1,293) en la condición de bosque secundario. A pesar de ello, las especies anemócoras corresponden únicamente a 6 especies de las 64 colectadas, mientras que las zoócoras corresponden a 46 especies.

- La composición y abundancia de especies en la lluvia de semillas fue más alta al inicio de la época lluviosa (27 especies en promedio, 5,168 semillas), tendiendo a disminuir conforme avanzaron los meses (13 especies en promedio, 264 semillas al final de la época lluviosa), lo cual sugiere la presencia de patrones de fructificación a lo largo del año debido a los factores fenológicos de la vegetación presente.

10. RECOMENDACIONES

- **Para el sector académico se recomienda**, la continuidad de proyectos de investigación que contribuyan a generar información sobre la dinámica de la vegetación en el BPCC y otros bosques de la RBM, como levantamiento de información sobre estructura y composición de la vegetación en diferentes épocas del año.
- Establecer programas de monitoreo que contribuyan a la identificación de los principales factores que afectan la producción de semillas de las diferentes especies vegetales de la región.
- Realizar y complementar estudios fenológicos de las diferentes especies que conforman la lluvia de semillas en el BPCC (principalmente las presentes a lo largo de todos los meses de muestreo: *Guettarda combosii*, *Vitex gaumeri*, *Cecropia obtusifolia*, *Smilax mollis*, Morfoespecie CB005, Morfoespecie CB027, Morfoespecie CB039, Morfoespecie CB047 y Morfoespecie CB055) y su relación con la abundancia de dispersores en el área.
- Realizar estudios sobre frugivoría con los principales agentes dispersores (aves y murciélagos) que operan en los bosques de la RBM, su papel en el proceso de dispersión de semillas y comportamiento a lo largo del año, para poder tomar acciones que contribuyan a la conservación de éstos.
- Enriquecer de especímenes de plantas, frutos y semillas las diferentes colecciones botánicas nacionales, tanto de los bosques de la RBM como de los diferentes ecosistemas presentes en Guatemala para que sirvan como referencia para futuros estudios.

- **Para las diferentes entidades encargadas de la administración y manejo de áreas protegidas (CONAP, CECON, Municipalidades) se recomienda,** tomar bajo consideración los estudios fenológicos presentes y futuros de especies vegetales de la RBM para la elaboración de estrategias de manejo y restauración de hábitats en los bosques.
- Determinar los periodos de máxima y mínima producción de semillas de las especies de la lluvia de semillas, para conocer los periodos más factibles de colecta y así tomar como estrategia de restauración la colecta y siembra de éstas, en áreas perturbadas y en regeneración.
- Establecer en las áreas bajo manejo de la RBM, programas para el monitoreo de las principales especies de animales dispersoras de semillas (aves y murciélagos especialmente) y promover su conservación en el área.
- Fortalecer iniciativas de restauración ecológica en los parches de bosque dentro del paisaje del BPCC, tomando en cuenta la información ya generada en el área de la RBM.
- Involucrar a las comunidades y a los diferentes actores del BPCC en actividades de concientización y conservación de los recursos.
- **De la metodología se recomienda,** que para lograr una buena caracterización de la lluvia de semillas y sus variaciones espacio-temporales, se requiere de la obtención de más datos, por lo que es necesario extender el tiempo de observación a las diferentes épocas del año (época seca y época lluviosa). Así mismo, aumentar los sitios de muestreo tomando en cuenta distintas etapas de sucesión dentro del bosque para observar los cambios a lo largo del gradiente.

