



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**RELACIÓN DEL BANCO Y LLUVIA DE SEMILLAS  
CON LA ESTRUCTURA VEGETAL DEL BOSQUE DE  
*ABIES RELIGIOSA* DE LA CUENCA DEL RÍO  
MAGDALENA. D,F**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGA**

**P R E S E N T A:**

**CHRISTIANE PIZARRO HERNÁNDEZ**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DRA. SILVIA CASTILLO ARGÜERO  
2012**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Hoja de Datos del Jurado

### 1. Datos del alumno

Apellido paterno  
Apellido materno  
Nombre (s)  
Teléfono  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Carrera  
Número de cuenta

### 1. Datos del alumno

Pizarro  
Hernández  
Christiane  
55305853  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
304314759

### 2. Datos del tutor

Grado  
Nombre (s)  
Apellido paterno  
Apellido materno

### 2. Datos del tutor

Dra.  
Silvia  
Castillo  
Argüero

### 3. Datos del sinodal 1

Grado  
Nombre (s)  
Apellido paterno  
Apellido materno

### 3. Datos del sinodal 1

Dra.  
Margarita  
Collazo  
Ortega

### 4. Datos del sinodal 2

Grado  
Nombre (s)  
Apellido paterno  
Apellido materno

### 4. Datos del sinodal 2

Dra.  
María Cecilia del Carmen  
Nieto de Pascual  
Pola

### 5. Datos del sinodal 3

Grado  
Nombre (s)  
Apellido paterno  
Apellido materno

### 5. Datos del sinodal 3

Dr.  
José Alejandro  
Zavala  
Hurtado

### 6. Datos del sinodal 4

Grado  
Nombre (s)  
Apellido paterno  
Apellido materno

### 6. Datos del sinodal 4

Dra.  
Alma Delfina  
Orozco  
Segovia

### 7. Datos del trabajo escrito

Título

Número de páginas

Año

### 7. Datos del trabajo escrito

Relación del banco y lluvia de semillas con la estructura vegetal del bosque de *Abies religiosa* de la Cuenca del Río Magdalena. D,F

90 p

2012



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS  
Secretaría General  
División de Estudios Profesionales

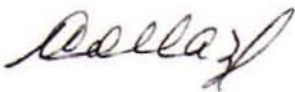

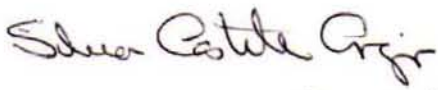
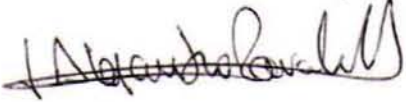

Votos Aprobatorios

**DR. ISIDRO ÁVILA MARTÍNEZ**  
Director General  
Dirección General de Administración Escolar  
**Presente**

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

**Relación del banco y lluvia de semillas con la estructura vegetal del Bosque de *Abies religiosa* de la Cuenca del Río Magdalena. D. F.**

realizado por **Pizarro Hernández Christiane** con número de cuenta **3-0431475-9** quien ha decidido titularse mediante la opción de **tesis** en la licenciatura en **Biología**. Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Propietario	Dra. Margarita Collazo Ortega	
Propietario	Dra. María Cecilia del Carmen Nieto de Pascual Pola	
Propietario Tutora	Dra. Silvia Castillo Argüero	
Suplente	Dr. José Alejandro Zavala Hurtado	
Suplente	Dra. Alma Delfina Orozco Segovia	

Atentamente,  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
Ciudad Universitaria, D. F., a 13 de enero de 2012  
EL JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ

iii

Señor sinodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya todas las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.  
MAG/CZS/cigs

**J'en ai marre de vos bonnes manières, c'est trop pour moi. Moi je mange avec les mains et je suis comme ça. Je parle fort et je suis franche, excusez moi.**

**2010, ZAZ**

**Life consists of two parts: memories of the past and wishes for the future.**

**2004, Schiller**

**Duda siempre de ti mismo, hasta que los datos no dejen lugar a dudas.**

**Louis Pasteur**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Al proyecto PAPIIT-IN202210 “Determinación del grado de conservación del Bosque Templado de la Cuenca del Río Magdalena, D.F.” por la beca otorgada, la cual permitió la realización de esta tesis.**

**A los integrantes del jurado:**

**Dra. Silvia Castillo Argüero**

**Dra. Margarita Collazo Ortega**

**Dra. Ma. Cecilia del Carmen Nieto de Pascual Pola**

**Dra. Alma Delfina Orozco Segovia**

**Dr. José Alejandro Zavala Hurtado**

**Por sus aportaciones que indudablemente enriquecieron este trabajo.**

## **Agradecimientos personales**

- Un profundo agradecimiento a la Dra. Silvia Castillo Argüero por hacerme parte de la vegetación dentro de su proyecto, dirigir mi tesis, por su apoyo en lo académico como en lo personal, por sus certeros consejos y comentarios. Por los deliciosos postres. Realmente una persona increíble.

- A la M. en C. Yuriana Martínez Orea por su disponibilidad para atender mis dudas, por el apoyo siempre incondicional en el trabajo de campo y de gabinete, por sus ideas que ayudaron a mejorar este trabajo. Por ser tan linda conmigo, escucharme y darme un bonito consejo siempre con sonrisa incluida.

- A la M. en C. Gabriela Santibáñez Andrade por su apoyo para la realización de los mapas.

- A la Dra. Guadalupe Barajas Guzmán por su asistencia en el trabajo estadístico.

- Al Biól. Marco Antonio Romero Romero por su apoyo técnico para el desarrollo de la base de datos y la edición de la tesis.

- Al Dr. José Luis Villalobos Hiriart y al Dr. Fernando Álvarez Noguera por su completa disponibilidad para resolver mis dudas durante mi estancia estudiantil en la Colección Nacional de Crustáceos del IB.

- A los profesores de la Facultad de Ciencias, gracias por su dedicación. Así mismo a los profesores de francés del CELE, en especial al Prof. Eduardo Jiménez Díaz por impulsarme a dar mi gran salto.

- Al grupo de Dinámica de Comunidades y Ecología del Suelo: Ileana, Gaby, Lety, Tonathiu, Ariel, Ceci, Esthela, Andrea, Néstor, Carla, Juan Carlos, Nacho, Mónica, Nelly, Oswaldo, Diego y Ernesto. Gracias de hacer mi estancia en el laboratorio (y fuera de él) más amena, por hacer de aquellas puntuales comidas todo un ritual con todo y postre, por compartir ese aferrado amor a la bici. ¡Son mi segunda familia!

- A mis amigos:

Amanda, Erika, David, Giovanni, Cris “Tavo”, “Perico”, Liz, Xochitl “Xuchi”, Leo, Sha y Vyryz por escuchar mis múltiples quejas, por el intercambio de consejos, ánimos, por las fiestas; por los buenísimos momentos en la fac y fuera de ella. A los demás estudiantes aquí omitidos con los que seguro compartí más que una clase.

- A la Dra. Mireya Sánchez y familia, por todo el apoyo y los momentos especiales.

- A toda mi familia, mis abuelitos (Bety y Rosa), mis tíos y tías que de alguna manera siempre me han apoyado incondicionalmente.

- A mis hermanas Eben y Sarón, por crecer junto a ustedes y por esos momentos especiales en casa. Están muy locas pero quiero seguir “ranciando” con ustedes hasta viejitas.

- A Luna, mi adorada sabueso (á quien no le interesa leer esto) por estar conmigo en mis desvelos durante la licenciatura, por hacerme compañía incondicional y regalarme un ladrido de bienvenida cada noche.

- Agradezco infinitamente a la Universidad Nacional Autónoma de México, por haberme formado en sus aulas, aprender en las prácticas de campo, instruirme de la vida en sus pasillos, por formarme como profesional y como persona.

Por siempre mi corazón será azul y mi piel dorada.

Sobre todo....



## ESPECIALMENTE A MI MADRE

Mami gracias por todo tu apoyo a lo largo de mi vida ,gracias por enfrentarte sola ante todas las adversidades para darnos lo mejor, por darnos el ejemplo para ser fuertes, constantes y no dejarnos vencer. También quiero agradecerte por tantas enseñanzas, desde las chuscas hasta las más sensatas; todas y cada una de ellas las tengo muy presentes y serán mi guía en este camino que aún me falta por recorrer.

Gracias por estar conmigo en los momentos difíciles de mi vida, por escucharme, regañarme y darme tus consejos siempre acertados; así como en los momentos felices en familia con las niñas, los cuales sabes son muchos.

Gracias por soportar a Luna y todas sus travesuras contra tus sillones y tu comida.

Hay tantas cosas que me encantaría expresar, pero estoy segura que todo el papel del mundo no me es suficiente para decirte lo mucho que TE AMO. Simplemente sin ti yo no estaría aquí ni tendría lo que tengo.

Recuerdo muy bien tu dicho:- Tiempo de calidad y no de cantidad.-

**¡Gracias mami!**



## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>3</b>
<b>Banco de semillas</b>	<b>5</b>
<b>Lluvia de semillas</b>	<b>8</b>
<b>Estructura de la comunidad vegetal</b>	<b>10</b>
<b>Bosque de <i>Abies religiosa</i> (Kunth) Schltld. &amp; Cham.</b>	<b>12</b>
<b>ANTECEDENTES</b>	<b>14</b>
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	<b>17</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>18</b>
<b>HIPÓTESIS</b>	<b>18</b>
<b>MÉTODOS</b>	<b>19</b>
<b>ÁREA DE ESTUDIO</b>	
<b>Relieve</b>	<b>20</b>
<b>Geología y suelos</b>	<b>21</b>
<b>Clima</b>	<b>21</b>
<b>Hidrología</b>	<b>22</b>
<b>Vegetación</b>	<b>22</b>
<b>Bosque de <i>Abies religiosa</i> en la Cuenca del Río Magdalena</b>	<b>23</b>
<b>TRABAJO DE CAMPO</b>	<b>25</b>
<b>ANÁLISIS DE DATOS</b>	<b>29</b>

<b>RESULTADOS</b>	
<b>Riqueza y composición florística de los tres componentes de la     dinámica vegetal</b>	<b>36</b>
<b>Composición del estrato herbáceo</b>	<b>39</b>
<b>Composición del banco de semillas</b>	<b>42</b>
<b>Composición de la lluvia de semillas</b>	<b>46</b>
<b>Integración de los tres componentes</b>	<b>49</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	<b>55</b>
<b>Relación banco y lluvia de semillas con el estrato herbáceo</b>	
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>63</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>63</b>
<b>APÉNDICE</b>	<b>73</b>

## RESUMEN

En México los bosques templados están ampliamente distribuidos, y presentan un gran número de especies, de endemismos así como la prestación de diferentes servicios ecosistémicos. La importancia de este ecosistema no sólo recae en el aspecto biológico, sino que también constituye la base para la industria forestal. A pesar de ello, ha sido impactado fuertemente por actividades como la agricultura, la ganadería y la tala inmoderada; lo que ha provocado una constante deforestación y con ello la alteración en los procesos ecológicos. Por lo que, es imprescindible conocer la dinámica de las comunidades vegetales a fin de proponer medidas de conservación y restauración que coadyuven a su recuperación. La regeneración de un sistema forestal está conformado por componentes como: lluvia (LLS) y banco de semillas (BS), los cuales determinan la estructura y composición de la vegetación (V) de los bosques. Conocer estos atributos de las comunidades vegetales, así como la relación que existe entre estos, hace posible manejarlos como indicadores del estado de conservación, pues son útiles en la planeación de proyectos de monitoreo ambiental.

Esta tesis integra componentes de la dinámica de la vegetación en una unidad de paisaje del bosque de *Abies religiosa* de la Cuenca del Río Magdalena (CRM) en el Distrito Federal. Donde se reporta un total de 23 morfoespecies y 110 especies, pertenecientes a 31 familias y 68 géneros, lo que representa 82.7% de las 162 especies identificadas para este tipo de vegetación; a nivel de cuenca esto corresponde a 25.5% de las 525 registradas.

El banco, la lluvia y la vegetación conformaron diferentes formas de crecimiento, donde las herbáceas erectas fueron las más abundantes. Respecto a su origen, la composición florística cuenta con 7% de especies introducidas, y el 93% pertenece a especies nativas para México. La similitud entre los componentes BS y V fue del 25%, entre LLS-V del 16%, y entre BS-LLS fue del 23%. La diversidad fue mayor para la LLS ( $H' = 1.43$ ), seguido de BS ( $H' = 1.37$ ) y V ( $H' = 1.12$ ); existe una baja relación entre BS-V y LL-V, la cual no refleja la

composición de la vegetación herbácea en pie. Esta última en su totalidad cuenta con especies nativas; a pesar de la presencia de 2 especies introducidas y de elementos indicadores de disturbio. En banco y lluvia de semillas se registró un mayor número de especies nativas, así como un alto número de especies indicadoras de disturbio como malezas e introducidas

Se concluye que los tres eventos conservan su composición florística en buen estado, a pesar de la presencia de especies introducidas, puesto que no igualan en número y abundancia a las nativas. Las herbáceas indicadoras de disturbio y malezas sugieren que el bosque a sido perturbado por actividades agrícolas, ganaderas o forestales.

## INTRODUCCIÓN

En México los bosques templados han sido objeto de varios estudios ecológicos debido a su alta diversidad biológica, número elevado de endemismos, prestación de servicios ecosistémicos y al beneficio económico para la industria. En la Cuenca de México, las áreas boscosas remanentes del Distrito Federal son de vital importancia ya que funcionan como captoras de CO<sub>2</sub>, filtradoras de agua, proveedoras de madera y alimento; del mismo modo retienen el suelo frente a la erosión y proporcionan un área de esparcimiento que contribuye al embellecimiento del paisaje de la ciudad más poblada del país (Challenger, 2003).

La protección de estas zonas permite la conservación de su biodiversidad y contribuye al mejoramiento de la calidad ambiental, en especial del aire. Por estas razones resulta apremiante entender los procesos ecológicos, con el fin de proporcionar medidas de conservación y/o restauración bajo sustento científico.

Es necesario definir que el término correcto para referirse del conjunto de frutos y semillas es propágulos, los cuales son indistintamente denominados diásporas o semillas (Roberts, 1981; Henderson *et al.*, 1988; Marañón, 2001; Mena, 2009).

En bosques como en cualquier otro ecosistema, la regeneración natural tiene una función fundamental en la conservación y su estudio es primordial para entender los procesos de sustitución de especies dentro de una comunidad vegetal; se sustenta en tres componentes: la entrada de propágulos a través de la lluvia de semillas, el almacenamiento de los mismos ya sea en un banco en el suelo o en la planta madre, y por último, el rebrote de estructuras subterráneas o perennes aéreas (Young *et al.*, 1987).

La estructura y la composición de la vegetación son resultado de estos eventos que ocurren a lo largo del proceso de regeneración, los cuales son de suma importancia en los estadios tempranos de las poblaciones de las especies que determinarán el potencial de recuperación del sistema (Martínez-Ramos, 1994; Runkle, 2000).

La lluvia de semillas es el movimiento que las diásporas llevan a cabo desde su desprendimiento de la planta madre hasta llegar al suelo. Una vez ahí pueden germinar y participar en la regeneración inmediata o pasar a formar parte del banco de semillas. Este último se define como el conjunto de semillas viables que se encuentran en o sobre el suelo, y que permanecen ahí durante un tiempo variable (Rodríguez-Santamaría *et al.*, 2006).

El banco y lluvia de semillas así como su consiguiente depredación, germinación, reclutamiento y establecimiento constituyen la mayor fuente de propágulos que representan el potencial de regeneración dentro de las comunidades vegetales. Ambos eventos presentan un comportamiento dinámico, ya que a una escala temporal y espacial, muestran una marcada heterogeneidad en cuanto a composición y abundancia (Dalling *et al.*, 1998). Y través de ellos es posible evaluar la afectación antropogénica a los bosques, ya que ambos procesos muestran una disminución en la disponibilidad de semillas, la cual es fundamental para el mantenimiento del ecosistema (Rodríguez-Santamaría *et al.*, 2006).

El conocimiento de la dinámica de regeneración para los bosques templados a una escala espacial y temporal es fundamental para su manejo, recuperación o conservación de áreas perturbadas. Bajo el contexto del actual proceso de pérdida de superficie y la gran diversidad biológica que albergan, estos estudios cobran mayor importancia (Kappelle, 1996).

## BANCO DE SEMILLAS

El banco de semillas (**BS**) se puede definir como el conjunto de semillas maduras viables en un momento y espacio determinado presentes en la planta (BS aéreo) así como las enterradas en el suelo principalmente en los primeros cinco centímetros superficiales mezcladas con la capa de hojarasca y humus (BS del suelo); que representa el potencial de regeneración de las comunidades vegetales.

El BS es una estrategia de reserva de las especies para persistir a través del tiempo (De Souza *et al.*, 2006), ya que constituye el potencial de propágulos para la regeneración vegetal dentro de un área. El BS se conforma por: 1) semillas de especies representadas en la vegetación en pie, 2) especies de etapas sucesionales anteriores y 3) especies que aunque nunca han estado en pie forman parte del potencial debido a su capacidad de dispersión (Granados, 2001; McNicoll, 2010). Por esta razón se dice que el BS refleja el “pasado” así como el “futuro” de una comunidad vegetal, ya que contiene especies que estuvieron en pie algún tiempo y contiene especies que podrían formar parte de la vegetación en pie. El BS funge como una “memoria evolutiva” ya que resguarda el acervo genético para cada especie y puede cumplir un papel fundamental en la recuperación de áreas que sufren algún tipo de disturbio (Fenner, 1985; Bakker *et al.*, 1996).

Se le considera un evento dinámico ya que en él interactúan diferentes procesos: la formación del BS con la entrada de semillas a través de la dispersión (lluvia de semillas) y finaliza con su salida del mismo a través de cinco destinos posibles: 1) Germinación, 2) Permanencia latente dentro del banco de semillas del suelo, 3) Muerte fisiológica en respuesta a elementos como temperatura y humedad, 4) Depredación por aves, roedores e insectos, 5) Muerte inducida por la acción de bacterias u hongos patógenos (Simpson *et al.*, 1989; Martínez-Orea, 2001). Los dos primeros se consideran más significativos y le confieren una dimensión espacial (Bedoya-Patiño *et al.*, 2010). El constante aporte de plántulas



a lo largo de varios años se debe a los diferentes periodos de latencia de la gran variedad de semillas que lo integran (Vázquez-Yanes et al., 1997; Marañón, 2001; Terradas, 2001).

Los procesos críticos para la determinación de la estructura final de la comunidad vegetal son la germinación y el posterior reclutamiento de plántulas emergentes del BS (Bedoya-Patiño *et al.*, 2010); de igual manera la mortalidad juega un rol importante, ya que el 95% de la mortalidad total ocurre en la fase de semilla (Granados y López, 2001).

La incorporación de semillas al BS dentro de un área determinada depende de una variedad de factores tales como altura, distancia, el aporte de la fuente parental, su capacidad de dispersión de las semillas, la acción de agentes dispersores que pueden ser físicos como el agua, el viento y el fuego, o a través de vectores animales. Este flujo de entrada-salida controla directamente la densidad de semillas así como la composición de especies, y los cambios en estos procesos son los que regulan la dinámica del banco (Harper, 1977).

La riqueza y composición del BS depende de la producción de semillas *in situ*, las estrategias para su dispersión, el tiempo de persistencia de las mismas en el suelo, su latencia, el efecto de los depredadores así como patrones de perturbación local (Ramírez y Gonzáles, 1992; Terradas, 2001).

Según Thompson *et al.* (1997) en función de la permanencia de las semillas en el suelo, antes de su germinación y establecimiento, existen tres tipos de bancos de semillas; dentro de los cuales es posible encontrar elementos de los diferentes tipos (Marañón, 2001).

*El banco transitorio* “transient seed bank” es el formado por semillas de “corta vida” o semillas sin dormancia, las cuales persisten en el suelo alrededor de un año o menos. *El banco persistente a corto plazo* “short term persistent” contiene semillas de vida relativamente corta, las cuales persisten en el suelo entre un año- cinco años, este BS supone un potencial de regeneración a corto plazo. Por último, las semillas que persisten en el suelo por lo menos cinco años

conforman el BS *persistente a largo plazo* “long term persistent”, esta es la reserva que contribuye a la recuperación de las comunidades vegetales después de una intensa perturbación como son cambios de uso de suelo o incendios; las especies de este tipo de banco permanecen en latencia hasta la aparición de condiciones favorables para la germinación (Marañón, 2001; De Souza *et al.*, 2006; McNicoll y Augspurger, 2010). Entre los atributos que caracterizan el BS están la densidad (número de semillas por metro cuadrado), la composición (a nivel taxonómico, longevidad, formas de vida) y la riqueza de especies. Sin embargo para comprender totalmente su dinámica es necesario tener datos de otros elementos como la tasa de depredación, de entrada y de mortalidad (Fenner, 1985).

