

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA



Análisis de la lluvia de semillas en dos etapas sucesionales del  
bosque secundario de Santa María de Jesús, Quetzaltenango

Informe de Tesis presentado por

Salvador Lón Vega

Para optar al título de

**BIOLOGO**

En el grado de licenciado

Guatemala, febrero 1999

DL  
06  
T (1941)

## ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES: José Eduardo Lou Ma e Irma Yolanda Vega Curley

A MIS HERMANOS: Rodolfo, José y Alvaro

A MIS ABUELOS

A MIS AMIGOS

A LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA, en especial A LA ESCUELA DE  
BIOLOGIA

**JUNTA DIRECTIVA  
FACULTAD CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**DECANA :** Lcda. Hada Marieta Alvarado Beteta  
**SECRETARIO :** Lic. Oscar Federico Nave Herrera  
**VOCAL I :** Dr. Oscar Manuel Cobar Pinto  
**VOCAL II :** Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda  
**VOCAL III :** Lic. Rodrigo Herrera San José  
**VOCAL IV :** Br. David Estuardo Delgado Gonzáles  
**VOCAL V :** Br. Estuardo Solorzano Lemus

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente al Dr. Juan Fernando Hernández, asesor de esta tesis, y más que asesor un amigo quien ha inculcado en mí, no solo muchos conocimientos de las ciencias biológicas sino que también buenos principios, para ser más humanos; gracias por sus consejos.

Gracias al Sr. Félix Pérez (ayudante de campo); sin su colaboración no hubiera sido posible la realización de esta tesis.

Quiero agradecer a Carmen Lucía Yurrita por su apoyo incondicional en mantener en mí el espíritu y ánimo para llegar a la culminación de esta tesis.

Gracias Ing. Mario Véliz por sus observaciones a esta tesis y mejorar la información que brinda este estudio.

Gracias a Conrado Guinea, quien colaboró con nosotros en los inicios del proyecto en Santa María de Jesús, y nos brindó su hospitalidad.

Quiero agradecer a la Lic. Carlota Monroy, por brindar su apoyo incondicional al facilitar su equipo de laboratorio para el análisis de semillas.

Agradezco también el apoyo de las entidades que han hecho posible la realización de este trabajo de investigación mediante sus aportes financieros : Fideicomiso para la Conservación en Guatemala (FCG), Cooperación Suiza (Helvetas-ProBosques), Dirección General de Investigación de la Universidad San Carlos de Guatemala (DIGI-USAC), Red Latinoamericana de Botánica (RLB). Muchas gracias.

## INDICE

0.0	RESUMEN	1
1.0	INTRODUCCION	3
2.0	ANTECEDENTES	4
2.1	Banco de propágulos	5
2.2	Lluvia de semillas	5
2.2.1	Mecanismos de dispersión	6
2.2.1.1	Aspectos morfológicos de frutos y semillas	7
2.2.1.2	Mecanismos abióticos	9
2.2.1.3	Mecanismos bióticos	10
2.2.2	Patrón espacial de la lluvia de semillas	11
2.2.3	Patrón temporal de la lluvia de semillas	14
2.3	Supuestos y predicciones	15
3.0	JUSTIFICACION	16
4.0	OBJETIVOS	17
4.1	Objetivo general	17
4.2	Objetivos específicos	17
5.0	MATERIALES Y METODOS	18
5.1	Universo de estudio	18
5.2	Materiales	19
5.2.1	Recursos humanos	19
5.2.2	Recursos materiales	19
5.3	Metodología	19
5.3.1	Análisis de la vegetación	19
5.3.2	Lluvia de semillas	20
5.3.2.1	Patrón espacial	20
5.3.2.2	Patrón temporal	21
6.0	RESULTADOS	22
6.1	Análisis de la vegetación y selección de categorías de cobertura vegetal	22
6.2	Síndrome de dispersión	
6.3	Análisis de la comparación de la lluvia de semillas entre parcelas	26
6.4	Patrón espacial de la lluvia de semillas dentro de parcelas	29
6.5	Patrón temporal de la lluvia de semillas	35
7.0	DISCUSION DE RESULTADOS	39
7.1	Síndrome de dispersión	39
7.2	Efecto del estado sucesional sobre la lluvia de semillas	41
7.3	Patrón espacial de la lluvia de semillas	42
7.4	Patrón temporal de la lluvia de semillas	45
8.0	CONCLUSIONES	47

10.0	BIBLIOGRAFIA	50
11.0	ANEXOS	53

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### TABLAS

1	Número de especies y tasa de flujo de semillas de las parcelas 1 y 2	24
2	Distribución del número de especies de semillas en las diferentes formas de vida de las parcelas 1 y 2	27
3	Número y densidad de especies y tasa de flujo de semillas de la parcela 1	28
4	Distribución del número de especies de semillas en las diferentes formas de vida de las parcelas 1	31
5	Número y densidad de especies y tasa de flujo de semillas de la parcela 2	31
6	Distribución del número de especies de semillas en las diferentes formas de vida de las parcelas 2	34

### FIGURAS

1.	Composición de los síndromes de dispersión de la lluvia de semillas de la parcela 1	25
2.	Composición de los síndromes de dispersión de la lluvia de semillas de la parcela 2	25
3.	Comparación de la tasa de flujo de las semillas entre parcelas	27
4.	Comparación de la densidad de especies de semillas entre categorías de cobertura vegetal de la parcela 1	28
5.	Comparación de la composición de los síndromes de dispersión de la lluvia de semillas entre categorías de cobertura vegetal de la parcela 1	30
6.	Comparación de la tasa de flujo de las semillas entre categorías de cobertura vegetal de la parcela 1	30
7.	Comparación de la densidad de especies de semillas entre categorías de cobertura vegetal de la parcela 2	33
8.	Comparación de la composición de los síndromes de dispersión de la lluvia de semillas entre categorías de cobertura vegetal de la parcela 2	33

## FIGURAS

9.	Comparación de la tasa de flujo de las semillas entre categorías de cobertura vegetal de la parcela 2	34
10.	Patrón temporal de la lluvia de semillas anemócoras	37
11.	Patrón temporal de la lluvia de semillas barócoras	37
12.	Patrón temporal de la lluvia de semillas endozoócoras	38
13.	Patrón temporal de la lluvia de semillas epizoócoras	38



## 0.0 RESUMEN

Se monitoreó la lluvia de semillas de dos etapas sucesionales del bosque secundario de Santa María de Jesús, Quetzaltenango durante un año (junio 1997 a mayo 1998). Las dos etapas sucesionales están representadas por dos parcelas de 2500 m<sup>2</sup> de diferente edad y de distinto desarrollo de cobertura vegetal.

El análisis consistió en determinar la composición por síndromes de dispersión de la lluvia de semillas en las parcelas, así como evaluar el efecto de la estructura de la vegetación sobre el patrón espacial de deposición de semillas. Los datos que se obtuvieron para llevar a cabo el análisis fueron: a) número de especies de semillas por síndrome de dispersión, b) porcentaje de especies de semillas por síndrome de dispersión y c) tasa de flujo de semillas (expresada como semillas/m<sup>2</sup>/día). Con el fin de establecer categorías de cobertura vegetal y poder comparar la lluvia de semillas entre diferentes hábitats, se elaboraron perfiles de la vegetación para cada parcela. También se observó las variaciones en el número de especies por síndrome de dispersión a lo largo del año.

Los síndromes de dispersión de barocoría (dispersión de semillas por gravedad) y anemocoría (dispersión de semillas por viento) fueron los más representados en la lluvia de semillas de las parcelas monitoreadas. La endozoocoría (dispersión de semillas por el tracto digestivo de animales que comen frutos) y epizoocoría (dispersión de semillas por adhesión de éstas al pelaje de animales) constituyeron una pequeña proporción de la lluvia de semillas. Esto sugiere que los factores abióticos son más importantes en condicionar el flujo de semillas hacia los sitios sucesionales monitoreados que los factores bióticos.

El tipo de vegetación (estructura y la composición específica), la flora local y el tipo de vegetación circundante (fuente de propágulos) juegan un papel importante en determinar la composición de la lluvia de semillas de un lugar dado.

Diferencias en la tasa de flujo de semillas a los distintos tipos de cobertura, constituyen el factor más importante en determinar el patrón espacial que presenta la lluvia de semillas.

La barocoría fue dominante en las etapas tempranas de sucesión, así como en hábitats perturbados de matorrales y plantas herbáceas. La epizoocoría al igual que la barocoría fue más frecuente en los matorrales. La anemocoría fue más abundante en la parcela de mayor cobertura

vegetal así como en hábitats con amplia cobertura leñosas. Un patrón similar se notó para las semillas de dispersión endozoócora; estas semillas se concentraron principalmente bajo el dosel.

El alto porcentaje de barocoría en las áreas perturbadas, así como la poca dispersabilidad de éste síndrome, sugieren la importancia de un banco de semillas en áreas abandonadas al inicio de la sucesión.

No se pudo establecer con claridad la importancia de los árboles aislados como "árboles percha" o núcleos de regeneración, por lo que se requiere de otros estudios que determinen si este efecto se produce en este bosque. Por otro lado la concentración de semillas endozoócoras en el dosel determina la influencia que pueda tener la cobertura leñosa en atraer animales dispersadores de semillas.

Los síndromes de barocoría, anemocoría y epizoocoría presentaron una estacionalidad de fructificación similar. Todos estuvieron más representados durante los meses de época seca. La endozoocoría presentó un patrón temporal de fructificación diferente; teniendo varios picos a lo largo del año. Los factores que condicionan la dispersión de semillas por animales son complejas, y muchas veces los períodos de fructificación están relacionados con factores ecológicos, además de los climáticos, lo que puede influir en los patrones temporales de la lluvia de semillas endozoócoras encontrados en Santa María de Jesús.

A través de más estudios sobre la dinámica sucesional en el área, se podrán establecer otros factores que influyen sobre los patrones y procesos de sucesión en los bosques secundarios de Santa María de Jesús.

## 1.0 INTRODUCCION

Sucesión es un concepto central en ecología. Comprender las causas y mecanismos que cambian a la vegetación a lo largo del tiempo ecológico puede ayudar a responder algunas preguntas prácticas para el manejo de los recursos naturales, y teóricas para el entendimiento de la dinámica de las comunidades (4).

El flujo de semillas es uno de los factores más importantes en la dinámica sucesional (4). Este flujo determina en gran parte la composición y estructura de la vegetación en el lugar, y puede constituirse en un factor limitante en el proceso de regeneración de una especie en particular o de todo un bosque.

La dispersión de semillas es una fase importante dentro del ciclo de vida de las plantas. Por medio de la cual, las plantas logran colonizar nuevos sitios. La probabilidad de que una especie vegetal se desarrolle en un sitio dado, depende de la probabilidad de llegada y de su sobrevivencia en ese lugar (26). Por lo tanto, las especies vegetales recurren a varios mecanismos para la dispersión de sus semillas, estableciéndose así diferentes modos de dispersión (por ejemplo: dispersión por viento, animales, agua, etc).

Esta investigación pretende analizar los patrones espaciales y temporales del flujo de semillas en dos parcelas de diferente composición y estructura vegetacional en el bosque secundario de Santa María de Jesús, Quetzaltenago. Se determina el número de especies de semillas, el número de semillas y tasa de flujo de semillas por síndrome de dispersión, de aquellas que lleguen a las distintas parcelas sucesionales. Se postula que existe un patrón espacial de deposición de semillas según el síndrome de dispersión debido a las diferencias en la estructura vegetacional dentro y entre las parcelas.

El patrón espacial del flujo de semillas ayuda de alguna manera a preveer el lugar de establecimiento de las especies vegetales en algún sitio. La heterogeneidad ambiental también afecta los procesos sucesionales. Por tanto la heterogeneidad de la vegetación presente en los distintas etapas sucesionales afecta el patrón de lluvia de semillas y viceversa. Es este proceso el que se pretende analizar en este estudio.

## 2.0 ANTECEDENTES

El término sucesión designa los cambios en la composición específica y estructural de un parche de vegetación a lo largo del tiempo (22). Se diferencian dos tipos de sucesión : a) primaria, que involucra la formación de un suelo, y b) secundaria, la cual se lleva a cabo sobre un suelo formado, lo cual implica la preexistencia de una cobertura vegetal. En esta última pueden persistir además del suelo , algunas especies vegetales, así como esporas, semillas u otras estructuras reproductivas (16).

En ambos tipos de sucesión , el proceso sucesional está condicionado por tres factores que determinan los patrones de sucesión: a) disponibilidad de espacio para el crecimiento de las plantas, b) existencia de una fuente de propágulos, y c) desempeño diferencial de las especies en el sitio (24).

Los factores que determinan los patrones de sucesión son modificados por condiciones específicas para cada sitio sucesional (24). Las condiciones específicas para cada sitio sucesional, están dadas por la heterogeneidad ambiental. El tipo de vegetación pre-perturbación y los tipos de parche circundantes, la microtopografía y el tipo de suelo, y la vegetación remanente en áreas perturbadas, pueden generar aquellos diferentes patrones de heterogeneidad ambiental que son importantes al inicio de la sucesión (23, 3).

En sucesiones secundarias de bosque , la disponibilidad de espacio depende de perturbaciones naturales como la formación de claros por la caída de árboles o los incendios naturales o de perturbaciones antrópicas como rozas, talas y la apertura de terreno agrícola.

La disponibilidad de especies colonizadoras está condicionada por la existencia de : a) banco de propágulos (semillas, tubérculos, etc.) remanente en el lugar de perturbación , b) el flujo de semillas al lugar de perturbación , y c) por la disponibilidad de recursos (agua, luz, nutrientes, etc.) para la germinación y desarrollo de los propágulos en el sitio (24).

El desempeño diferencial de las plantas en el sitio sucesional es un requisito fundamental para la generación y mantenimiento de la heterogeneidad de la estructura del bosque y diversidad de especies en la comunidad. Este desempeño diferencial está determinado por la variabilidad en las respuestas de las plantas colonizadoras ante las condiciones micro-

ambientales, sus restricciones ecofisiológicas, sus estrategias de historia de vida, y por las interacciones intra- e interespecíficas como competencia, alelopatía, herbivoría, etc. (24).

### **2.1 Banco de propágulos**

El banco de propágulos está compuesto por todas aquellas estructuras reproductivas que permanecen latentes en el suelo del sitio después de la perturbación. Muchas de estas estructuras reproductivas quedan latentes durante varios años dependiendo del grado de perturbación, y esperan hasta un momento propicio para su germinación.

Kellman (1970), infirió que las semillas latentes en el suelo, así como la rápida inmigración de semillas son de mucha importancia en la colonización de claros en el bosque (7). En algunos ambientes el banco de semillas así como la regeneración vegetativa, pueden dar inicio a la sucesión; y mientras que en otros el banco de semillas puede ser de mayor importancia que el flujo de semillas recientemente dispersadas al sitio de perturbación (16).

Cheke (1979) determinó que la tasa de flujo de semillas frescas de especies sucesionales, era mucho menor que la compuesta por las semillas viables presentes en el banco de semillas, sugiriendo que esta última fuente de semillas fue formada por un período de varios años. Por otro lado existen especies vegetales de estados sucesionales que dependen de un constante flujo de semillas al lugar para su establecimiento debido a su poca capacidad de latencia, tal es el caso de algunas *Cecropia spp.* (1).

Ha sido demostrado también, que las semillas de especies secundarias ya se encuentran presentes en el suelo de un bosque maduro, formando el banco de semillas (7).

### **2.2 Lluvia de semillas**

La expresión "lluvia de semillas" se refiere a los diferentes propágulos que caen en un sitio dado, por medio de distintos mecanismos de dispersión que son propios de cada planta. La disponibilidad de semillas en un sitio está condicionada por la distancia desde la fuente de semillas hasta el lugar de establecimiento y por la capacidad de dispersión de las mismas.

La dispersión de las plantas es el último paso en el ciclo reproductivo de las mismas, pero el comienzo del recambio de individuos de la población y del reclutamiento (17). La probabilidad de que una especie vegetal se desarrolle en un sitio sucesional, depende de la probabilidad de llegada y de su sobrevivencia en un lugar particular (26). La dispersión de semillas es la clave que une la interfase entre adulto y plántula, siendo así importante en la demografía de poblaciones vegetales (13). Por lo tanto, el patrón de lluvia de semillas y de dispersión de semillas determina en buena parte el desarrollo de las semillas en lugares propicios o no, para su desarrollo y la estructura, composición y distribución de plantas en un sitio.

### **2.2.1 Mecanismos de dispersión**

Las especies vegetales recurren a mecanismos de dispersión de sus semillas con el fin de ampliar su distribución y colonizar nuevas áreas. Este proceso es de gran importancia en la reproducción de las plantas las cuales han evolucionado una diversidad de mecanismos de dispersión con el fin de tener un mayor éxito reproductivo.

Entre los diferentes mecanismos de dispersión se pueden dividir en 2 grandes grupos: a) abióticos, que involucran factores físicos, por ejemplo: viento, agua, gravedad, etc. y b) bióticos (que involucran la interacción con un animal para la dispersión).

Cada mecanismo tiene diferentes alcances de dispersión, las cuales son propicias o de conveniencia según la historia de vida de las plantas.

La morfología de la semilla y muchas veces el fruto, están estrechamente relacionados con el síndrome de dispersión. Cada cual tiene características particulares que lo hacen adaptarse bien a su agente dispersante.

### 2.2.1.1 Aspectos Morfológicos de Frutos y Semillas

Los frutos exhiben una gran variedad de formas, muchas veces relacionados con su síndrome de dispersión. Debido a la gran variedad de aspectos morfológicos se han hecho varias clasificaciones (11).

Los frutos se dividen en pocos grupos principales atendiendo a dos criterios básicos: a) grado de dureza del pericarpo, que puede ser duro y seco o carnosos y blandos, y b) capacidad para abrirse en la madurez (11).

Frutos secos (pericarpo seco); estos frutos se subdividen en :

- a) Frutos dehiscentes (se abren cuando maduros, dejando salir generalmente varias o muchas semillas)
  - Folículo: Fruto en forma de vaina que suele abrirse por una sutura ventral; un solo carpelo. Ej.: *Asclepias*
  - Legumbre : fruto que se abre en dos valvas según una sutura que rodea todo el fruto; un solo carpelo. Ej.: frijol
  - Cápsula: fruto que se origina de dos o más carpelos, y se abre de diversos modos y que tiene importancia taxonómica. Ej.: tulipán
  - Silicua: cápsula elongada, aparentemente compuesta de dos carpelos, el pericarpo cae como dos valvas dejando una división persistente que lleva las semillas a sus márgenes. Ej.: mostaza
  
- b) Frutos indehiscentes (permanecen cerrados cuando están maduros, reteniendo a las semillas que por lo regular son pocas o solitarias)
  - Aquenio: Fruto pequeño, rara vez de más de 1 cm de longitud, El pericarpio no es especialmente grueso ni duro y tampoco produce un ala, la semilla está solitaria. Ej.: girasol.
  - Nuez: parecido a un aquenio, pero más grande y con una pared más gruesa y más dura. Ej.: bellota, avellana
  - Sámara: como un aquenio, pero con el pericarpio prolongado en un ala delgada y plana, algunas veces está compuesto de dos mitades duplicadas, cada una con su propia semilla y su ala. Ej.: fresno, olmo.

- Cariópside: parecido al aquenio, pero el pericarpio y la cubierta de la semilla están fuertemente unidos, en tal forma que las semillas no están sueltas dentro del fruto. Ej.: maíz, los granos de los cereales.
- Esquizocarpio: carpelos dos o más, separándose en la madurez, cada carpelo permanece cerrado alrededor de su semilla por lo general solitaria. Ej.: zanahoria, perjil.

#### Frutos Carnosos ( el pericarpio en parte o totalmente carnosos)

- Baya: pericarpio carnosos totalmente, o con una corteza dura o coriácea; los carpelos y semillas uno o más de uno. Ej.: tomate
- Drupa: Endocarpio pétreo, formando un hueso que por lo regular encierra una sola semilla. Ej.: cereza, durazno, ciruela.
- Pomo: endocarpio papiráceo o algunas veces duro, formando una parte central, por lo general con varias semillas. Ej.: manzana, pera, membrillo


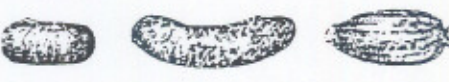
La semilla es el óvulo maduro. Las dos partes esenciales son la cubierta de la semilla, desarrollada del óvulo, y el embrión que ordinariamente se desarrolla de la oosfera fecundada. A menudo el embrión está embebido en el endospermo o está acompañado por él. El endospermo es un tejido de almacenamiento de alimentos que se deriva del núcleo de triple fusión del óvulo. Por lo general, la nucela ya no se reconoce en la semilla madura, pero en algunas plantas forma un tejido especial de almacenamiento de alimentos, el perispermo (8).