- Tomar en cuenta otros síndromes de dispersión de las semillas, tales como zoocoría (endozoocoría, epizoocoría), anemocoría, barocoría, autocoría, hidrocoría.
- Considerar los diferentes estratos de vegetación en las distintas etapas de sucesión para estudios relacionados con la lluvia de semillas.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Amato, K.R. y Estrada, A.** (2010). Seed dispersal patterns in two closely related howler monkey species (*Alouatta palliata* and *A. pigra*): a preliminary report of differences in fruit consumption, traveling behavior, and associated dung beetle assemblages. *Neotropical Primates*, 17(2) 59-66.
- Arbeláez, M.V. y Parrado-Rosselli, A.** (2005). Seed Dispersal Modes of the Sandstone Plateau Vegetation of the Middle Caquetá River Region, Colombian Amazonia. *Biotropica* 37(1): 64-72.
- Arriaba, L. y Mercado, C.** (2004). Seed bank dynamics and tree fall gaps in a north western Mexican Quercus-Pinus forest. *J. Veg. Sci* 15: 661-688.
- Ávila, R.; Cajas, J., Grajeda, A.; Machuca, O. y Benítez, L.** (2005). Aves y murciélagos como dispersores de semillas en tres etapas sucesionales de la Ecorregión Lachuá, Alta Verapaz, Guatemala. (Informe final de investigación). Dirección General de Investigación (DIGI), Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Bazzaz, F.** (1996). Plants in changing environments. Linking physiological, population and community ecology. Cambridge University Press, Nueva York.
- Beek, R. y Sáenz, G.** (1992). Manejo forestal basado en la regeneración natural del bosque: estudio de caso en los robledales de altura de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Costa Rica.
- Brown, S. Y Lugo, A.E.** (1990). Tropical Secondary Forest. *Journal of Tropical Ecology* 6(1):1-32.
- Bush, M. y Whittaker, R.** (1991). Krakatau: colonization patterns and hierarchies. *Journal of biogeography* 18(3): 341-356.
- Cámara-Cabrales, L.C.; Castillo-Acosta, O. y Sánchez-Pérez, B.R.** (2011). Regeneración natural de la selva alta perennifolia en el parque estatal agua blanca, Macuspana, Tabasco, México. *Polibotánica*, 32, 63-88.
- Cajas, J.; Ávila, R.; Grajeda, A.; Machuca, O. y Benítez, L.** (2005). Aves y murciélagos

como dispersores de semillas en tres etapas de la regeneración natural del bosque en la ecorregión Lachuá. Universidad de San Carlos de Guatemala. Dirección General de Investigación, Escuela de Biología.

- Ceccon, E. y Hernández, P.** (2009). Seed rain dynamics following disturbance exclusion in a secondary tropical dry forest in Morelos, México. *Revista de Biología Tropical*, 57(1-2): 257-269.
- Chadzon, R.; Harvey, C.; Martínez-Ramos, M.; Balvanera, P.; Stoner, K.; Schondube, J.; Avila, L. y Flores-Hidalgo, M.** (2007). Seasonally dry tropical forest biodiversity and conservation value in agricultural landscapes of Mesoamerica. En Ro. Dirzo, H. Young, H. Mooney y G. Ceballos (Eds.) *Seasonally dry tropical forests: Ecology and Conservation*. (pp. 195-219). Estados Unidos: Island Press.
- Chapman, C.A. y Chapman, L. J.** (1994). Survival without dispersers: seedling recruitment under parents. *Conservation Biology* 9(3): 675-678.
- Chaves, O.M.; Stoner, K.E.; Arroyo-Rodríguez, V. y Estrada, A.** (2011). Effectiveness of spider monkeys (*Ateles geoffroyi vellerosus*) as seed dispersers in continuous and fragmented rain forests in southern Mexico. *Int. J. Primatol* 32: 177-192.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP–.** (2007). Actualización del plan maestro de la reserva de la biósfera maya 2007-2011: análisis sintético del estado de la reserva de la biósfera maya –RBM–. Guatemala.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-; Organización Nacional Para la Conservación y el Ambiente, -ONCA- y Centro de Estudios Conservacionistas -CECON-.** (2002). Plan Maestro Biotopo Cerro Cahuí. CATIE-CONAP.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP-.** (2011). El Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas: Base Fundamental para el Bienestar de la Sociedad Guatemalteca. *CONAP-ZOOTROPIC. Documento técnico No. 95(01-2011)*.
- Cotí, P. y Ariano-Sánchez, D.** (2008). Ecology and Traditional use of the Guatemalan black iguana (*Ctenosauria palearis*) in the dry forest of the Motagua Valley, Guatemala. *Iguana* 15(3):142-149.
- Cousens, R.; Dytham, C. y Law, R.** (2008). Dispersal in plants: a population perspective. Estados Unidos: Oxford University Press.