La comprensión de la ecología del BS es clave para explicar la dinámica de las comunidades vegetales, ya que de él depende la reposición de individuos, es decir tiene un efecto sobre la composición de la vegetación así como en la permanencia de las poblaciones vegetales. Por otro lado proporciona información para conocer el estado de conservación del bosque con lo cual se pueden proponer medidas de restauración en diferentes ecosistemas, conocer el avance en el proceso sucesional así como para evidenciar la presencia de especies invasoras, las cuales interfieren con la vegetación nativa (Moles y Drake, 1999).

## LLUVIA DE SEMILLAS

La lluvia de semillas (**LLS**) es un proceso continuo mediante el cual las diásporas son dispersadas y en un momento dado se integran al suelo para enriquecer el BS (Fenner, 2000). Así mismo, representa el movimiento de genes dentro de una población y hacia nuevas poblaciones (Willson y Traveset, 2000).

La LLS al igual que el BS tienen como función ecológica formar parte de la renovación y persistencia de las especies dentro de la regeneración en una comunidad vegetal, ya que a través de la LLS el potencial florístico del BS se forma y enriquece (Ruiz-Reyes *et al.*, 2010). Así mismo, los propágulos que se dispersan tienen ciertas ventajas como: 1) aumentar las oportunidades para colonizar sitios con condiciones óptimas o con buena disponibilidad de recursos, 2) reducir la alta probabilidad de muerte por la acción de depredadores u hongos que las semillas pueden sufrir al estar cerca de la planta madre y 3) disminuir la posibilidad de competencia con la planta madre o hermanas (Fenner, 2000; Rodríguez-Santamaría *et al.*, 2006; Ruiz-Reyes *et al.*, 2010).

La dispersión de semillas o LLS está influenciada por la fenología reproductiva de las especies que determina la producción estacional de semillas, es decir la maduración de semillas y su dispersión está vinculada con la disponibilidad estacional de agentes dispersores así como de condiciones ambientales favorables (Rodríguez-Santamaría *et al.*, 2006).

La lluvia de semillas vincula el fin del ciclo reproductivo de las plantas adultas con el establecimiento de su descendencia, y con ello se generan efectos en la estructura vegetal (Du *et al.*, 2007). La dispersión, y las estrategias de cada especie para llevarla a cabo se han diversificado de tal manera que existen diferentes tipos en función a las estrategias morfológicas que implican el desarrollo de ciertas estructuras como alas, espinas, ganchos, sustancias resinosas o estructuras carnosas, así como el tamaño de la semilla (Alanís-Anaya, 2008; Martínez-Orea, 2011).

Las diásporas transportadas por el viento (anemocoria) poseen alas o plumas que favorecen su dispersión ya que estas incrementan su resistencia al aire, mientras que las diásporas transportadas por animales (zoocoria) presentan apéndices o coberturas que son consumidas por animales, mismos que más tarde expulsan las semillas a través de las heces. Otras diásporas transportadas por animales poseen ganchos o recubrimientos pegajosos que se adhieren a las plumas o pelaje del animal; también se considera al humano como agente dispersor por medio de actividades como la agricultura y el transporte (Bakker *et al.*, 1996; Fenner, 2000; Willson y Traveset, 2000).

La capacidad de dispersión de las semillas generalmente cae dentro de un radio de 40-50 m alrededor del individuo de origen; sin embargo existen diásporas capaces de dispersarse kilómetros a través del viento o en vectores animales (Fenner y Thompson, 2005). Derivado de esta diversidad morfológica se han definido diferentes síndromes de dispersión ligados a su agente dispersor, por ejemplo los frutos carnosos y/o semillas con ganchos o espinas serán dispersados a través de animales (zoocoria), las semillas de poco peso son dispersadas a través del viento (anemocoria) (Bakker *et al.*, 1996).

Una vez ocurrida la LLS, puede ocurrir su germinación al poco tiempo o participar en la formación del BS, donde las semillas se integran al suelo y entran en estado de latencia, en espera de condiciones adecuadas para la germinación.

En los últimos años, el estudio de la LLS ha cobrado importancia, ya que a través de su conocimiento es posible valorar las especies que pueden llegar a germinar y establecerse dentro de una comunidad vegetal, entender el proceso sucesional y con ello proponer estrategias de regeneración natural frente a un disturbio (Rodríguez-Santamaría *et al.*, 2006; Díaz, 2007).

En zonas perturbadas establecer el flujo de semillas ofrece información útil, ya que, por ejemplo, las especies nativas que están bien representadas en la LLS pueden seguramente dejarse al momento de permitir la revegetación y especies significativas que están poco representadas en la LLS podrían ser incluidas; en el

caso de que la fuente de semillas no esté disponible, la plantación puede ser una opción para ayudar a la revegetación (Roovers *et al.*, 2006).

## **ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD VEGETAL**

Una comunidad vegetal consiste en el conjunto de poblaciones de plantas de distintas especies que coexisten en un tiempo y espacio determinado (Crawley, 1996).

Dentro de la comunidad la estructura se refiere a la distribución y organización espacio-temporal de los elementos que conforman la comunidad vegetal principalmente por su forma biológica (Rzedowsky, 2006). Esta distribución está influenciada por la heterogeneidad ambiental, la cual involucra factores físico-biológicos y la distribución de recursos, así como por la interacción entre especies, incluso por actividades humanas como la deforestación y cambio de uso de suelo; que finalmente genera diferentes patrones de distribución florística (Zavala-Hurtado, 1986; Macedo, 2011).

En ecología vegetal, la estructura se divide en dos ejes para su estudio: uno vertical y otro horizontal. El primero alude a la disposición en estratos de los individuos de acuerdo a las formas de crecimiento y formas de vida en los diferentes niveles definidos por la altura. Mientras que la estructura horizontal se refiere a la distribución espacial de las especies dentro de la comunidad y determina la abundancia de los elementos de la vegetación (Mostacedo y Fredericksen, 2000; Velázquez, 2009).

La estructura y composición de la vegetación son el resultado de la interacción de procesos que ocurren durante el proceso de regeneración (Runkle, 2000). Dentro del estudio de la dinámica vegetal se analizan eventos de

reclutamiento diferencial de las especies en una comunidad a través del tiempo. Éste ocurre a través de diferentes estrategias como la incorporación de semillas y su almacenamiento en el suelo o en la planta madre, así como por la entrada de propágulos a través de la lluvia de semillas y finalmente el rebrote de estructuras perennes aéreas o subterráneas (Young *et al.*, 1987).

Por lo tanto, el estudio de elementos de la dinámica y regeneración de un sistema como es la composición del banco de semillas y su afinidad con la lluvia de semillas, así como la afinidad que existe entre ambos con la vegetación en pie, resulta trascendental para entender los cambios en la vegetación a través del tiempo. De igual forma permite seguir la regeneración del sistema, identificar la presencia de especies clave y/o indicadoras de algún proceso de deterioro, así como la entrada de especies exóticas (Wenny, 2001).

## **Bosque de *Abies religiosa* (Kunth) Schldl. & Cham.**

En México el bosque de *Abies religiosa* es denominado como bosque de oyamel. Su extensión dentro del país se calcula entre 40,000 a 50,000 ha, lo que en área corresponde a un 0.16% del territorio nacional, por ello es considerado como un relictos de bosque (Brower, 1999; Rzedowski, 2006; Lara *et al.*, 2009). La distribución del bosque de oyamel esta limitada a zonas de alta montaña, entre los 2400 y 3600 m de altitud; por lo general ocupa laderas con orientación norte-noroeste, que protegen al bosque de la insolación intensa y vientos fuertes; así mismo, la presencia de terrenos bastantes inclinados resultan óptimos para su desarrollo (Rzedowski, 1994; Santibáñez-Andrade, 2009).

Con base en la clasificación de Köeppen, modificada por García (2004) el tipo de clima correspondiente a este bosque es Cb'(w2)(w) ig, semifrío con verano fresco, la temperatura media anual oscila entre los 5 y 22° C. La precipitación anual es superior a los 1000 mm (Rzedowski, 1994; García, 2004).

Los suelos de este tipo de bosque son profundos, 70 % ricos en materia orgánica, bien drenados con humedad todo el año con un perfil ABC en los que predominan las coloraciones café oscuro o rojiza con texturas limo-arenosa o arcillo-arenosa y francas. Los valores de pH son ligeramente ácidos entre 5 y 7 (Ávila *et al.*, 1994; Santibáñez-Andrade, 2009).

Dentro de la comunidad vegetal, el estrato arbóreo alcanza alturas entre 20 y 40 m; por lo general, las copas tienen un contorno triangular. El estrato está dominado por *A. religiosa*, aunque coexiste con *Cupressus*, *Pinus*, *Pseudotsuga* y *Quercus*. El estrato arbóreo inferior el cual puede estar integrado principalmente por géneros como *Alnus*, *Buddleia*, *Garrya*, *Prunus*, *Quercus* y *Salix* (Rzedowski, 2006).

Mientras que el estrato herbáceo es escaso debido a la acción de la penumbra que genera el denso dosel de los árboles y está compuesto principalmente por especies de la familia Asteraceae, destacando los géneros *Archibaccharis*, *Eupatorium*, *Senecio* y *Stevia*; este estrato bajo condiciones de disturbio presenta una alta densidad y diversidad (Rzedowski, 1994).

La estructura, composición florística, diversidad y distribución de este tipo de bosque se han visto afectadas por el aprovechamiento forestal descontrolado, incendios forestales, ganadería extensiva y el crecimiento de las poblaciones humanas, los cuales pueden considerarse indicadores de presión en la pérdida de este tipo de vegetación (Cuevas-Guzmán *et al.*, 2011).



## ANTECEDENTES

Posiblemente Charles Darwin en 1859 publicó el primer estudio relacionado a observaciones de la reserva de las semillas presente en el suelo y su dispersión (Fenner, 1985; Bakker *et al.*, 1996), ya que en “*El origen de las especies*” describe:

.- “No creo que los botánicos estén consientes de lo cargado de semillas que esta el fango de los estanques... en febrero tomé tres cucharadas grandes de barro en tres puntos diferentes, uno debajo del agua, otro a la orilla de un estanque; este fango.... lo mantuve cubierto en mi estudio durante seis meses, arrancando y contando las plantas que crecían; las plantas eran de muchas clases y en total fueron 537 en número, ¡y sin embargo todo el lodo viscoso estaba contenido en una taza de desayuno!”-. (Darwin, 1859).

El estudio de la dinámica del BS-LLS y su importancia ecológica ha sido abordado por diversos autores; entre ellos destaca Harper (1977) con su obra “*Population biology of plants*”, con la cual impulsó el estudio de la demografía vegetal; Leck *et al.*, (1989) editaron el libro “*Ecology of soil seed banks*” el cual está dedicado a la ecología del banco de semillas; en la literatura actual la mayoría de los trabajos ofrecen una descripción temporal, en donde se detalla la composición, diversidad y densidad del BS o LLS.

En diversos estudios se ha analizado la relación entre BS y la vegetación en pie por numerosas razones, incluyendo los efectos de los disturbios, estado de la sucesión vegetal, así como la evaluación del potencial de restauración en diferentes ecosistemas (Hopfensperger, 2007).

Por ejemplo para la comparación del BS-LLS y vegetación se cita a Donald (1998), quien comparó estos tres elementos para predecir el papel de las especies invasoras en un bosque en Hawaii; Moles y Drake (1999) efectuaron el mismo análisis para pronosticar la dinámica vegetal en un bosque de pino en Nueva Zelanda.

Por otro lado, Laurent *et al.* (2001) observaron la composición del BS para definir su contribución potencial dentro de un bosque mixto en Francia, McNicoll y Augspurger (2010) efectuaron una comparación entre la vegetación en pie dentro de un pastizal y la composición del BS, donde encontraron una baja correspondencia entre ambos componentes; Wódkiewicz y Kwiatkowska-Falinska (2010) por el contrario reportaron una alta similitud entre BS y V, las dominancias son contrarias para ambos eventos en bosques no impactados en Polonia. En un bosque de pino-encino en Chiapas Ramírez-Marcial (1989) abordó en un contexto sucesional la relación del BS y LLS en la cual reconoció una pobre relación entre el BS y la vegetación.

En el tema de restauración, Bossuyt y Honnay (2008) analizaron la factibilidad de utilizar al BS como fuente potencial de material para procesos de restauración en diferentes comunidades vegetales. Por otro lado, Hopfensperger (2007) después de una amplia revisión bibliográfica referente a la relación BS y vegetación en pie, identificó tendencias y mecanismos que existen en diferentes ecosistemas. Concluye que para bosques templados, ambos elementos están poco relacionados.

Dentro de la CRM se han llevado a cabo varias tesis que se enfocan en la valoración de los servicios ambientales (Jujnovsky Orlandini, 2006) dada la importancia ecológica de esta zona para la Ciudad de México. Además se ha descrito la relación BS y LLS en los diferentes tipos de vegetación (Martínez-Orea, 2011), la relación hongos micorrizógenos con el bosque y su posible uso en restauración (Olivera Morales, 2009; Sandoval-Sánchez, 2010), así como la descripción de la flora medicinal (Hernández-Sánchez, 2009).

Específicamente para el bosque de *A. religiosa* se cuenta con el estudio de Santibáñez-Andrade (2009) quien determinó el grado de conservación del mismo con base en la caracterización de la composición y estructura arbórea del mismo, mientras que Zetina-Galván (2010) evaluó el crecimiento y supervivencia de *A. religiosa* en dos zonas con diferente grado de deterioro.

Como es claro, son pocos los trabajos efectuados para este bosque y es por ello que la integración de esta información conllevará a comprender mejor los procesos ecológicos involucrados en su conservación.

## JUSTIFICACIÓN

Dentro de los bosques templados, el banco y lluvia de semillas son dos elementos de la dinámica trascendentales para la regeneración de las comunidades vegetales, ya que contribuyen en el establecimiento de la estructura y composición florística de la comunidad, incluso después de un disturbio.

Por ello, es imprescindible caracterizar la composición y densidad de ambos elementos dentro de una unidad consignada como conservada para el estrato arbóreo del bosque de *A. religiosa* de la CRM, así como definir la estructura herbácea, con el fin de integrar y generar información acerca de la dinámica de la comunidad vegetal.




En este contexto, se busca ofrecer elementos que permitan identificar la dinámica del BS y LLS, así como en la comunidad vegetal herbácea; para definir un estado de conservación del sotobosque, partiendo de experiencias previas en el área ( Santibáñez-Andrade, 2009; Martínez-Orea, 2011). Cabe señalar que este trabajo es pionero en describir la relación de eventos de regeneración con la vegetación herbácea en pie, ya que hasta el momento, para esta zona se han enfocado los esfuerzos científicos por describir ambos elementos de forma aislada.

Este trabajo forma parte del proyecto “Determinación del grado de conservación del Bosque templado de la Cuenca del Río Magdalena”, D.F.”, en el cual se busca reunir la información ecológica para ofrecer una visión más amplia de la dinámica de los bosques de la CRM y con ello llegar a proponer medidas de restauración mas efectivas.

## OBJETIVO GENERAL

Relacionar la estructura herbácea con elementos de la dinámica de regeneración natural como el banco y la lluvia de semillas.

## OBJETIVOS PARTICULARES

-  Describir la composición de la estructura herbácea, el banco y lluvia de semillas de una unidad de paisaje del bosque de *Abies religiosa*.
-  Identificar los Valores de Importancia Relativa (VIR) más altos dentro de cada elemento.
-  Conocer la relación entre la estructura herbácea con el banco y lluvia de semillas.

## HIPÓTESIS

Dado que existe una alta heterogeneidad y estocasticidad en las fuentes de propágulos y en la estructura del sotobosque, se espera que haya diferencias significativas en la composición entre lluvia de semillas y vegetación, en comparación con el banco de semillas. El banco de semillas al ser un sistema sumamente estocástico tanto espacial como temporalmente, se espera que tenga una baja relación con la vegetación en pie.

Se espera encontrar un mayor número de especies nativas y pocas especies introducidas, ya que la unidad de paisaje a estudiar está reportada como conservada.

## MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDIO

La Cuenca del Río Magdalena (CRM) abarca parte de la Zona Protectora Forestal “Los Bosques de la Cañada de Contreras” decretada desde 1932 (SMA DF, 2009).

Comprende zonas de las delegaciones políticas Magdalena Contreras, Álvaro Obregón, Cuajimalpa y con un área aproximada de 3, 100 hectáreas dentro de un gradiente altitudinal que va desde los 2,480 a 3,860 msnm, colindante con el Estado de México (SMA DF, 2009) (Figura 1).

Conocida de manera popular como “Los Dinamos”, nombre que se le asigna por las antiguas plantas generadoras de electricidad presentes en el lugar a lo largo del cauce del río Magdalena, se localiza en la porción sureste de la Sierra de las Cruces en el Distrito Federal, dentro de la cuenca de México la cual forma parte del Eje Volcánico Transversal, dentro de las coordenadas geográficas  $19^{\circ} 13' 53''$  y  $19^{\circ} 18' 12''$  N y  $99^{\circ} 14' 50''$  y  $99^{\circ} 20' 30''$  O (Santibáñez-Andrade, 2009) .

La CRM limita al norte con la zona urbana de la delegación Magdalena Contreras, al este y sureste colinda con la parte boscosa del Ajusco, al oeste con parte del Desierto de los Leones ubicado en la delegación Álvaro Obregón, y en el límite suroeste con el Estado de México (Álvarez-Roman, 2000).



## **Geología y suelos**

La CRM yace sobre material de origen ígneo extrusivo, resultado de la actividad volcánica del periodo Terciario y Cuaternario; solo en la parte noroeste presenta suelos de tipo aluvial. El sustrato rocoso está conformado por rocas como la andesita, dacitas, tobas andesíticas y brechas; donde predominan las dos primeras. Los suelos en su mayoría son de tipo andosol con los subtipos: húmico, ócrico y mólico; cuya distribución varía a través del gradiente altitudinal. Este suelo tiene su origen en cenizas volcánicas producto de reciente actividad; rico en vidrios volcánicos y ácidos por lo general. Contiene una capa superficial oscura de textura esponjosa, que retiene altas cantidades de fósforo, lo que lo hace potencialmente útil para los recursos forestales, sin embargo susceptible a la erosión hídrica y eólica (Santibáñez-Andrade, 2009).

Otros tipos de suelos en el área son el litosol y feozem. El primero es conocido también como suelo de piedra y el segundo se caracteriza por el color oscuro en su horizonte superficial, debido al alto contenido de materia orgánica. En el bosque de *Abies religiosa* se reconocen suelos de tipo andosol húmico mezclado con litosol de textura media limosa (Álvarez-Román, 2000; Santibáñez-Andrade, 2009).

## **Clima**

En el área de estudio existen dos tipos de climas según Köeppen, modificados por García (2004), los cuales se establecen en función al intervalo altitudinal.

Desde la zona urbana hasta los 2800 m s.n.m. el clima es templado subhúmedo C (w<sup>2</sup>) (w) (b) i, que se caracteriza por ser el más húmedo de los subhúmedos, con lluvias en verano e invierno seco, la temperatura media anual varía entre 12 y 18 °C, con poca oscilación térmica. A partir de este límite altitudinal hasta los 3,600 m s.n.m. el clima es semifrío húmedo Cb' (w2) (w) ig, con una temperatura media anual entre 5 y 12° C y abundantes lluvias en verano; se le puede apreciar desde el tercer Dinamo hasta las zonas más altas de la



Cuenca, donde se localiza el bosque de *A. religiosa* (García, 2004; Santibáñez-Andrade, 2009)

### **Hidrología**

Dentro de la CRM el principal cuerpo de agua es el río Magdalena, que es de gran importancia ecológica ya que suministra el 2 % del recurso hídrico para la Ciudad de México (Almeida- Leñero *et al.*, 2007). Se ubica al oeste de la cuenca, su cauce tiene una longitud de 21. 6 km dirección noreste, de los cuales 11, 000 m corren por la zona del bosque de los Dinamos. Nace alrededor de los 3,650 m, alimentado por los escurrimientos de los cerros La Palma, San Miguel y La Coconetla, por el lado oeste por los cerros Tarumba, Piedras Encimadas y Las Palomas por el lado este. Manantiales y otros escurrimientos menores alimentan el cauce del río Magdalena como son los arroyos Los Pericos y Las Ventanas por el lado oeste, en la parte noroeste los arroyos Xocotitla, Ameyales y Agua de Gallinas; por el lado este, se localiza el río Eslava ( Álvarez-Román, 2000).