La cubierta de la semilla puede ser delgada y papirácea, o dura y pétreo, y ocasionalmente se convierte en arilo. La cicatriz que marca el lugar en donde se adhiere el funículo a la placenta se denomina hilio; en algunas semillas, el funículo a veces forma una arruga, el rafe a lo largo de un borde que parte del hilio (8).

Las características más utilizadas para reconocer las especies de semillas son: forma, tamaño, peculiaridades de la superficie y el color (21). También la presencia de cualquier estructura externa como alas, espinas, barbas, plumosidades, pelos, etc. es de mucha ayuda en la identificación de las semillas (21).



Martin & Blake (1961), en su guía de identificación de semillas y, clasifican a las semillas y algunos frutos secos, según su forma y presencia de estructuras externas de las semillas como barbas, dientes, etc.:

- Con estructuras externas (escamas, brácteas) 
- Frutos aladas (sámaras) 
- Frutos con espinas, barbas, dientes, pelos (aquenios) 
- Semillas esferoidea a elípticas 
- Semillas oblongas a alargadas 
- Semillas angulares (trinagulares) 
- Semillas angulosas (varios angulos) 
- Semillas aplanadas 

Daserey y Lems (1957) proponen una clasificación de las semillas considerando exclusivamente las modificaciones que presentan las estructuras, excluyendo factores de índole ecológica, genética o taxonómica: autocoras, heterocoras, auxocoras, acantocoras, balocoras, ciclocoras, barocoras, esporocoras, esclerocoras, ixocoras, microesclerocoras, pogonocoras, pirenocoras, pterocoras, semacoras, sococoras y sarcocoras (Sánchez-Garfias et.al 1981 en Flores en prensa).

### 2.2.1.2 Mecanismos abióticos

Estos mecanismos de dispersión involucran factores físicos como agentes dispersantes. Entre los síndromes más comunes esta la anemocoria, hidrocoria y gravicoria.

Las semillas anemócoras regularmente tienen estructuras especiales para la navegación en el aire, como alas, plumosidades, etc. Este síndrome se caracteriza por un buen alcance de dispersión. Las plantas que presentan este síndrome de dispersión son plantas pioneras e invasoras, así como muchos árboles de gran tamaño que por sobresalir del dosel del bosque, son susceptibles a interceptar las corrientes de vientos, las que aprovechan para la dispersión de sus semillas.

Las plantas que emplean el síndrome de barocoría, tienen poco alcance de dispersión, pero muchas de ellas dependen de animales que se alimentan de sus frutos o semillas para ser dispersadas, luego de estar en el suelo. Este es el caso de los encinos (*Quercus* spp.) que dependen estrechamente de las ardillas para su dispersión. De esta manera pueden ampliar su rango de distribución dentro del bosque.

Las semillas hidrócoras dependen de corrientes de agua para su dispersión, y su capacidad de dispersión dependerá de la naturaleza y trayectoria de la corriente de agua (ej: mar, escorrentías, ríos, etc.). Por ejemplo las semillas de los cocoteros se concentran a las orillas del mar, donde los cocos son depositados por las olas.

### 2.2.1.3 Mecanismos bióticos

Estos mecanismos involucran la interacción positiva entre animal-planta, la cual es referida como mutualismo. Los animales dispersantes se benefician del alimento que les provee las plantas mediante sus frutos, mientras la planta consigue de esa manera su dispersión.

La morfología de las semillas y en este caso el fruto han evolucionado de tal manera para tener una mejor dispersión. Los frutos son atractivos de los animales dispersantes, mediante sus colores, posición en la planta, contenido energético, etc. algunas plantas han desarrollado una interacción especie-específica dentro del mutualismo de dispersión, es decir que el agente dispersante es específico para una planta determinada, mientras la mayoría son generalistas, pues varios agentes dispersantes pueden dispersar sus semillas. Ambos tipos de mutualismo tienen sus ventajas y desventajas.

Los síndromes de dispersión bióticos permiten una amplia distribución, pero el patrón específico de la deposición depende mucho del comportamiento y naturaleza de los animales dispersantes. Cada síndrome de dispersión lleva un nombre, el cual deriva del nombre del

taxon que dispersa las semillas (por ejemplo: ornitocoría, mamalocoría, sauricoría, etc. ). Existe un tipo de dispersión biótico que no deriva su nombre del taxon que lo dispersa, puesto que no es específico, más bien es casuístico. Este tipo de dispersión se denomina epizooecoria. Las semillas epizoocóricas presentan ciertas estructuras (barbas, dientes, etc.) que le permiten adherirse a la superficie de algún animal, y así conseguir su dispersión.

### **2.2.2 Patrón espacial de lluvia de semillas**

Se han realizado gran cantidad de trabajos relacionados con la dinámica de sucesión, refiriéndose a uno o más de los factores que determinan los patrones de sucesión. Entre estos trabajos se encuentran los concernientes a los patrones de lluvia de semillas, a nivel de comunidad y de especie.

Se resalta la importancia de la heterogeneidad ambiental de un sitio en el patrón de lluvia de semillas así como el mecanismo de dispersión (biótico o abiótico) de las semillas y del tipo de agente dispersante (26, 18, 16,6). Es de importancia considerar la influencia de la heterogeneidad del paisaje sobre la dinámica vegetacional (30). El relacionar el impacto del patrón de heterogeneidad ambiental sobre los procesos de regeneración puede contribuir al entendimiento de los mecanismos de sucesión (24).

La heterogeneidad ambiental influye de buena manera sobre el patrón de lluvia de semillas. La topografía y microtopografía del terreno o sitio de sucesión interviene en el patrón de lluvia de semillas. Especies anemócoras frecuentemente son atrapadas en los accidentes topográficos naturales del sitio o los agujeros hechos por animales escavadores, determinando un patrón específico de deposición de semillas (6).

La vegetación extante también ejerce un importante papel en el patrón de lluvia de semillas, favoreciendo o dificultando la llegada de diferentes especies de semillas. La heterogeneidad de la vegetación extante en el sitio (claros, árboles o arbustos aislados, bosque maduro, ecotonos, etc. ) determinan diferentes patrones de lluvia de semilla (26). En espacios abiertos los árboles o arbustos remanentes y aislados pueden ejercer un papel muy importante concentrando la lluvia de semillas dispersadas por animales, sobre todo de aves y murciélagos (16). Esta concentración consiste de un aumento puntualizado de semillas zoócoras en áreas descampadas, donde suelen predominar semillas anemócoras. Esto se denomina "efecto percha". En estas situaciones, la especie de árbol que atrae a los animales dispersantes, así como su altura

y su carga de frutos pueden influir en el éxito del " efecto percha ", como núcleo de regeneración (16).

Schupp, et. al. (1989), sugieren un posible patrón de lluvia de semillas según las características de la cobertura vegetal extante en un sitio, tomando en cuenta las características de las semillas, los mecanismos de dispersión y la naturaleza de sus agentes dispersantes. En las áreas descampadas, claros o sitios de poca cobertura leñosa, la lluvia de semillas suele estar compuesta en su mayoría por especies anemócoras (16). El viento pueden desplazarse mejor en áreas abiertas, ejerciendo mejor su función como agente dispersante. Por otro lado la turbulencia creada por corrientes de viento a través del dosel abierto y corrientes de convección en claros, debe aumentar la probabilidad de deposición de semillas anemócoras (26).

En Panamá se encontró una mayor densidad (1.6 veces mayor) de semillas anemócoras en claros que en el bosque adyacente (26). Especies asociadas a sitios abiertos (Poaceae, Asteraceae, Commelinaceae), las cuales son dispersadas por viento, están bien representadas en la lluvia de semillas colectadas en claros (9). Este patrón es lógico al considerar, que muchas de las especies pioneras, las cuales colonizan áreas abiertas son anemócoras, y su crecimiento se ve favorecido por esos habitats. Podría pensarse en una adaptación de su síndrome de dispersión y habitats propicios para su desarrollo.

El patrón de lluvia de semillas dispersadas por animales, está influido por el comportamiento de los animales, así como por la heterogeneidad ambiental. Como ya se ha mencionado, la vegetación puede atraer a animales dispersantes, ya sea que buscan alimento o por necesidad de cobertura. Ha sido documentado que existe una mayor concentración de semillas zoócoras bajo el dosel y en los bordes de los claros (26, 18, 2). Generalmente las semillas grandes presentan una mayor densidad bajo el dosel del bosque maduro, mientras que las semillas pequeñas, que generalmente pasan a través del tracto digestivo de animales dispersantes (aves y murciélagos), tienen una mayor ocurrencia en los bordes.

Muchas especies de árboles de bosque maduro presentan semillas más grandes que aquellas de bosques secundarios. Un aumento en el tamaño ayuda a la sobrevivencia de las plántulas en áreas de baja intensidad de luz como la que se da bajo el dosel de bosques maduros (28). Por lo tanto, la dispersión de semillas podría ser más importante para especies secundarias, ya que dependen para su sobrevivencia de una rápida colonización de espacios abiertos y claros en los bosques (28). En algunos bosques existe una mayor concentración de arbustos con frutos carnosos en los bordes de los claros y en vegetación secundaria que en el interior de los

bosques (2). Ha sido documentado que la riqueza de especies de aves y sus abundancias son mayores en los bordes y entre la vegetación secundaria donde son más comunes especies de arbustos de frutos carnosos (2). Armesto y Rozzi (1989) sugieren que existe una asociación entre la distribución y abundancia de especies de fruto carnoso y el patrón de forrajeo de aves frugívoras. Esta asociación podría repercutir en el patrón de dispersión de semillas de los arbustos de frutos carnosos, confirmando el patrón propuesto por Shupp (1989), en que existe una mayor densidad de lluvia de semillas en los bordes y claros maduros.

La lluvia de semillas dispersadas por animales, se concentra bajo el dosel y en los bordes (ecotono y claro del bosque). Esto es debido principalmente al comportamiento de los animales dispersantes. El patrón definitivo dependerá de los hábitos de forrajeo y de defecación o regurgitación de las semillas en algún lugar específico (bajo árboles percha, ecotonos, bosque maduro, etc.

Hoppes (1988), en su estudio sobre patrones de lluvia de semillas de especies vegetales dispersadas por aves, concluye que existe un patrón de deposición de semillas muy fuerte, cerca de la fuente de semillas y en los bordes de los claros hasta aproximadamente unos 10 m dentro del bosque maduro. El atribuye este patrón al comportamiento de los animales y a la presencia de árboles o arbustos que les proporcionen alimento (especies de frutos carnosos), los cuales son frecuentes en los bordes de los claros. Las semillas zoócoras grandes generalmente se concentran bajo el dosel.

Se ha observado también que en algunos casos, el patrón de semillas dispersadas por aves o murciélagos (semillas pequeñas de frutos carnosos) suelen concentrarse cerca de árboles de especies con fruto carnoso (17,12). En algunos bosques tropicales la presencia de especies vegetales de fruto carnoso (arbustos y árboles) y la producción de frutos se ve favorecida en la interfase de bosque y claro (26, 18, 9).

Aunque exista mayor producción de frutos y una mayor tasa de remoción de frutos por aves en claros que en bosque maduro, no existe evidencia de que haya una mayor deposición de semillas dispersadas por aves en claros (9). Se ha encontrado gran proporción de especies de semillas zoócoras (mayor que anemócoras), pero poca abundancia de ellas en los claros (9).

### 2.2.3 Patrón temporal de lluvia de semillas

La estacionalidad de la lluvia de semillas depende de la fenología de las plantas. La producción de flores, hojas, frutos y semillas están regidas en un alto porcentaje por los aspectos climáticos (precipitación, temperatura, etc.) . Sin embargo, existe otro componente muy importante e interesante que influye en el patrón temporal de floración y fructificación de las plantas: el período de floración y fructificación pueden estar correlacionados con variables ecológicas como la polinización y los modos de dispersión (27, 28). Smythe (1970) relaciona la estacionalidad con los métodos de dispersión de las plantas, señalando que las semillas de gran tamaño dispersadas por mamíferos grandes (especialmente caviomorfos) son favorecidas por una fructificación muy estacional y masiva. Por otro lado, las semillas pequeñas dispersadas endozooticamente, tienen una estacionalidad más amplia. Estas semillas pequeñas zoócoras pueden competir por dispersadores, con lo cual podrían originar una diferenciación del nicho temporal (29), extendiendo el período de de lluvia de semillas de éste tipo, y así disminuyendo la estacionalidad (28).

En estudios sobre patrones temporales de lluvia de semillas (13,19), las semillas de especies no dispersadas por viento tienden a incrementar su lluvia de semillas alrededor de la época lluviosa. Este patrón de fructificación ha sido encontrado para algunas especies arbóreas de dispersión no anemócora estudiadas en el bosque húmedo tropical de Petén, Guatemala por Ramírez (1997). Entre las semillas no anemócoras , las que presentan mayor biomasa tienden a ser más estacionales y masivas, mientras las más pequeñas presentan estacionalidades más amplias (28, 19, 13).

Para las especies de semillas dispersadas por viento, se ha encontrado un pico a finales de época seca comienzos de lluviosa (19,13). Esto se evidencia puesto que en épocas secas los vientos alcanzan mayores velocidades, aumentando así la dispersabilidad de las semillas.

Los patrones fenológicos de fructificación parece variar entre lugares. Esto parece ser lógico , ya que la fenología está relacionada a las condiciones ambientales (suelo, temperatura, precipitación , etc.) ,propias del lugar.

Los patrones temporales de fructificación entre especies anemócoras y zoócoras coincidieron en un estudio fenológico en un bosque templado de Chiloé, Chile (27), mostrando solo diferencia en los picos de abundancia durante cada estación .

### 2.3 Supuestos y predicciones

En el presente trabajo se pretende analizar el flujo de semillas hacia sitios perturbados de distinta edad sucesional. Cada sitio presenta un diferente desarrollo de cobertura vegetal. Estas diferencias forman parte de la heterogeneidad ambiental que influye en los patrones y procesos de regeneración y por ende en el flujo de semillas. Por lo tanto se postula que existe diferencia en la distribución de semillas por síndrome que llegan a los diferentes sitios de estudio. Por otro lado también se espera encontrar un patrón espacial de lluvia de semillas dentro de cada parcela determinado por las diferencias en cobertura y estructura al interior de las mismas.

Se supone que en los sitios abiertos predominarán especies anemócoras, mientras que en los sitios de mayor desarrollo de la cobertura vegetal dominarán la especies no anemócoras.

El análisis del patrón espacial de la lluvia de semilla puede brindar información sobre las posibles áreas susceptibles de colonización por semillas de un cierto tipo y con base a ello, predecir posibles patrones de establecimiento de dichas plantas.

### 3.0 JUSTIFICACION

El conocimiento de las causas y mecanismos que influyen en el proceso sucesional, puede ayudar a resolver algunas preguntas prácticas para el manejo y el entendimiento de la dinámica de las comunidades vegetales, particularmente en áreas protegidas o de manejo especial.

La fuente de propágulos, siendo ésta el banco y la lluvia de semillas son factores importantes dentro de los procesos de sucesión. La falta o escases de una fuente de semillas puede limitar la regeneración de los bosques. El análisis de la lluvia de semillas puede ayudar a concretar decisiones importantes en el manejo de los recursos naturales, tales como la necesidad o no de reforestación artificial o asistida.

Por otro lado la distribución de los propágulos afecta las estructuras de las poblaciones vegetales y es un factor importante en la composición espacial y temporal de las etapas sucesionales.

Esta investigación pretende pues colaborar con el conocimiento de patrones y procesos de sucesión así como la dinámica de comunidades del bosque, y proporcionar información vital para la toma de decisiones sobre manejo de los recursos naturales.



## 4.0 OBJETIVOS

### 4.1. Generales

- Analizar la lluvia de semillas en parcelas que representen diferentes etapas sucesionales del bosque secundario de Santa María de Jesús, Quetzaltenango

### 4.2 Específicos

- Determinar el patrón espacial de la lluvia de semillas en los sitios sucesionales
- Determinar el patrón temporal de la lluvia de semillas
- Conocer los síndromes de dispersión de las semillas que llegan a los sitios sucesionales
- Cuantificar el número de especies de semillas por síndrome de dispersión así como la tasa de flujo (semillas/m<sup>2</sup>/día) de semillas por síndrome en las diferentes etapas sucesionales

## 5.0 MATERIALES Y METODOS

### 5.1 Universo De Trabajo

El universo de trabajo se centra en los bosques alterados por acción antrópica de la ladera sur-este del volcán de Santa María, Quetzaltenango (Anexo 7).

Son dos sitios que se encuentran en distinta etapa de la sucesión; por lo que presentan diferente grado de desarrollo de cobertura vegetal. En el primer sitio (Parcela 1), ya se ha desarrollado una cobertura vegetal leñosa secundaria. Esta parcela fue abandonada hace unos 15 años. En la parcela han quedado algunos remanentes de especies leñosas introducidas como sombra para el café (por ejemplo: *Persea americana* Lauraceae) y otros cultivos permanentes de beneficio humano tales como pacayas (*Chamaedorea* sp. Arecaceae) y hoja de maxán (*Calathea lutea* Marantaceae). A ésta parcela le rodean cultivos de maíz y otros fragmentos de bosque secundario de la misma edad. El otro sitio (Parcela 2) constituye una parcela recién abandonada después del cultivo de maíz, la cual fue dejada después de 4 años consecutivos de uso agrícola. A ésta la circundan áreas de cultivo de maíz y otros campos en etapas tempranas de sucesión.

El área de estudio presenta Suelos del Declive del Pacífico que son suelos profundos sobre materiales volcánicos de color oscuro, en relieve fuertemente ondulado a inclinado (categoría IIIC), estos suelos pertenecen a la serie de suelos de Alotenango y Palín (según Simmons 1959 en 15). El subsuelo está formado por material cuaternario, que incluye coladas de lava, material lahárico, tobas y edificios volcánicos (IGN 1970 en 15).

Los sitios sucesionales se sitúan entre los 1700 a 1800 msnm, y se encuentran distanciados entre sí unos 200 a 300 metros.

El sitio pertenece al la zona de vida "Bosque muy húmedo montano bajo subtropical", cuyas especies idicadoras son *Cupressus lusitanica*, *Pinus spp.*, *Alnus spp.*, *Quercus spp.*(10).

Según la zona de vida a la que corresponde el lugar de estudio, se calcula una precipitación promedio anual de 2065 - 3900 mm y una biotemperatura que oscila entre 12.5 °C a 18.6 °C (10).

La región pertenece al bioma "Selva Montana" en donde predominan coníferas (Pinaceae), lauráceas (*Ocotea*, *Nectandra*, *Persea*) y fagáceas (*Quercus*), así como epífitas (bromelias y orquídeas) (15).

## 5.2 Materiales

### 5.2.1 Recursos humanos

- Br. Salvador Lou Vega
- Sr. Félix Pérez (Ayudante de campo)
- Dr. Juan F. Hernández (asesor)

### 5.2.2 Recursos materiales

Trampas colectoras de semillas  
Bolsas papel kraft  
Secadora  
Estereoscopio  
Caja de Petri  
Pinzas  
Cinta métrica  
Prensa de Herbario  
Computadora  
Claves botánicas

## 5.3 Metodología

Se seleccionaron dos sitios sucesionales con distinto desarrollo de cobertura vegetal. El área de cada sitio o parcela seleccionada para el análisis de la lluvia de semillas fue de 2500 m<sup>2</sup>.

En los dos sitios se analizó lo siguiente:

### 5.3.1 Análisis de la vegetación

Se caracterizaron las comunidades sucesionales analizando sus porcentajes de cobertura, por medio del método de punto (Muller-Dumbois & Ellenberg 1972). Se tomaron todas aquellas especies leñosas que presentaron una altura mayor de 2 metros, y se incluyeron aquellas especies herbáceas notorias por su abundancia. Se trazaron 5 transectos de 50 m de longitud, tomando el

largo de las copas de las especies vegetales (solo en un eje), y su posición en el transecto. La altura también se anotó así como el DAP, para poder realizar perfiles de las parcelas (Anexo 5.A.) .

### 5.3.2. Lluvia de semillas

Se cuantificó la lluvia de semillas en los dos sitios por medio de trampas colectoras de semillas. Dichas trampas consisten en un embudo de tela de mosquitero, cuya boca tiene una superficie de  $0.25 \text{ m}^2$  (Anexo 6). Se colocaron un total de 30 embudos por parcela, totalizando  $7.5 \text{ m}^2$  de área de muestra por parcela.