- Duncan, R. y Chapman, C.** (1999). Seed dispersal and potential forest succession in abandoned agriculture in tropical Africa. *Ecological applications* 9(3): 998-1008p.
- Fenner, M. y Thompson, K.** (2005). The ecology of seeds. Estados Unidos: Cambridge University Press.
- Figuroa-Esquivel, E.; Puebla-Olivares, F.; Godínez-Álvarez, H. y Núñez-Farfán, J.** (2009). Seed dispersal effectiveness by understory birds on *Dendropanax arboreus* in a fragmented landscape. *Biodiversity and Conservation* 18: 3357-3365p.
- Finegan, B. y Delgado, D.** (2000). Structural and floristic heterogeneity in a 30-year-old Costa Ricas rainforest restored on pasture through natural secondary succession. *Restoration Ecology* 8:380-393.
- Flores, M. E.** (2012). Estudio fenológico de quince especies arbóreas relacionadas con la alimentación de fauna silvestre en el bosque tropical lluvioso de Yaxhá, Petén. (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Flores, S. y Dezzeo, N.** (2005). Variaciones temporales en cantidad de semillas en el suelo y en lluvia de semillas en un gradiente bosque-sabana en la gran sabana, Venezuela. *Interciencia*, 30(1), 39:43.
- Galindo-González, J.** (1998). Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zool. Mex. (n.s.)*73: 57-74.
- García, M.J.; González, V.R. y Yaxcal, P.E.** (2015). Levantamiento y evaluación de la línea base para el monitoreo de los efectos del cambio climático en la fenología reproductiva de especies vegetales de importancia ecológica en la Reserva de la Biósfera Maya. Proyecto FD 26-2011. Centro de Estudios Conservacionistas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Guatemala.
- García, M.J.; López, J.E. y Ramírez, M.F.** (2015). Dinámica de la regeneración natural de un bosque tropical como fundamento para el desarrollo de estrategias de restauración ecológica en la Reserva de la Biósfera Maya. Centro de Estudios

Conservacionistas (CECON), Instituto de Investigaciones Químico Biológicas (IIQB) y Dirección General de Investigación (DIGI), Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Gomez-Pompa, A. y Vásquez-Yanez, C.** (1974). The life cycle of secondary species, p. 336-342. En *Proceedings of the first international congress of ecology*, The Hague, The Netherlands.
- Greenberg, C.H.; Perry, R.W.; Harper, C.A.; Levey, D.J. y McCord, J.M.** (2011). The role of recently disturbed upland hardwood forest as high quality food patches. En Greenberg, C.H.; Collins, B.S. y Thompson, F.R. (Eds.). *Sustaining young forest communities: Ecology and management of early successional habitats in the Central Hardwood Region, USA*. (121-141pp.). Nueva York: Springer.
- Guevara, S.; Laborde, J. y Sánchez-Ríos, G.** (2005). Los árboles que la selva dejó atrás. *Interciencia*, 20(10) 595-601.
- Guzmán, E.** (2008). Lluvia de semillas en un gradiente sucesional en milpas abandonadas en la región de Marqués de Comillas, Chiapas. (Tesis de grado). Facultad de Biología, División de Ciencias y Humanidades, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.
- Harms, K.E. y Dalling, J.W.** (1997). Damage and herbivory tolerance through resprouting as an advantage of large seed size in tropical trees and liana. *J. Trop. Ecol.* 13:617-621.
- Henry, M. y Jouard, S.** (2007). Effect of bat exclusion on patterns of seed rain in tropical rain forest in French Guiana. *Biotropica* 39(4): 510-518.
- Holl, K.D.** (1999). Factors Limiting Tropical Rains Forest Regeneration in Abandoned Pasture: Seed Rain, Seed Germination, Microclimate, and Soil. *Biotropica*, 31(2): 229-242.
- Holtzapfel, C.; Schmidt, W. Y Shmida, A.** (1993). The role of seed bank and seed rain in the recolonization of disturbed sites along an aridity gradient. *Phytocoenologia* 23: 561-580.
- Howe, H.F.** (1984). Implications of seed dispersal by animals for tropical reserve management. *Biol. Cons.* 30: 261-281.
- Jordano, P. y Schupp, E.W.** (2000). Seed disperser effectiveness: the quantity component