### **Vegetación**

En el lugar se distinguen tres comunidades vegetales distribuidas en un gradiente altitudinal relativamente bien definido: bosque de encino (*Quercus* sp.), bosque de oyamel (*Abies religiosa*), bosque de pino (*Pinus hartwegii*). También se reporta la presencia de matorrales y pastizales inducidos (Santibáñez-Andrade, 2009).

## **Bosque de *Abies religiosa* en la Cuenca del Río Magdalena**

El bosque de oyamel ocupa una extensión de 1,130 ha, que equivale al 37.8 % de la superficie total de bosques dentro de la cuenca, lo que lo hace el más extenso. Se distribuye en altitudes entre los 3,200 y 3,600 m. en terrenos cuya pendiente oscila entre un intervalo de 0°- 50 ° (SMA, 2008; Santibáñez-Andrade, 2009).

En este bosque el clima es tipo Cb' (w2) (w) ig, con una precipitación media anual entre los 1000-1500 mm, la temperatura media anual varía de 5 a 22°C con una oscilación térmica menor a 5° C. El suelo es de tipo litosol y andosol húmico, profundo, bien drenado, rico en materia orgánica, de textura franco-arenosa, con rocosidad promedio de 18%, húmedo la mayor parte del año; se encuentra cubierto casi en su totalidad por musgos, los líquenes prevalecen como organismos epifíticos, mientras que las trepadoras son escasas (Nieto de Pascual, 1995; Rzedowski, 2001; García, 2004; Santibáñez-Andrade, 2009).

Es un bosque perennifolio, denso y alto, ya que el dosel alcanza entre 20 y 40 m, donde la especie dominante y con frecuencia exclusiva del estrato arbóreo es *A. religiosa*, y en menor proporción se asocia con: *Alnus jorullensis* H.B.K., *Cupressus lusitanica* Mill., *Quercus laurina* Humb. & Bonpl., *Salix paradoxa* H.B.K., *Pseudotsuga macrolepis* Flous, *Garrya laurifolia* Benth., *Prunus serotina* Ehrh., *Pinus hartwegii* Lindl. y *P. montezumae* Lamb. (Santibáñez-Andrade, 2009).

El estrato arbustivo y herbáceo presenta una cobertura menor con una altura de 2 a 3 m, compuesto por especies como: *Symphoricarpos microphyllus* H.B.K., *Ageratina glabrata* (H.B.K) King & Rob., *Senecio angulifolius* DC., *S. platanifolius* Benth., *S. barba-johannis* DC., *S. sanguisorbae* DC., *Brachypodium mexicanum* (Roem. & Schult) Link, *Sigesbeckia jorullensis* Kunth, *Alchemilla procumbens* Rose, *Salvia elegans* Vahl, de las cuales la especie dominante es *Acaena elongata* L., que funge como indicadora de perturbación (Ávila-Akerberg *et al.*, 2008). Es importante mencionar que la densidad de la cubierta arbustiva-

herbácea es escasa en condiciones naturales, pero aumenta considerablemente bajo condiciones de disturbio (Rzedowski, 2001).

En este bosque se generan diferentes servicios ecosistémicos valiosos para la calidad de vida de la Ciudad de México. *De provisión*, principalmente captación de agua, ya que es la zona que presenta mayor escorrentía y se produce el 52 % del agua de la cuenca, así también la recolección de hongos y la extracción de madera. *De regulación*, son las 56.91 toneladas por hectárea de carbono almacenado y la retención de suelo frente a la erosión. El servicio *de recreación* se aprecia a través de la belleza escénica que ofrece el bosque a los visitantes sobre todo los fines de semana y que ayuda a mejorar la imagen urbana (Almeida y García, 2010).

## TRABAJO DE CAMPO

En 2009 Santibáñez-Andrade definió a partir de fotointerpretación, 11 unidades del paisaje para el bosque de *A. religiosa* de la CRM. En él, a partir de parámetros del estrato arbóreo, identificó a la unidad 11 como una de las zonas conservadas; esta misma fue seleccionada ya que en ella se encontraba la parcela para el estudio de B y LL de semillas definida por Martínez-Orea (2011).

### Muestreo de la vegetación

Dentro de la unidad ambiental 11 del bosque de *A. religiosa* definida por Santibáñez-Andrade (2009), se establecieron al azar siete parcelas de 25 x 25 m (625 m<sup>2</sup>). Se trabajó con base en el método del cuadrado, el cual permite establecer con precisión la densidad, cobertura y frecuencia de las especies dentro de la comunidad, y a través de estos datos es posible definir la importancia relativa de cada especie (Franco López *et al.*, 1985). Cada una de ellas se subdividió en cinco subcuadros interiores de 3 x 3 m (9 m<sup>2</sup>), de los cuales, cuatro se ubicaron en las esquinas y el quinto en el centro de la parcela como se muestra en la Figura 2.

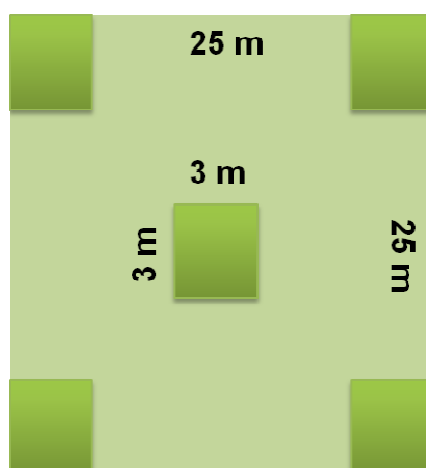


Figura 2. Diseño de muestreo del estrato herbáceo dentro de la parcela.

La estrato herbáceo se definió por aquellos individuos que tuvieran una altura menor a 1 m, para cada individuo que lo conforma dentro del bosque de *A. religiosa* se registraron los siguientes parámetros:

Altura: Se tomó desde el suelo hasta la parte superior de la planta con ayuda de un flexómetro y/o vernier.

Diámetro: Se registró el diámetro (D1) y su proyección perpendicular (D2) con ayuda de un flexómetro y/o vernier. Con estos datos se calculó posteriormente la cobertura por individuo y por especie.

Especie: En campo se recolectaron y etiquetaron todas las especies de cada uno de los cuadros que se muestrearon para su posterior determinación en el herbario de la Facultad de Ciencias (FACME), Universidad Nacional Autónoma de México. Una vez determinadas las especies, se incorporaron a un microherbario.

### **Lluvia semillas**

Con el objetivo de relacionar la estructura herbácea con la lluvia de semillas, se utilizaron los datos obtenidos por Martínez-Orea (2011), quien para su trabajo de campo definió una parcela de 100 x 100 metros en el bosque de *A. religiosa* en la unidad 11, dentro de la cual colocó a nivel del suelo y de forma azarosa 30 trampas colectoras de propágulos, cada una de 50 cm de diámetro, construidas a base de lámina galvanizada y tergalina con apertura de malla de 2 mm.

A lo largo de dos años (2007-2009), de forma bimestral se colectó el material depositado en las trampas; frutos y semillas fueron separados, contados e identificados con la ayuda de microscopio estereoscópico marca Olympus modelo S2-ST con intervalo de aumentos desde 1.8 X a 11 X y con el apoyo de manuales de flora y claves de identificación taxonómica para plantas vasculares del Valle de México (Rzedowski y Rzedowski, 2001) y con la comparación con los ejemplares de herbario identificados.

### **Banco de semillas**

Con el objetivo de relacionar la estructura herbácea con el banco de semillas, se utilizaron los datos de BS de Martínez-Orea (2011), dentro de la parcela con ayuda de un nucleador de metal de 10 cm de diámetro, se colectó al azar 30 muestras de aproximadamente 300 g de los primeros ocho cm de profundidad de suelo. Estas colectas se realizaron en temporada de secas (febrero del 2008) y al final de la temporada de lluvias (octubre del 2008).

El suelo colectado se limpió lo mejor posible para eliminar rocas, bulbos y demás estructuras perennes. Cada muestra limpia se colocó en charolas de 20 X 15 cm, con 8 cm de profundidad. Estas muestras se conservaron en el invernadero de la Facultad de Ciencias, UNAM, con riego a saturación (250 ml) cada tercer día. Durante 180 días de cosecha se registró quincenalmente la emergencia de plántulas hasta que no se observó germinación de más semillas. Posteriormente las plántulas fueron trasplantadas a macetas de plástico con tierra de hoja, para permitir el crecimiento y futura floración, a fin de facilitar la identificación con el apoyo de guías taxonómicas, así como con la comparación con los ejemplares de herbario.

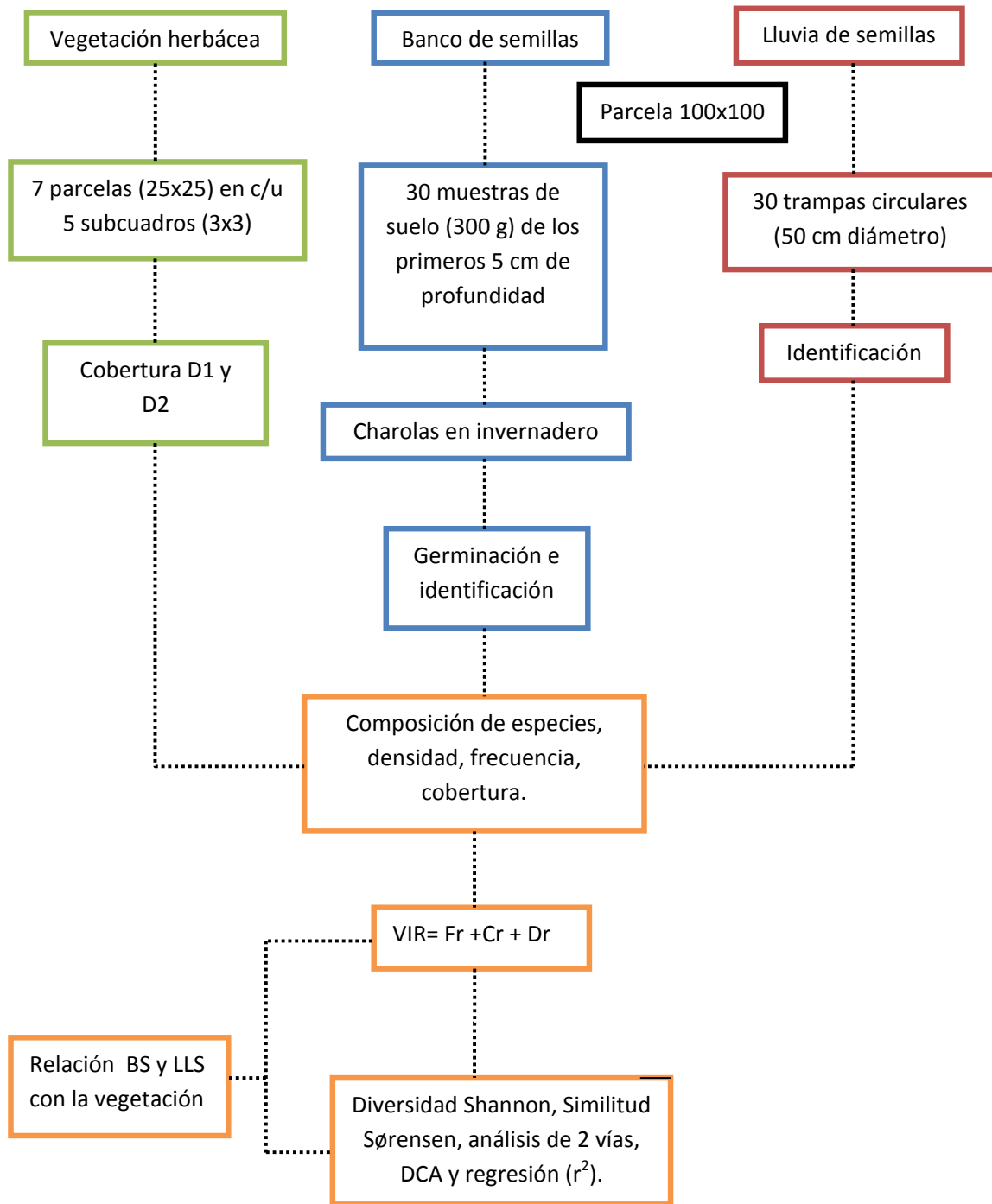


Figura 3. Mapa conceptual del método de trabajo.

## ANÁLISIS DE DATOS

### Parámetros de la vegetación

Con los datos obtenidos en campo se calcularon las siguientes variables:

### Cobertura

La cobertura de una especie presente en la vegetación en pie es igual a la proporción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de cada individuo de la especie considerada.

La cobertura por organismos se obtiene en m<sup>2</sup> a través de la fórmula:

$$C = \pi (1/4 (D_1 + D_2))^2$$

Donde:

**C**= cobertura

**π**= 3.1416,

**D1**= diámetro 1

**D2**= diámetro 2

Son los diámetros mayor y menor perpendiculares entre si de la proyección de la cobertura herbácea

Una vez obtenidos estos valores, se realizó la suma total de este valor para todos los individuos de la misma especie, con ello se obtuvo el valor en m<sup>2</sup> de cobertura total por especie.



Para calcular la cobertura relativa se utilizó la fórmula:

$$Cr = \frac{Ci}{\sum Ct} \times 100$$

Donde:

**CR** = cobertura relativa

**Ci** = cobertura total de una especie (m<sup>2</sup>)

**∑C<sub>T</sub>** = suma de las coberturas totales (m<sup>2</sup>) de todas las especies

### **Frecuencia**

La frecuencia de un atributo es la probabilidad de encontrar uno o más individuos en una unidad muestral particular. Se expresa como el porcentaje del número de unidades muestrales en las que el atributo aparece. *Frecuencia relativa* es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.

$$Fr = (FreqS / Freq_{total}) \times 100$$

Donde:

**Fr** = frecuencia relativa

**FreqS** = número de cuadrantes (ocurrencias) donde aparece la especie

**Freq<sub>total</sub>** = total de todas las ocurrencias, todas las especies

### **Densidad**

Es el número de individuos de una especie presentes en un área determinada (Rocha *et al.*, 2011).

*Densidad relativa* se refiere al porcentaje de la suma de todas las “ocurrencias” de una especie en particular, respecto a la sumatoria de las

ocurrencias de todas las especies de la misma comunidad o parcela.

Se calculó de la siguiente manera:

$$Dr = (\text{DenS} / \text{Den}_{\text{total}}) \times 100$$

Donde:

**DR**= densidad relativa

**DenS** = número total de semillas o de individuos de una especie

**Den<sub>total</sub>**= total de semillas o individuos de todas las especies

Con los datos anteriores fue posible calcular el índice de Valor de Importancia Relativa para la vegetación herbácea, el BS y la LLS.

El Valor de Importancia Relativa (VIR) desarrollado por Curtis & McIntosh en 1951, es un índice estructural que permite jerarquizar y evaluar la importancia de cada especie dentro de la comunidad (Zarco-Espinosa *et al.*, 2010).

Se obtiene sumando los valores de la cobertura, la densidad y la frecuencia relativas y el valor máximo es 300, que indica la importancia estructural de una especie en particular respecto a la comunidad vegetal muestreada. Se utilizan valores relativos ya que el uso de valores absolutos puede enmascarar el valor de un atributo sobre otro (Matteucci, 1982; Rocha *et al.*, 2011).

La importancia relativa que se concede a cada parámetro varía de acuerdo a los criterios del estudio; por lo tanto, cualquiera de estos parámetros puede ser utilizado dependiendo de que parámetro sea más relevante según el estudio (Linares y Fandiño, 2009).

El VIR del estrato herbáceo se definió para cada una de las especies a través de la fórmula:

$$\text{VIR} = \text{Cobertura relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Densidad relativa}$$

Para el cálculo de VIR de la vegetación se consideró la Cr y Dr, para el BS y LLS se consideró la Fr y Dr.

**Coeficiente de Similitud de Sørensen** Con él se efectúan comparaciones partiendo de la base de la relación presencia-ausencia de especies entre dos componentes y ofrece una idea de la similitud florística entre V-BS, V-LLS y LLS-BS (Zarco-Espinosa *et al.*, 2010). Este coeficiente toma valores entre 0 cuando no se comparte ninguna especie, y 1 cuando la composición de especies es idéntica en los dos componentes.

$$Cs = 2j / (a+b)$$

Donde:

**j** = número de especies en común entre (V-BS), (V-LLS) y (BS-LLS)

**a** = número de especies en la vegetación en pie

**b** = número de especies comunes en BS o LLS.

**Índice de Shannon-Wiener** Con él se calcula el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo tomado al azar. Cuanto más grande es su valor, mayor es la diversidad en una comunidad. A través de este índice se calculó la diversidad entre V-BS, V-LLS y LL-S. Este índice considera dos componentes de la diversidad: número de especies y equitatividad o uniformidad de la distribución del número de individuos en cada especie; de acuerdo con esto, un mayor número de especies incrementa la diversidad (Franco López *et al.*, 1985).

Su fórmula es:

$$H' = \frac{n \log n - \sum f_i \log f_i}{n}$$

Donde:

$H'$  = índice de diversidad de Shannon-Wiener

$n$  = número total de individuos, semillas o plántulas de todas las especies

$f_i$  = número de individuos, semillas o plántulas de la especie  $i$ .

Posteriormente para identificar diferencias significativas se calcularon las varianzas de cada índice obtenido a través de la fórmula:

$$S^2 H' = \frac{\sum f_i \log^2 f_i - (\sum f_i \log f_i)^2}{n}$$

A continuación se calculó la diferencia entre varianzas con la fórmula:

$$S H'_1 - H'_2 = \sqrt{S^2 H'_1 + S^2 H'_2}$$

Los subíndices se refieren a vegetación (1) y LLS o BS (2) dependiendo el caso.

Los valores de  $H'$  obtenidos se compararon a través de una prueba de  $t$  de student para identificar si existían diferencias significativas entre los valores de índices de diversidad de los tres eventos (V, BS y LLS) sustituyendo los valores antes obtenidos en la fórmula:

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{S H'_1 - H'_2}$$

Finalmente, para comparar la  $t$  calculada con  $t$  de tablas, se calcularon los grados de libertad.

$$v = \frac{(S^2H'_{1} + S^2H'_{2})^2}{\frac{(S^2H'_{1})^2}{n_1} + \frac{(S^2H'_{2})^2}{n_2}}$$

Se consideró un  $\alpha = 0.05$  y cuando el valor de  $t$  calculada fue mayor a  $t$  de tablas se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ); por lo tanto, se asume que existen diferencias significativas entre los valores de diversidad calculados para los componentes analizados (Zar, 1974).

Asociado al índice de Shannon se calculó la equitatividad (**E**), la cual indica qué tan cerca está el valor obtenido del máximo que se puede obtener, si las abundancias de todas las especies fueran iguales (Carabias *et al.*, 2009). Se utiliza la siguiente fórmula:

$$E = H'/H'_{\max}$$

Donde:

$H'$  = valor de Shannon

$H'_{\max}$  =  $\log_n S$  (número total de especies)

Con base en los VIR de cada especie se generó una tabla ordenada para los tres eventos a través de métodos multivariados de clasificación con el programa PC-ORD versión 5.10 (McCune y Mefford, 2006). El objetivo fue agrupar especies de acuerdo a las relaciones que existen entre ellas y se generó un

dendrograma para mostrar grupos similares que se encuentran en un mismo grupo, lo que indica relaciones entre ellas.

La relación entre la composición entre BS-V y LLS-V fue examinada por medio de un Análisis de Correspondencia Sin tendencia (DCA, por sus siglas en inglés) método de Ward, con el programa PC-ORD versión 5.10, usando los VIR para cada evento; para evitar datos que distorsionaran el análisis, como especies poco frecuentes, se consideraron solo las especies con altos valores de abundancia y VIR; así mismo se realizó un análisis de regresión ( $r^2$ ) de Pearson en base a los VIR en BS-V y LLS-V, con el programa Table Curve 2D versión 3 (Jandel Scientific, 1991).

Las especies registradas para los tres componentes junto con su descriptor, origen, forma de vida, ciclo de vida, forma de crecimiento y estatus en México, se presentan en el apéndice al final de esta tesis.