Los embudos se distribuyeron sistemáticamente, formando una rejilla de  $6 \times 5$  trampas, separadas entre sí por 10 m.

Los contenidos de cada embudo se colectaron cada 15 días en bolsas de papel kraft, anotando en ella el número de trampa, la parcela y la fecha (Anexo 5.B). Todas las muestras de las trampas se secaron en un horno o al ambiente (dependiendo del grado de humedad). Posteriormente se separaron las semillas contenidas en las bolsas de todos los detritos . Las semillas se identificaron por morfoespecies (especies según morfología) y se clasificaron bajo los síndromes de dispersión siguientes: anemocoría (semillas dispersadas por viento), barocoría (semillas dispersadas por gravedad), endozoocoría (semillas dispersadas por el tracto digestivo de animales frugívoros), epizoocoría (semillas dispersadas por la adhesión de las semillas al pelaje de animales) u otros modos de dispersión. La adjudicación de un síndrome de dispersión a una especie de semillas se hizo con base en la morfología de la semillas, así como a la observación de estructuras especializadas para la dispersión (por ejemplo: alas, plumosidad, etc.)

#### 5.3.2.1 Patrón espacial

##### a) Datos recabados de la lluvia de semillas:

- Número total de especies de semillas
- Porcentaje, densidad (No. de especies de semillas/  $\text{m}^2$ ), número de especies y tasa de flujo (semillas/ $\text{m}^2/\text{día}$ ) de semillas anemócoras, barócoras, endozoócoras y epizoócoras

- Número de especies de las diferentes formas de vida encontradas dentro de las semillas anemócoras, barócoras, endozoócoras y epizoócoras

b) Establecimiento de categorías

En cada sitio de muestreo se establecieron 4 categorías de cobertura vegetal las cuales se obtuvieron luego de la elaboración de los perfiles de vegetación. Se agruparon bajo una categoría, todas aquellas trampas cuya ubicación dentro de la parcela correspondió a las características de dicha categoría.

c) Análisis estadístico

Para probar si la distribución de las especies de semillas y número de semillas por síndrome de dispersión difería entre parcelas o entre categorías de cobertura vegetal, se utilizó un análisis de  $\chi^2$  de contingencia. Se utilizaron los datos de número de especies por síndrome y número de semillas por síndrome. Para el análisis entre categorías de cobertura los datos fueron ajustados de acuerdo al número de colectores que presentaba cada categoría.

#### 5.3.2.2 Patrón temporal

Para el patrón temporal de lluvia de semillas se anotaron todas las especies de semillas por síndrome de dispersión que cayeron durante cada mes a lo largo del año de estudio (desde junio 1997 hasta mayo 1998).

## 6.0 RESULTADOS

### 6.1 Análisis de la vegetación y selección de las categorías de cobertura

Las parcelas difieren en cuanto al desarrollo de cobertura, composición específica y estructura de la vegetación (Anexos 1, 2A, 2B, 3A y 3B). La parcela 1, una comunidad vegetal en un estado sucesional más avanzado presenta un mayor desarrollo de cobertura leñosa (88.12%) y mayor número de especies leñosas (17 especies). Entre las especies arbóreas con mayor porcentaje de cobertura se encuentran: *Heliocarpus donnel-smithii* (Tiliaceae, 6.9 %), *Perymenium* sp. (Asteraceae, 11.42 %), *Citharexylum mocinnii* (Verbenaceae, 8.12 %), *Alnus* sp. (Betulaceae, 5.86 %) y *Persea americana* (Lauraceae, 12.25 %), *Erythrina* sp. (Fabaceae, 8.12 %) (Anexo 1).

La parcela 2, que fue abandonada hace aproximadamente dos años no se ha desarrollado aún una cobertura leñosa. Esta parcela está cubierta casi en su totalidad por matorrales (46.8 %), siendo *Tithonia longiradiata* (Asteraceae) la especie dominante. La cobertura de especies arbóreas en la parcela es escasa (19.04 %), siendo el guachipilín (*Diphysa* sp., Fabaceae) la especie arbórea dominante (13.68 %) (Anexo 1). Estas plantas leñosas forman parte de la vegetación remanente en la parcela luego del abandono.

Dada la heterogeneidad de la vegetación, en ambas parcelas se pudo establecer 4 categorías de cobertura vegetal, las cuales fueron seleccionadas con base en los perfiles elaborados para cada parcela (Anexos 2A, 2B, 3A y 3B).

Las categorías de cobertura para la parcela 1 son las siguientes:

1. Dosel
2. Arbol aislado
3. Arbol aislado más matorral
4. Matorral

Para la parcela 2 son las siguientes:

1. Arbol aislado
2. Arbol aislado más matorral
3. Matorral
4. Abierto

Las categorías de “árbol aislado” y “árbol aislado más matorral” son diferentes entre y dentro de las parcelas en cuanto a su composición específica. Esta diferencia está dada por la especie de árbol presente en la categoría, siendo en algunos casos el guachipilín (*Diphysa sp.*), el aliso (*Alnus sp.*) o la salvia santa (*Lippia myriocephala*), etc.

Los matorrales de ambas parcelas presentan similar estructura y composición específica, siendo *Tithonia longiradiata* la especie dominante en ambas.

## 6.2 Síndrome de Dispersión

Se obtuvo un total de 89 especies de semillas, de las cuales 69 especies llegaron a la parcela 1 y 56 especies a la parcela 2 (Anexo 4).

La mayor parte de las semillas (32 especies, 36 %) pertenecen al síndrome de dispersión barócora, siendo en su mayoría plantas herbáceas. Las especies de semillas anemócoras constituyeron el 27 % (24 especies) de la lluvia de semillas, teniendo representantes de todos los hábitos. El síndrome de dispersión por endozoocoría conformó el 14.9 % (13 especies) de las especies, siendo la mayoría de éstas árboles y arbustos. Las semillas de dispersión epizoócora fueron las menos representadas, con 7 especies herbáceas (7.9 %). Un 14.5 % de las semillas no pudo ser clasificada bajo un tipo de síndrome específico.

Síndrome	No. de especies		Tasa de flujo de semilla (semillas/m <sup>2</sup> /día)	
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 1	Parcela 2
Anemocoría	19 (27.5 %)	21 (37.5 %)	3.58	0.72
Barocoría	25 (36.2 %)	18 (32.1 %)	2.03	3.32
Endozoocoría	11 (16 %)	5 (8.9 %)	0.19	0.015
Epizoocoría	5 (7.2 %)	8 (14.3 %)	0.08	0.075
Otras (no identificables)	9 (13 %)	4 (7.1 %)		
Total	69	56		
$\chi^2 =$ $p=0.05$	3.62 ; $p<0.05$		1164.04 ; $p>0.05$	

Tabla 1. Número de especies de semillas y tasa de flujo de semillas ( semillas/m<sup>2</sup>/día ) por síndrome de dispersión en la lluvia de semillas de las parcelas 1 y 2 en el bosque secundario de Santa María de Jesús, Quetzaltenango. Se muestran los resultados de la prueba de análisis de  $\chi^2$  de contingencia demostrando diferencia significativa solamente en la distribución del número de semillas por síndrome de dispersión entre parcelas.



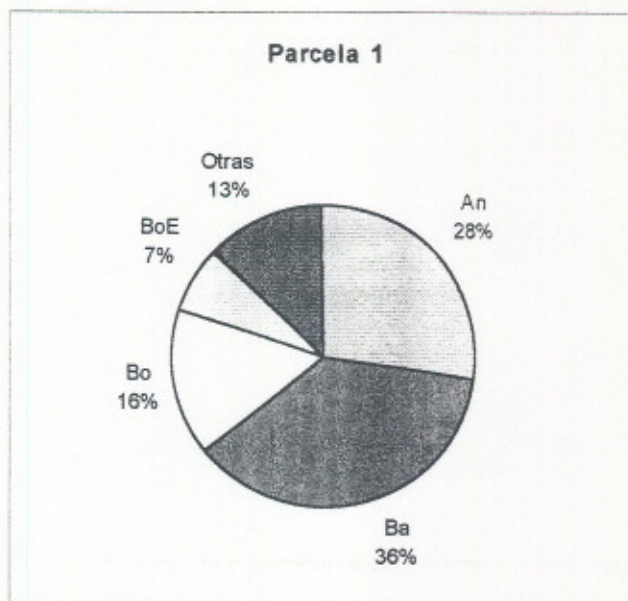


Figura 1 Composición de los síndromes de dispersión de la lluvia de semillas de la parcela 1. Las abreviaturas representan los síndromes de dispersión: An = anemocoria; Ba = barocoria; Bo = endozoocoria; BoE = epizoocoria; Otras = otros modos de dispersión

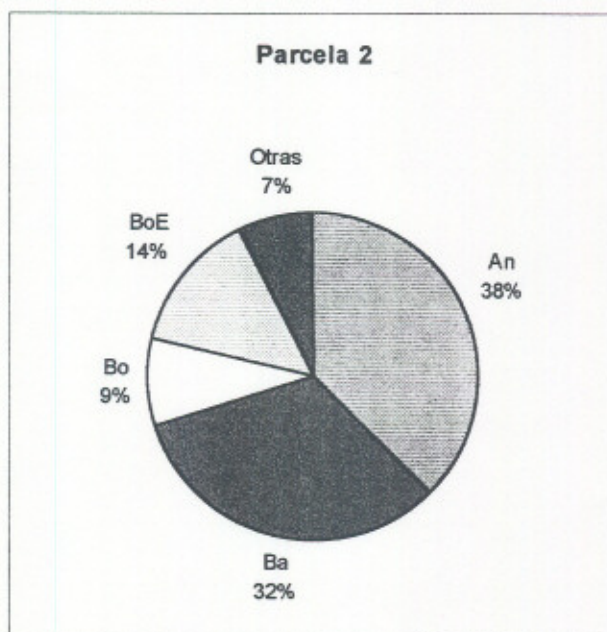


Figura 2. Composición de los síndromes de dispersión de la lluvia de semillas de la parcela 2. Las abreviaturas representan los síndromes de dispersión: An = anemocoria; Ba = barocoria; Bo = endozoocoria; BoE = epizoocoria; Otras = otros modos de dispersión

### 6.3 Análisis y comparación de la lluvia de semillas entre las parcelas

La parcela 1 presenta un mayor número de especies de semillas que la parcela 2 (69 vs. 56 especies) (Anexo 4). En ambas parcelas predominan los síndromes anemócoro y barócoro, mientras que la biocoría (endozoocoría y epizoocoría) es el síndrome menos representado en ambas (Tabla 1, Figuras 1 y 2).

No existe diferencia significativa ( $\chi^2 = 3.62$ ,  $p=0.05$ ,  $g.l.= 3$ ) en la distribución de especies por síndrome entre las parcelas, aunque si se pueden apreciar pequeñas diferencias en cuanto a las semillas biócoras y barócoras (Tabla 1). La riqueza de las especies de semillas de los dos tipos de dispersión biócora (endozoócora y epizoócora) son inversos entre las parcelas (Figuras 1 y 2). La parcela 1 presenta un mayor número de especies de semillas endozoócoras (1.47 especies de semillas/m<sup>2</sup> vs. 0.67 especies de semillas/m<sup>2</sup>), mientras que la parcela 2 predominan las epizoócoras (1.06 especies de semillas/m<sup>2</sup> vs. 0.67 especies de semillas/m<sup>2</sup>). Las semillas de dispersión barócora son más abundantes en la parcela 2 ( 3.33 semillas/m<sup>2</sup>) (Tabla 1, Figura 3)

A pesar de que no existe diferencia en cuanto a la riqueza de especies por síndrome entre parcelas, el número de semillas por síndrome sí difiere entre ellas ( $\chi^2=1164.04$ ;  $p=0.05$ ;  $g.l.= 3$ ). La parcela 1 muestra una mayor tasa de flujo de semillas anemócoras (3.58 semillas/m<sup>2</sup>/día vs. 2.03 semillas /m<sup>2</sup>/día), y endozoócoras (0.19 semillas/m<sup>2</sup>/día vs. 0.015 semillas/m<sup>2</sup>/día), mientras que a la parcela 2 llega un mayor número de semillas de dispersión barócora ( 3.32 semillas/m<sup>2</sup>/día vs. 2.03 semillas/m<sup>2</sup>/día). En cuanto a la epizoocoría, hubo poca diferencia en la tasa de flujo de semillas hacia las dos parcelas (0.08 semillas/m<sup>2</sup>/día vs. 0.075 semillas/m<sup>2</sup>/día) (Tabla 1, Figura 3).

Entre las especies de semillas anemócoras de ambas parcelas, predominan las plantas arbóreas y herbáceas. La anemocoría es el único síndrome de dispersión que presenta los hábitos epífita y de enredadera. La distribución de los hábitos de las plantas de dispersión anemócora son similares entre las dos parcelas, aunque difieren en las tasas de flujo de semillas (Tablas 4 y 6).

Dentro de las semillas barócoras, la mayoría son de hábito herbáceo. Las especies arbóreas y arbustivas son las mismas para las dos parcelas.

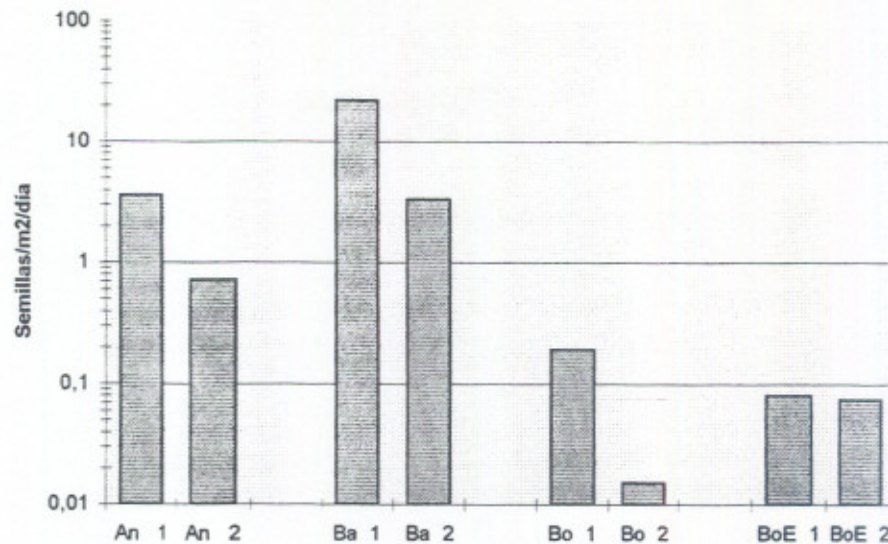


Figura 3. Comparación de la tasa de flujo de semillas de los diferentes síndromes de dispersión entre las parcelas. Las abreviaturas representan los síndromes de dispersión así como a la parcela que corresponden. Las parcelas están representadas por: 1 = Parcela 1; 2 = Parcela 2. Los síndromes se indican por: An = anemocoría; Ba = barocoría; Bo = endozoocoría; BoE = epizoocoría.

No. de especies de semillas								
Forma de vida	Anemócora		Barócora		Endozoócora		Epizoócora	
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 1	Parcela 2
Arbol (A)	6	4	1	1	3	2	-	-
Arbusto (a)	1	1	1	1	9	3	-	-
Herbácea (H)	4	6	16	12	-	-	5	7
Enredadera (en)	2	2	-	-	-	-	-	-
Epífita (ep)	2	2	-	-	-	-	-	-
Total	15	15	18	14	12	5	5	7

Tabla 2. Comparación y distribución del número de especies de semillas por síndrome de dispersión en las diferentes formas de vida presentes en la lluvia de semillas de cada parcela.

	Dosel		Arbol aislado		Arb. aisl. +matorral		Matorral	
	No. spp (Spp/m <sup>2</sup> )	Tasa de flujo	No. spp (Spp/m <sup>2</sup> )	Tasa de flujo	No. spp (Spp/m <sup>2</sup> )	Tasa de flujo	No.spp (Spp/m <sup>2</sup> )	Tasa de flujo
Anemócoras	16 (7.1)	4.91	11 (7.3)	1.14	13 (13)	4	16 (5.8)	3.66
Barócoras	13 (5.8)	0.12	11 (7.3)	0.098	8 (8)	3.28	17 (6.2)	4.2
Endozoócoras	6 (2.7)	0.28	5 (3.3)	0.054	4 (4)	0.24	6 (2.2)	0.16
Epizoócoras	4 (1.8)	0.029	4 (2.6)	0.048	1 (1)	0.24	5 (1.8)	0.09
Total	39		31		26		44	
$\chi^2$ ; p=0.05			2.98 ; p < 0.05		3921.15 ; p > 0.05			

Tabla 3. Número y densidad de especies de semillas y tasa de flujo se de semillas ( semillas/m<sup>2</sup>/día ) por síndrome en la lluvia de semillas de las las categorías de cobertura vegetal de la parcela 1 en el bosque secundario de Santa María de Jesús , Quetzaltenango. Se muestran los resultados de la prueba de análisis de  $\chi^2$  de contingencia demostrando diferencia significativa solamente en la distribución del número de semillas por síndrome de dispersión entre parcelas.

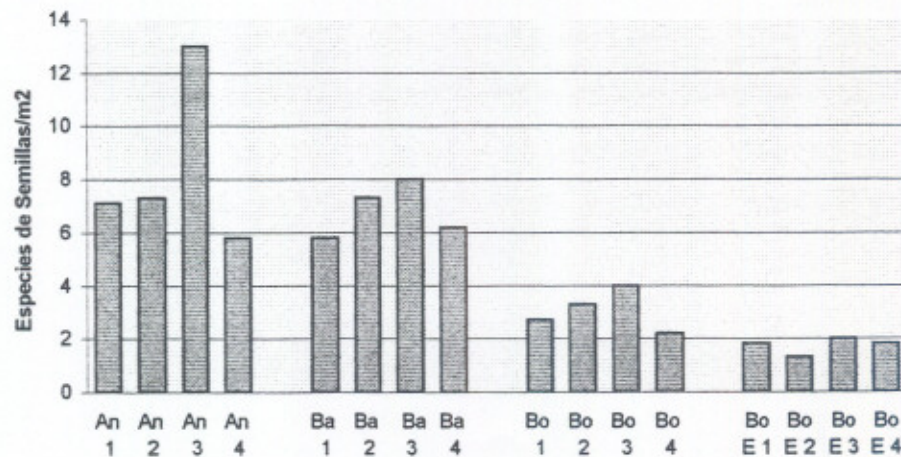


Figura 4. Comparación de la densidad de especies de semillas entre categorías de cobertura vegetal de la parcela 1. Las abreviaturas representan los síndromes de dispersión así como el tipo de cobertura vegetal: Los tipos de cobertura vegetal se representan por: 1 = dosel; 2 = árbol aislado; 3 = árbol aislado más matorral; 4 = matorral. Los síndromes de dispersión se representan por: An = anemocoria; Ba = barocoria; Bo = endozoocoria; BoE = epizoocoria.

El origen de las semillas biócoras difiere entre las parcelas en cuanto al número de especies. La parcela 1 cuenta con un mayor número de especies de semillas endozoócoras de hábito arbustivo (Tabla 2). Las especies arbóreas endozoócoras difieren entre parcelas por una especie, mientras que las epizoócoras que son de hábito herbáceo se diferencian por 2 especies entre las parcelas (Tabla 2).

#### 6.4 Patrón espacial de la lluvia de semillas dentro de las parcelas

##### Parcela 1

No hubo diferencia estadísticamente significativa en la distribución de especies de semillas por síndrome entre las categorías de cobertura ( $\chi^2=2.98$ ,  $p=0.05$ , g.l.=9). En todas las categorías de cobertura predominaron los síndromes de dispersión de anemocoria y barocoria (Tabla 3, Figuras 4 y 5). Sin embargo existió diferencia en la distribución en el número de semillas por síndrome ( $\chi^2=3921.15$ ,  $p=0.05$ , g.l.=9) (Tabla 3, Figura 6).

Las semillas anemócoras son abundantes en tres de las cuatro categorías de cobertura vegetal ("dosel", "matorral" y "árbol aislado más matorral") (Tabla 3, Figura 6). Las semillas de especies arbóreas son las que más contribuyen a la tasa de flujo de semillas anemócoras en la categoría de "dosel", mientras que las categorías de "matorral" y "árbol aislado más matorral" son las enredaderas las que generan la mayor parte de la lluvia de semillas anemócoras (Tabla 4).

