

1990-B

082405712

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO EN EL BOSQUE MESOFILO DE
MONTAÑA DE LAS JOYAS, SIERRA DE MANANTLAN,
ESTADO DE JALISCO.

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA
P R E S E N T A
CLAUDIA IRENE ORTIZ ARRONA
GUADALAJARA, JALISCO. 1992

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO NATURAL LAS JOYAS

**BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO EN EL BOSQUE MESOFILO
DE MONTAÑA DE LAS JOYAS, SIERRA DE MANANTLAN,
ESTADO DE JALISCO.**

Testista: P. de Biól. Claudia Irene Ortiz Arrona.
Directora: Biól. Ma. de los Angeles Saldaña Acosta.
Asesor: M.C. Lázaro R. Sánchez Velásquez.

Laboratorio Natural Las Joyas
Universidad de Guadalajara
Apartado Postal 1-3933
Guadalajara, Jalisco
C.P. 44100, México.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Sección

Expediente

Número 0146/91.....

C. CLAUDIA IRENE ORTIZ ARRONA
 P R E S E N T E.-

Manifestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado el tema de tesis " BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO EN EL BOSQUE MESOFILO DE MON-
 TAÑA DE LAS JOYAS, SIERRA DE MANANTLAN, ESTADO DE JALISCO" para obtener -
 la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como -
 Director de tesis a la Biol. Ma. de los Angeles Saldaña Acosta.

A T E N T A M E N T E

"PIENSA Y TRABAJA"

Guadalajara, Jal., 26 de Febrero de 1991.

EL DIRECTOR



M. EN C. CARLOS BEAS ZARATE.

FACULTAD DE
 EL SECRETARIO CIENCIAS BIOLÓGICAS

M. EN C. MARTIN P. TENA MEZA.

c.c.p.- a la Biol. Ma. de los Angeles Saldaña Acosta.-Pte.
 c.c.p.- El expediente del alumno.

CBZ/MTM/vsg'

Al contestar este oficio cite fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Laboratorio Natural Las Joyas
de la Sierra de Manantlán

SECCION _____

EXPEDIENTE _____

NUMERO _____

El Grullo. Jal.. Noviembre 30 de 1992.

M.C. JUAN LUIS CIFUENTES LEMUS
DIRECTOR
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
P R E S E N T E.

Por este conducto le comunico que, habiendo revisado el trabajo de Tesis "BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO EN EL BOSQUE MESOFILO DE MONTANA DE LAS JOYAS. SIERRA DE MANANTLAN. ESTADO DE JALISCO" que presenta la Pasante de Biología CLAUDIA IRENE ORTIZ ARRONA para obtener la Licenciatura en Biología y del cual fungí como Directora, considero que éste ha sido concluido satisfactoriamente por lo cual puede procederse a la presentación de la Tesis para su revisión en la Facultad y el examen profesional respectivo.

Sin otro particular por el momento aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"
"AÑO DEL SICENTENARIO"


BIOL. MA. DE LOS ANGELES SALDANA ACOSTA
INVESTIGADOR

c.c.p. P. de B. Claudia Irene Ortiz Arrona.
c.c.p. M.C. Lazaro R. Sánchez Velásquez (Asesor de Tesis).
c.c.p. Archivo LNLJ.



"No vinieron a ser soberbios.
No vinieron a andar buscando con ansia,
no vinieron a tener voracidad.
Fueron tales que se les estimó sobre la
tierra..."

(León Portilla, M. *Las literaturas precolombinas
de México* citado en Landa Abrego, 1980).

Dedicado:

A mis padres por la vida que hemos recorrido juntos,
por su sacrificio y por su grandeza de espíritu.

A mis hermanos por el amor que hemos compartido
hasta hoy y porque mañana cada uno de ellos,
haga posible su felicidad.

AGRADECIMIENTOS

En la realización de este trabajo estuvieron involucradas muchas personas de quienes recibí no solamente apoyo profesional, sino también su camaradería. A todos ellos quiero agradecer.

Expreso mi gratitud a la Biol. Angela Saldaña Acosta quien dirigió esta Tesis con profesionalismo, gran interés y entusiasmo y de quien he recibido apoyo en toda la extensión de la palabra.

Al asesor de este trababajo el M.C. Lázaro R. Sánchez Velásquez, le doy las gracias por sus aportes al planteamiento del proyecto, ayuda en la organización de ideas, y su siempre mejor disposición para responder a mis múltiples interrogantes y por su amistad.

Quiero agradecer a el M.C. Enrique Jardel Peláez Director del Laboratorio Natural Las Joyas, por su constante preocupación en el desarrollo del trabajo y sus valiosas sugerencias, muchas de las cuales también cuidé en este documento final.

Agradezco al Dr. Bruce Benz quien invirtió un tiempo valioso en la revisión del proyecto inicial y el documento final de este trabajo, haciendo aportes críticos al mismo. El Pas. M.C. Arturo Solís Magallanes revisó el documento final y propuso sugerencias que en mi opinión fueron muy significativas, además de su compañerismo y su siempre agradable compañía en el espacio de trabajo que compartimos.

La Facultad de Ciencias Biológicas asignó como sinodales para este trabajo de Tesis a: M.C. Martin Tena Meza, Dr. Eulogio Pimienta Barrios y Biól. Miguel A. Macías. A ellos les agradezco su disponibilidad, sus sugerencias y observaciones al planteamiento inicial y la revisión del documento final.