## RESULTADOS

### Riqueza y composición florística de los tres componentes de la dinámica vegetal

Para los tres elementos estudiados (estrato herbáceo, banco y lluvia de semillas) de la unidad 11 del bosque de *A. religiosa* se reportaron 23 morfoespecies y 110 especies, pertenecientes a 31 familias y 68 géneros (Figura 4). Estos datos de riqueza representan 82.7 % de las 162 especies registradas para el bosque de *A. religiosa* de la CRM (Facultad de Ciencias, UNAM-SMA, GDF, 2008) A nivel de cuenca, estos registros constituyen el 25.5 % de las 525 reportadas para la CRM (Castillo-Argüero, 2011).

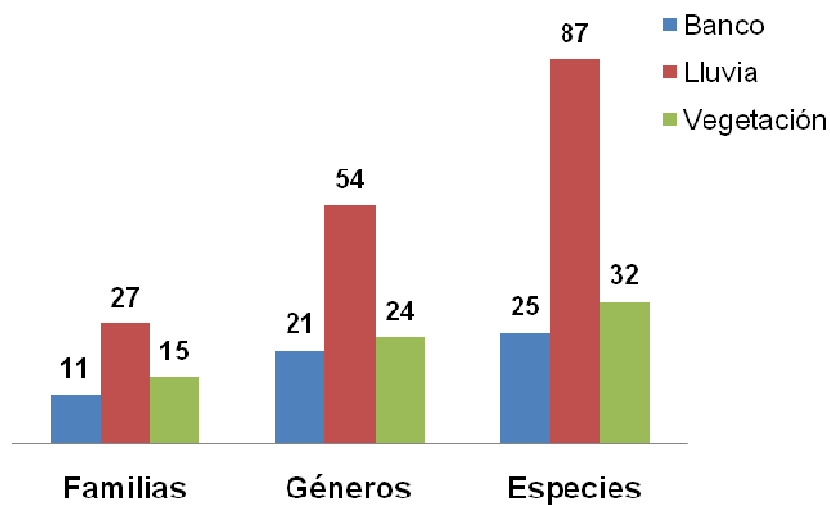
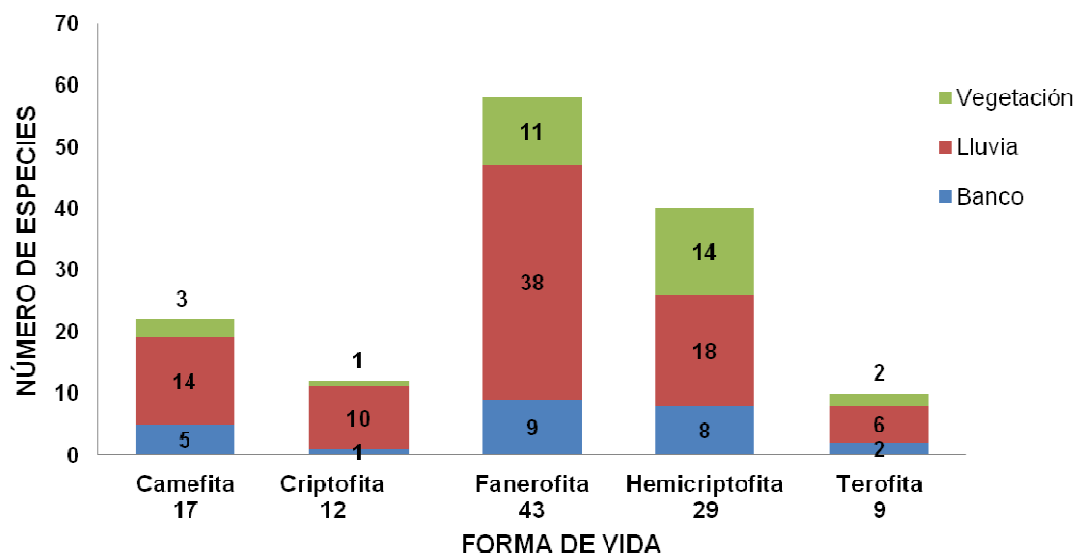


Figura 4. Número de familias, géneros y especies en la unidad 11 para los tres componentes estudiados (V, BS y LLS).

La familia Asteraceae fue la mejor representada con un total de 41 especies, distribuidas en 18 géneros, seguida de la familia Rosaceae con 10 especies y ocho géneros; las 27 familias restantes presentan intervalos de uno a tres géneros.

Dentro de los tres elementos las formas de vida predominantes fueron la fanerofita con 43 especies, seguida de la hemicriptofita con 29. Camefita, criptofita, y terofitas contribuyeron con 17, 12 y nueve especies respectivamente (Figura 5)



**Figura 5. Formas de vida presentes y número de especies correspondientes en los tres componentes estudiados (V, BS y LLS).**

Las formas de crecimiento dominante fueron las herbáceas erectas con 64 especies y los arbustos con 31 especies. Los árboles estuvieron representados por siete especies, las herbáceas rastreras por cuatro especies, por último se registraron dos especies trepadoras, una de hierba arrosada y subarborescente respectivamente (Figura 6).



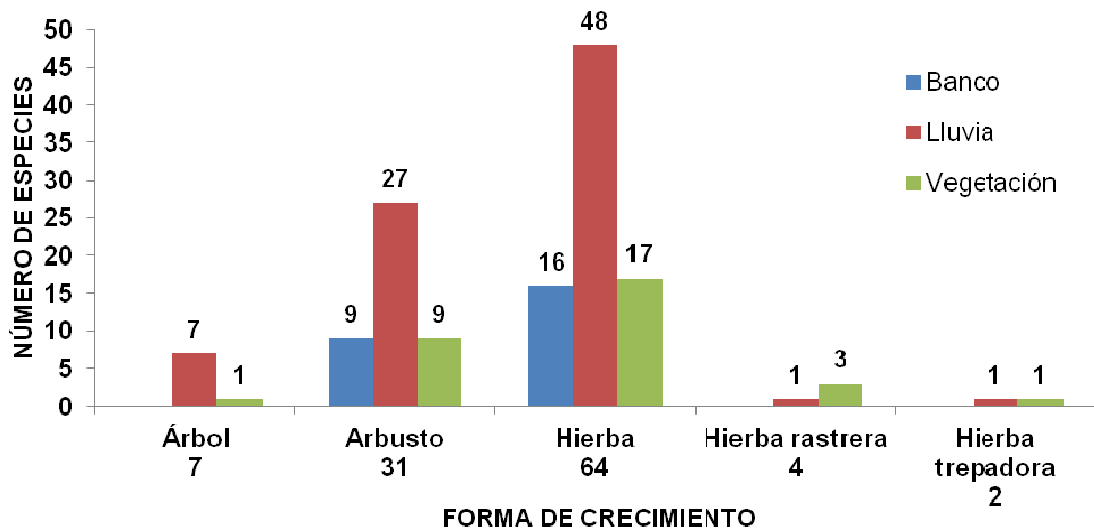


Figura 6. Formas de crecimiento y número de especies presentes en los tres componentes (V, BS y LLS).

Según los listados de Espinosa-García (2000), Villaseñor y Espinosa-García (2004) y CONABIO (2012) se encontraron 35 especies con este mismo comportamiento, de las cuales 27 son nativas y siete tienen un status de introducida en México (Apéndice 1).

Dentro de los tres eventos solo cuatro son las especies nativas compartidas: *Acaena elongata*, *Bromus dolichocarpus*, *Senecio angulifolius* y *Sigesbeckia jorullensis*, de las cuales la primera y última se comportan como malezas nativas.

## Composición del estrato herbáceo

El estrato herbáceo del bosque de *A. religiosa* de la unidad 11 está conformado por una morfoespecie y 31 especies pertenecientes a 15 familias y 25 géneros. La familia predominante fue Asteraceae con 11 especies, seguida de Poaceae con tres. Los géneros mejor representados fueron *Senecio*, *Salvia* y *Ageratina*.

La forma de vida dominante fue la hemicriptofita con 14 especies, seguida de la fanerofita con 11 especies. Camefita, criptofita y terofita con 3, 1 y 2, respectivamente (Figura 7).

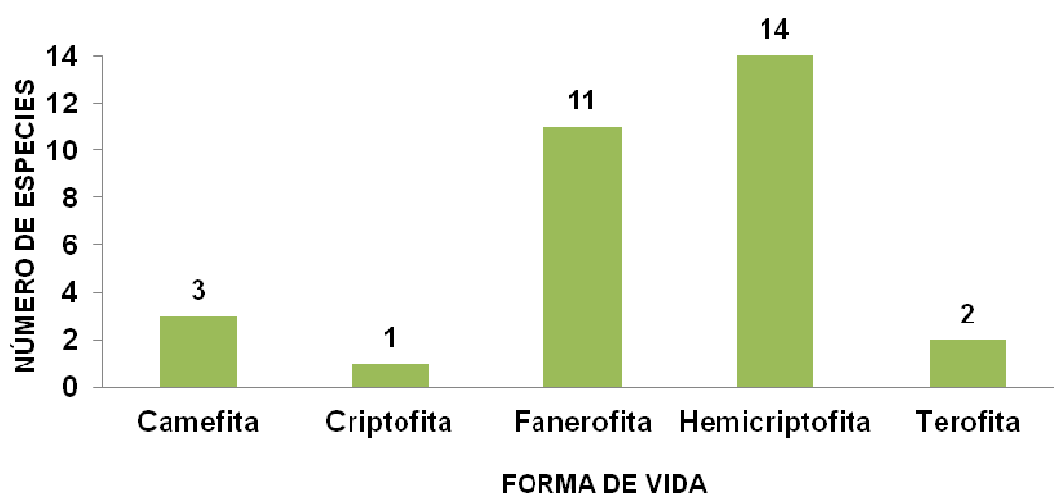


Figura 7. Formas de vida y número de especies presentes en el estrato herbáceo.

En el estrato herbáceo la forma de crecimiento mejor representada fue la de herbácea erecta con 17 especies, seguida por la de arbusto con nueve especies, hierba rastrera con tres especies y una especie identificada para las formas de árboles y trepadoras (Figura 8).

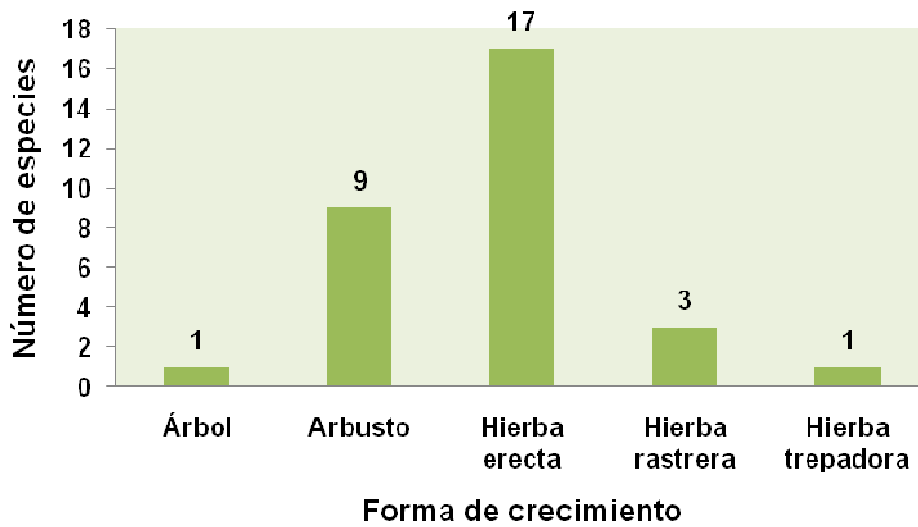


Figura 8. Formas de crecimiento y número de especies presentes en el estrato herbáceo.

Respecto a su origen, el estrato herbáceo está compuesto de especies nativas en un 91% (29 especies), y el restante 9% (dos especies) corresponde a especies introducidas.

Un total de 16 especies nativas fueron exclusivas de la vegetación, de las cuales siete son malezas: *Alchemilla procumbens*, *Arenaria lanuginosa*, *Geranium seemannii*, *Iresine diffusa*, *Oenothera rosea*, *Piqueria trinervia*, *Stellaria cuspidata*.

En función del VIR donde las especies dominantes para el estrato herbáceo a nivel de unidad fueron la maleza nativa *Acaena elongata* (VIR=27.22), y los arbustos nativos *Senecio angulifolius* (VIR=13.60), *S. albonervius* (VIR=13.28), *S. callosus* (VIR=12.55) y *S. barba-johannis* (VIR=5.05) (Figura 9).

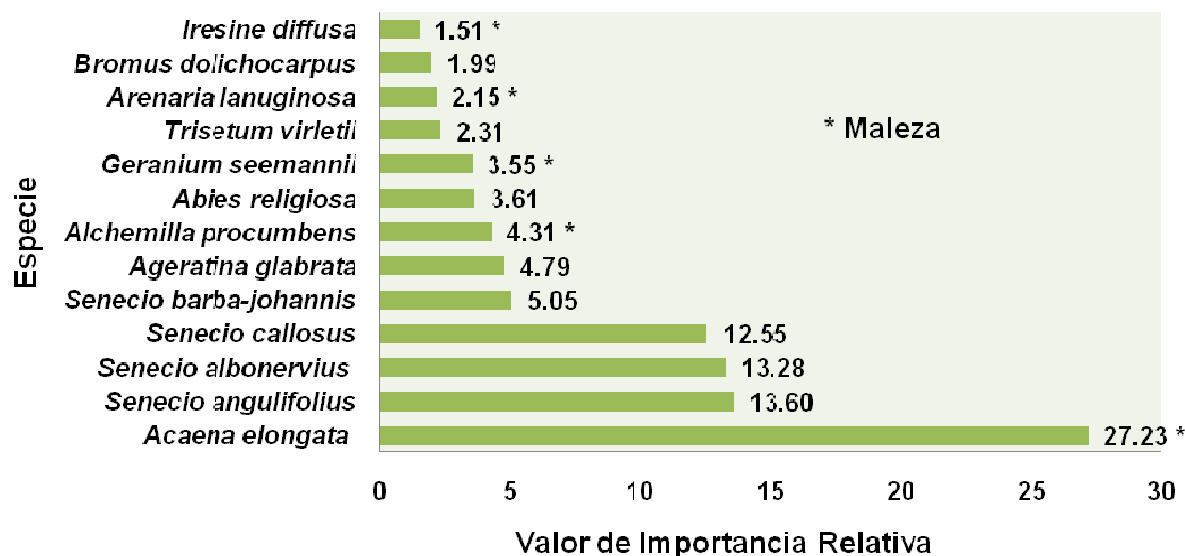


Figura 9. Especies del estrato herbáceo con los Valores de importancia Relativa más altos.

Estos resultados sugieren que la estructura vegetal herbácea tiene un buen estado de conservación, ya que las especies presentes con altos VIR son de origen nativo, propias del bosque de oyamel según los listados de Nieto de Pascual Pola (1995), Sánchez-González *et al.* (2005) y Cuevas-Guzmán *et al.* (2011).

La presencia de plántulas de *A. religiosa* (VIR= 3.61) dentro del estrato herbáceo muestra que existe una regeneración de esta especie dentro de la unidad de paisaje estudiada, y que posiblemente a través del tiempo se pueda tener un buen reclutamiento de individuos dentro del estrato arbóreo; lo que contribuirá a considerar como en buen estado de conservación el bosque.

Por otro lado, los altos VIR de malezas nativas sugieren que el bosque ha sido perturbado por actividades humanas como la tala para fines agrícolas o ganaderos, lo que ha facilitado el aumento en la disponibilidad de recursos como

luz, la cual aprovechan especies de herbáceas para crecer rápidamente en el área afectada. El hecho de contar con malezas nativas dentro del estrato herbáceo, indica que el bosque a pesar de verse perturbado se mantiene bien conservado, en el sentido del origen de los individuos en pie, los cuales representan la principal fuente de propágulos que enriquecen la LLS y el BS.

### Composición del banco de semillas

El BS está compuesto por seis morfoespecies y por 25 especies, pertenecientes a 11 familias y 21 géneros. La familia mejor representada es la Asteraceae con 14 especies, seguida de Poaceae con dos especies. El género mejor representado fue *Senecio* con cuatro especies de arbustos nativos.

Dentro de este componente, la forma de vida dominante fue fanerofita con nueve especies, sucedida por hemicriptofita con ocho especies; cinco especies se identificaron como camefitas, dos como terofitas y una criptofita (Figura10).

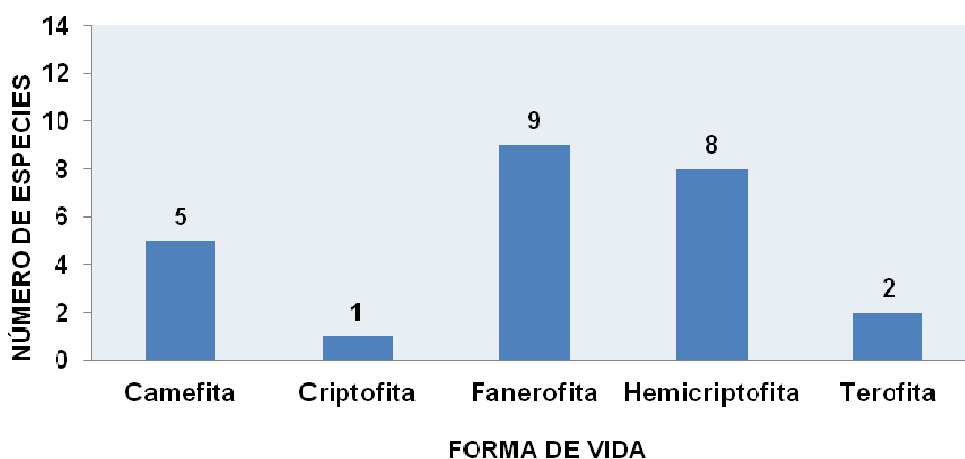


Figura 10. Formas de vida y número de especies presentes en el banco de semillas.

En el BS la forma de crecimiento dominante fueron las herbáceas erectas con 16 especies , nueve especies fueron arbustivas (Figura 11).

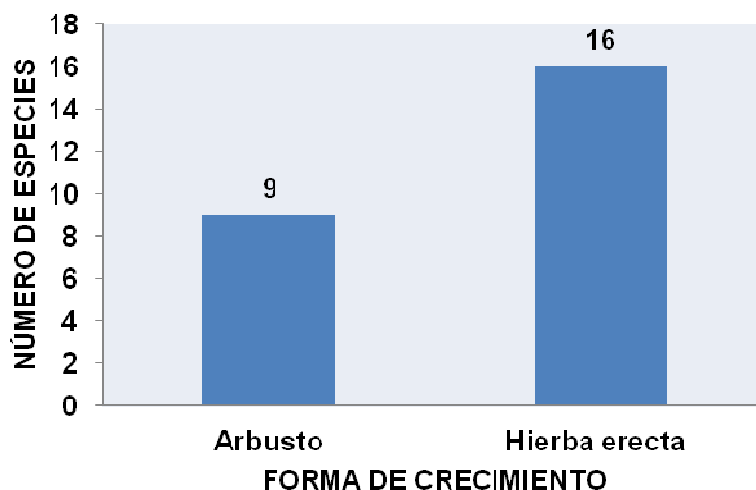


Figura 11. Formas de crecimiento y número de especies presentes en el banco de semillas.

El principal componente del BS fueron las herbáceas perennes con la presencia de algunas anuales, del cual el 50 % del BS está constituido por especies herbáceas no presentes en la vegetación en pie, lo que sugiere un fuerte ingreso de éstas provenientes de áreas abiertas aledañas al bosque. Mientras que los arbustos están levemente representados (Martínez-Orea, 2011). La ausencia del árbol dominante *A. religiosa* dentro del BS se puede explicar por la corta longevidad de sus semillas, las cuales no forman bancos de semilla duraderos o a la posibilidad de que el invernadero no ofreció las condiciones favorables para la germinación de las semillas; otra posible explicación es su extensa dispersión, gracias a las alas que poseen la semillas (Nieto de Pascual Pola *et al.*, 2003)

Así mismo, el BS presentó una alta proporción de pequeñas semillas pertenecientes a especies herbáceas nativas algunas indicadoras de disturbio y pioneras ausentes en la vegetación, pero típicas de comunidades abiertas bajo un estado de sucesión temprana, de acuerdo a lo propuesto por Ramírez-Marcial *et*

al. (1992); Wódkiewicz y Kwiatkowska-Falinska, (2010); Martínez-Orea (2011). En el BS la presencia de especies de vegetación secundaria como *Taraxacum officinale*, *Sonchus oleraceus* y algunas especies del género *Senecio*, las cuales forman bancos de semillas persistentes, es común para bosques templados con influencia de actividad agrícola (Martínez-Orea, 2011), lo que contrasta con las especies típicas de bosque que están poco representadas. Esta limitada ocurrencia en el BS de especies propias de bosque puede deberse a su producción relativamente baja de diásporas o a una constante depredación por parte de roedores, lo que disminuye las probabilidades de su incorporación al BS (Bossuyt y Hermy, 200; Roovers *et al.*, 2006; Wódkiewicz y Kwiatkowska-Falinska, 2010).