and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. *Ecological Monographs*, 70(4), 591-615.

- Karubian, J. y Durães, R.** (2009). Effects of seed disperser social behavior on patterns of seed movement and deposition. *Oecol. Bras.* 13(1), 45-57.
- Kollman, J.** (2000). Dispersal of fleshy-fruited species: a matter of spatial scale?. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and systematics*, 13(1), 29-51.
- Landaverde, P.; Calderón, A.P.; Solórzano, E. y Ariza, M.A.** (2012). Efecto de la fragmentación sobre el flujo génico de *Artibeus jamaicensis* en el Biotopo el Zotz y su zona de amortiguamiento en Petén, Guatemala. Dirección General de Investigación (DIGI), Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología (LENAP), Centro de Estudios Conservacionistas (CECON). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- López, M. y Ramírez, N.** (1998). Síndromes de dispersión de diásporas de una comunidad arbustiva de la Guayana Venezolana. *Ecotrópicos*, 11(1), 15-32.
- 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 en Biología. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Lou, S.** (2007). Dinámica de dispersión de murciélagos frugívoros en el paisaje fragmentado del Biotopo Chocón Machacas, Livingston, Izabal. Proyecto FODECYT No. 21-03, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT), Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) y Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACYT), Guatemala.
- Marañón, T.; Camarero, J.J.; Castro, J.; Díaz, M.; Espelta, J.M.M Hampe, A.; Jordano, P.; Valladares, F.; Verdú, M. y Zamora, R.** (2004). Heterogeneidad ambiental y nicho de regeneración. En Valladares, F. (ed). *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. (pp. 69-99). España: EGRAF, S.A.
- Martínez-Garza, C.; Flores-Palacios, A.; De La Peña-Domene, M. y Howe, H.F.** (2009). Seed rain in a tropical agricultural landscape. *Journal of Tropical Ecology* 25:541-550.
- Martínez-Orea, Y.; Orozco-Segovia, A.; Castillo-Argüero, S.; Collazo-Ortega, M. y**