Existe un gran flujo de semillas barócoras hacia las categorías de cobertura "matorral" y "árbol aislado más matorral", no siendo así para las otras categorías. La especie arbustiva *Tithonia longiradiata* es la que produce la mayor cantidad de semillas de este síndrome para el "matorral", mientras que las especies herbáceas son las principales contribuyentes a la lluvia de semillas barócoras para "árbol aislado más matorral" (Tabla 3).

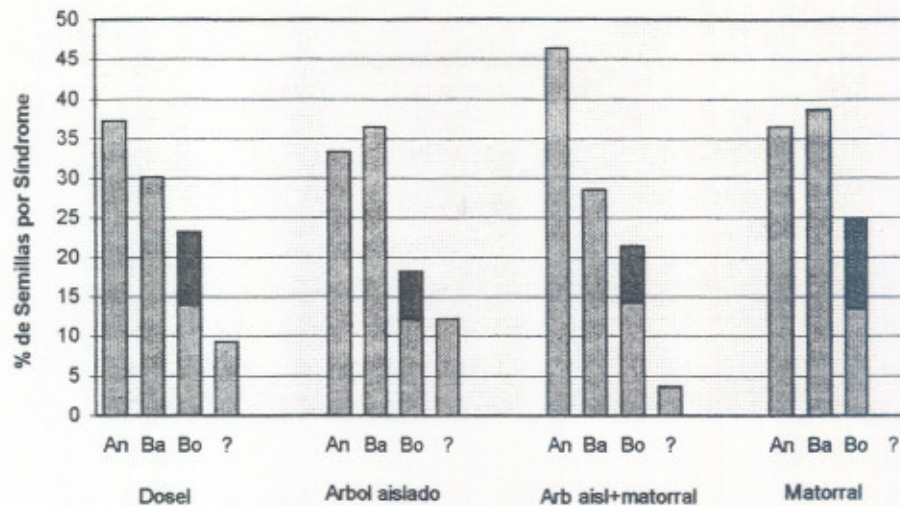


Figura 5. Comparación de la composición de semillas por síndrome entre categorías de cobertura de la parcela 1. Las abreviaturas representan los síndromes de dispersión: An = anemocoria; Ba = barocoria; Bo = endozocoria. El área de mayor sombra sobre las barras de Bo, corresponden a las semillas epizoozóricas; ? = no identificable.

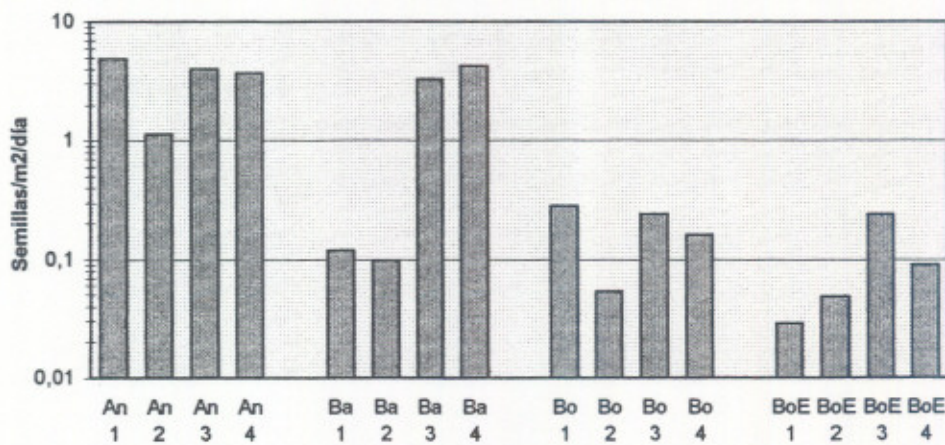


Figura 6. Comparación de la tasa de flujo de semillas entre categorías de cobertura vegetal de la parcela 1. Las tasas de flujo de semillas se expresan como semillas/m<sup>2</sup>/día. Las abreviaturas representan los síndromes de dispersión así como el tipo de cobertura vegetal. Los tipos de cobertura vegetal se representan por: 1 = dosel; 2 = árbol aislado; 3 = árbol aislado más matorral; 4 = matorral. Los síndromes de dispersión se representan por: An = anemocoria; Ba = barocoria; Bo = endozocoria; BoE = epizocoria.

Forma de vida/ modo de disp.	Número de especies de semilla							
	Dosel		Arbol aislado		Arb. aisl. + matorral		Matorral	
	No. spp	Tasa	No. spp	Tasa	No. spp	Tasa	No. spp	Tasa
<i>Arbol (A)</i>								
Anemócora	5	4.37	3	0.6	4	0.31	5	0.51
Barócora	1	0.069	1	0.021	1	0.05	1	0.84
Endozoócora	3	0.22	1	0.004	-	-	1	0.008
Epizoócora	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arbusto (a)</i>								
Anemócora	1	0.017	1	0.0006	1	0.006	1	0.036
Barócora	1	0.036	1	0.031	1	0.54	1	2.53
Endozoócora	4	0.058	4	0.05	4	0.24	5	0.15
Epizoócora	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Herbácea (H)</i>								
Anemócora	4	0.19	2	0.06	2	0.047	4	0.14
Barócora	7	0.0097	6	0.046	5	2.7	12	0.825
Endozoócora	-	-	-	-	-	-	-	-
Epizoócora	4	0.029	2	0.048	2	0.24	5	0.093
<i>Enredadera (en)</i>								
Anemócora	2	0.34	-	0.48	2	3.65	-	2.96
<i>Epífita (ep)</i>								
Anemócora	2	0.056	-	0.017	1	0.053	-	0.023

Tabla 4. Comparación y distribución del número de especies de semillas por síndrome de dispersión en las diferentes formas de vida presentes en la lluvia de semillas de cada categoría de cobertura vegetal de la parcela 1.

	Arbol aislado		Arb. aisl + matorral		Matorral		Abierto	
	No. spp (Spp/m <sup>2</sup> )	Tasa de flujo	No. spp (Spp/m <sup>2</sup> )	Tasa de flujo	No. spp (Spp/m <sup>2</sup> )	Tasa de flujo	No. spp (Spp/m <sup>2</sup> )	Tasa de flujo
Anemócoras	8 (10.7)	0.28	12 (16)	0.31	19 (5.4)	1.33	13 (5.2)	0.13
Barócoras	9 (12)	2.98	10 (13.3)	3.20	10 (2.9)	5.71	8 (3.2)	0.12
Endozoócoras	-	-	-	-	3 (0.9)	0.026	3 (1.2)	0.009
Epizoócoras	4 (5.3)	0.20	3 (4)	0.017	3 (1.2)	0.066	5 (2)	0.07
Total	21		31		35		39	
$\chi^2$ ; p=0.05	27.28 ; p > 0.05				2245.4 ; p > 0.05			

Tabla 5. Número y densidad de especies de semillas y tasa de flujo de semillas ( semillas/m<sup>2</sup>/día ) por síndrome de la lluvia de semillas de las diferentes categorías de cobertura vegetal de la parcela 2. Se muestran los resultados de la prueba de análisis de  $\chi^2$  de contingencia demostrando diferencia significativa en la distribución de la tasa de flujo de semillas por síndromes de dispersión entre las categorías de cobertura.

Las semillas endozoócoras presentan una mayor tasa de flujo de semillas hacia el "dosel", seguido de la categoría "árbol aislado más matorral" (Tabla 3, Figura 6). La diferencia del flujo de semillas entre estas categorías y las dos restantes es muy marcada. El "dosel" presenta un mayor flujo de semillas zoócoras de hábito arbóreo, mientras que en las categorías restantes son las especies arbustivas las que generan la mayor parte del flujo de semillas (Tabla 4).

La lluvia de semillas de especies epizoocóricas se concentran principalmente en las categorías de "árbol aislado más matorral" y "matorral", siendo todas ellas de plantas herbáceas. La categoría de cobertura "dosel" es la que presenta la menor tasa de flujo de semillas de este tipo (Tablas 3 y 4, Figura 6).

### Parcela 2

La misma composición de semillas por síndrome de dispersión que se encuentra en la parcela 1 se nota en las categorías de cobertura vegetal de la parcela 2; siendo los síndromes de anemocoría y barocoría los dominantes (Tabla 5, Figura 8).

Si existió diferencia significativa en cuanto a la distribución de especies de semillas por síndrome entre las categorías de cobertura vegetal ( $\chi^2=27.28$ ,  $p=0.05$ , g.l.=9) así como en la distribución del número de semillas por síndrome de dispersión hacia los diferentes lugares de la parcela ( $\chi^2= 2245.4$ ,  $p=0.05$ , g.l.=9).

Las densidades de especies de semillas (anemócoras, barócoras, epizoócoras ) no coinciden con las tasas de flujo de semillas de estos síndromes. Las categorías de cobertura con menores densidades de especies son las que presentan mayores tasas de flujo de semillas (excluyendo la categoría "abierto") (Tabla 5, Figuras 7 y 9).

La categoría de cobertura "matorral" presentó las densidades de especies de semillas más bajas en todos los síndromes, pero fue la categoría con las tasas de flujo de semillas más alta en todos los síndromes. Por el contrario las categorías "árbol aislado" y "árbol aislado más matorral" presentaron las mayores densidades de especies de semillas pero las tasas de flujo de semillas más bajas. La categoría "abierto" fue la que presentó la menor densidad de especies de semillas y las más bajas tasas de flujo de semillas (Tabla 5, Figuras 7 y 9).



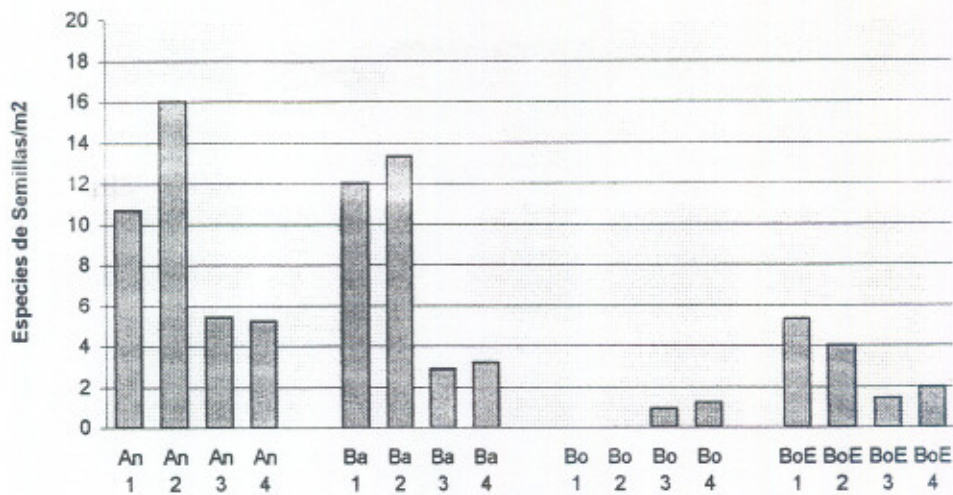


Figura 7. Comparación de la densidad de especies de semillas entre categorías de cobertura vegetal de la parcela 2. Los síndromes de dispersión se representan por: Los tipos de cobertura vegetal se representan por: 1 = árbol aislado ; 2 = árbol aislado más matorral, 3 = matorral; 4 = abierto. Los síndromes de dispersión están representados por: An = anemocoría; Ba = barocoría; Bo = endozoocoría; BoE = epizoocoría..

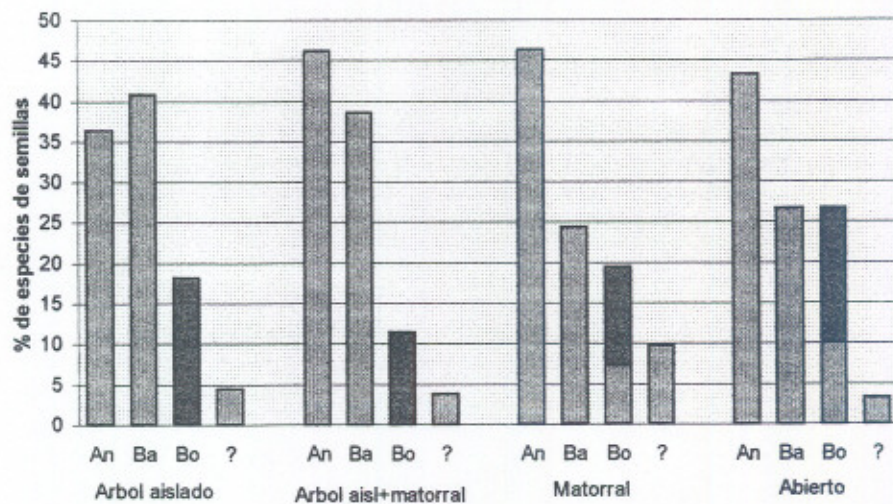


Figura 8. Comparación de la composición de semillas por síndrome entre categorías de cobertura de la parcela 2. Las abreviaturas representan los síndromes de dispersión: An = anemocoría; Ba = barocoría; Bo = endozoocoría; ? = no identificable. El área de mayor sombra sobre las barras de Bo, corresponden a las semillas epizoocóricas.

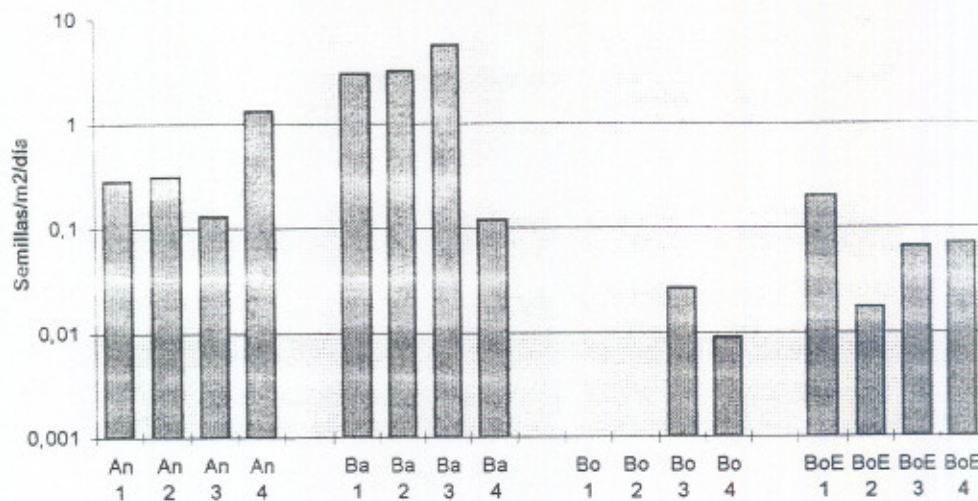


Figura 9. Comparación de la tasa de flujo de semillas de los diferentes síndromes de dispersión entre las categorías de cobertura de la parcela 2. Los síndromes de dispersión se representan por: An = anemocoria; Ba = barocoria; Bo = endozoocoria; BoE = epizoocoria. Los tipos de cobertura vegetal se representan por: 1 = árbol aislado; 2 = árbol aislado más matorral; 3 = matorral; 4 = abierto.

Forma de vida/ modo de disp.	Número de semillas							
	Árbol aislado		Arb. aisl. + matorral		Matorral		Abierto	
	No. spp	Tasa	No. spp	Tasa	No. spp	Tasa	No. spp	Tasa
<i>Árbol (A)</i>								
Anemócora	2	0.046	2	0.03	3	0.037	4	0.058
Barócora	1	0.004	1	0.008	1	0.0098	1	0.0025
Endozoócora	-	-	-	-	1	0.012	2	0.0075
Epizoócora	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arbusto (a)</i>								
Anemócora	-	-	-	-	1	0.0009	-	-
Barócora	1	1.89	1	2.57	1	5.54	1	0.095
Endozoócora	-	-	-	-	2	0.014	1	0.0013
Epizoócora	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Herbácea (H)</i>								
Anemócora	3	0.18	4	0.20	5	0.68	4	0.033
Barócora	5	1.08	7	0.62	6	0.16	6	0.025
Endozoócora	-	-	-	-	-	-	-	-
Epizoócora	5	0.20	3	0.017	5	0.052	4	0.07
<i>Enredadera (en)</i>								
Anemócora	1	0.05	1	0.07	1	0.61	1	0.04
<i>Epífita (ep)</i>								
Anemócora	-	-	1	0.008	2	0.008	1	0.0025

Tabla 6. Comparación y distribución del número de especies de semillas por síndrome de dispersión en las diferentes formas de vida presentes en la lluvia de semillas de cada categoría de cobertura vegetal de la parcela 2.

Con respecto a las semillas de dispersión endozoócora, éstas sólo están presentes en las categorías de "matorral" y "abierto", teniendo una mayor densidad de especies y una tasa de flujo mayor la categoría de "matorral" (Tabla 5, Figura 9).

La mayoría de las semillas anemócoras pertenecen a plantas herbáceas y enredaderas. Las especies de semillas barócoras están representadas casi en su totalidad por el arbusto *Tithonia* y plantas herbáceas. El flujo de semillas arbóreas y arbustivas (excluyendo a *Tithonia longiradiata*) corresponden principalmente a especies de dispersión anemócora y endozoócora (Tabla 6).

### 6.5 Patrón temporal de la lluvia de semillas

Todos los síndromes de dispersión presentaron un patrón temporal marcado. Los síndromes de barocoría, epizoocoría y anemocoría son similares en el patrón temporal, teniendo un mayor número de especies de semillas en los meses de diciembre a abril. Estos meses coinciden con la época más seca de la región. Las semillas anemócoras tuvieron su pico de abundancia de semillas en el mes de enero (17 especies); entre algunas de ellas están *Heliocarpus donnel-smithii*, *Perymenium* sp., *Fraxinus cavekiana*, *Lippia myriocephala* y varias especies herbáceas, principalmente de la familia Asteraceae. En cuanto a las semillas barócoras y epizoócoras, febrero fue el mes con mayor número de especies (17 y 7 especies de semillas respectivamente). Entre las especies de semillas barócoras están *Alnus* sp., *Tithonia longiradiata* y varias especies herbáceas, mientras que dentro del grupo de las epizoócoras se encuentran solo especies herbáceas (no identificadas).

La disminución de estas semillas es drástica hacia los meses de mayo y junio, cuando comienzan las primeras lluvias (Figuras 10, 11 y 13). Esta disminución puede ser debida a que una humedad relativa elevada disminuye el éxito de dispersión de semillas anemócoras (haciéndolas más pesadas, impidiendo el funcionamiento de alas, plumosidades y demás estructuras adaptadas a la dispersión por viento, etc.). Noviembre es el mes de menor número de especies de semillas barócoras y anemócoras. Ambos síndromes presentan un solo pico máximo y uno mínimo en el transcurso del año (Figuras 10 y 11).

Por otro lado, las semillas de dispersión endozoócora presentan un patrón diferente. Estas semillas tienen varios picos de igual magnitud durante el año, siendo estos en los meses de julio, diciembre, abril y mayo. Existen especies de semillas endozoócoras que están presentes en

los tres picos de abundancia (*Witheringia stramonifolius*, *Solanum* sp., otras plantas de la familia solanaceae y la morfoespecies 1). Además existen otras plantas de dispersión endozoócora específicas para cada pico (Morfoespecies: 75, 76 y 78 en los meses de abril y mayo; Morfoespecies: 19 y 23 en los meses de julio y agosto y morfoespecie: 39 en el mes de diciembre). Cada pico es seguido de un descenso siendo los meses de junio, octubre y febrero con los más bajos registros (Figura 12).

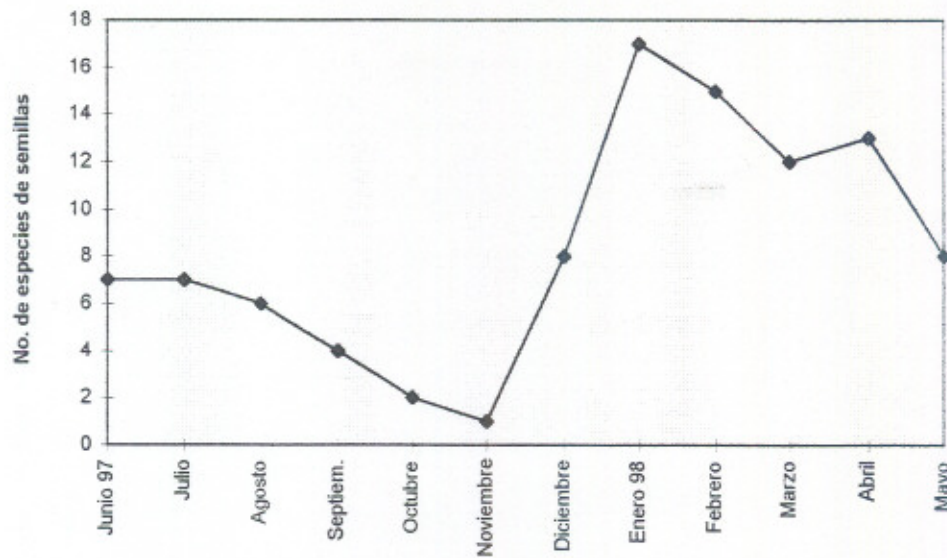


Figura 10. Variación en el número de especies de semillas anemócoras a lo largo de un 1 año (junio 97 a mayo 98).