Se registró la presencia de ocho especies de malezas, de las cuales seis son nativas: *Acaena elongata*, *Cyperus seslerioides*, *Gnaphalium americanum*, *Melampodium repens*, *Phytolacca icosandra* y *Sigesbeckia jorullensis*. Las dos restantes son introducidas: *Sonchus oleraceus* y *Taraxacum officinale*.

Como se muestra en la Figura 12 con respecto a los VIR, las especies con valores más altos fueron: *Solanum cervantesii* (VIR= 11.373), la maleza nativa *Melampodium repens* (VIR= 7.032), *Cyperus seslerioides* (VIR= 6.97), la maleza introducida *Taraxacum officinale* (VIR= 5.08), *Fuchsia thymifolia* (VIR= 4.810), *Senecio angulifolius* (VIR= 4.618) y *Bromus dolichocarpus* (VIR= 4.596); *Sonchus oleraceus* (VIR=1.86) se consideró por ser maleza. Estos VIR son congruentes con los datos de Martínez-Orea (2011), quien consignó como especies dominantes dentro del BS a *Solanum cervantesii*, *Salvia elegans*, y *Melampodium repens*.

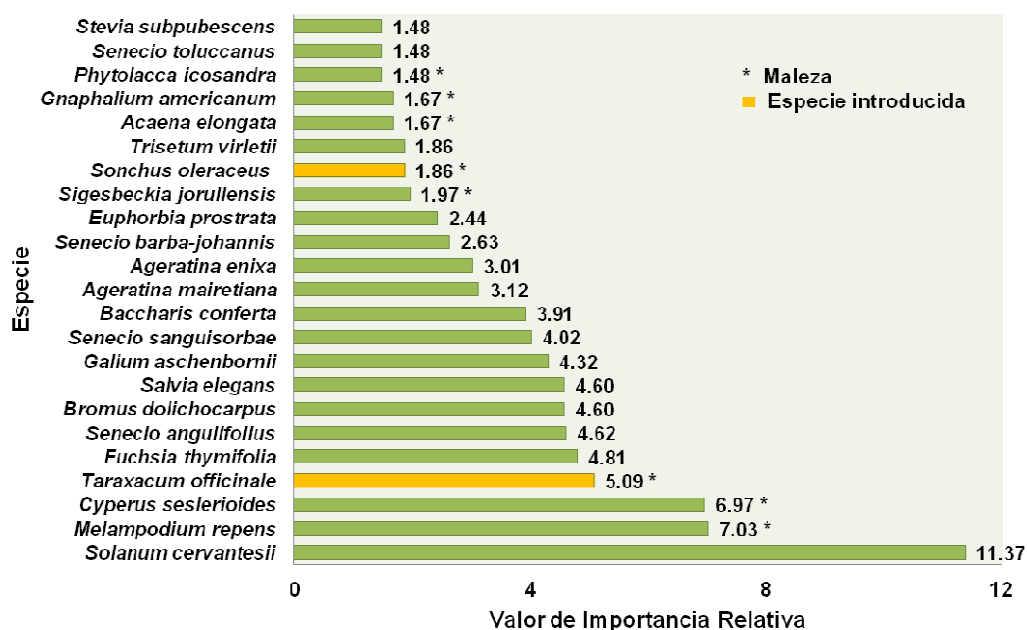


Figura 12. Especies del banco de semillas con los Valores de Importancia Relativa más altos.

Los tres VIR más altos pertenecen a especies herbáceas y arbustivas propias del bosque de oyamel, y algunas de ellas con estatus de maleza, se puede explicar a través de los posibles disturbios que hayan ocurrido dentro de la comunidad, los cuales generaron condiciones óptimas para el desarrollo intensivo de estas especies.

La existencia de *T. officinale* (VIR= 5.09) y *S. oleraceus* (VIR= 1.86) dentro del BS, indica que estas especies forman parte importante de la vegetación en pie en alguna zona aledaña al bosque y sus semillas dentro del BS están en latencia para participar en la vegetación herbácea como maleza, en el caso de que se genere un ambiente favorable su germinación y establecimiento.



## Composición de la lluvia de semillas

La LLS fue el evento con mayor número de especies ya que se encontraron 17 morfoespecies y 86 especies, pertenecientes a 27 familias y 54 géneros. La familia mejor representada fue Asteraceae con 33 especies, sucedida por Rosaceae con nueve especies. Los géneros con el mayor número de especies fueron *Senecio* con ocho y *Ageratina* con siete.

En la LLS se identificaron cinco formas de vida, de las cuales la mejor constituida fue la fanerofita con 38 especies, sucedida por la hemicriptofita con 18; camefita, criptofita y terofita con 14, diez y seis, respectivamente (Figura 13).

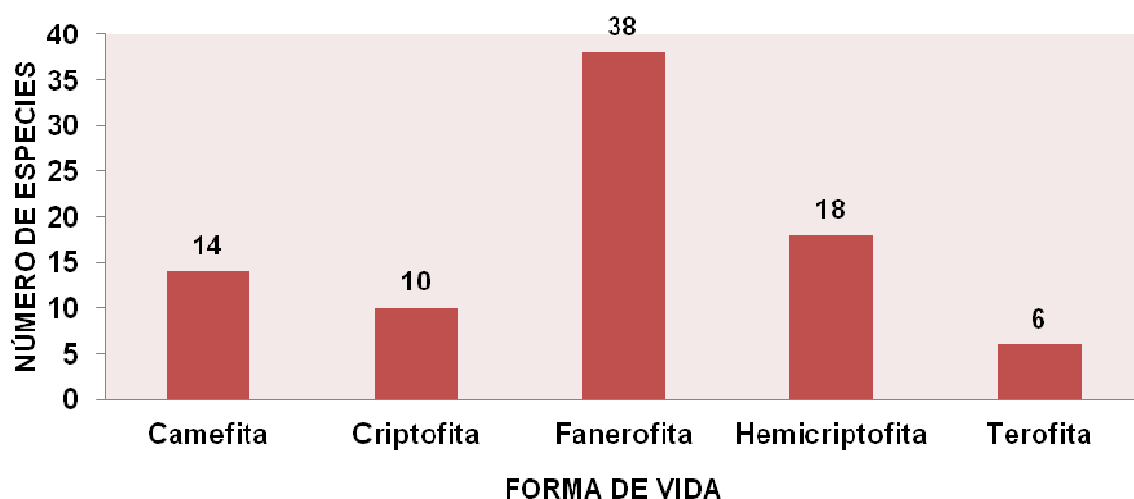


Figura 13. Formas de vida y número de especies presentes en la lluvia de semillas.

La forma de crecimiento más común fue la herbácea erecta con 48 especies, seguida de arbusto con 27 especies. Los árboles reúnen siete especies, mientras que para la forma de hierba rastrera y trepadora se reportó una especie para cada una (Figura 14).

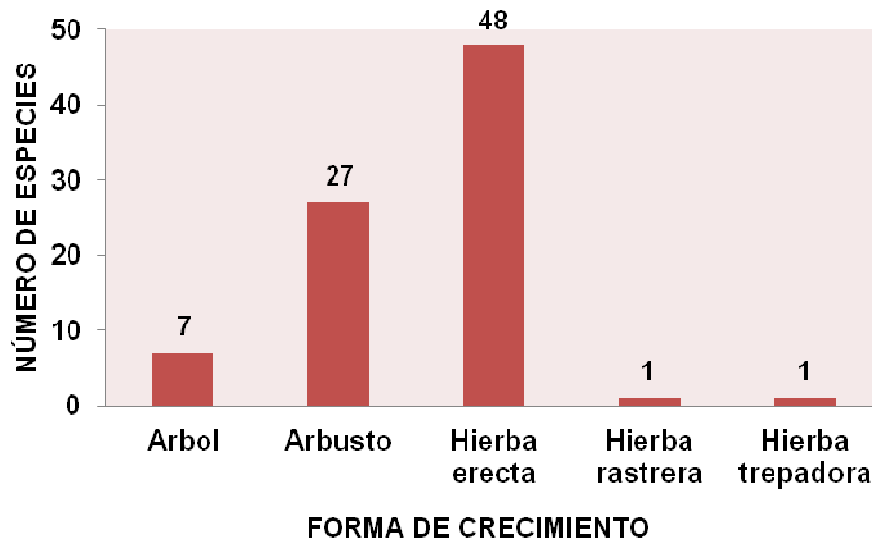


Figura 14. Formas de crecimiento y número de especies presentes en la lluvia de semillas.

Respecto a su origen, 93% de la LLS estuvo compuesta por especies de origen nativo (79 especies), y 7% (siete especies) por introducidas.

Los VIR más altos correspondieron a especies de árboles y arbustos nativos propios del bosque, aunque algunas de ellas se comportan como indicadoras de disturbio, tal es el caso de *Acaena elongata*, *Solanum cervantesii* y *Buddleia cordata* (Rzedowski, 2001 y Ávila-Akerbeg, 2002).

En este componente se registró la presencia de 24 especies que se comportan como malezas, de las cuales son nativas: *Acaena elongata*, *Amelanchier denticulata*, *Bromus carinatus*, *Castilleja tenuiflora*, *Commelina coelestis*, *Cyperus hermaphroditus*, *Dahlia pinnata*, *Gnaphalium americanum*, *Lobelia laxiflora*, *Loeselia mexicana*, *Oxalis corniculata*, *Penstemon roseus*, *Phytolacca icosandra*, *Salvia tiliifolia*, *Sambucus nigra*, *Sigesbeckia jorullensis*, *Sporobolus indicus* y *Vicia pulchella*. Y 6 son introducidas: *Duchesnea indica*, *Erodium cicutarium*, *Poa annua*, *Poa pratensis*, *Taraxacum officinale* y *Urtica urens*.

La Figura 15 muestra que las cinco especies con mayor VIR fueron el árbol dominante *Abies religiosa* (VIR=13.170), *Ageratina enixa* (VIR= 9.944), *Acaena elongata* (VIR= 9.837), *Ageratina glabrata* (VIR= 4.586) y *Solanum cervantesii* (VIR=3.905). Seis especies introducidas con VIR bajos *Duchesnea indica* (VIR=1.073), *Erodium cicutarium* (VIR=0.154), *Poa annua* (VIR=0.212), *P. pratensis* (VIR=1.190), *Taraxacum officinale* (VIR=0.584) y *Urtica urens* (VIR= 0.077).

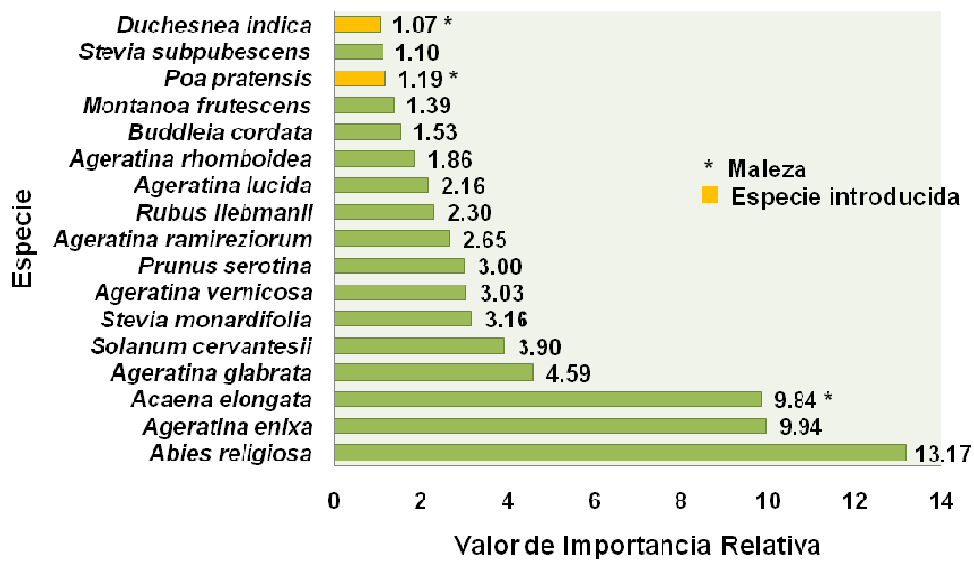


Figura 15. Especies de la lluvia de semillas con los Valores de importancia relativa más altos.

El alto VIR de *A. religiosa* en la LLS indica que existe un ingreso importante de semillas, sin embargo esto no asegura su presencia en el BS (como se mencionó anteriormente) ni un establecimiento exitoso dentro de la comunidad; debido a factores como la germinación fallida por falta de condiciones óptimas ó eventos postcigóticos (Moscoso y Diez, 2005).

### Integración de los tres componentes

Para los tres elementos estudiados se observó que la similitud fue mayor entre el BS-V, intermedia entre BS-LLS y menor entre la LLS-V (Cuadro 1).

Estos resultados revelan una evidente disparidad con los obtenidos por Martínez-Orea (2011), que determinó como elementos más semejantes la LLS-V (40%), mientras que BS-V resultaron ser los componentes menos similares (9%).

**Cuadro 1. Similitud de Sørensen entre banco, la lluvia de semillas y el estrato herbáceo.**

Evento	BS	LLS
BS		
LLS	.23	
V	.25	.16

El índice de Shannon-Wiener mostró que el elemento más diverso fue la LLS, seguido del BS, por último, el evento menos diverso fue la vegetación en pie (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Diversidad Shannon-Wiener para el estrato herbáceo, el banco y la lluvia de semillas.**

Diversidad Shannon-Wiener	H'
Estrato herbáceo	1.12
Lluvia de semillas	1.43
Banco de semillas	1.37

Al comparar los 3 procesos con la prueba de *t* de student se encontraron diferencias significativas en la diversidad entre LL-V ( $t_c = 12.71$ ;  $p < 0.05$ ); entre V-BS y LLS-BS as diferencias no fueron significativas.

Para los tres componentes dinámicos de la comunidad se compartieron cuatro especies nativas: *A. elongata*, *B. dolichocarpus*, *S. angulifolius* y *S. jorullensis*.

De las 31 especies del BS, se compartieron cinco especies con la vegetación y 13 con la LLS; nueve especies son exclusivas del BS.

En la LLS se registraron 103 especies, de las cuales siete se compartieron con la vegetación y 13 con el BS; 79 especies son propias de LLS. Por último, dentro de la vegetación existen 16 especies exclusivas (Figura15).

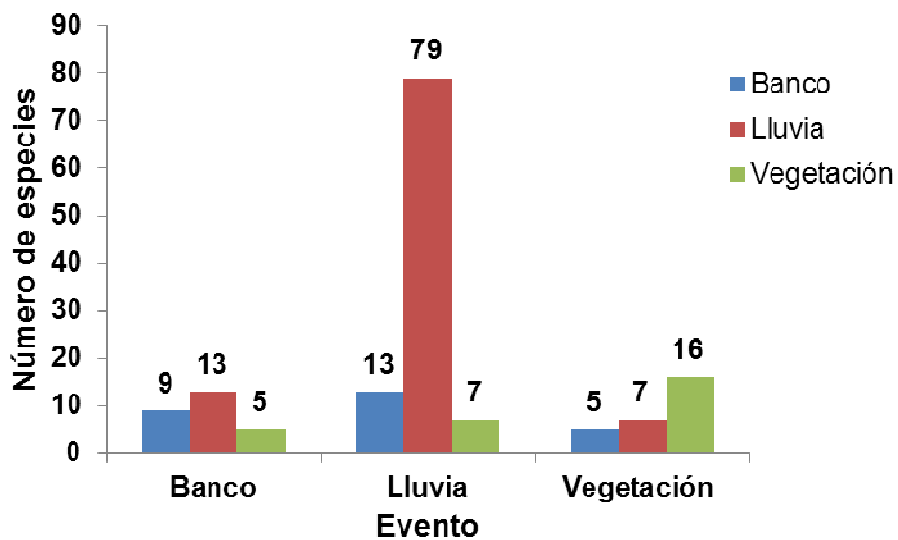


Figura 15. Número de especies compartidas entre BS, LLS y V.

Estos datos indican que la mayor proporción de especies del BS se comparte con la LLS, lo que sugiere que el aporte de semillas de lugares aledaños es mayor que el de la vegetación en pie. La vegetación estuvo poco representada en el BS, como sucede en bosques templados (Hopfensperger, 2007).

La LLS presenta un mayor número de especies propias del evento, que en su mayoría son especies no presentes ni en la V ni en el BS, esto sugiere un fuerte ingreso de semillas de especies de áreas aledañas con claros al bosque de *A. religiosa*. La vegetación en pie participa muy poco en la lluvia de semillas, y por ende, en el BS como se mencionó en el párrafo anterior.

El diagrama del Análisis de Correspondencia sin tendencia (DCA) exhibe que existen claramente 3 grupos: BS, LLS y V. Los triángulos coloreados corresponden a los diferentes grupos de especies asociados por su VIR en cada evento así como sus interrelaciones entre componentes. Los ▲ corresponden a especies con más VIR's en LLS, donde se observan especies compartidas con V y BS, los ■ marcan a un segundo grupo con especies en V y LL; ■ son el tercer grupo con VIR's menos frecuentes en LLS. Un cuarto grupo, ▲ conforman VIR's presentes solo en V.

▲ y ▲ corresponden a especies con VIR's más frecuentes en BS que en cualquiera de los demás procesos (Figura 16).

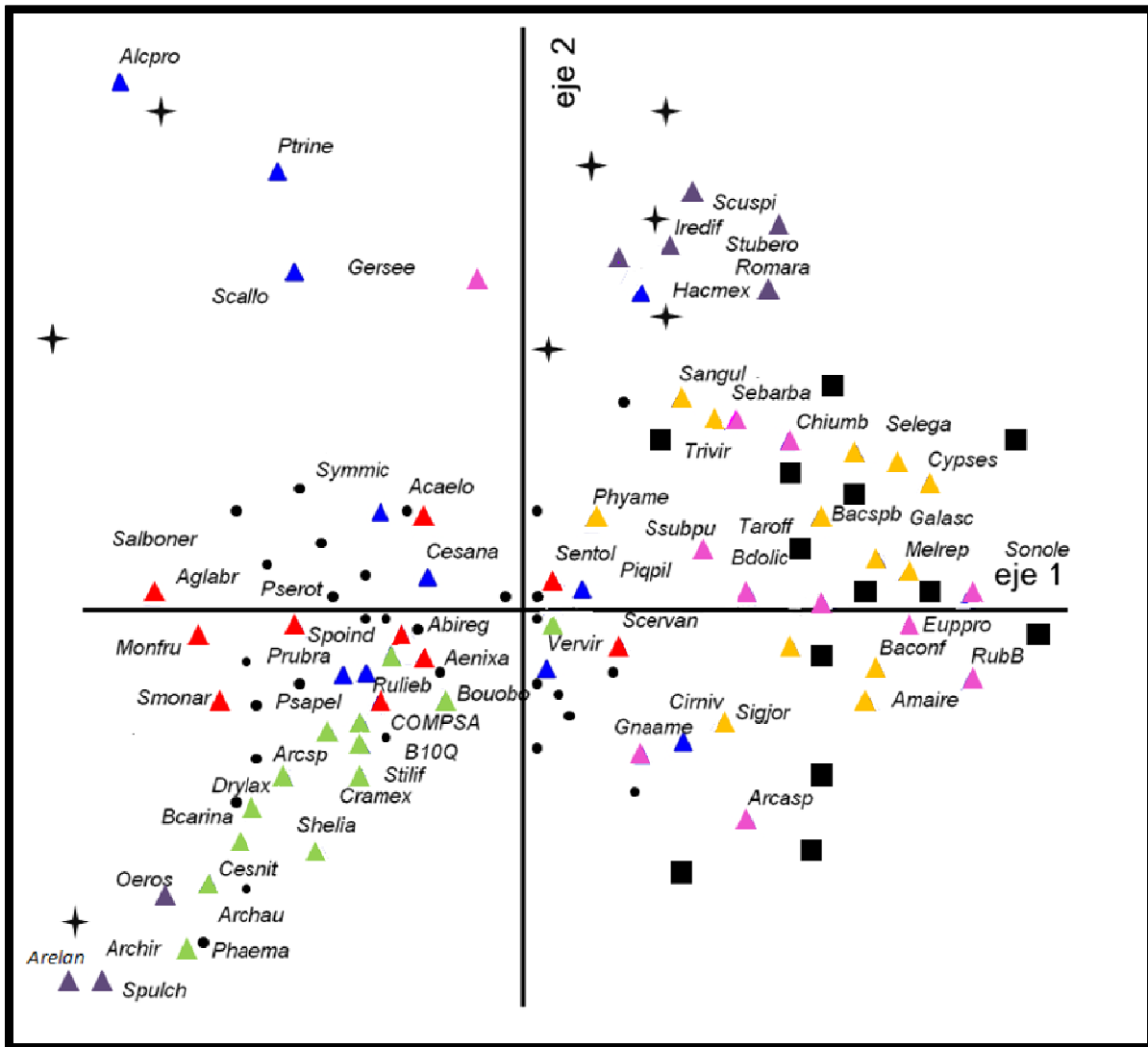


Figura 16. Análisis de correspondencia sin tendencias (DCA) de especies y eventos (BS, LLS y V) en la unidad 11 del bosque de *A. religiosa*. Las etiquetas con triangulo corresponde a grupos de especies. Especies en: Vegetación +, Lluvia de semillas •, Banco de semillas ■

El resultado del análisis de Dos Vías se ilustra en la Figura 17. La clasificación por especies, a una variación del 25 % como umbral de corte de la información remanente, revela 5 grupos en función a los VIR en los tres componentes dinámicos de la comunidad.