- Zavala-Hurtado, J.** (2014). Seed rain as a source of propagules for natural regeneration in a temperate forest in Mexico City. *The journal of the Botanical Society of America* 141(2): 135-150.
- Martínez-Ramos, M. y Soto-Castro, A.** (1993). Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain forest. *Vegetatio* 108:299-318.
- Martínez, Y.; Castillo-Argüero, S.; Álvarez-Sánchez, J.; Collazo-Ortega, M. y Zavala-Hurtado, A.** (2013). Lluvia y banco de semillas como facilitadores de la regeneración natural en un bosque templado de la ciudad de México. *Interciencia* 38(6): 400-409 pp.
- Matías, L.; Zamora, R.; Mendoza, I. y Hódar, J.A.** (2008). Seed dispersal patterns by large frugivorous mammals in a degraded mosaic landscape. *Society for ecological restoration international*.
- Merlet, P.** (2011). Una historia ligada a la creación de las concesiones comunitarias en el área protegida de la Reserva de Biosfera Maya. Online Knowledge Base, Natural Governance around the world. Recuperado de: http://www.agter.org/bdf/en/corpus_chemin/fiche-chemin-113.html
- Muller-Landau, H.C. y Hardesty, B.D.** (2005). *Seed dispersal of woody plants in tropical forests: concepts, examples and future directions*. En Burslem, D.; Hartley, S. y Pinard, M. (Eds.). *Biotic Interactions in the tropics: their role in the maintenance of species diversity*. (pp. 267-309). Estados Unidos: Cambridge University Press.
- Núñez-Farfán, J.; Fornoni, J. y Valverde, P.L.** (2007). The evolution of resistance and tolerance to herbivores. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 38: 541-566 p.
- Opler, P.A.; Beher, H.G. y Frankie, G.W.** (1980). Plant reproductive characteristics during secondary succession in Neotropical lowland forest ecosystems. *Biotropica* 12:40-46.
- Pachecho, S. y Grau, H.R.** (1997). Fenología de un arbusto de sotobosque y ornitocoria en relación a claros en una selva subtropical de montaña del Noroeste argentino. *Ecología Austral* 7:35-41.
- Ponce-Santizo, G.; Andresen, E. y Cano, E.** (2006). Dispersión primaria de semillas por

- primates y dispersión secundaria por escarabajos coprófagos en Tikal, Guatemala. *Biotropica*, 38(3), 390-397.
- Ramírez, C.B.** (1997). Fenología reproductiva de 14 especies preferidas para la alimentación por fauna cinegética en el bosque húmedo tropical del Parque Nacional Tikal, Petén, Guatemala. (Informe de Tesis de grado). Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 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. Proyecto FODECY 28-01. Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas-Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Robinson, S. y Terborgh, J.** (1997). Bird community dynamics along primary successional gradients of an Amazonian Whitewater River. *Ornithological Monographs* 48: 641-672p.
- Rodríguez-Pérez, J. Y Traveset, A.** (2009). Seed dispersal effectiveness in a plant-lizard interaction and its consequences for plant regeneration after disperser loss. *Plant Ecol.* 207:269-280.
- Rodríguez-Santamaría, M.F.; Puentes-Aguilar, J.M. y Cortéz-Pérez, F.** (2006). Caracterización temporal de la lluvia de semillas en un bosque nublado del cerro de Mamapacha (Boyacá-Colombia). *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 30(117): 619-624pp.
- Sánchez-Garfias, B.; Ibarra-Manríquez, G. y Gonzalez-García, L.** (1991). Manual de identificación de frutos y semillas anemócoros de árboles y lianas de la estación "Los tuxtles", Veracruz, México. México: UNAM.
- Sánchez-Pérez, B.R.; Castillo-Acosta, O. y Cámara-Cabrales, L.C.** (2011). Regeneración natural de la selva alta perennifolia en el parque estatal de agua blanca, Macuspana, Tabasco, México. *Polibotánica*, 32, 63-88.
- Sarmiento, F.** (2000). Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Ecuador: Editorial Abya.
- Saulei, S.M. y Swaine, M.D.** (1988). Rain forest seed dynamics during succession at Gogol, Papua New Guinea. *Journal of Ecology*, 76, 1133-1152.