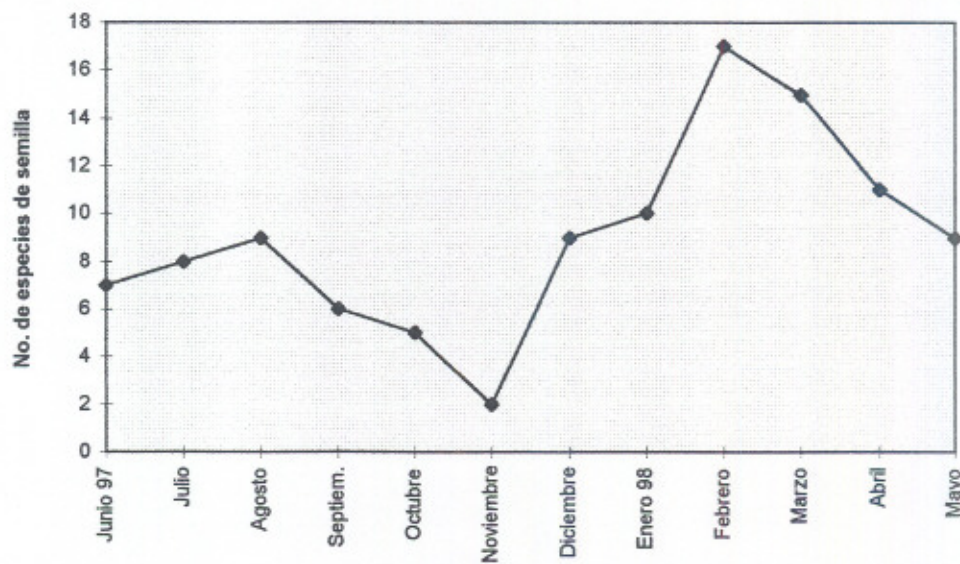


Figura 11. Variación en el número de especies de semillas barócoras a lo largo de un año (junio 97 a mayo 98)

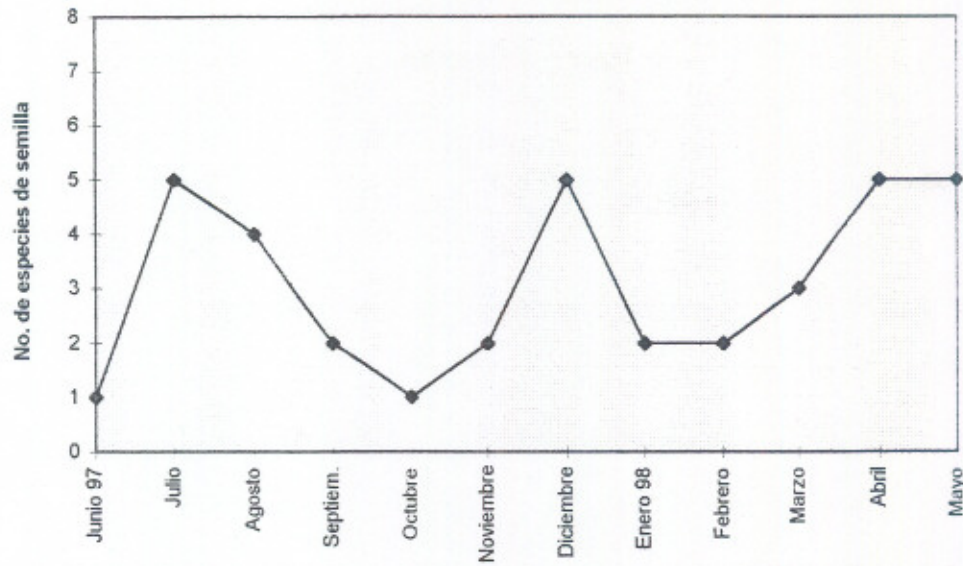


Figura 12. Variación en el número de semillas endozoócoras a lo largo de un año (junio 97 a mayo 98)

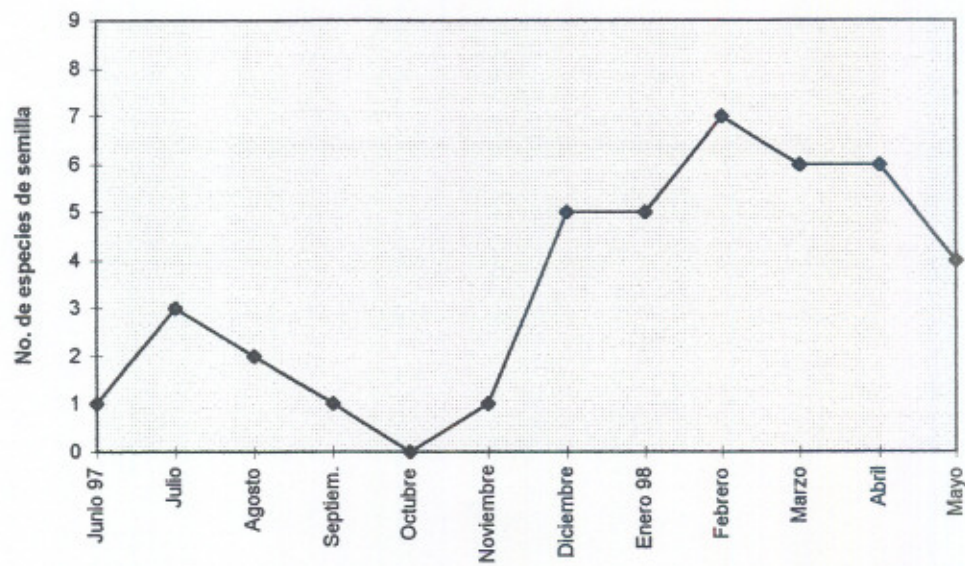


Figura 13. Variación en el número de semillas epizoócoras a lo largo de un año (junio 97 a mayo 98).

## 7.0 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 7.1 Síndrome de dispersión

El espectro de dispersión está determinado por el tipo de vegetación y la composición de la flora local de un lugar. Esta última obedece a patrones fitogeográficos e histórico-evolutivos. La composición de los síndromes de dispersión de una lluvia de semillas en un lugar está condicionada por la flora local, estructura de la vegetación y aspectos ecológicos.

La lluvia de semillas analizada del bosque secundario de Santa María de Jesús, está compuesta principalmente de semillas de dispersión barócora y anemócora. La dispersión endozoocórica al igual que la epizoocórica tienen una menor participación en la composición de los síndromes de la lluvia de semillas colectada.

La distribución de los síndromes de dispersión encontrados en la lluvia de semillas puede deberse en gran parte al tipo de vegetación del lugar, ya que esta distribución concuerda con algunos espectros de dispersión de otros tipos de bosques templados de otras regiones (ver 31).

En los bosques estudiados por Willson et.al. (1990) las especies anemócoras constituyen de un 10 a 30 % de la flora, mientras que las especies que no presentan ninguna estructura especial para su dispersión (que podría compararse con el grupo de semillas barócoras observadas en este estudio) representan del 20 al 50 % de la flora.

La proporción de especies de dispersión biócora (exceptuando la epizoocoría) entre bosques templados varía enormemente, desde 0 hasta 60 % de la flora (31). En los bosques templados de Norte América las especies de fruto carnoso, típicos de dispersión endozoocórica, constituyen de un 9 a 30 % de la flora (Willson 1986, en 2), rango dentro del cual se encuentra la proporción de especies de este tipo en la lluvia de semillas del bosque secundario de Santa María de Jesús. Sin embargo, en algunos bosques templados muy húmedos de América del Sur (Isla de Chiloé, Chile), el 70 % de la flora presenta endozoocoría (2), porcentaje muy arriba de lo encontrado en Santa María de Jesús. Esta diferencia de proporciones puede ser debido a patrones fitogeográficos e histórico-evolutivos, como sugiere Armesto (1989). La poca frecuencia de endozoocoría podría sugerir que la dependencia mutua entre plantas y frugívoros

afinidad Neártica, o por lo menos en los estados sucesionales estudiados en esta tesis.

El síndrome de epizocoria en general es poco frecuente (31), por lo que no es de sorprenderse que sea el síndrome menos representado en la lluvia de semillas de Santa María de Jesús. Aunque este síndrome tiende a ser más frecuente en áreas perturbadas y descampadas, tampoco es común encontrarlos en esos lugares (31).

Otro de los grandes factores que pudo haber determinado la composición de los síndromes de dispersión en la lluvia de semillas, es el estado sucesional en el cual se encuentra la vegetación donde se analizó dicha lluvia. El estado sucesional determina el grado de desarrollo de cobertura vegetal así como la estructura de la vegetación, factores importantes que intervienen en aspectos ecológicos de la dispersión de semillas.

Las parcelas presentan áreas recién perturbadas y de abandono post agricultura, con características vegetacionales favorables (sitios abiertos, vegetación baja) para la llegada de semillas anemócoras (6). La mayoría de semillas barócoras pertenecen a plantas arbustivas y herbáceas. La abundancia de estas formas de vida en las parcelas y el reducido desplazamiento espacial de estas semillas, explica el alto porcentaje de barocoria en la lluvia de semillas.

La vegetación presente en áreas circundantes a las parcelas constituye una fuente de propágulos, por lo que también influye en determinar la composición de la lluvia de semillas. Estas áreas son cultivos y sitios perturbados con poca cobertura leñosa. En este tipo de vegetación suelen predominar especies con semillas de dispersión anemócora y semillas sin estructuras especiales para la dispersión (que pueden ser barócoras) (31). Esto podría ayudar a explicar también la dominancia de los síndromes de barocoria y anemocoria en la lluvia de semillas del bosque secundario de Santa María de Jesús, Quetzaltenango.

Willson et. al.(1990) mencionan la posibilidad de una relación entre la frecuencia de semillas endozoócoras con la diversidad y abundancia de animales frugívoros. La escasa presencia de la dispersión endozoócora puede estar relacionada con el grado de perturbación o la presencia humana constante en el sitio, lo cual podría auyentar a la fauna potencialmente frugívora. Por otro lado, la distancia de fuentes de semillas de este tipo puede ser un factor en determinar el éxito de llegada de semillas a un lugar. Estos factores pueden definir parcialmente el porcentaje de semillas endozoócoras presentes en la lluvia de semillas colectada en el bosque secundario.



## 7.2 Efecto del estado sucesional sobre la lluvia de semillas

El término sucesión designa los cambios en la composición específica y estructural de un parche de vegetación a lo largo del tiempo (22). Así pues se puede observar diferencias en cuanto a la cobertura vegetal y la fisionomía de las dos parcelas que representan diferente tiempo de sucesión. La parcela 1, que tiene más tiempo de abandono, presenta un mayor desarrollo de cobertura leñosa, mientras que la parcela 2, la cobertura leñosa es escasa, y predominan matorrales.

El desarrollo diferencial de la cobertura vegetal de las dos parcelas puede determinar diferencias en la llegada de semillas de distintos síndromes de dispersión (6). Esto se manifiesta en las diferencias de las tasas de flujo de semillas de los diferentes síndromes hacia las parcelas monitoreadas en este estudio.

La tasa de flujo de semillas anemócoras es mayor en la parcela de mayor cobertura leñosa, lo cual no coincide con lo reportado en la literatura, la que sugiere que en lugares abiertos y perturbados, donde domina vegetación esparcida y de baja altura, es más frecuente el síndrome de anemocoria (6). Si se analiza la cobertura leñosa de la parcela 1, las especies arbóreas con dispersión anemócora (*Heliocarpus donnel-smithii*, *Perymenium* sp., *Fraxinus cavekiana*, *Lippia myriocephala*) constituyen un 31 % de la cobertura leñosa, las cuales contribuyen a la tasa de flujo de semillas anemócoras de la parcela 1 (ver Anexo 1). El alto porcentaje de cobertura leñosa (88.12 %) en la parcela 1 (ver Anexo 1), puede ejercer barreras para la dispersión de las semillas anemócoras, provocando una concentración de estas semillas (principalmente arbóreas) en la parcela 1. Estas especies arbóreas de dispersión anemócora pueden ser plantas remanentes, las cuales se establecieron en una fase más descampada o abierta del desarrollo de la vegetación de la parcela. Esto podría ser la razón de la alta tasa de flujo de semillas anemócoras en la parcela 1.

El síndrome de barocoria no asegura una amplia dispersión (4) por lo que la mayor parte de semillas barócoras en la lluvia de semillas podrían pertenecer a las plantas ya establecidas en las parcelas. Plantas con semillas sin estructuras especiales para su dispersión (contempla barocoria) son más frecuentes en vegetación de estructura baja dominada por herbáceas (31). Esto explica la alta tasa de flujo de semillas barócoras en la parcela 2, la cual es dominada casi en su totalidad por matorrales. Este síndrome declina conforme cambia la estructura de la vegetación a comunidades arbóreas (31). Esto se observa en la disminución del porcentaje de barocoria dentro de las categorías de cobertura en la parcela 1 (Tabla 3, Figura 6). Dada la poca

dispersabilidad que corresponde a este síndrome, y la tendencia de las semillas barócoras de plantas herbáceas a presentar periodos largos de latencia, es muy probable que estas se dispersen en el tiempo más que en el espacio (31). Esto sugeriría que en los bosques secundarios de Santa María de Jesús, debiera existir un banco de semillas bastante grande de especies herbáceas y matorrales de dispersión barócora, que puedan dar inicio a la sucesión.

La endozoocoría, al contrario de la anemocoría y barocoría, es más frecuente en comunidades arbóreas (31), lo cual coincide con los datos obtenidos en este estudio. Existe una mayor abundancia de semillas endozoócoras en la parcela 1, la cual presenta mayor cobertura leñosa. La presencia de cobertura leñosa puede ser atrayente o favorable a especies frugívoras, así como la presencia de árboles con fruto carnoso, características que ayudan a explicar la mayor tasa de flujo de semillas endozoócoras en la parcela 1.

Con respecto a la epizoocoría, esta es más frecuente en la parcela 2, ya que este síndrome está asociado con lugares perturbados y abiertos, donde predominan comunidades vegetales herbáceas y matorrales (6, 31) características que reúne la parcela 2. Dado que estas parcelas están rodeadas de áreas de cultivo, el hombre podría ser uno de los principales dispersadores de estas semillas hacia estas parcelas, así como de animales asociados a él, como el perro o animales silvestres que no le temen al hombre como los pizotes (*Nasua nasua*).

### **7.3 Patrón espacial de la lluvia de semillas**

La heterogeneidad ambiental al inicio o en cualquier fase de la sucesión influye en los patrones y procesos de la sucesión vegetal, determinando la composición y estructura de la vegetación sucesora (3, 23). La lluvia de semilla, la cual es un factor importante en la sucesión vegetal, se ve influenciada por la heterogeneidad ambiental del lugar. El tipo de vegetación así como la estructura de la misma constituyen gran parte de la heterogeneidad ambiental en un sitio dado (3, 23).

La vegetación dentro de las parcelas presenta diferencias en cuanto a su estructura y composición. Esto genera un cierto grado de heterogeneidad ambiental que influye en la lluvia de semillas que llegan a diferentes sitios dentro de las parcelas. Los datos de la lluvia de semillas muestran la influencia de la estructura y composición de la vegetación, estableciendo el patrón espacial de deposición de semillas dentro de las parcelas. El patrón refleja la tasa diferencial de

flujo de semillas de los diferentes síndromes de dispersión hacia las categorías de cobertura vegetal establecidas en esta tesis.

Schupp, et. al. (1989) sugieren que el patrón de lluvia de semillas varía según la estructura de la cobertura vegetal, tomando en cuenta las características de las semillas, los mecanismos de dispersión y la naturaleza de sus agentes dispersantes. De acuerdo con este patrón, las semillas anemócoras tienen mayor posibilidad de llegar a lugares de claros o áreas descampadas. Los datos obtenidos de la comparación de la tasa de flujo de semillas anemócoras, no coinciden con el patrón propuesto por Schupp et. al. (1989). Existe un mayor número de semillas anemócoras bajo el dosel del bosque que en áreas más abiertas. Esta discrepancia puede deberse al alto porcentaje de cobertura vegetal de árboles de dispersión anemócora en la categoría de "dosel", los cuales son los que más contribuyen a la lluvia de semillas anemócoras en esta categoría (Tabla 4). Los patrones de deposición de las semillas dispersadas por viento son influenciados por la altura de la planta, el tipo de vegetación circundante y aspectos morfológicos de las semillas (peso, tamaño, etc) (19, 6). Los árboles de dispersión por viento en la parcela 1 se encuentran rodeados por vegetación alta, además de no ser árboles emergentes (a excepción de *F. cavekiana*): esto dificulta la dispersabilidad de las semillas, concentrándose gran número de ellas bajo el dosel. De no ser por estas especies arbóreas en el dosel, la tasa de flujo de semillas anemócoras sería muy baja (ver Tabla 4). Esto puede sugerir, que estas especies son remanentes de una fase anterior de sucesión, con características más descampadas o abiertas, en donde pudieron colonizar y establecerse. De ser así estas especies arbóreas podrían haber propiciado el flujo de semillas no anemócoras a la parcela 1, dado que existen otras especies leñosas de diferente síndrome de dispersión dentro de la parcela (*Witheringia stramonifolius*, *Solanum* sp., etc).

Las semillas barócoras son predominantes en los "matorrales" y en "árbol aislado más matorral". La mayoría de las semillas barócoras pertenecen a plantas herbáceas y a la especie arbustiva *Tithonia longiradiata*; estas plantas predominan en la categoría de "matorral". Dado que las semillas barócoras son de dispersión restringida (4), es lógico pensar la abundancia de este síndrome en el matorral. Esto concuerda con lo reportado con Willson et.al.(1990), quienes mencionan que existe una mayor frecuencia de plantas con este síndrome en áreas de pastizales y matorrales que en bosque alto. La abundancia de este síndrome en hábitats abiertos y perturbados en las parcelas resalta la importancia de este síndrome en las etapas pioneras de la sucesión. La barocoria no permite una alta dispersabilidad, por lo que se supone que la fuente de estas semillas pueda provenir de un banco de semillas en el lugar, dispersándose así en el tiempo más que en el espacio. Un análisis del banco de semillas en estas parcelas aclararía esta

incognita. Por otro lado habría que considerar la posibilidad de una post-dispersión (por corrientes de agua, por ejemplo) de estas semillas, que permita ampliar su rango de dispersión (ver 6).

El patrón espacial de la lluvia de semillas de fruto carnoso dispersadas por animales concuerda con el patrón sugerido por Schupp, et. al. (1989), el cual establece una mayor densidad de semillas bajo dosel y en bordes de bosque. El área de cobertura leñosa de la parcela 1 se puede considerar como un bosque de borde, puesto que lo circunda un área perturbada de matorrales y cultivos. Es en los bordes donde existe una mayor abundancia de semillas endozoócoras, así como gran proporción de arbustos de fruto carnoso (26, 18, 2). La categoría de dosel, presentó la mayor tasa de flujo de semillas endozoócoras. Parte de estas semillas son de frutos carnosos caídos directamente de los arbustos presentes en el bosque de borde, así como de semillas dispersadas por animales; encontradas estas en excrementos. Esto sugiere un flujo de semillas endozoócoras provenientes fuera de la parcela.

En algunos árboles aislados (pertenecientes a los de la categoría "árbol aislado más matorral") se encontró una tasa de flujo de semillas endozoócoras similar a la del bosque de borde (dosel) (Tabla 3). Algunos autores mencionan el "efecto percha" que pueden tener algunos árboles aislados en el incremento de la lluvia de semillas endozoócoras (16), estableciéndose como núcleos de regeneración. Hernández (1995) reporta que existen tasas de hasta 10.5 semillas endozoócoras/m<sup>2</sup>/día bajo árboles aislados en bosques templados de Chiloé, Chile. Estas tasas de flujo de semillas son muy superiores a las encontradas en el bosque de Santa María de Jesús, Quetzaltenango. Esto pone en duda el "efecto percha" de los árboles aislados en el bosque secundario de Santa María. La dependencia de plantas de fruto carnoso y animales frugívoros puede estar más desarrollada en Chiloé, Chile (2), ya que un alto porcentaje (70 %) de plantas poseen fruto carnoso.