El primer grupo reúne a 10 especies con VIR mejor representados en la LLS, pero igual o en menor proporción en la V, donde destaca *A. religiosa* por presentarse casi en la totalidad de la LLS pero ausente en BS, *A. elongata* figura en la totalidad de la LLS, y *A. enixa* es otra especie bien representada.

El segundo grupo está conformado por 12 especies con VIR que se distribuyen tanto en LLS como en V, entre las cuales sobresale *Senecio callosus* por mostrar VIR en ambos eventos.

El tercer grupo está integrado por 13 especies con VIR que aparecen en la LLS, a excepción de *Sporobolus indicus*, que tiene un VIR en V. La especie mejor representada es *Salvia tilifolia*.

El cuarto grupo corresponde a 9 especies con VIR exclusivos de la V.

El quinto grupo cuenta con 24 especies cuyos VIR tienen mayor frecuencia en el BS, aunque también existen en V y LLS. Destaca en este grupo *Senecio angulifolius* por ser el mejor representado en los 3 eventos.

En cuanto a la agrupación por evento, a una variación del 25 % como umbral del corte de información remanente se observa que BS, LLS y V forman tres grupos en función de su composición de especies. El primero formado por especies en el BS, el segundo por especies de la V, en donde se identifica un grupo de especies cuyos VIR son exclusivos. A un nivel de corte mayor (35%) se encontraría un grupo de BS, 2 grupos de V y 2 grupos asociados de LLS.



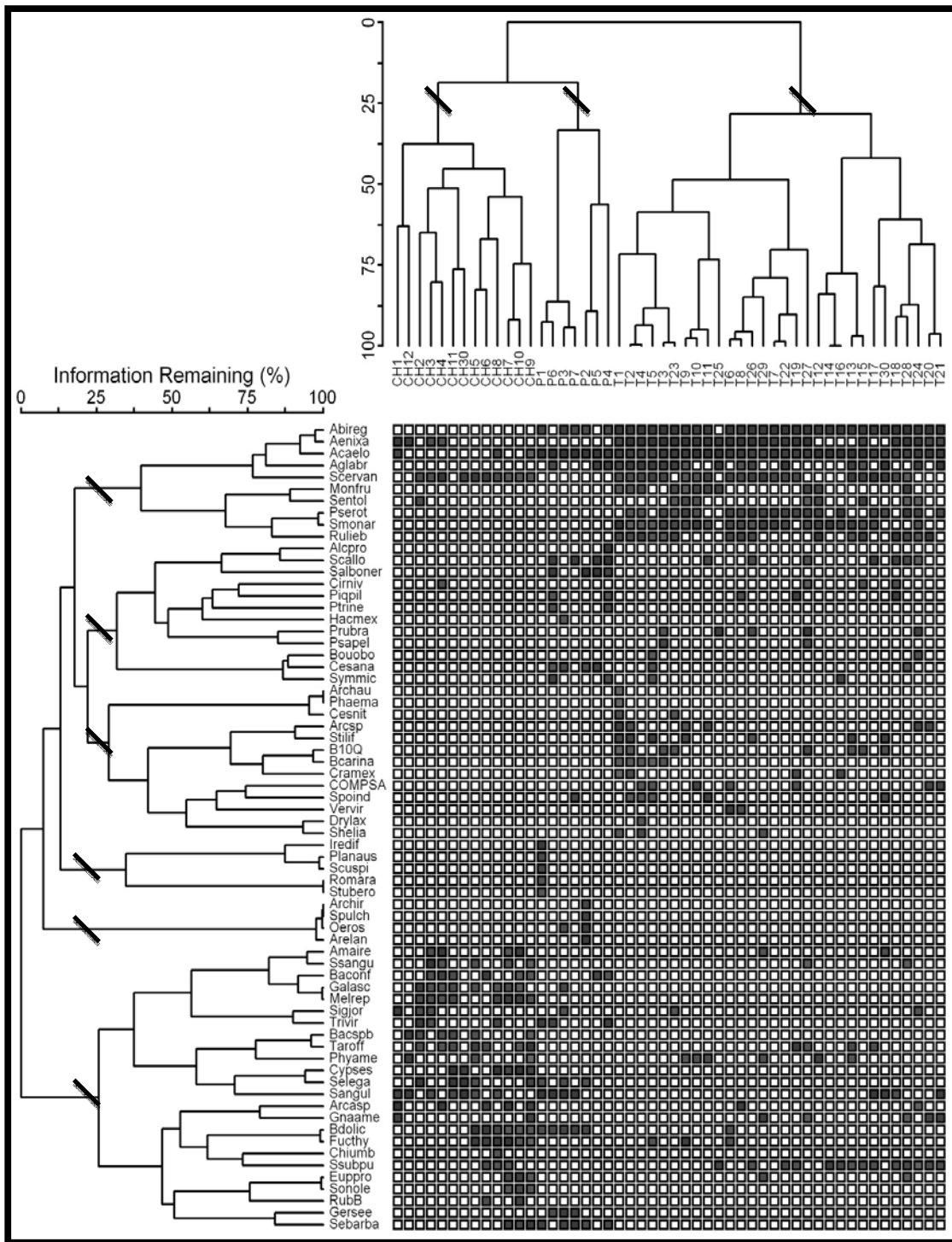


Figura 17. Dendrograma del Análisis de Dos Vías de las especies y componentes (BS, LLS y V) en la unidad 11 del bosque de *A. religiosa*.

## DISCUSIÓN

### Relación banco y lluvia de semillas con el estrato herbáceo

El tener información de la relación del banco, lluvia y vegetación permite evaluar el estado de conservación del sitio de estudio y con ello llegar a establecer ciertas estrategias de manejo; ya que conocer esta relación ayuda a identificar las características del potencial de regeneración natural, representado por las semillas en primera instancia y plántulas en segunda dentro de cualquier ecosistema forestal.

Los datos generados en este trabajo no se deben extrapolar a todo el bosque de *A. religiosa* en la CRM, ya que este bosque presenta una alta heterogeneidad física y biológica; en el cual se determinaron 11 unidades de paisaje (Santibáñez-Andrade, 2009). Este trabajo solo permite identificar la dinámica de la unidad 11 de dicho tipo de vegetación así como su potencial de regeneración.

Dentro de los tres componentes se encontraron compartidas: *Acaena elongata*, *Bromus dolichocarpus*, *Senecio angulifolius* y *Sigesbeckia jorullensis*. Esto sugiere que la interacción entre vegetación en pie y procesos de regeneración presenta un aporte importante de especies nativas. Cabe resaltar que *S. angulifolius* es un arbusto importante dentro de la estructura de todo el bosque de *A. religiosa*; no obstante, *B. dolichocarpus* así como *A. elongata* y *S. jorullensis*, son consideradas como especies indicadoras de inestabilidad (García-Romero, 2002; Rzedowski, 2006).

Para la relación entre BS y la V se consignaron 63 especies, de las cuales 8% fue común entre ambos eventos, es decir, en la composición florística se compartieron cinco especies nativas: *Galium aschenbornii*, *Salvia elegans*, *Trisetum virletii*, *Senecio barba-johannis* y *Baccharis conferta*; esta última ha sido reportada como especie indicadora de deterioro ambiental (García-Romero, 2002;

Rzedowski, 2006). Sin embargo, al ser todas hierbas nativas del bosque es de esperarse que la reserva de semillas contribuirá al mantenimiento de la composición y estructura del área de estudio. En cuanto a VIR de ambos elementos, los más altos pertenecen a cuatro de las especies antes mencionadas: *B. dolichocarpus*, *S. angulifolius*, *S. barba-johannis* y *T. virletii*.

Lo anterior sugiere que las semillas de la vegetación nativa en pie están enriqueciendo al banco y, éste a su vez, podría aportar plántulas a la estructura vegetal, y contribuir así a mantener la composición florística propia del bosque. Lo que se traduce en un estado de conservación no tan deteriorado, a pesar de que ciertas especies tienen comportamiento malezoide.

Una mayor proporción del BS corresponde a especies herbáceas no presentes en la vegetación en pie, al mismo tiempo estas herbáceas son especies nativas indicadoras de disturbio, mientras que las propias del bosque están poco representadas (Moscoso y Diez, 2005; Hopfensperger, 2007; Martínez-Orea, 2011). Este comportamiento podría estar de acuerdo a la hipótesis del disturbio intermedio, propuesta por Connell en 1978, en la cual sugiere que la existencia de especies propias e indicadoras de disturbio dentro de un elemento, causa un incremento en la riqueza de especies dentro de la comunidad (Roovers *et al.*, 2006). Sin embargo cabe resaltar que especies características del estrato herbáceo nativo de la vegetación en pie está poco representado en el BS. Lo que indica que el BS como estrategia exclusiva de conservación tendría un bajo potencial para mantener el bosque, por lo que es necesario considerar otras estrategias como plantaciones de enriquecimiento (Roovers *et al.*, 2006).

Entre LLS y V se identificaron 135 especies de las cuales 5% fue común entre ambos eventos; comparten siete especies: *Abies religiosa*, *Ageratina glabrata*, *Cestrum anagyris*, *Piqueria pilosa*, *Senecio callosus*, *Sporobolus indicus* y *Symphoricarpos microphyllus*. La maleza nativa *S. indicus* se encontró exclusivamente en una la parcela en donde el VIR es de .148 en la vegetación, mientras que en la lluvia es de .077. A pesar de ello, se sugiere que el aporte de

semillas en la unidad 11 mantendrá un buen estado de conservación de la vegetación en pie, ya que en su mayoría son elementos herbáceos y arbustivos propios del bosque. Los VIR más altos entre ambos eventos corresponden a especies nativas propias del bosque: *A. religiosa* y *A. glabrata*, lo que implica un ingreso considerable de estas especies al sistema. La presencia de semillas de *A. religiosa* en ambos eventos demuestra que el ingreso de diásporas está bien representado, así como su indicador de regeneración natural a través de la presencia de plántulas dentro de la vegetación revela que el mantenimiento de sus poblaciones es tangible en buena medida. Sin embargo, su ausencia en el BS se atribuye a la falta de condiciones para su germinación dentro del invernadero o una alta tasa de dispersión dentro del bosque. Esto puede indicar que es necesario establecer una metodología más puntual como hacer una revisión exhaustiva de muestras de suelo para conocer su potencial del BS de esta especie.

El hecho de encontrar una mayor cantidad de especies en LLS pero ausentes en la V, indica que el arribo de semillas proviene de especies existentes en otros sitios, que en su mayoría son malezas. A esto debe dedicarse atención puesto que en este estudio todas las especies introducidas al ser malezas constituyen un riesgo, ya que en el caso de que ocurrieran disturbios que generen condiciones ambientales favorables éstas especies tendrían un crecimiento masivo que podría alterar la composición florística de esta parte del bosque.

La similitud resultó en 25% para BS-V, 16% entre LLS-V y 23% entre LLS-BS; datos que contrastan con Martínez-Orea (2011) quien en la misma zona registró una semejanza del 9% y 40%, para cada evento respectivamente, pero obtenidos a nivel de cuenca en diferentes tipos de vegetación.

Como se observa en la Figura 18 la regresión entre ambos eventos ( $r^2=0.98$ ,  $F=955.87$ ,  $p=>0.00001$ ) cuyo modelo simplificado es  $\ln y=a+bx^3$ , muestra que son muchas las especies con VIR bajos en la lluvia como en la V; también existen especies con VIR altos en la V pero bajos en la LLS, lo que resulta significativamente diferente en esta relación y puede explicar la baja similitud entre LLS-V. Quizá se debe a que la vegetación nativa en pie aporta poco a la composición de la LLS y el mayor ingreso se debe a individuos presentes en poblaciones aledañas.

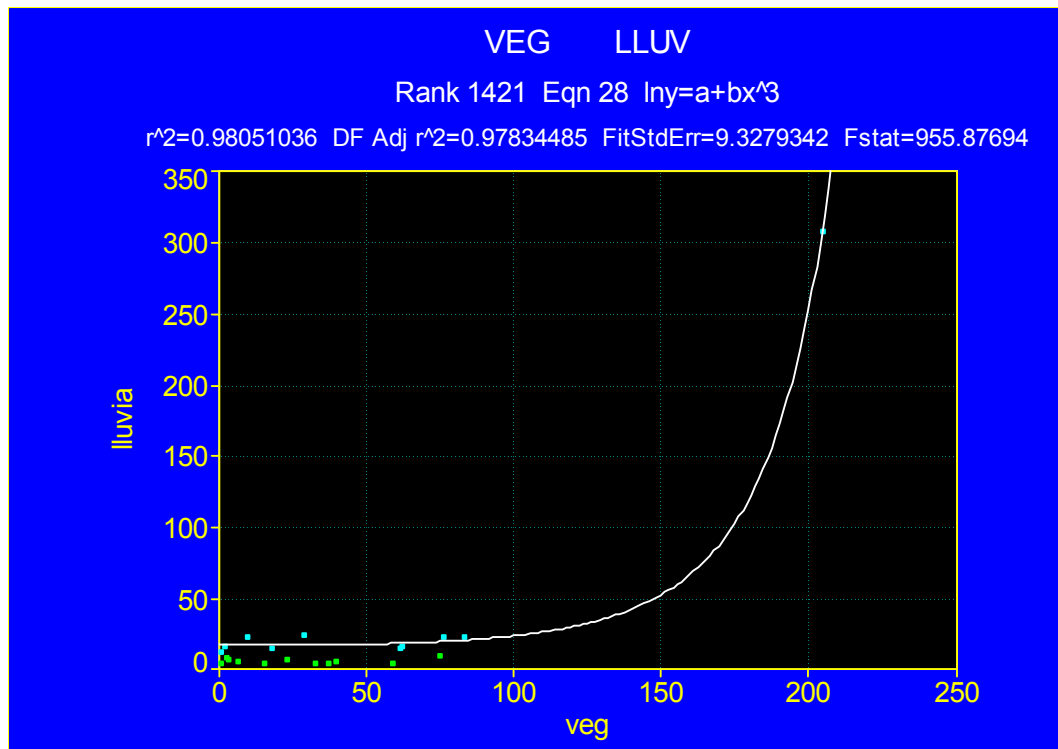


Figura 18. Análisis de regresión entre lluvia de semillas y vegetación.

Por otro lado, los resultados obtenidos para la similitud BS-V son bajos, semejantes a 3% de similitud para bosque templado por Moscoso y Diez (2005), a 10% de similitud obtenido por Roovers *et al.* (2006) en bosques de Bélgica y a 24% de similitud por Ingersoll y Wilson (1993) en una comunidad subalpina. En la Figura 19, la relación ( $r^2= 0.47$ ,  $F= 16.07$ ,  $p= 0.00082$ ) cuyo modelo simplificado es  $y=a+be^x$ , muestra esta baja similitud, donde en general altos VIR en la vegetación se asocia con VIR bajos dentro del banco de semillas y viceversa; es decir, existen especies con VIR altos en el banco de semillas pero bajos en la vegetación, aunque existen especies con altos VIR en ambos componentes.

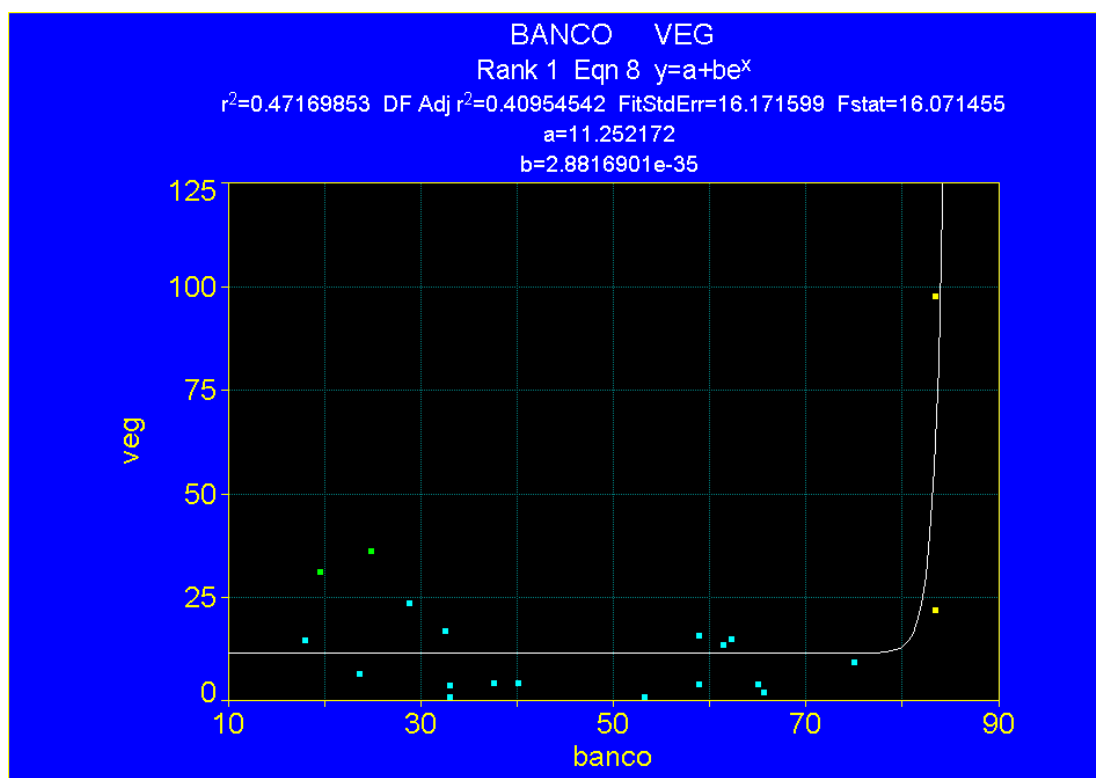
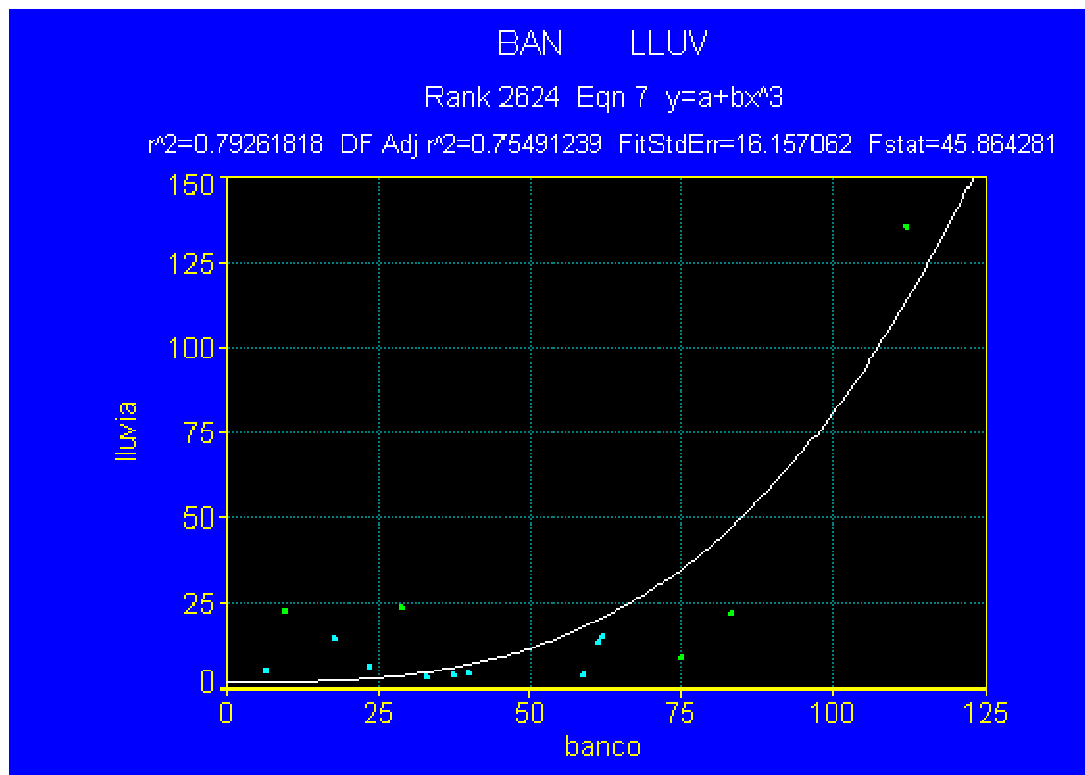


Figura 19. Análisis de regresión entre banco de semillas y vegetación.