- Schmidt, L.** (2007). *Tropical Forest Seed*. Estados Unidos: Springer.
- Schnitzer, S.A. y Carson, W.P.** (2001). Treefall gaps and the maintenance of species diversity in a tropical forest. *Ecology*, 82(4), 913-919.
- Sheldon, K.S. y Nadkarni, N.M.** (2013). Spatial and Temporal variation of seed rain in the canopy and on the ground of a tropical cloud forest. *Biotropica* 45(5): 549-556pp.
- Sobral, L.M. y Machado, I.C.S.** (2001). Fruiting Phenology and Seed Dispersal Syndromes in Caatinga, a Tropical Dry Forest in the Northeast of Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 17(2): 303-321.
- Stoner, K.E.; Riba-Hernández, P.; Vulinec, K. Y Lambert, J.E.** (2007). The role of mammals in creating and modifying seedshadows in tropical forests and some possible consequences of their elimination. *Biotropica* 39(3): 316-327.
- Traveset, A.** (1990). *Ctenosaura similis* Gray (Iguanidae) as a seed disperser in a Central America deciduous forest. *American Midland Naturalist* 123:402-404.
- Uhl, C.** (1998). Perspectives on wildfire in the humid tropics. *Cons. Biol.* 12: 942-943.
- Urincho, Y.** (2010). Lluvia de semillas en un paisaje agropecuario en los Tuxtlas, Veracruz, México. (Tesis de Grado). Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Biológicas, México.
- Vargas, G.** (2011). Botánica General: desde los musgos hasta los árboles. Costa Rica: EUNED.
- Westcott, D.A. y Grahan, D.L.** (1999). Patterns of movement and seed dispersal of a tropical frugivore. *Oecologia*, 122, 249-257.
- Wijdeven, S. M. J. Y Kuzee, M. E.** (2000). Seed availability as a limiting factor in forest recovery processes in Costa Rica. *Restoration Ecology* 8(4):414-424.
- Willson, M.F. y Traveset, A.** (2000). The ecology of seed dispersal. En M. Fenner. *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. (2ed). (pp. 85-110). Estados Unidos: CABI Publishing.
- Zuluaga, S.** (2010). Regeneración inicial y composición de formas de vida de plantas en rozas experimentales en una selva húmeda tropical del Chocó Colombiano. *Ecotrópicos*, 23(2), 100-113.

12. ANEXOS

Cuadro 7 Abundancias absolutas y síndrome de dispersión de semillas registradas por parcela, a lo largo de los meses de muestreo. Donde P=parcela, BM=bosque maduro, BS=bosque secundario.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO / MORFOESPECIE	NOMBRE COMÚN	MEDIO DE DISPERSIÓN	TIPO DE BOSQUE*	P1-BM	P2-BM	P3-BM	P4-BS	P5-BS	P6-BS
	CB009		Otros	BS	0	0	0	0	4	3
	CB010		Otros	BM	1	0	0	0	0	0
	CB011		Otros	BM	1	0	0	0	0	0
	CB012		Otros	BS	0	0	0	0	0	2
	CB013		Otros	BM, SB	17	1	39	10	0	0
	CB015		Anemocoría	BM, SB	1	0	0	4	0	0
	CB016		Otros	BS	0	0	0	1	0	0
	CB019		Zoocoría	BM	1	0	0	0	0	0
	CB021		Zoocoría	BM, SB	3	1	4	73	0	0
	CB023		Zoocoría	BM	2	1	2	0	0	0
	CB024		Otros	BM	0	0	18	0	0	0
	CB025		Otros	BM	0	0	6	0	0	0
	CB027		Otros	BM, SB	2	6	2	5	5	4
	CB029		Otros	BM	7	12	2	0	0	0
	CB030		Otros	BM, SB	0	3	0	0	2	0

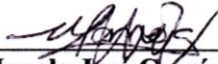
CB031	Otros	BS	0	0	0	0	0	124
CB032	Otros	BM, SB	0	0	1	1	1	1
CB033	Otros	BM	1	0	0	0	0	0
CB034	Anemocoría	BS	0	0	0	3	0	0
CB035	Zoocoría	BM	0	0	1	0	0	0
CB036	Otros	BS	0	0	0	0	0	2
CB037	Otros	BS	0	0	0	0	0	1
CB038	Otros	BS	0	0	0	2	6	2
CB040	Zoocoría	BM	0	5	14	0	0	0
CB041	Zoocoría	BM, SB	0	4	0	1	7	0
CB046	Zoocoría	BM	1	1	0	0	0	0
CB047	Zoocoría	BM, SB	0	2	0	0	0	0
CB048	Zoocoría	BM, SB	29	4	41	2	0	1
CB051	Zoocoría	BM	0	0	0	0	18	0
CB053	Zoocoría	BM	0	0	0	9	301	0
CB056	Otros	BM	0	0	1	0	0	0
CB057	Zoocoría	BM	0	4	2	0	1	0
CB058	Otros	BM	44	0	10	0	61	0
CB059	Otros	BM, SB	0	0	2	0	0	0
CB060	Otros	BS	0	0	3	0	0	0
CB061	Zoocoría	BS	0	0	1	0	0	0
CB062	Otros	BM	0	7	0	0	1	0
CB065	Zoocoría	BM	5	0	0	0	0	0
CB068	Zoocoría	BS	0	0	8	0	0	0
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Zoocoría	0	0	0	0	1	0