Por otro lado el tipo de árbol aislado influye mucho en el éxito del efecto percha que pudiera tener. Características como la especie del árbol, la altura, la presencia y cantidad de frutos carnosos pueden influir en el efecto percha (16). Ninguna de las especies de árboles aislados en las parcelas presentó frutos carnosos, lo que pudiera explicar también la baja tasa de flujo de semillas bajo su cobertura. Por otro lado, Willson et. al. (1990) mencionan que la frecuencia de semillas endozoócoras puede estar relacionados con la diversidad y abundancia de especies frugívoras. Esto puede influenciar la llegada de semillas endozoócoras a las parcelas. Mayores estudios sobre la fauna frugívora potencial del área, así como estudios sobre el comportamiento de los mismos (hábitos alimenticios, conducta de forrajeo, etc.) podrían

resolver algunas preguntas sobre las tasas de flujo de semillas endozoócoras encontradas en esta tesis, así como de los patrones espaciales de deposición de este tipo de semillas.

Aunque queda en duda sobre el efecto percha que pudieran tener algunos de los árboles estudiados, sí existe una diferencia notable entre el flujo de semillas bajo árbol aislado y áreas descampadas y matorrales (Tabla 3, Figura 6).

#### 7.4 Patrón temporal de la lluvia de semillas

Los patrones temporales de la fenología de las plantas están estrechamente relacionados con factores climáticos y variables ecológicas como la polinización y dispersión (27, 28). Las plantas se han diversificado en sus patrones fenológicos, buscando cada una incrementar su éxito reproductivo, por lo que distintas plantas presentan diferentes patrones temporales de su fenología.

Los datos de la estacionalidad de los síndromes de la lluvia de semillas muestran patrones temporales distintos. Las semillas anemócoras, barócoras y epizoócoras son más frecuentes durante los meses de noviembre a abril, los cuales coinciden con la época seca (ver Figuras 10, 11 y 13). Por otro lado las semillas endozoócoras presentan varios picos de abundancia durante el año (ver Figura 12).

La estacionalidad de las semillas anemócoras coincide con lo reportado por otros autores (27, 19). Es lógico pensar que debe producirse un aumento de este síndrome durante la época seca. Los vientos en ésta época tienden a incrementar sus velocidades a causa de las temperaturas más calidas, lo que ayudaría a la dispersión de las semillas anemócoras. Por otra parte, la abundancia de semillas anemócoras tiende a disminuir con el comienzo de la época lluviosa. Un elevado porcentaje de humedad dificulta la dispersión por viento, haciendo más pesadas las semillas u obstruyendo la funcionalidad de las estructuras especializadas de las semillas para dispersión por el viento.

Las semillas epizoócoras y las barócoras también son más frecuentes en la época seca (diciembre a abril). No se encontró otros estudios donde reporten patrones temporales de este tipo de semillas para poder comparar la estacionalidad de estos síndromes con otros lugares. Debido a que una gran parte de semillas barócoras presentan frutos dehiscentes, es lógico pensar que fructifiquen en la época seca, ya que esto propicia la dehiscencia de las valvas. Con

respecto a las semillas epizoócoras, una alta humedad relativa podría disminuir la capacidad de adhesión de las semillas al pelaje de animales, dificultando así su dispersión.

Las plantas de fruto carnoso presentaron un patrón temporal de fructificación diferente. Las semillas endozoócoras tuvieron varios picos durante el año (julio, diciembre, abril) (ver Figura 12). Resultados similares fueron encontrados por Jackson (1981) en un bosque neotropical de Brasil. Jackson (1981) reporta varios picos de fructificación durante el año. Levey (1988) también encuentra varios picos de fructificación de especies de fruto carnoso durante el año, siendo estos a principios y finales de la época lluviosa. Los meses de fructificación de abril y julio coinciden con la época de comienzos de la lluvia. Estos datos concuerdan con algunos resultados encontrados para especies de árboles que no dependen del viento para su dispersión (la mayoría de dispersión zoócora) en un bosque tropical húmedo de Petén, Guatemala (25).

Los patrones fenológicos pueden ser influenciados por variables ecológicas. Smith-Ramírez (1993) reporta picos de fructificación de especies dispersadas por animales (endozoocoria) durante la época seca en Chiloé, Chile. Esta época coincide con la presencia de aves migratorias en Chiloé, por lo que Smith-Ramírez (1993) explica el pico de abundancia de frutos carnosos en la época seca. Los datos temporales de semillas endozoócoras en Santa María de Jesús, presentan un pico en época seca (diciembre), lo cual puede estar también relacionado con la presencia de aves migratorias en el lugar. Este resultado puede sugerir que los patrones de fructificación de algunas especies de fruto carnoso estén regidas también por variables ecológicas.

La presencia de aves migratorias en época de fructificación puede tener repercusiones en el patrón espacial de la lluvia de semillas de ciertas especies de fruto carnoso. Por otro lado, la dirección del viento en la época de fructificación de las semillas anemócoras determina la dirección de dispersión de las semillas, marcando un patrón de deposición de las mismas. Esto demuestra la importancia de considerar los patrones temporales de la lluvia de semillas en los patrones espaciales de la lluvia de semillas.

## 8.0 CONCLUSIONES

- La barocoria y anemocoria son los síndromes de dispersión más representados en la lluvia de semillas de las etapas sucesionales (36 % de semillas barócoras y 28 % de semillas anemócoras para la parcela 1; 32 % y 36 % respectivamente para la parcela 2) observadas en el bosque secundario de Santa María de Jesús, Quetzaltenango, lo cual sugiere que los factores abióticos son más importantes en condicionar el flujo de semillas hacia los sitios sucesionales que los factores bióticos.
- El tipo de vegetación (estructura y composición específica), la flora local y la vegetación circundante (fuente de propágulos) son importantes en determinar la composición de la lluvia de semillas de las parcelas monitoreadas en el bosque secundario de Santa María de Jesús.
- En la parcela 1 los síndromes de barocoria y epizoocoria dominan en áreas perturbadas de matorrales y plantas herbáceas (con tasas de flujo de 4.2 semillas/m<sup>2</sup>/día para las barócoras y de 0.09 a 0.24 semillas/m<sup>2</sup>/día para las epizoócoras en las categorías de “matorral” y “árbol aislado más matorral”). Estas tasas disminuyen conforme aumenta la estructura de la vegetación (con tasas de flujo de 0.12 semillas/m<sup>2</sup>/día para las barócoras y 0.029 semillas/m<sup>2</sup>/día para las epizoócoras en la categoría de “dosel”)
- El alto porcentaje de barocoria en las áreas perturbadas, así como de la poca dispersabilidad de éste síndrome, sugieren la importancia de un banco de semillas en áreas abandonadas al inicio de la sucesión.
- El síndrome de endozoocoria es más frecuente en áreas de mayor cobertura leñosa (16 % de la composición de la lluvia de semillas y una tasa de flujo de 0.19 semillas/m<sup>2</sup>/día), debido a que los árboles pueden proporcionar un atrayente (refugio, alimento) a animales dispersadores de semillas.
- La diferencia en la tasa de flujo de semillas a los distintos tipos de cobertura (entre parcelas y dentro de las parcelas), constituye el factor más importante en determinar los patrones espaciales que presenta la lluvia de semillas.

- Los síndromes de anemocoria, barocoria y epizoocoria son más frecuentes durante la época seca del año, mientras que la endozoocoria presenta varios picos de abundancia a lo largo del año (ver Figuras 10, 11, 12 y 13). Los factores que condicionan la dispersión de semillas por animales son más complejos, y muchas veces los periodos de fructificación están relacionados con factores ecológicos además de los climáticos, lo que puede influir en los patrones temporales de la lluvia de semillas endozoócoras encontrados en Santa María de Jesús.



## 9.0 RECOMENDACIONES

- Seguir el monitoreo de la lluvia de semillas y ampliar los sitios de muestreo (mayor número de parcelas de otras etapas sucesionales) para observar cambios en la composición de la lluvia de semillas en diferentes etapas sucesionales así como a lo largo de los años.
- Analizar el banco de semillas del bosque secundario de Santa María de Jesús, para determinar la presencia de semillas barócoras y establecer la importancia que pueda tener dicho banco en la dinámica sucesional de los bosques secundarios del área.
- Complementar el análisis del patrón espacial de la lluvia de semillas con otros estudios que determinen el patrón de establecimiento de plántulas, a fin de establecer modelos que permitan elucidar la relación entre los dos procesos y conocer si existe un factor limitante en el reclutamiento de las plantas.
- Corroborar si el patrón espacial de la lluvia de semillas concuerda con el patrón de establecimiento de las plántulas.
- Realizar estudios sobre frugivoría en el área para determinar la importancia de esta interacción en los bosques de Santa María de Jesús, y su papel en la dispersión de semillas.
- Evaluar el “efecto percha” en otras especies de árboles que presenten frutos carnosos

## 10.0 BIBLIOGRAFIA

1. Alvarez-Buylla, E. et. al. 1991. Seed and Forest Dynamics: A Theoretical Framework and an Example from the Neotropics. *American Naturalist* 137:2 133-154.
2. Armesto, J. & R. Rozzi. 1989. Seed dispersal syndromes in the rain fores of Chiloé: evidence for the importance of biotic dispersal in a temperate rain forest. *Journal of Biogeography* 16, 219-226
3. Armesto, J., S.T.A. Pickett & M. McDonnell. 1991. Spatial heterogeneity during sucesion: a cyclic model of invasion and exclusion, pgs. 256-269, en J. Kolasa & S.T.A. Pickett, eds. *Ecological Heterogeneity*. Springer Verlag, New York.
4. Armesto, J., P.E. Vidiella & H. Jiménez. 1994. Evaluating causes and mechanisms of succession in the mediterranean regions in Chile and California. Pgs. 418-434 en Arroyo, M.T.K., M. Zeller & E.Fox eds. *Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystems in Chile, California and Australia*. Springer- Verlag, New York.
5. Auspurger y Franson 1988
6. Chambers, J. & J. MacMahon. 1994. A day in the life of a seed: Movements and fates of seeds and their implications for natural and management systems. *Annual Review. Ecology and Systematics*. 1994. 25:263-92
7. Cheke, A., W. Nanakorn & Ch. Yankoses. 1979. Dormancy and dispersal of seeds of secondary forest species under the canopy of a primary tropical rain forest in northern Thailand. *Biotropica* 11(2):88-95.
8. Cronquist, A. 1991. *Introducción a la Botánica*. Décima edición. Ed. C.E.C.S.A., México. 848 pp.
9. Denslow, J. & A. Gómez. 1990. Seed rain to tree-fall gaps in a Neotropical rain forest. *Canadian Journal of Forest Research* Vol.20, 642-648.
10. de la Cruz, J.R. 1982. *Clasificación de las Zonas de Vida de Guatemala a nivel de reconocimineto*. Guatemala, Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. Instituto Nacional Forestal. Dirección General de Servicios Agrícolas. 42 pp.
11. Fahn, A. 1982. *Anatomía Vegetal*. Tercera edición. Ed. Pirámide, España. 599 pp.
12. Fleming Th. & E. Heiathus. 1981. Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of tropical forests. *Biotropica* 13 (suplemento): 45-53.
13. Foster, R. 1973. *Seasonality of fruit production and seed fall in a tropical forest ecosystem in Panama*. Tesis de Dotorado, Duke Univerity, U.S.A

14. Guevara, S. & A. Gómez-Pompa. 1972. Seeds from surface soils in a tropical region of Veracruz, México. *Journal of the Arnold Arboretum*. 53: 312-335.
15. Guinea, C. 1998. Diagnóstico del uso de la tierra y los recursos naturales en el municipio de Zunil, Quetzaltenango. Tesis de Licenciatura, Universidad San Carlos de Guatemala.
16. Hernández, J. 1995. Efecto de los árboles percha sobre los patrones de lluvia de semillas y el establecimiento de plántulas: consecuencia para la sucesión secundaria del bosque de Chiloé. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.
17. Herrera, C., P. Jordano, L. López-Soria & J. Amat. 1994. Recruitment of a mast-fruiting, bird-dispersed tree: bridging frugivore activity and seedling establishment. *Ecological Monographs*, 64(3), 315-344.
18. Hoppes, W. 1988. Seedfall pattern of several species of bird-dispersed plants in an Illinois woodland. *Ecology*, 69(2), 320-329.
19. Jackson, J. 1981. Seed size as a correlate of temporal and spatial patterns of seed fall in a neotropical forest. *Biotropica* 13(2): 121-130
20. Kellman, M. 1970. Secondary plant succession in tropical montane Mindanao. Publ. BG/2, Depto. Biogeog. And Geomorphol., Austr. Natl. Univ., Canberra.
21. Martin, A & W. Barkley. 1961. Seed identification Manual. University of California Press. U.S.A
22. Pickett, S. 1976. Succession: an evolutionary interpretation. *American Naturalist* 110: 107-119.
23. Pickett, S. 1982. Population pattern through 20 years of oldfield succession. *Vegetatio* 49: 45-59.
24. Pickett, S., S. Collins & J. Armesto. 1987. A hierarchical consideration of succession. *Vegetatio* 69:109-114
25. Ramírez, C. 1997. Fenología reproductiva de 14 especies preferidas para la alimentación por fauna cinegética en el bosque húmedo tropical del Parque Nacional Tikal, Petén, Guatemala. Tesis de Graduación, Universidad San Carlos de Guatemala.
26. Shupp, E., H. Howe, C. Auspurger & D. Levey. 1989. Arrival and survival in tropical treefall gaps. *Ecology*, 70(3), 562-564.
27. Smith-Ramírez C. & J. Armesto. 1994. Flowering and fruiting in the temperate rainforest of Chiloé, Chile - ecologies and climatic constraints. *Journal of Ecology* 82: 353-365.
28. Smythe, N. 1970. Relationships between fruiting seasons and seed dispersal methods in a neotropical forest. *American Naturalist* 104:935, 25-35.
29. Snow, D. 1966. A possible selective factor in the evolution of fruiting seasons in tropical forests. *Oikos* 15: 274-281.

30. Turner, M.G. 1989. Landscape ecology: the effect of pattern process. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 20: 171-197.
31. Willson, M., Rice, B. & Westboy, M. 1990. Seed dispersal spectra: a comparison of temperate plant communities. *Journal of Vegetation Science*, 1:547 - 562.

## ANEXO

ANEXO 1.....	Porcentaje de Cobertura de la Vegetación de 2 Parcelas sucesionales
ANEXO 2.A .....	Caracterización de la Vegetación por Estratos de la Parcela 1
ANEXO 2.B .....	Caracterización de la Vegetación por Estratos de la Parcela 2
ANEXO 3.A .....	Perfiles de Vegetación de la Parcela 1
ANEXO 3.B .....	Perfiles de Vegetación de la Parcela 2
ANEXO 4 .....	Especies de Semillas colectadas en el Bosque Secundario de Santa María de Jesús, Quetzaltenango
ANEXO 5.A .....	Boleta de Campo para la Elaboración de Perfiles de Vegetación
ANEXO 5.B .....	Boleta de Colecta de Semillas
ANEXO 6 .....	Trampa Colectora de Semillas
ANEXO 7 .....	Ubicación del Area de Estudio

## ANEXO 1

Especie	% de Cobertura		Tipo de Fruto
	Parcela 1	Parcela 2	
Plantas leñosas			
<i>Alnus</i> sp.	5.86	2.16	pseudotróbilo
<i>Persea americana</i> Mill Grad	12.25	1.32	drupa
<i>Diphysa</i> sp.	3.92	13.68	legumbre
<i>Eryhrina</i> sp.	8.12	0.32	legumbre
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	--	1.56	drupa
<i>Perymenium</i> sp.	11.42	-	aquenio
<i>Citharexylum mocinnii</i> D.Don.	8.12	-	drupa
<i>Witheringia stramonifolius</i> H.B.K	2.18	--	baya
<i>Lippia myriocephala</i> Schlecht & Cham.	3.52	--	fruto seco* <sup>3</sup>
<i>Fraxinus cavekiana</i> Stnadl. & Steyermark	5.4	--	sámara
<i>Solanum</i> sp.	2.44	--	baya
<i>Heliocarpus donnel-smithii</i> Rose in Donn-Smith	6.9	--	fruto seco*
<i>Rhamnus discolor</i> (Donn.Smith)Rose	2.16	--	drupa
<i>Chamaedorea</i> sp.	3.28	--	drupa
<i>Fuchsia striolata</i> Lundell	2.04	--	baya
<i>Urera</i> sp.	2.8	--	aquenio* <sup>5</sup>
<i>Ocotea effusa</i> (Meison) Hemsl.	3.0	--	drupa
Plantas semileñosas y herbáceas			
<i>Tithonia longiradiata</i> (Bertol)Blake* <sup>1</sup>	21.80	46.80	aquenio
<i>Senecio petasioides</i> Greenm. in Donn-Smith	3.12	--	aquenio
<i>Calathea lutea</i> (Aubl.) G.F.W. Meyer	2.28	--	cápsula
Plantas herbáceas * <sup>2</sup>	24.8	26.4	--
Matorral (arbustos pequeños mezclados)	10.4	--	--
Total cobertura leñosa	88.12	19.04	
Número de especies	15	5	
Total cobertura semileñosa y herbácea	59.28	73.2	

Porcentaje de cobertura de la vegetación de dos sitios sucesionales secundarios de distinta edad en el bosque de Santa María de Jesús, Quetzaltenango; basados en interceptos acumulados a lo largo de 5 transectos de 50 m de longitud. Se muestra también la caracterización de los frutos de cada planta.

\*<sup>1</sup> Dentro de la cobertura que presenta *Tithonia* sp, se encuentran otras plantas que la acompañan. Esta plantas pertenecen en su mayoría a las familias Asteraceae, Onagraceae, Fabaceae y Graminae.