Esta baja correspondencia entre BS-V ya había sido sugerida con anterioridad por Bossuyt y Hermy (2001); Roovers *et al.* (2006); Wódkiewicz y Kwiatkowska-Falinska (2010). A pesar de ser pobre la similitud entre BS-V, se encuentra dentro del rango propuesto para bosques templados, que va de 20 a 40% de similitud (Hopfensperger, 2007).

La discrepancia entre ambos eventos se explica por la inmensa producción de semillas formadoras de bancos persistentes por especies de sucesión temprana o indicadoras de disturbio, mientras que las propias del bosque establecen bancos transitorios menores a un año (Roovers *et al.*, 2006; Wódkiewicz y Kwiatkowska-Falinska, 2010). Otra posibilidad es que esta baja similitud se deba a que las condiciones del invernadero no ofrecieron los requerimientos necesarios para la germinación de ciertas especies. La ausencia de *A. religiosa* dentro del BS pero bien representada en el estrato herbáceo, se puede deber a que esta especie arbórea presenta estrategias alternativas de regeneración como bancos de plántulas o una alta tasa de dispersión a través de la lluvia de semillas (Esmailzadeh *et al.*, 2011; Martínez-Orea, 2011).

La regresión para la relación BS-LLS ( $r^2 = 0.79$ ,  $F = 45.86$ ,  $p = 0.00002$ ) con modelo simplificado  $y = a + bx^3$ , muestra que especies con altos VIR en el banco se asocia con valores bajos dentro de la LLS; es notoria la presencia de una especie (*A. elongata*) con altos valores en ambos eventos lo que sugiere que esta especie tiene una fuerte influencia en la regeneración del estrato herbáceo (Figura 20).



**Figura 20. Analisis de regresion entre banco y lluvia de semillas**

En cuanto a diversidad, la LLS resultó ser el evento más diverso ( $H'=1.43$ ), seguido del BS ( $H'= 1.37$ ) y por último la V ( $H'=1.12$ ). Al compararse ambos eventos a través de la prueba de  $t$  de student, se encontraron diferencias significativas entre LLS y V. Una mayor diversidad en la LLS con respecto a BS y la V era de esperarse, ya que cuenta con un aporte mayor de semillas de especies en pie, así como de otras fuera del sitio pero en algún lugar aledaño del bosque (Martínez-Orea, 2011). Estos valores son inferiores a los consignados por Moscoso y Diez (2005), quienes en un bosque de roble (*Quercus humboldtii*) definieron valores de diversidad altos para la V ( $H'= 3.16$ ) e intermedios para el BS ( $H'= 2.16$ ).



## CONCLUSIONES

Los datos generados en este trabajo no se deben extrapolar a todo el bosque de *A. religiosa* en la CRM, por ser un bosque que presenta una alta heterogeneidad física y biológica.

La similitud entre los tres componentes de la dinámica vegetal es baja; BS-V 25%, LLS-BS 23% y 16% LLS-V; tal como se ha reportado para bosques templados.

El 91% del estrato herbáceo esta constituido por especies nativas, el 9% restante son introducidas. Los VIR más altos corresponden a especies nativas aunque algunas de ellas se comporten como malezas.

El 93% de la LLS esta conformado por especies nativas. De los VIR más altos, 3 pertenecen a especies arbóreas y arbustivas propias del bosque; mientras que 2 de los VIR corresponden a especies de bosque perturbado o de vegetación secundaria. 24 especies se comportan como malezas, de las cuales 18 son nativas y 6 introducidas.

El BS esta conformado en un 92% por especies nativas. Lo VIR más altos pertenecen a especies nativas propias del bosque y malezas indicadoras de disturbio; dos introducidas tienen el mismo comportamiento.

La composición de los elementos de la dinámica (vegetación, banco y lluvia de semillas) en la unidad 11 permite confirmar lo ya establecido para esta misma, como una de las unidades de paisaje con menor grado de deterioro. Ya que, casi en su totalidad los tres elementos están conformados por especies nativas, muchas de estas propias de fases tempranas de la sucesión y otras con comportamiento malezoide; así también, se consignó la presencia de especies introducidas las cuales no superan en número a las nativas.



## LITERATURA CITADA

- Alanís-Anaya R. 2008. Influencia del banco y lluvia de semillas en el proceso de sucesión vegetal en depósitos laháricos recientes: volcán Popocatepetl. *Tesis profesional*. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 109 pp.
- Almeida-Leñero L., Jujnovski M., y Ordóñez A. 2007. La Cuenca del Río Magdalena. *Ciencia y Tecnología* **33** (208): 24-39.
- Almeida-Leñero L. y García-Juárez S. 2010. Hacia una propuesta de educación ambiental en la comunidad de la Magdalena Atlitlic, Distrito Federal. En: Castillo A. y González-Gaudiano E. (Coords.). *Educación ambiental y manejo de ecosistemas en México*. pp. 203-223. Instituto Nacional de Ecología, México, D.F.
- Álvarez-Román K. 2000. Geografía de la educación ambiental: algunas propuestas de trabajo en el bosque de Los Dinamos, área de conservación ecológica de la Delegación Magdalena Contreras. *Tesis profesional*. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 127 pp.
- Ávila-Akerberg V. 2002. La vegetación de la Cuenca Alta del Río Magdalena: un enfoque florístico, fitosociológico y estructural. *Tesis profesional*. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 86 pp.
- Ávila-Akerberg V., González-Hidalgo B., Nava-López M. y Almeida-Leñero L. 2008. Refugio de fitodiversidad en la Ciudad de México, el caso de la Cuenca del Río Magdalena. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* **2** (1): 605-619.
- Ávila-Sánchez P., Sánchez-González A. y Catalán-Everástico C. 2010. Estructura y composición la vegetación del Cañón del Zopilote, Guerrero, México. *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* **16** (2): 119-138.

- Ávila C.H., Aguirre J.R. y García E. 1994. Variación estructural del bosque de oyamel (*Abies hickelli* Flous & Gausson) en relación con factores ambientales en el Pico de Orizaba, México. *Investigación agraria, Sistemas y recursos forestales* **3**(1): 5-17.
- Bakker J.P., Poschlod P., Strykstra R.J., Bekker R.M y Thompson K. 1996. Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology. *Acta Botánica Neerlandica* **45** (4): 461-490.
- Bedoya-Patiño J.G., Estévez-Varón J.V. y Castaño-Villa G.J. 2010. Banco de semillas del suelo y su papel en la recuperación de los bosques tropicales. *Boletín Científico Museo de Historia Natural* **14** (2):77-91.
- Bossuyt B. y Honnay O. 2008. Can the seed bank be used for ecological restoration? An overview of seed bank characteristics in European communities. *Journal of Vegetation Science* **19**:875-884.
- Bossuyt B. y Hermy M. 2001. Influence of land use history on seed banks in European temperate forest ecosystems: a review. *Ecography* **24** (2): 225-238.
- Brower L. 1999. *Para comprender la migración de la mariposa monarca 1857-1995*. Instituto Nacional de Ecología. México.
- Carabias J., Meave J.A., Valverde T. y Cano-Santana Z. 2009. *Ecología y medio ambiente en el siglo XXI*. Pearson Education. México.
- Castillo-Argüero S. 2011. Proyecto IN 202210 "Determinación del grado de conservación del Bosque Templado de la Cuenca del Río Magdalena, D.F.
- Challenger A. 2003 .Conceptos generales acerca de los ecosistemas templados de montaña de México y su estado de conservación. En: Sánchez O., Vega E., Peters E. y Monroy O. (Eds.). *Conservación de ecosistemas templados de montaña en México*. 17-44 pp. Instituto Nacional de Ecología, México, D.F.
- CONABIO [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad] 2012. Malezas de México.
- <<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>>

- CONAFOR [Comisión Nacional Forestal] 2010. Inventario. Tipos de vegetación forestal y de suelos.  
<[http://148.223.105.188:2222/gif/snif\\_portal/?option=com\\_content&task=view&id=12&Itemid=7/index.php](http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=7/index.php)> (Consultado 11 noviembre 2011)
- Crawley M.J. 1996. *Plant ecology*. Blackwell Science. Cambridge, Massachusetts.
- Cuevas-Guzmán R., Cisneros-Lepe E.A., Jardel-Peláez E.J., Sánchez-Rodríguez E. V., Guzmán-Hernández L., Núñez-López N. y Rodríguez-Guerrero C. 2011. Análisis estructural y de diversidad en los bosques de *Abies* de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* **82**: 1219-1233.
- Dalling J.W., Hubbell P. y Silvera K. 1998. Seed dispersal, seedling establishment and gap partitioning among tropical pioneer trees. *Journal of Ecology* **86**:674-689.
- Darwin C. 1859. *On the origin of species by means of natural selection or the preservation of favored races in the struggle for life*. Modern Library. Nueva York.
- De Souza M., Maia F. y Pérez M. 2006. Bancos de semillas en el suelo. *Agriscientia* **23** (11): 133-44.
- Díaz-Ramos B. 2007. Lluvia de semillas de una selva alta perennifolia de los Tuxtlas, Veracruz. *Tesis profesional*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 83 pp.
- Donald D.R. 1998. Relationships among the seed rain, seed bank and vegetation of a hawaiian forest. *Journal of Vegetation Science* **9**: 103-112.
- Du X., Guo Q., Gao X. y Ma K. 2007. Seed rain, soil seed bank, seed loss and regeneration of *Castanopsis fargesii* (Fagaceae) in a subtropical evergreen broad-leaved forest. *Forest Ecology and Management* **238**: 212-219.
- Espinosa-García FJ. 2002. Malezas introducidas en México Universidad Nacional Autónoma de México. Centro de Investigaciones en Ecosistemas. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. U024 . México D.F.

Ezmailzadeh O., Hosseini S.M. y Tabari M. 2011. Relationship between soil seed bank and above-ground vegetation of a mixed-deciduous temperate forest in northern Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology* **13**:411-424.

Facultad de Ciencias-UNAM. "Propuesta de línea de acción para el Plan Maestro de la cuenca del río Magdalena: 1.1.4 Manejo forestal sustentable." En Plan Maestro de Manejo Integral y Aprovechamiento Sustentable de la Cuenca del río Magdalena. SMA-GDF, UNAM, 2008.

Fenner M. 1985. *Seed ecology*. Chapman & Hall. London.

Fenner M. 2000. *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. Segunda edición. CABI Publishing. Wallingford, Inglaterra.

Fenner M. y Thompson K. 2005. *The ecology of seeds*. Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra.

Franco L., De la Cruz G., Cruz A., Rocha A., Navarrete N., Flores G., Kato E., Sánchez S., Abarca L., Bedía C. e Winfield I. 1985. *Manual de ecología*. Editorial Trillas. D.F., México.

García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Quinta edición. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. D.F, México.

Galeana Pizaña J.M., Corona Romero N. y Ordóñez-Díaz J.A. 2009. Análisis dimensional de la cobertura vegetal-uso de suelo en la cuenca del Río Magdalena. *Revista Ciencia Forestal en México* **34** (105): 137-158.

García-Romero A. 2002. An evaluation of forest deterioration in the disturbed mountains of western Mexico City. *Mountain Research and Development* **22** (3): 270-277.

Granados S. y López R. 2001. *Ecología de poblaciones vegetales*. Universidad Autónoma de Chapingo. México.

Harper J. 1977. *Population biology of plants*. Academic Press. Londres.

- Henderson C., Petersen K. y Redak R. 1988. Spatial and temporal patterns in the seed bank and vegetation of a desert grassland community. *Journal of ecology* **76**: 717-728.
- Hernández-Sánchez A. 2009. Plantas medicinales y su efecto antimicrobiano: un servicio ecosistémico de la Cuenca del Río Magdalena, D.F. *Tesis profesional*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 89 pp.
- Hopfensperger K. 2007. A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. *Oikos* **116**: 1438-1448.
- Ingersoll C.A y Wilson M.V. 1993. Buried propagule bank of a high subalpine site: microsite variation and comparisons with aboveground vegetation. *Canadian Journal of Botany* **71**: 712-717.
- Jandel Scientific. 1991. Table Curve V. 3. User's manual Version 3. AISN Software. Corte Madera, CA. EUA.
- Jujnovsky-Orlandini J. 2006. Servicios ecosistémicos relacionados con el recurso agua en la cuenca del Río Magdalena. *Tesis maestría*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 72 pp.
- Kappelle M. 1996. *Los bosques de roble (Quercus) de la cordillera de Talamanca, Costa Rica: biodiversidad, ecología, conservación y desarrollo*. Universidad de Amsterdam–INBio Amsterdam– Santo Domingo de Heredia.
- Lara-González R., Sánchez-Velázquez L.R. y Corral-Aguirre J. 2009. Regeneration of *Abies religiosa* in canopy gaps versus understory, Cofre de Perote National Park, México. *Agrociencia* **43**: 739-747.
- Laurent A., Dupouey J., Picard J. y Ranger J. 2001. Potential contribution of the seed bank in coniferous plantations to the restoration of native deciduous forest vegetation. *Acta Oecologica* **22**: 87-98.
- Leck M. A., Parker V.T. y Simpson R. L. 1989 (Eds.). *Ecology of soil seed banks*. Academic Press. Londres.
- Linares J. y Fandiño M. 2009. Estado del bosque seco tropical e importancia relativa de su flora leñosa, Islas de la Vieja Providencia y Santa Catalina,

- Colombia, Caribe suroccidental. *Revista Académica Colombiana de Ciencias* **33** (126): 5-15.
- Macedo-Santana F. 2011. Variación en la estructura y composición de la comunidad vegetal leñosa y tipos de manejo en la cuenca de Cuitzeo Michoacán, México. *Tesis profesional*. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, Morelia, México. 76 pp.
- Marañón T. 2001. Ecología del banco de semillas y dinámica de comunidades mediterráneas. En: Zamora-Rodríguez R. y Pugnaire de Iraola F. (Eds.) *Ecosistemas mediterráneos*. Análisis funcional. 153-181 p. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España.
- Martínez-Orea Y. 2001. Efecto del fuego sobre el banco de semillas de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. *Tesis profesional*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 64 pp.
- Martínez-Orea Y. 2011. Lluvia y banco de semillas en el bosque templado de la cuenca del Río Magdalena, México, D.F. *Tesis maestría*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 157 pp.
- Martínez-Ramos M. 1994. Regeneración natural y diversidad de especies arbóreas en las selvas húmedas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **54**: 179-224.
- Matteucci S.D. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. Organización de los Estados Americanos. Programa regional de desarrollo científico y tecnológico. Washington, EUA.
- McCune B. y Mefford M.J. 2006. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Versión 5.10. MjM Software. Oregon, EUA.
- McNicoll M. y Augspurger C. 2010. A comparison of vegetation and seed bank community structure in a sand prairie in Illinois, U.S.A. *The American Midland Naturalist* **164**: 136-150.
- Mena-Gallardo A. 2009. Variación del banco de semillas a lo largo de la sucesión secundaria en un bosque tropical caducifolio del sur de México. *Tesis profesional*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 62 pp.

- Moles A. y Drake D. 1999. Potential contributions of the seed rain and seed bank to regeneration of native forest under plantation pine in New Zealand. *New Zealand Journal Of Botany* **37**: 83-93.
- Moscoso L. y Diez M<sup>a</sup> del C. 2005. Banco de semillas en un bosque de roble de la cordillera central colombiana. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía Medellín* **58** (2): 2931- 2943.
- Mostacedo B. y Fredericksen T. 2000. *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS). Santa Cruz, Bolivia.
- Nieto de Pascual Pola M.C. del C. 1987. Análisis estructural de las comunidades forestales de la sierra del Ajusco, México. *Tesis maestría*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 77 pp.
- Nieto de Pascual Pola M.C. del C. 1995. Estudio sinecológico del bosque de oyamel de la cañada de Contreras, Distrito Federa. *Revista Ciencia Forestal en México* (**20**): 3-34.
- Nieto de Pascual Pola M.C. del C., Musálem M.A. y Ortega-Alcalá J. 2003. Estudio de algunas características de conos y semillas de *Abies religiosa* (HBK) Schl. et Cham. *Agrociencia* (**37**):521-531.
- Olivera-Morales D. 2009. Evaluación de la infectividad de los hongos micorrizógenos arbusculares en un bosque de encino en la cuenca del río Magdalena y su uso como herramienta en la restauración ecológica. *Tesis maestría*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 75 pp.
- Ramírez-Marcial N. 1989. Banco y lluvia de semillas en la sucesion de bosques de pino-encino de los altos de Chiapas. *Tesis profesional*. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 139 pp.
- Ramírez-Marcial N., González Espinosa M. y Quintana-Ascencio P. 1992. Banco y lluvia de semillas en comunidades sucesionales de bosques de pino- encino de los Altos de Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana* **20**: 59-75.



- Roberts H.A. 1981. Seed banks in soils. En: Coaker T.H. (Ed). *Advances in applied biology*. 1-55 pp. London Academic Press. Londres.
- Rocha-Ramírez A., Chávez-López R., Ramírez-Rojas A. y Cházaro-Olvera S. 2011. *Comunidades: Métodos de estudio*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. D.F., México.
- Rodríguez-Santamaría M.F., Puentes-Aguilar J.M. y Cortés-Pérez F. 2006. Caracterización temporal de la lluvia de semillas en un bosque nublado del cerro de Mamapacha (Bocayá-Colombia). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* **30** (117): 619-624.
- Roovers P., Bossuyt B., Igodt B. y Hermy M. 2006. May seed banks contribute to vegetation restoration on paths in temperate deciduous forest?. *Plant ecology* **187**: 25-38.
- Ruiz-Reyes S., Gómez-Romero M. y Linding-Cisneros R. 2010. Lluvia de semillas de *Lupinus elegans* Kunth. en un proyecto de restauración ecológica. *Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo* **12** (2):72-74.
- Runkle J. R. 2000. Canopy tree turnover in old-growth mesic forest of Eastern North America. *Ecology* **81** (2):554-567.
- Rzedowski J. 1994. *Vegetación de México*. Editorial Limusa. D.F., México.
- Rzedowski G. de y Rzedowski J. 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*. Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Rzedowski J. *Vegetación de México*. 2006. 1ra. Edición Digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Sánchez-González A., López-Mata L. y Granados-Sánchez D. 2005. Semejanza florística entre los bosques de *A. religiosa* (H.B.K.) Cham. & Schltldl. de la Faja Volcánica Transmexicana. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México* **56**: 62-76.

- Sandoval-Sánchez I. 2010. Efecto de los hongos ectomicorrizógenos en el crecimiento y supervivencia de plántulas de *P. hartwegii* Lindl. y *Abies religiosa* (Kunth Schltdl. et Cham.): un enfoque para la restauración de ambientes deteriorados en la cuenca del Río Magdalena D.F. *Tesis maestría*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 99 pp.
- Santibáñez-Andrade G. 2009. Composición y estructura del bosque de *Abies religiosa* en función de la heterogeneidad ambiental y determinación de su grado de conservación en la Cuenca del Río Magdalena, México, D.F. *Tesis maestría*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 136 pp.
- Simpson R.L., Leck M.A. y Parker V.T. 1989. Seeds banks: general concepts and methodological issues. En: Leck M. A., Parker V.T. y Simpson R.L. (Eds). *Ecology of soil seeds banks*. pp. 3-8. Academic Press. Nueva York, EUA.
- SMA DF [Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal]. 2008. Plan Maestro de Manejo Integral y Aprovechamiento Sustentable de la Cuenca del Río Magdalena del Distrito Federal: Diagnostico integral.
- <[http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/biblioteca/diagnostico\\_integral.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/biblioteca/diagnostico_integral.pdf)>
- SMA DF [Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal]. 2009. Áreas Naturales Protegidas del Distrito Federal. <<http://www.sma.df.gob.mx/sma/index.php?opcion=26&id=99>> (Consultado el 27 de Junio de 2011).
- Terradas J. 2001. *Ecología de la vegetación: de la ecofisiología de las plantas a la dinámica de comunidades y paisajes*. Ediciones Omega. Barcelona, España.
- Thompson K., Bakker J.P y Bakker R.1997. *The soil seed banks of North West Europe*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Velázquez-Escamilla T. 2009. Estructura y composición de la vegetación leñosa de la Isla Cocina, Jalisco, México. *Tesis profesional*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 64pp.
- Vázquez-Yanes C, Orozco-Segovia A., Rojas M., Sánchez M<sup>a</sup> E., Cervantes V. 1997. *La reproducción de las plantas: semillas y meristemos*. Ciencia para todos. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.