Apocynaceae	<i>Stemmadenia donell-smithi</i>		Zoocoría	BM, SB	26	0	0	4	8	0
Arecaceae	<i>Cryosophila stauracantha</i>	Escobo	Zoocoría	BM	0	0	0	0	1	0
Asteraceae	CB008		Anemocoría	BM, SB	2	3	0	1	0	0
Bervenaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaxnic	Zoocoría	BM, SB	110	38	29	5	2	0
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>		Otros	BM, SB	0	0	0	0	0	4
Cannabaceae	<i>Celtis iguanea</i>		Zoocoría	BM, SB	21	0	0	0	0	0
	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	Zoocoría	BM, SB	0	1	0	1	0	0
Cecropiaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	Zoocoría	BM, SB	7	24	9	187	313	0
	<i>Ficus</i> sp.	Ficus	Zoocoría	BM, SB	76	2021	2	0	43	3
	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Zoocoría	BM	1	0	0	0	0	0
Moraceae	<i>Pseudolmedia spuria</i>	Manax	Zoocoría	BM	11	0	3	0	0	0
Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	Cedrillo	Zoocoría	BM, SB	0	0	2	0	2	0
	CB026	Gramínea	Zoocoría	BS	0	0	0	6	0	0
Poaceae	CB039	Gramínea	Zoocoría	BM, SB	5	4	1	0	12	7
Rhamnaceae	<i>Gouania</i> sp.		Otros	BS	14	0	17	0	7	5
	<i>Morinda yucatanensis</i>		Zoocoría	BM	400	0	0	0	0	0
Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>		Anemocoría	BM, SB	331	683	236	356	786	1353
Sapindaceae	<i>Serjania goniocarpa</i>		Anemocoría	BM	1	0	0	0	0	0

	<i>Thinouia</i>									
	<i>tomocarpa</i>		Anemocoría	BM, SB	4	0	0	1	0	0
	<i>Manilcara zapota</i>	Chico zapote	Zoocoría	BM	0	0	1	0	0	0
Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo hoja fina	Zoocoría	BM, SB	0	0	0	5	0	0
Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>		Zoocoría	BS	10	2	26	10	3	0
Vitaceae	CB042	Uva de monte	Otros	BS	0	0	0	0	2	0



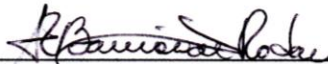
Carolina Ana Gabriela Bonilla Chang
Autora



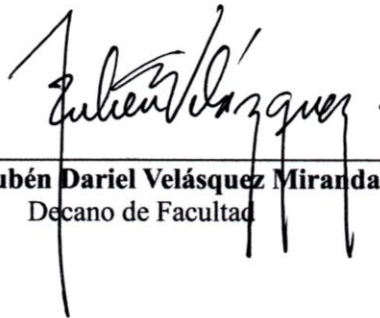
Lic. Manolo José García Vettorazzi
Asesor de Tesis



MSc. Javier Antipatro Rivas Romero
Revisor de Tesis



Lcda. Ana Rosalito Barrios Solís de Rodas
Directora de Escuela



PhD. Rubén Daríel Velásquez Miranda
Decano de Facultad