\*<sup>2</sup> Plantas herbáceas: graminae, asteraceae, onagraceae, fabaceae

\*<sup>3</sup> Fruto no dehiscente alado

\*<sup>4</sup> Fruto seco no dehiscente

\*<sup>5</sup> Aquenio cubierto por un pericarpo jugoso

## ANEXO 2.A

### Caracterización de la vegetación por estratos Parcela 1

Especies	Estrato				
	Su	Me	In	So	H
<i>Alnus</i> sp.			X		
<i>Persea americana</i> Mill Grad	X		X	X	
<i>Diphysa</i> sp.			X		
<i>Erythrina</i> sp.			X	X	
<i>Perymenium</i> sp.			X		
<i>Citharexylum mocinnii</i> D.Don.		X		X	
<i>Witheringia stramonifolius</i> H.B.K.			X		
<i>Lippia myriocephala</i> Schlecht & Cham.		X			
<i>Fraxinus cavekiana</i> Standl. & Steyermark	X				
<i>Solanum</i> sp.				X	
<i>Heliocarpus donnel-smithii</i> Rose in Donn-Smith		X	X	X	
<i>Rhamnus discolor</i> (Donn.Smith)Rose			X	X	
<i>Chamaerodea</i> sp.				X	
<i>Fuchsia striolata</i> Lundell				X	
<i>Urera</i> sp.			X		
<i>Ocotea effusa</i> (Meison) Hemsl.			X	X	
<i>Tithonia longiradiata</i> (Bertol)Blake* <sup>1</sup>				X	
<i>Senecio petasioides</i> Greenm. in Donn-Smith				X	
<i>Calathea lutea</i> (Aubl.) G.F.W. Meyer					X
Asteraceae, Fabaceae, Onagraceae, Graminae					X

**Su** = Estrato superior (dominate o emergente)

**Me** = Estrato medio (codominante)

**In** = Estrato inferior (subdominados)

**So** = Sotobosque

**H** = Herbáceas

## ANEXO 2.B

### Caracterización de la vegetación por estratos Parcela 2

Especie	ESTRATO				
	Su	In	Me	So	H
<i>Persea americana</i> Mill. Grad	X				
<i>Diphysa</i> sp.	X			X	
<i>Erythrina</i> sp.				X	
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume				X	
<i>Alnus</i> sp.	X				
<i>Tithonia longiradiata</i> (Bertol) Blake				X	
Graminae, Asteraceae, Fabaceae, Onagraceae					X

**Su** = Estrato superior (dominante o emergente) \*

**Me** = Estrato medio (codominante)

**In** = Estrato inferior (subdominado)

**So** = Sotobosque

**H** = Herbáceas

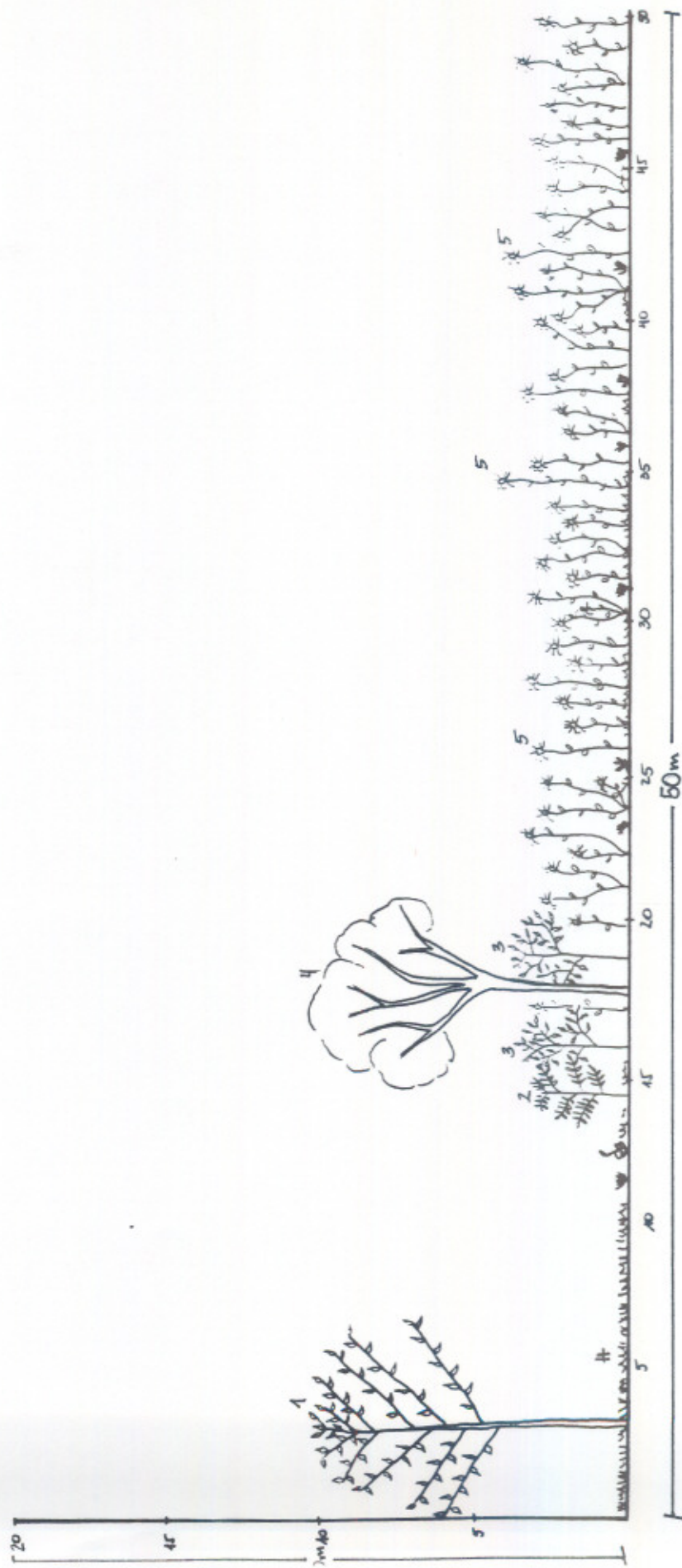
\* El estrato superior está formado por árboles aislados de 5 a 10 m de alto. Estos árboles no forman un dosel continuo



## ANEXO 3.A

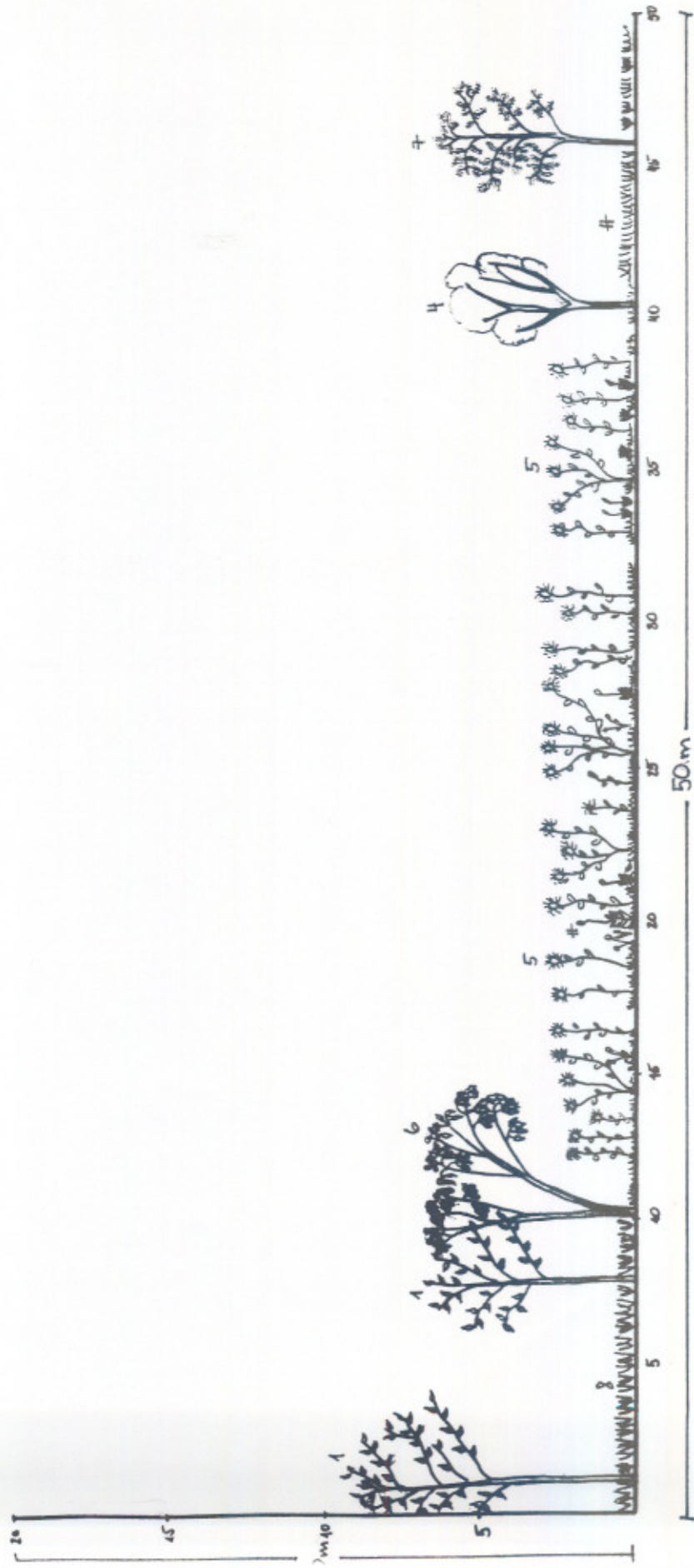
Perfiles de Vegetación, Parcela 1

1. *Alnus* sp.
  2. *Ocotea effusa*
  3. *Rhamnus discolor*
  4. *Persea americana*
  5. *Tithonia longiradiata*
- H. Herbáceas:
- Asteraceae
  - Graminae



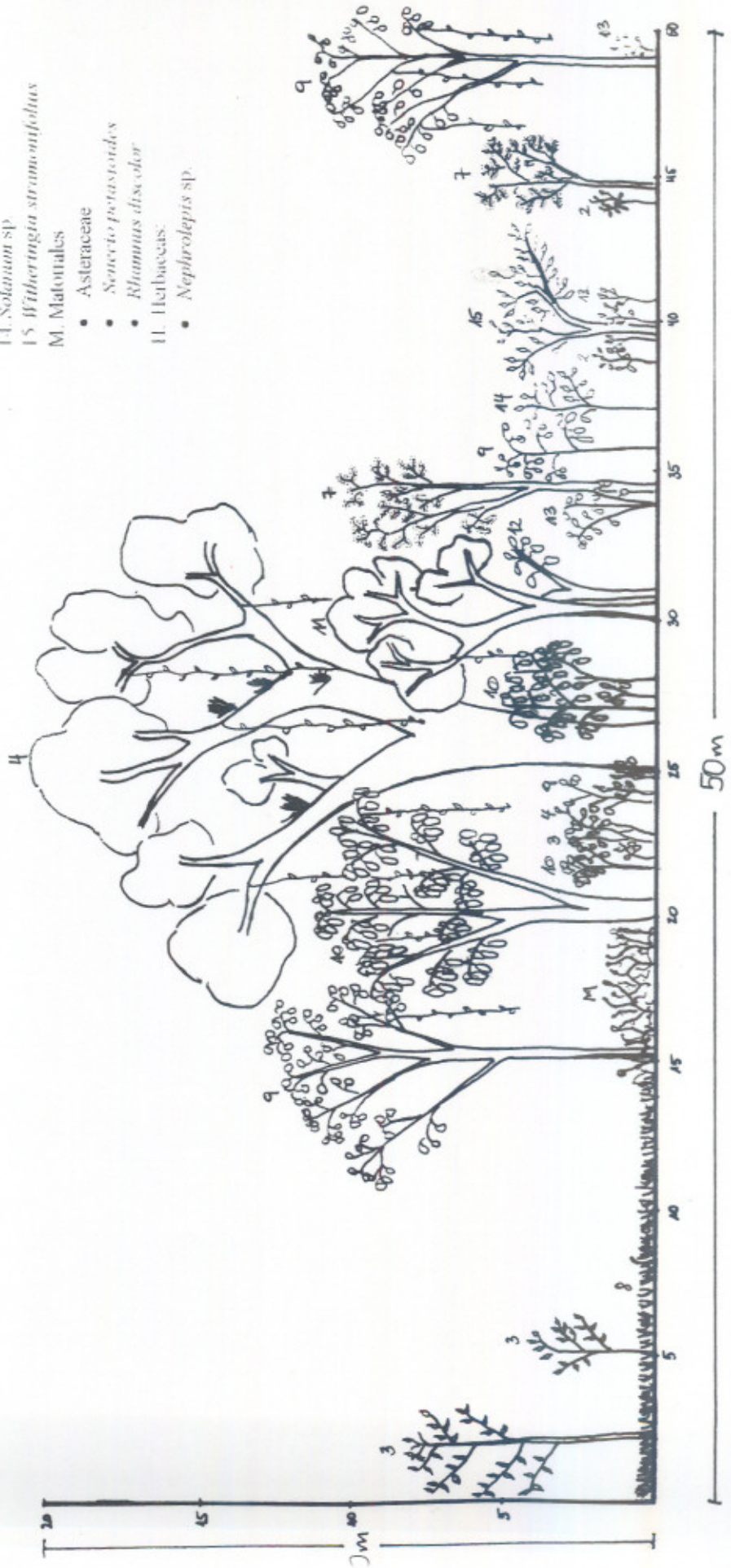
Parcela 1  
Transecto 1; escala 1: 200

1. *Alnus* sp.
  4. *Persea americana*
  5. *Thitonia longiradiata*
  6. *Perymenium* sp.
  7. *Diphysa* sp.
- H. Herbaceas:
- *Nephtrolepis* sp.
  - Graminae
  - Asteliaceae

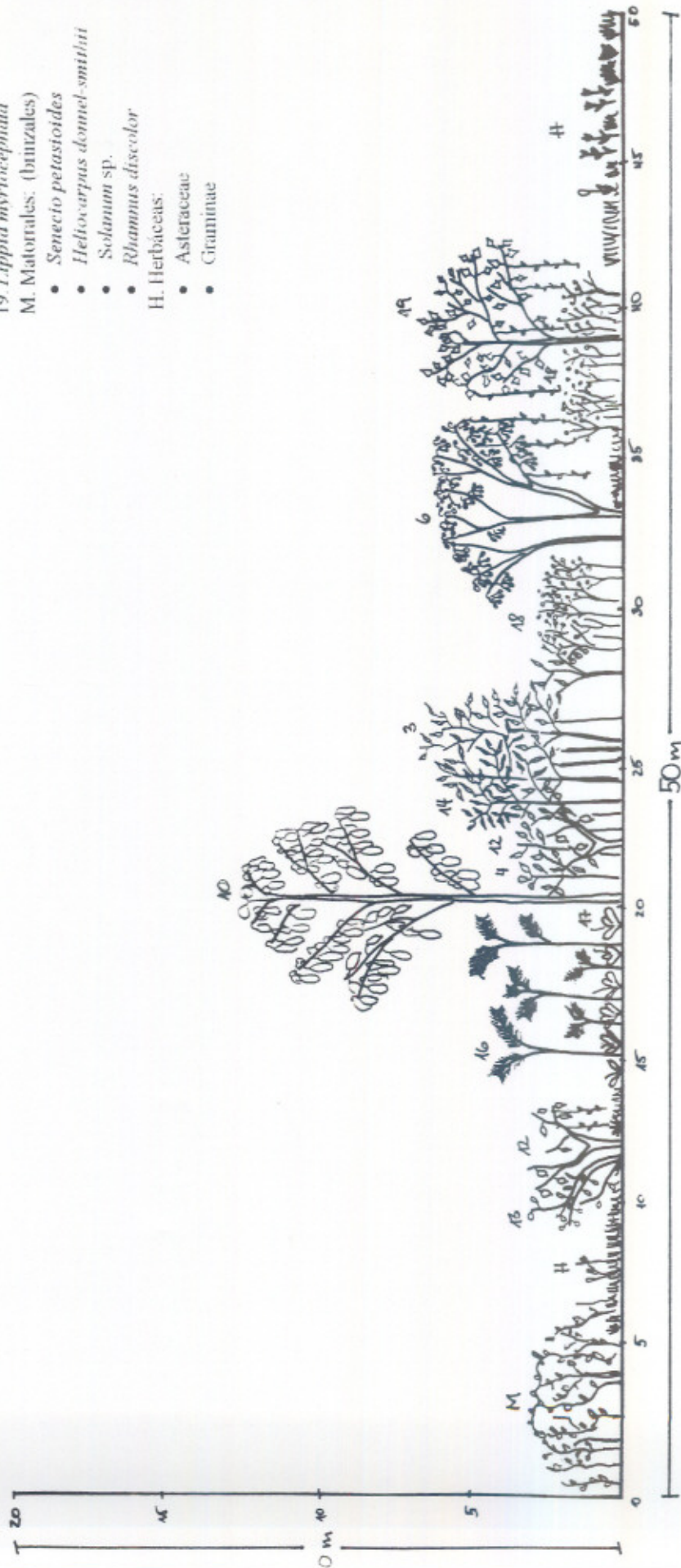


2. *Ocotea effusa*
  3. *Rhamnus discolor*
  4. *Persea americana*
  7. *Diphysa* sp.
  9. *Heliocarpus donnell-smithii*
  10. *Citharexylum moccimii*
  11. *Urera* sp.
  12. *Erythrina* sp.
  13. *Senecio petastoides*
  14. *Solanum* sp.
  15. *Witheringia stramonifolius*
- M. Malotiales

- Asteraceae
  - *Senecio petastoides*
  - *Rhamnus discolor*
- II. Helbaceae:
- *Nephrolepis* sp.



3. *Rhamnus discolor*
  4. *Persea americana*
  6. *Perymenium* sp.
  10. *Citharexylum mocinnii*
  12. *Erythrina* sp.
  13. *Senecio petasitoides*
  14. *Solanum* sp.
  16. *Chamaerodea* sp.
  17. *Calathea lutea*
  18. *Fuchsia striolata*
  19. *Lippia myrtocephala*
- M. Matorrales: (bunzuales)
- *Senecio petasitoides*
  - *Heliotropus donnell-smithii*
  - *Solanum* sp.
  - *Rhamnus discolor*
- H. Herbáceas:
- Asteraceae
  - Graminae



Parcela 1

- 2. *Ocotea effusa*
- 4. *Persea americana*
- 6. *Perymenium* sp.
- 9. *Heliocarpus domel-smithii*
- 10. *Citharexylum mocinonii*
- 12. *Erythrina* sp.
- 16. *Chamaerodea* sp.
- 19. *Lippia myrtocephala*
- 20. *Fraxinus cavertiana*

M. Malvales (brizales)

- *Senecio petasioides*
  - *Solanum* sp.
  - *Rhinnus discolor*
- II Herbaceas
- Asteraceae
  - Graminae



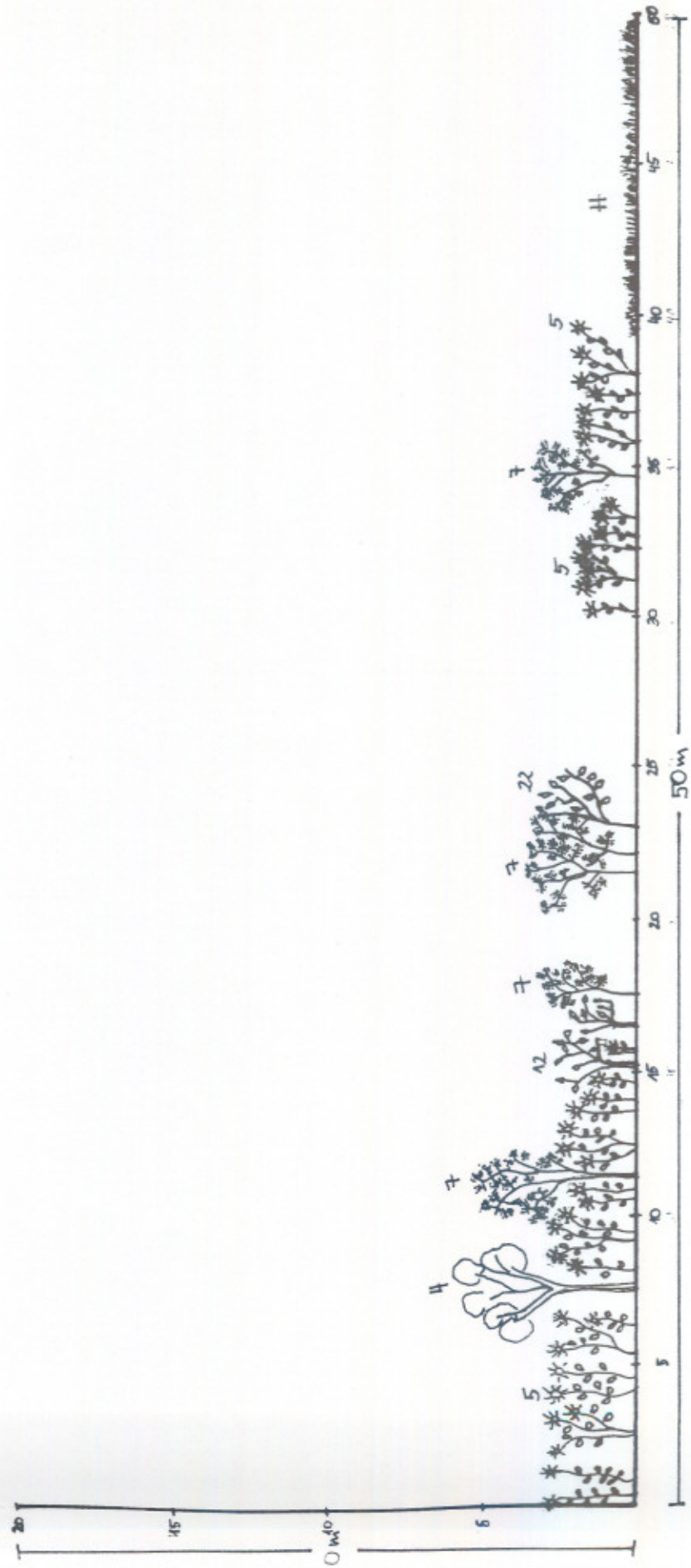
Parcela 1

Tomasa de S. et al., 1990

## ANEXO 3.B

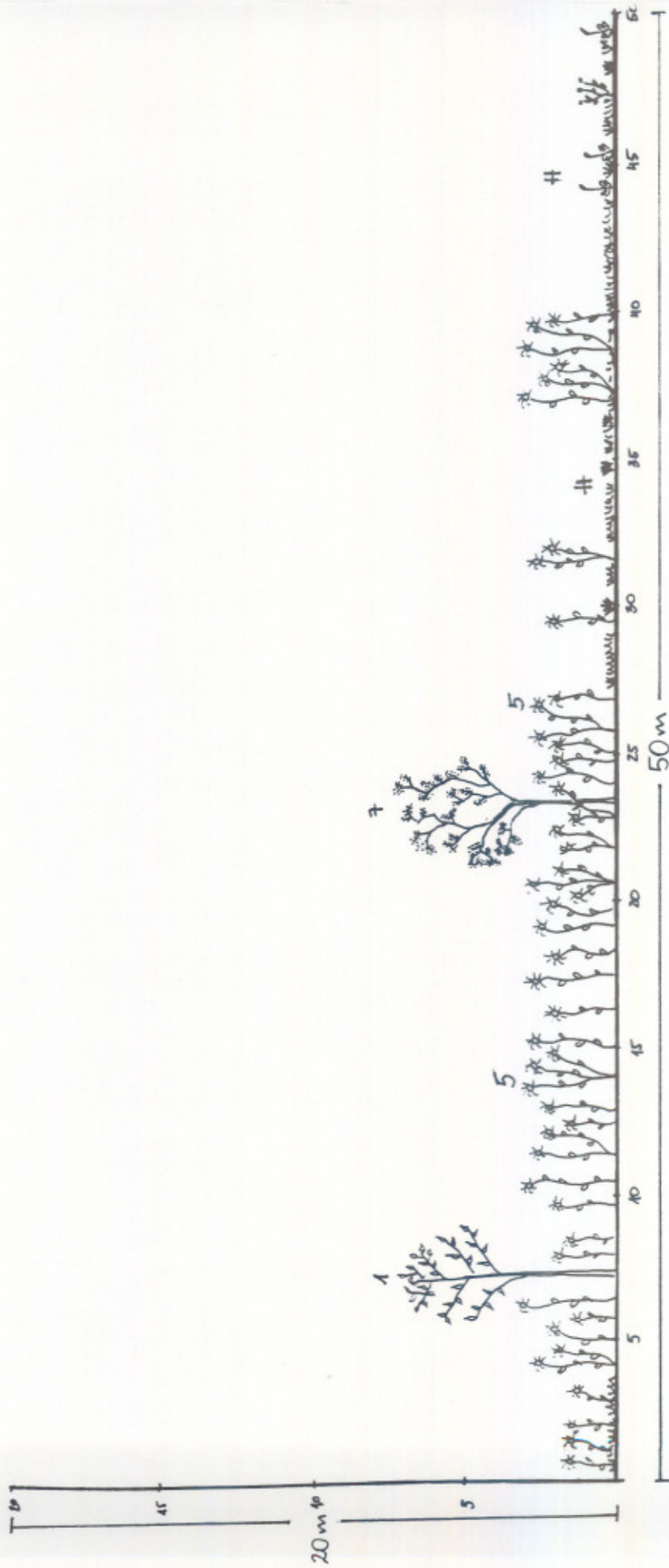
Perfiles de Vegetación, Parcela 2

4. *Persea americana*  
 5. *Tithonia longiradiata*  
 7. *Diplaza* sp.  
 22. *Trema micrantha*  
 42. *Erythrina* sp.  
 H. Herbaceas:
- Asteraceae
  - Graminae