- Villaseñor, J. L. y Espinosa-García, F. J. 2004. The alien flowering plants of Mexico. *Diversity and Distributions* **10** (2): 113-123.
- Wenny D.G. 2001. Advantages of seed dispersal: a re-evaluation of directed dispersal. *Evolutionary Ecology Research* **3**: 51-74.
- Willson M.F. y Traveset A. 2000. The ecology of seed dispersal. En: Fenner M. (Ed.). *The ecology of regeneration in plant communities*. 2ª edición. pp: 85-110. CABI Publishing. Oxford, Inglaterra.
- Wódkiewicz M. y Kwiatkowska-Falinska A.J. 2010. Similarity between seed bank and herb layer in a natural deciduous temperate lowland forest. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* **79** (2): 157-166.
- Young K.R., Ewel J.J. y Brown B.J. 1987. Seed dynamics during forest succession in Costa Rica. *Vegetatio* **71**:157–173.
- Zar J.H. 1974. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall. New Jersey, EUA.
- Zarco–Espinosa V.M., Valdez-Hernández J.L., Ángeles-Pérez G. y Castillo-Acosta O. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia*, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco **26** (1): 1-17.
- Zavala Hurtado J.A. 1986. *Introducción al enfoque multivariado en estudios de vegetación*. Inireb, Xalapa, México.
- Zetina-Galván J. 2010. Crecimiento y supervivencia de *Abies religiosa* (H.B.K) Schltdl. & Cham. bajo diferentes tratamientos de cobertura vegetal, en San Nicolás Totoloapan, D.F. *Tesis profesional*. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 71 pp.

**Apéndice 1.** Listado de las especies presentes en la vegetación, banco y lluvia de semillas de la unidad 11 del bosque de *A. religiosa* de la CRM. **ORIGEN** N=nativa I=introducida S/I sin información **FORMA DE VIDA (FV)** Fa=fanerofita Cr=criptofita Te=terofita He= hemicriptofita y C=camefita. **CICLO DE VIDA (CV)** P=perenne A=anual. **FORMA DE CRECIMIENTO (FC)** A=árbol Ar=arbusto HA=hierba arrossetada HS= hierba subarbusiva HE=hierba erecta HR= hierba rastrera HT=hierba trepadora **MALEZA** S=si N= no. S/I= sin información.

Familia	Género	Especie	Origen	FV	CV	FC	Maleza	Valor Importancia Relativa		
								V	LLS	BS
		35Q							0.07	
		76Q							0.07	
		7Q							0.07	
Pinaceae	<i>Abies</i>	<i>Abies religiosa</i> (Kunth) Schltl. & Cham.	N	F	P	A	N	3.61	13.17	
Rosaceae	<i>Acaena</i>	<i>Acaena elongata</i> L.	N	F	P	Ar	S	27.22	9.83	1.66
		Arcasp							0.27	5.28
Asteraceae	<i>Ageratina</i>	<i>Ageratina enixa</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	N	F	P	Ar	N		9.94	3.01
Asteraceae	<i>Ageratina</i>	<i>Ageratina glabrata</i> (Kunth) R.M.King & H.Rob.	N	F	P	Ar	N	4.79	4.58	
Asteraceae	<i>Ageratina</i>	<i>Ageratina lucida</i> (Ortega) R.M.King & H.Rob.	N	F	P	Ar	N		2.16	
Asteraceae	<i>Ageratina</i>	<i>Ageratina mairretiana</i> (DC.) R.M. King & H. Rob	N	F	P	Ar	N		0.15	3.12
Asteraceae	<i>Ageratina</i>	<i>Ageratina ramireziorum</i> (J.Espinosa) B.L.Turner	N	F	P	Ar	N		2.65	

Familia	Género	Especie	Origen	FV	CV	FC	Maleza	Valor Importancia Relativa		
								V	LLS	BS
Asteraceae	<i>Ageratina</i>	<b><i>Ageratina rivalis</i> (Greenm.) R.M.King &amp; H.Rob.</b>	N	F	P	Ar	N	0.67		
Asteraceae	<i>Ageratina</i>	<b><i>Ageratina rhomboidea</i> (Kunth) R.M.King &amp; H.Rob.</b>	N	F	P	Ar	N		1.86	
Asteraceae	<i>Ageratina</i>	<b><i>Ageratina vernicosa</i> (Sch.Bip. ex Greenm.) R.M.King &amp; H.Rob.</b>	N	F	P	Ar	N		3.02	
Rosaceae	<i>Alchemilla</i>	<b><i>Alchemilla procumbens</i> Rose</b>	N	He	P	HR	S	4.30		
Betulaceae	<i>Alnus</i>	<b><i>Alnus jorullensis</i> Kunth</b>	N	F	P	A	N		0.43	
Rosaceae	<i>Amelanchier</i>	<b><i>Amelanchier denticulata</i> (Kunth) K.Koch</b>	N	F	P	Ar	S		0.92	
Asteraceae	<i>Archibaccharis</i>	<b><i>Archibaccharis auriculata</i> (Hemsl.) G.L.Nesom</b>	N	F	P	HE	N		0.07	
		<b>Arcsp</b>							0.69	
Asteraceae	<i>Archibaccharis</i>	<b><i>Archibaccharis hirtella</i> Heering</b>	N	F	P	HT	N	1.03		
Caryophyllaceae	<i>Arenaria</i>	<b><i>Arenaria lanuginosa</i> (Michx.) Rohrb.</b>	N	He	P	HR	S	2.14		
		<b>aster7A</b>							0.96	
		<b>B10Q</b>							0.58	
		<b>B11Q</b>							0.55	
Asteraceae	<i>Baccharis</i>	<b><i>Baccharis pteronioides</i> DC.</b>	S/I	F	P	Ar	N		0.07	
		<b>Bacsp</b>							0.07	
		<b>Bacspb</b>								2.95
Asteraceae	<i>Baccharis</i>	<b><i>Baccharis conferta</i> Kunth.</b>	N	F	P	Ar	N	0.12		3.91
Rubiaceae	<i>Bouvardia</i>	<b><i>Bouvardia obovata</i> Kunth</b>	N	F	P	HE	N		0.08	

Familia	Género	Especie	Origen	FV	CV	FC	Maleza	Valor Importancia Relativa		
								V	LLS	BS
		<b>BrasP</b>								1.96
<b>Asteraceae</b>	<i>Brickellia</i>	<b><i>Brickellia nutanticeps</i> S.F.Blake</b>	N	F	P	Ar	N		0.91	
<b>Poaceae</b>	<i>Bromus</i>	<b><i>Bromus carinatus</i> Hook. et. Arn</b>	N	Cr	P	HE	S		0.39	
<b>Poaceae</b>	<i>Bromus</i>	<b><i>Bromus dolichocarpus</i> Wagnon</b>	N	He	P	HE	N	1.99	0.07	4.59
<b>Poaceae</b>	<i>Bromus</i>	<b><i>Bromus exaltatus</i> Bernh.</b>	N	He	P	HE	N		0.20	
<b>Scrophulariaceae</b>		<b><i>Buddleia cordata</i> Kunth</b>	N	F	P	A	N		1.52	
<b>Scrophulariaceae</b>	<i>Castilleja</i>	<b><i>Castilleja lithospermoides</i> Kunth</b>	N	T	A	HE	N		0.07	
<b>Scrophulariaceae</b>	<i>Castilleja</i>	<b><i>Castilleja tenuiflora</i> Benth.</b>	N	F	P	HS	S		0.66	
<b>Solanaceae</b>	<i>Cestrum</i>	<b><i>Cestrum anagyris</i> Dunal</b>	N	F	P	Ar	N	0.53	0.15	
<b>Solanaceae</b>	<i>Cestrum</i>	<b><i>Cestrum nitidum</i> M.Martens &amp; Galeotti</b>	N	F	P	Ar	N		0.20	
<b>Solanaceae</b>	<i>Cestrum</i>	<b><i>Cestrum thyrsoideum</i> Kunth</b>	N	F	P	Ar	N		0.20	
<b>Ericaceae</b>	<i>Chimaphila</i>	<b><i>Chimaphila umbellata</i> (L.) W.P.C.Barton</b>	S/I	F	P	HE	N			0.49
<b>Asteraceae</b>	<i>Cirsium</i>	<b><i>Cirsium nivale</i> Sch.Bip.</b>	N	C	P	HE	N		0.23	0.49
		<b>comp8A</b>							0.54	
		<b>compAP</b>							0.34	
<b>Commelinaceae</b>	<i>Commelina</i>	<b><i>Commelina coelestis</i> Willd.</b>	N	He	P	HE	S		0.08	
<b>Commelinaceae</b>	<i>Commelina</i>	<b><i>Commelina diffusa</i> Burm.f.</b>	N	He	P	HE	S		0.42	
		<b>COMPSA</b>							0.70	
		<b>Conysp</b>							2.54	
<b>Rosaceae</b>	<i>Crataegus</i>	<b><i>Crataegus mexicana</i> Moc. &amp; Sessé ex DC.</b>	N	F	P	A	N		0.39	

Familia	Género	Especie	Origen	FV	CV	FC	Maleza	Valor Importancia Relativa		
								V	LLS	BS
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	N	Cr	P	HE	N	0.18		
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>Cyperus hermaphroditus</i> Standl.	N	Cr	P	HE	S	0.95		
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>Cyperus niger</i> Ruiz & Pav.	N	Cr	P	HE	N	0.19		
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>Cyperus seslerioides</i> Kunth	N	Cr	P	HE	S			6.96
Asteraceae	<i>Dahlia</i>	<i>Dahlia pinnata</i> Cav.	N	Cr	P	HE	S	0.15		
Caryophyllaceae	<i>Drymaria</i>	<i>Drymaria laxiflora</i> Benth.	N	T	A	HE	N	0.07		
Rosaceae	<i>Duchesnea</i>	<i>Duchesnea indica</i> (Andrews) Focke	I	C	P	HE	S	1.07		
Geraniaceae	<i>Erodium</i>	<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. ex Aiton	I	T	A	HE	S	0.15		
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>Euphorbia furcillata</i> Kunth	N	F	P	HE	N	0.28		
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>Euphorbia prostrata</i> Aiton	N	T	A	HE	N	0.23		2.43
		EupQB								0.49
Onagraceae	<i>Fuchsia</i>	<i>Fuchsia thymifolia</i> Kunth	S/I	F	P	Ar	N	0.32		4.81
Garryaceae	<i>Garrya</i>	<i>Garrya laurifolia</i> Benth.	N	F	P	A	N	0.35		
Rubiaceae	<i>Galium</i>	<i>Galium aschenbornii</i> S.Schauer	S/I	C	P	HE	N	0.28		4.31
Geraniaceae	<i>Geranium</i>	<i>Geranium seemannii</i> Peyr.	N	He	P	HE	S	3.54		
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i>	<i>Gnaphalium americanum</i> Mill.	N	He	A	HE	S	0.56		1.66
Asteraceae	<i>Gnaphalium</i>	<i>Gnaphalium oxyphyllum</i> DC.	N	He	P	HE		0.78		
Boraginaceae	<i>Hackelia</i>	<i>Hackelia mexicana</i> (Schltdl. & Cham.) I.M.Johnst	S/I	T	A	HE	N	0.06		
		Helecho						0.07		
Asteraceae	<i>Hieracium</i>	<i>Hieracium dysonymum</i> S.F.Blake	N	C	P	HE	N	0.25		

Familia	Género	Especie	Origen	FV	CV	FC	Maleza	Valor Importancia Relativa		
								V	LLS	BS
Amaranthaceae	<i>Iresine</i>	<i>Iresine diffusa</i> Humb. et Bonpl.ex Willd. L1Q	N	T	A	HE	S	1.50		0.07
Campanulaceae	<i>Lobelia</i>	<i>Lobelia laxiflora</i> Kunth	N	C	P	Ar	S		0.07	
Polemoniaceae	<i>Loeselia</i>	<i>Loeselia mexicana</i> (Lam.) Brand	N	F	P	Ar	S		0.07	
Agavaceae	<i>Manfreda</i>	<i>Manfreda pringlei</i> Rose	N	He	P	HE	N		0.93	
Asteraceae	<i>Melampodium</i>	<i>Melampodium repens</i> Sessé & Moc. Melsp	N	He	P	HE	S			7.03
Asteraceae	<i>Montanoa</i>	<i>Montanoa frutescens</i> (Mairet) ex DC.	N	F	P	Ar	N			0.68
Poaceae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>Muhlenbergia nigra</i> Hitchc.	S/I	He	P	HE	N			1.38
Poaceae	<i>Muhlenbergia</i>	<i>Muhlenbergia quadridentata</i> Trin.	S/I	C	P	HA	N			0.41
Onagraceae	<i>Oenothera</i>	<i>Oenothera rosea</i> L'Her. Ex Aiton	N	He	P	HE	S	1.41		
Oxalidaceae	<i>Oxalis</i>	<i>Oxalis corniculata</i> L.	N	Cr	P	HE	S		0.51	
Scrophulariaceae	<i>Penstemon</i>	<i>Penstemon roseus</i> (Sweet) G. Don	N	C	P	HE	S		0.72	
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca</i>	<i>Phytolacca icosandra</i> L.	N	C	P	HE	S		0.63	1.47
Solanaceae	<i>Physalis</i>	<i>Physalis orizabae</i> Dunal phypB	N	C	P	HE	N		0.32	0.98
Asteraceae	<i>Piqueria</i>	<i>Piqueria pilosa</i> Kunth	N	F	P	HE	N	0.11	0.34	
Asteraceae	<i>Piqueria</i>	<i>Piqueria trinervia</i> Cav.	N	He	P	HE	S	0.19		
Plantaginaceae	<i>Plantago</i>	<i>Plantago australis</i> Lam.	S/I	C	P	HE	N	0.45		
Poaceae	<i>Poa</i>	<i>Poa annua</i> L.	I	C	P	HE	S		0.21	



Familia	Género	Especie	Origen	FV	CV	FC	Maleza	Valor Importancia Relativa		
								V	LLS	BS
Poaceae	<i>Poa</i>	<i>Poa pratensis</i> L.	I	Cr	P	HE	S		1.19	
Polygonaceae	<i>Polygonum</i>	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.	S/I	Cr	P	HR	N		0.20	
Rosaceae	<i>Potentilla</i>	<i>Potentilla haematochrous</i> Lehm.	S/I	C	P	HE	N		0.07	
Rosaceae	<i>Potentilla</i>	<i>Potentilla rubra</i> Willd. ex Schldl.	N	C	P	HE	N		0.86	
Rosaceae	<i>Prunus</i>	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	N	F	P	A	N		2.99	
Asteraceae	<i>Psacalium</i>	<i>Psacalium peltatum</i> (Kunth) Cass.	N	He	P	HE	N		0.10	
Brassicaceae	<i>Romanschulzia</i>	<i>Romanschulzia arabiformis</i> (DC.) Rollins	N	C	P	HE	N	0.05		
		RubB								1.36
Rosaceae	<i>Rubus</i>	<i>Rubus liebmanii</i> Focke	N	Cr	P	Ar	N		2.30	
Rosaceae	<i>Rubus</i>	<i>Rubus pumilus</i> Focke	N	F	P	HE	N		0.73	
		Rubsp								0.92
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>Salvia elegans</i> Vahl.	N	F	P	HE	N	0.56		4.59
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>Salvia helianthemifolia</i> Benth.	N	He	P	HE	N		0.64	
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>Salvia pulchella</i> DC.	N	He	P	HE	N	0.83		
Lamiaceae	<i>Salvia</i>	<i>Salvia tiliifolia</i> Vahl	N	T	A	HE	S		0.98	
Caprifoliaceae	<i>Sambucus</i>	<i>Sambucus nigra</i> L.	N	F	P	A	S		0.20	
Asteraceae	<i>Senecio</i>	<i>Senecio albonervius</i>	N	He	P	Ar	N	13.28		
Asteraceae	<i>Senecio</i>	<i>Senecio andrieuxii</i> DC.	N	F	P	Ar	N		0.13	
Asteraceae	<i>Senecio</i>	<i>Senecio angulifolius</i> DC.	N	F	P	Ar	N	13.60	0.78	4.61
Asteraceae	<i>Senecio</i>	<i>Senecio barba-johannis</i> DC.	N	He	P	Ar	N	5.05		2.62

Familia	Género	Especie	Origen	FV	CV	FC	Maleza	Valor Importancia Relativa		
								V	LLS	BS
Asteraceae	<i>Senecio</i>	<i>Senecio bellidifolius</i> Kunth.	N	He	P	HE	N		0.07	
Asteraceae	<i>Senecio</i>	<i>Senecio callosus</i> Sch.Bip.	N	He	P	HE	N	12.55	0.76	
Asteraceae	<i>Senecio</i>	<i>Senecio cinerarioides</i> Kunth	N	F	P	Ar	N		0.38	
Asteraceae	<i>Senecio</i>	<i>Senecio multidentatus</i> Sch. Bip. ex Hemsl.	N	Cr	P	HE	N		0.44	
Asteraceae	<i>Senecio</i>	<i>Senecio sanguisorbae</i> DC.	N	He	P	HE	N		0.154	4.01
Asteraceae	<i>Senecio</i>	<i>Senecio toluccanus</i> DC.	N	He	P	HE	N		0.721	1.47
Plantaginaceae	<i>Sibthorpia</i>	<i>Sibthorpia repens</i> (L.) Kuntze	S/I	C	P	HE	N		0.154	
Asteraceae	<i>Sigesbeckia</i>	<i>Sigesbeckia jorullensis</i> Kunth.	N	He	P	HE	S	0.108	0.165	1.96
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>Solanum cervantesii</i> Lag.	N	F	P	Ar	N		3.905	11.37
Solanaceae	<i>Solanum</i>	<i>Solanum tuberosum</i> L.	I	Cr	P	HE	N	0.053		
Asteraceae	<i>Sonchus</i>	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	I	T	A	HE	S			1.86
Poaceae	<i>Sporobolus</i>	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R.Br.	N	He	P	HE	S	0.148	0.077	
Caryophyllaceae	<i>Stellaria</i>	<i>Stellaria cuspidata</i> Willd. ex Schltldl.	N	He	P	HR	S	0.591		
Asteraceae	<i>Stevia</i>	<i>Stevia monardifolia</i> Kunth	N	He	P	HE	N		3.159	
Asteraceae	<i>Stevia</i>	<i>Stevia subpubescens</i> Lag.	N	C	P	Ar	N		1.099	1.47
Asteraceae	<i>Stevia</i>	<i>Stevia viscida</i> Kunth	S/I	He	P	HE	N		0.289	
Caprifoliaceae	<i>Symphoricarpus</i>	<i>Symphoricarpus microphyllus</i> Kunth	S/I	F	P	Ar	N	0.299	0.154	
Asteraceae	<i>Taraxacum</i>	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg. Tradsp	I	C	P	HE	S		0.584	5.08
									0.077	

Familia	Género	Especie	Origen	FV	CV	FC	Maleza	Valor Importancia Relativa		
								V	LLS	BS
Poaceae	<i>Trisetum</i>	<i>Trisetum virletii</i> E.Fourn. & E.Fourn.	N	He	P	HE	N	2.312		1.86
Urticaceae	<i>Urtica</i>	<i>Urtica urens</i> L.	I	T	A	HE	S		0.077	
Asteraceae	<i>Verbesina</i>	<i>Verbesina oncophora</i> B.L.Rob. & Seaton	N	F	P	Ar	N		0.532	
Asteraceae	<i>Verbesina</i>	<i>Verbesina virgata</i> Cav.	N	F	P	Ar	N		0.283	
Fabaceae	<i>Vicia</i>	<i>Vicia pulchella</i> Kunth	N	F	P	HT	S		0.242	