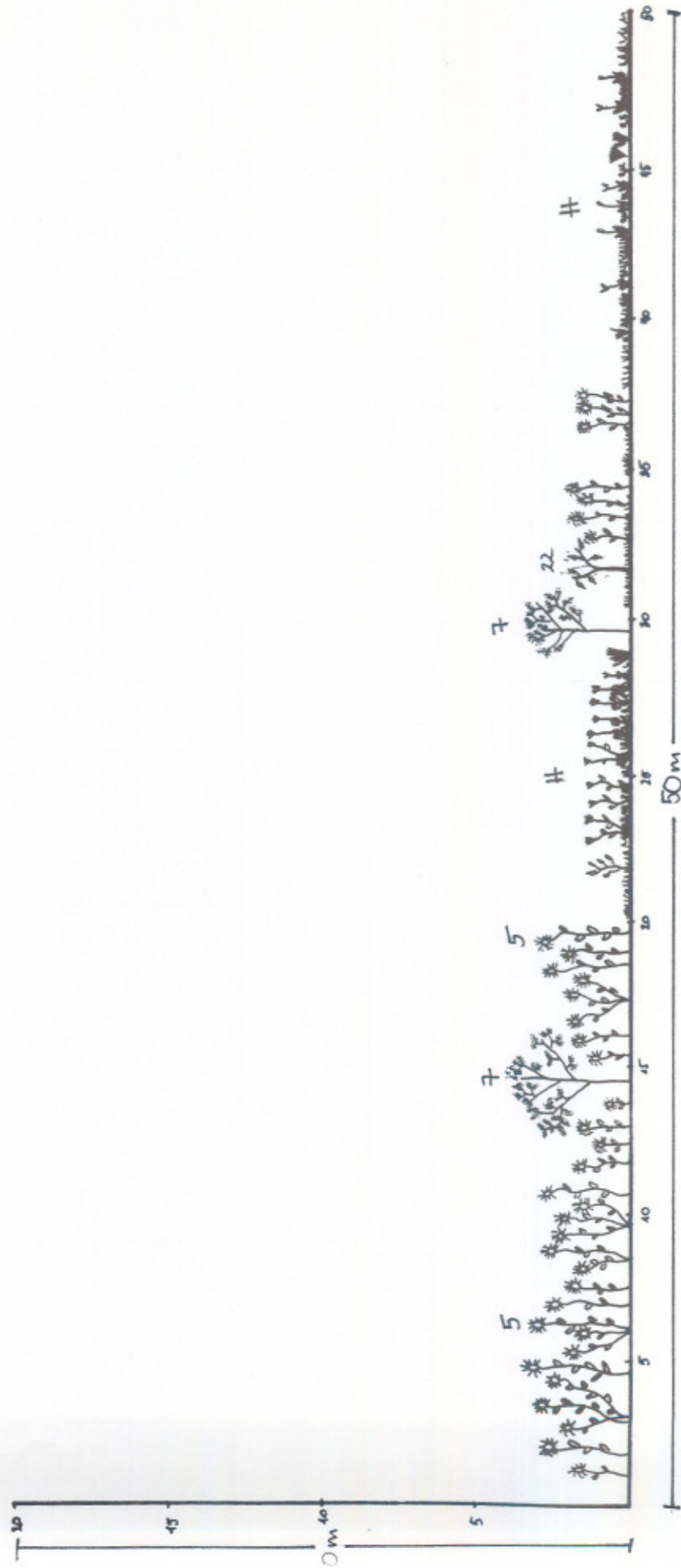
1. *Alnus* sp.
  5. *Tilhonita longiradiata*
  7. *Diphysa* sp.
- II. Herbáceas:
- Asteraceae
  - Graminae
  - Onagraceae
  - Fabaceae







- 5. *Tithonia longiradiata*
- 7. *Diplyssa* sp.
- 22. *Trema micrantha*
- H. Herbaceas:
- Asteraceae
- Graminae
- Onagraceae
- Fabaceae



## ANEXO 4

Especies de semillas colectadas en el Bosque Secundario de  
Santa María de Jesús, Quetzaltenango

Especie de Semilla	Parcela		Síndrome de Dispersión	Hábito
	1	2		
<i>Heliocarpus donnell-smithii</i>	X	X	An	A
<i>Alnus</i> sp.	X	X	Ba	A
<i>Perymenium</i> sp.	X	-	An	A
<i>Fraxinus cavekiana</i>	X	-	An	A
<i>Witheringia stramonifolius</i>	X	X	Bo	A
<i>Solanum</i> sp.	X	-	Bo	Ar
<i>Tithonia longiradiata</i>	X	X	Ba	Ar
<i>Senecio petasioides</i>	X	X	An	Ar
<i>Lippia myriocephala</i>	X	X	An	A
<i>Pinus</i> sp.	X	-	An	A
1	X	-	Bo	Ar
2	X	X	An	H
3	X	X	An	En
4	X	X	Ba	?
5	X	X	BoE	H
6	X	X	Ba	H
7	X	-	Ba	?
8	X	-	Ba	?
9	X	X	BoE	H
10	X	X	?	?
11	X	X	An	En
12	X	X	Ba	H
13	X	X	An	Ep
14	-	X	An	A
15	X	-	Bo	Ar
16	X	X	An	H
17	X	-	Bo	Ar
18	X	X	Ba	H
19	X	-	Bo	Ar
20	X	-	Ba	?
21	X	-	?	?
22	-	X	?	?
23	X	-	Bo	Ar

### Síndromes de Dispersión:

An = Anemocoria  
Ba = Barocoria  
Bo = Endozoocoria  
BoE = Epizoocoria  
? = Otros modos de dispersión

### Hábito de Plantas:

A = Arbol  
Ar = Arbusto  
H = Herbácea  
En = Enredaderas  
Ep = Epífita

continuación Anexo 4....

Especie de Semilla	Parcela		Síndrome de Dispersión	Hábito
	1	2		
24	X	-	?	?
25	X	X	Ba	H
26	X	-	Ba	H
27	X	-	Ba	H
28	X	X	?	?
29	X	-	Ba	H
30	X	-	?	?
31	X	-	Ba	?
32	X	-	?	?
33	X	X	Ba	H
34	X	-	Ba	H
35	-	X	An	H
36	-	X	BoE	H
37	X	X	BoE	H
38	X	X	BoE	H
39	-	X	?	?
40	X	X	Ba	?
41	X	X	An	?
42	-	X	An	?
43	X	X	Ba	H
44	X	X	An	Ep
45	X	X	An	?
46	X	X	Ba	H
47	X	-	?	?
48	X	-	?	?
49	-	X	BoE	H
50	X	X	Ba	H
51	X	X	An	H
52	X	-	Bo	Ar
53	-	X	An	?
54	-	X	Bo	Ar
55	-	X	Ba	H
56	X	-	Ba	H
57	-	X	Ba	H
58	X	-	An	?

**Síndromes de Dispersión:**

An = Anemocoria  
 Ba = Barocoria  
 Bo = Endozocoria  
 BoE = Epizocoria  
 ? = Otros modos de dispersión

**Hábito de Plantas:**

A = Arbol  
 Ar = Arbusto  
 H = Herbácea  
 En = Enredaderas  
 Ep = Epífita

continuación Anexo 4 .....

continuación Anexo 4 .....

Especie de Semilla	Parcela		Síndrome de Dispersión	Hábito
	1	2		
59	X	-	An	H
60	X	X	An	?
61	X	X	BoE	H
62	X	-	Ba	H
63	-	X	Ba	H
64	X	X	An	H
65	X	-	Ba	?
66	-	X	An	H
67	-	X	BoE	H
68	-	X	Ba	H
69	-	X	BoE	H
70	-	X	?	?
71	-	X	?	?
72	X	X	An	A
73	X	-	Ba	H
74	X	-	Ba	H
75	X	X	Bo	Ar
76	X	X	Bo	A
77	X	-	Ba	H
78	X	X	Bo	A
79	-	X	Ba	H
Total = 89 especies de semilla	69	56		

**Síndromes de Dispersión:**

An = Anemocoría  
 Ba = Barocoría  
 Bo = Endozoocoría  
 BoE = Epizoocoría  
 ? = Otros modos de dispersión

**Hábito de Plantas:**

A = Arbol  
 Ar = Arbusto  
 H = Herbácea  
 En = Enredaderas  
 Ep = Epífita

## ANEXO 5.A

### Boleta de Campo para Elaboración de Perfiles de Vegetación

Fecha: \_\_\_\_\_

Parcela: \_\_\_\_\_

Transecto: \_\_\_\_\_

Especie	Ubicación en el Transecto (m)	Cobertura (m)	DAP (cm)	Altura (m)



## ANEXO 5.B

### Boleta de Recolección de Datos de Semillas

Parcela: \_\_\_\_\_

Fecha de Colecta: \_\_\_\_\_

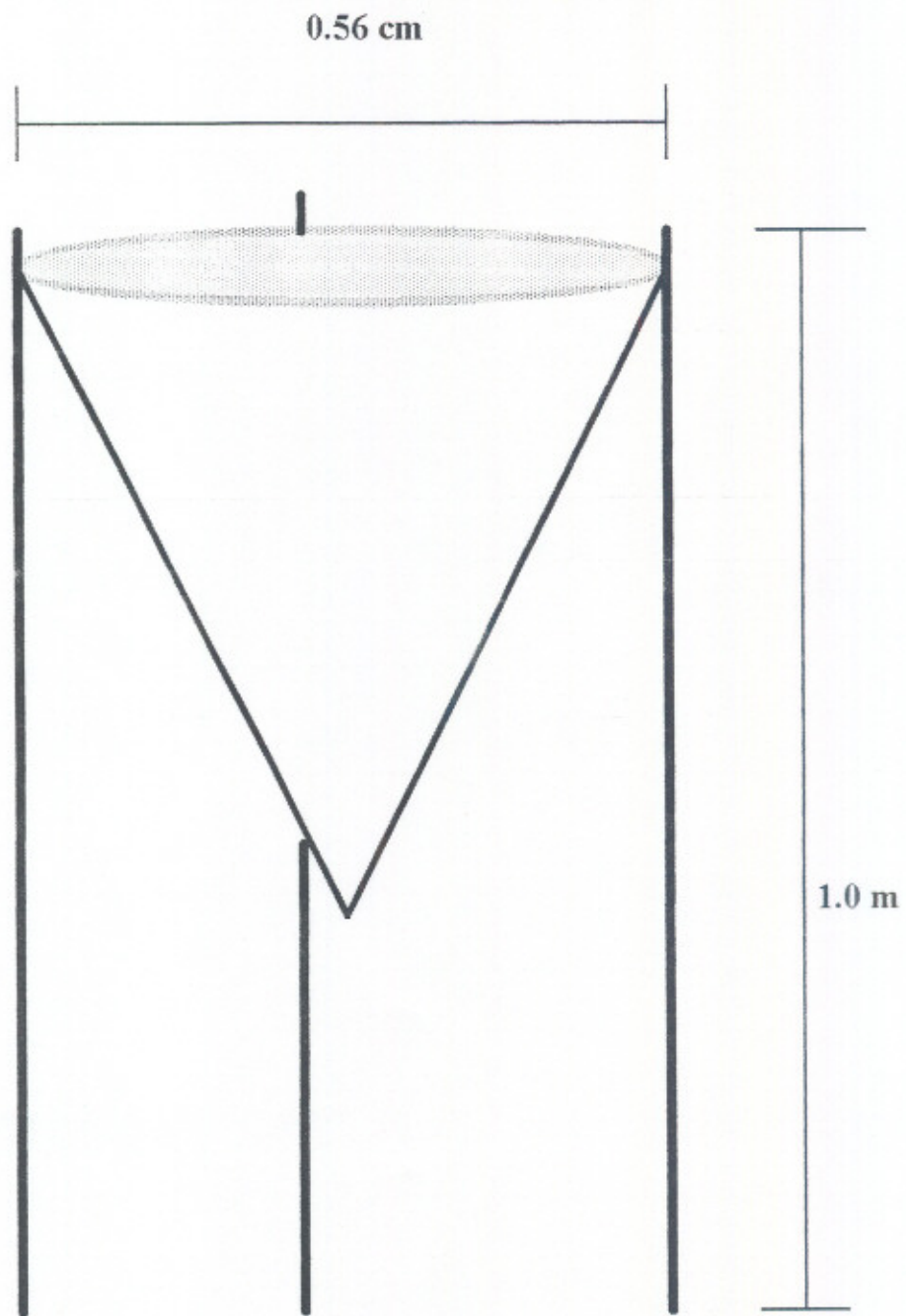
Colector: \_\_\_\_\_

Identificador de Semillas: \_\_\_\_\_

No. de Trampa	Especie de Semilla	No. de Semillas	Observaciones

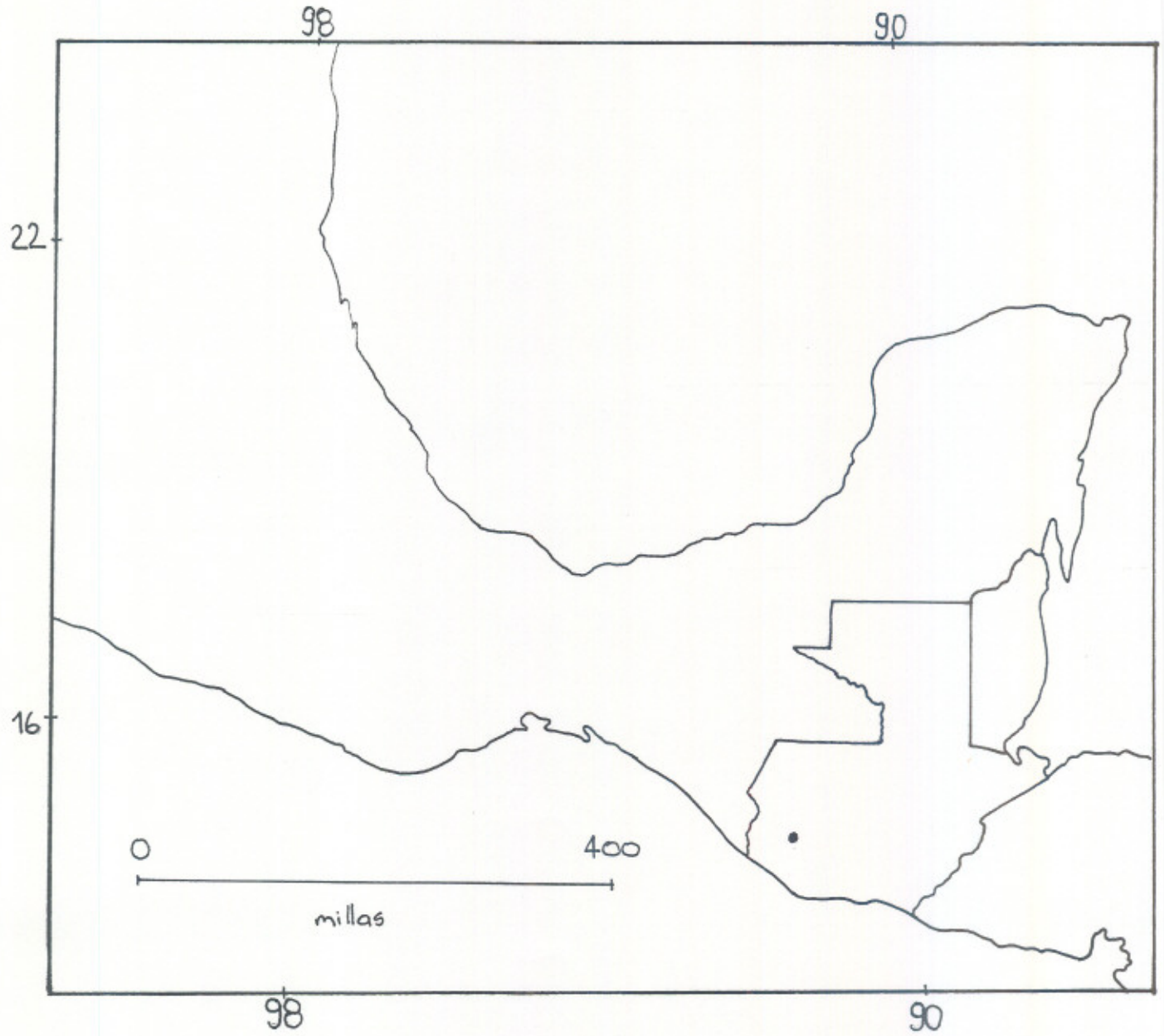
## ANEXO 6

Trampa colectora de semillas

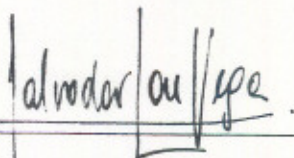


# ANEXO 7

Ubicación del Area de Estudio

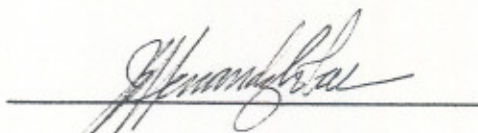






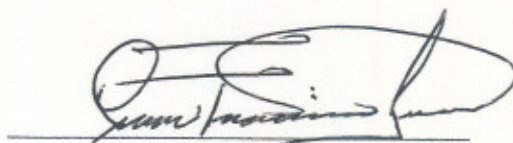
---

Salvador Lou Vega  
**AUTOR**



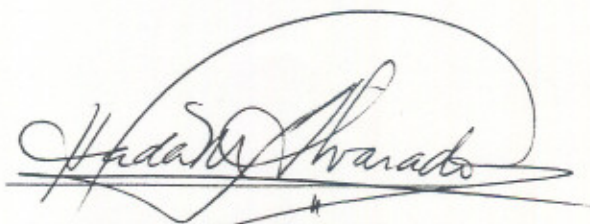
---

Dr. Juan Fernando Hernández  
**ASESOR**



---

M. Sc. Oscar Lara  
**DIRECTOR**



---

Lda. Hada Marieta Alvarado Beteta  
**DECANA**