Los Ingenieros Ramón Cuevas Guzmán, Francisco Santana Michel y Luis Guzmán Hernández, brindaron una ayuda muy importante a este trabajo con la identificación de especímenes botánicos. Además del amable apoyo de Luis Guzmán en el secado del material botánico. Por ello, quiero darles las gracias.

Agradezco también a los biólogos Oscar Cárdenas Hernández, Víctor Sánchez Bernal y Rubén Ramírez Villeda su mejor disponibilidad para brindarme apoyo en el trabajo de campo, durante mi estancia en La Estación Científica Las Joyas. Otras personas me ayudaron en múltiples ocasiones en el trabajo de campo: Paulino Chávez, José Aragón David ("Palillo"), Fernando y Ramón Aragón Cruz.

Los M.C. Manuel P. Rosales A. y Luis Manuel Martínez R. estuvieron siempre con la mayor disponibilidad cuando recurrí a ellos para solicitar su profesional apoyo. A ellos mi agradecimiento.

Mi gratitud a la Biól. Genoveva Jiménez Gómez quien me introdujo al manejo de la computadora y estuvo en mi ayuda en múltiples ocasiones. Además por haber compartido una agradable convivencia y afecto en todo este tiempo.

Rosy Patiño Beltrán y Margarita Vázquez me ayudaron en la elaboración de figuras que en este trabajo aparecen. Norma Saldivar me brindó su atenta ayuda. Gracias.

Al M.C. Miguel Cházaro B. por compartir sus experiencias y conocimientos botánicos, por su confianza y afecto. Sonia Navarro nos permitió su casa y brindó su amistad en momentos importantes.

Elizabeth Muñoz Mendoza, Sarahy Contreras M. y Oscar Cárdenas H. por la gran amistad que hemos compartido desde que iniciamos esta nueva experiencia y el apoyo que siempre me brindaron.

Quiero agradecer a mis compañeros y amigos con quienes coincidí en múltiples ocasiones en Las Joyas y con quienes surgiera una agradable convivencia: J. Jesús Sandoval Legaspi, Lucía Castillo, Ana Luisa Santiago, Graciela González, Gabriela Zavala G. Luis Ignacio Iñiguez, Rogelia Lorente, Genoveva Jiménez y J. Jesús Rosales. Especialmente a Coro Arizmendi y Francisco Ornelas.

Finalmente, mi agradecimiento por el importante apoyo recibido a través de la beca-tesis de licenciatura subsidiado por financiamiento externo del proyecto: "Regeneración Natural de los Bosques de la Estación Científica Las Joyas" otorgados a la Biól. Angela Saldaña Acosta.

CONTENIDO

Indice de tablas.....	1
Indice de figuras.....	2
Resúmen.....	3
I. Introducción.....	4
II. Objetivos.....	6
III. Antecedentes.....	7
3.1. Sistemas de reproducción en las plantas.....	7
3.2. Ciclo de vida de las plantas.....	7
3.3. Regeneración natural a partir de un banco de semillas.....	8
3.3.1. Concepto de banco de semillas e importancia.....	8
3.4. Dinámica del banco de semillas.....	11
3.4.1. Aporte de semillas al banco.....	11
3.4.2. Pérdidas en el banco de semillas.....	11
3.5. Tipos de bancos de semillas.....	14
3.6. Viabilidad y Latencia.....	14
3.7. Germinación.....	16
3.8. El bosque mesófilo de montaña.....	19
IV. Area de Estudio.....	22
4.1. Sierra de Manantlán.....	22
4.2. Estación Científica Las Joyas.....	24
4.2.1. Localización.....	24
4.2.2. Topografía.....	24
4.2.3. Geología y Suelos.....	24
4.2.4. Clima.....	25
4.2.5. Hidrología.....	25
4.2.6. Vegetación.....	25
4.3. Descripción del área de muestreo en la ECLJ.....	29
4.4. Historial de manejo y perturbación del sitio.....	29
V. Métodos.....	31
1. De Campo.....	31
2. De Análisis.....	35

VI. Resultados.....	37
6.1. Composición y estructura del banco de semillas....	37
6.1.1. Composición de especies.....	37
6.1.2. Densidad y frecuencia relativa.....	41
6.2. Germinación de semillas.....	45
6.2.1. Mortalidad de plántulas.....	48
6.3. Diversidad.....	48
6.4. Comparaciones estacionales en la composición florística del banco de semillas.....	49
6.4.1. Similaridad estacional en la composición de especies.....	49
6.4.2. Diferencias significativas entre colectas...	49
6.5. Similitud florística de la vegetación establecida en el sitio y el banco de semillas....	51
6.6. Condiciones abióticas de germinación.....	53
6.6.1. Temperatura mínima del aire.....	53
6.6.2. Temperatura máxima del aire.....	53
6.6.3. Humedad relativa.....	53
VII. Discusión.....	56
VIII. Conclusiones.....	66
IX. Literatura Citada.....	68
X. Apéndices.....	74
XI. Anexos.....	82

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estudios sobre bancos de semillas realizadas en diferentes asociaciones vegetales.....	12
Tabla 2. Lista de especies presentes en el banco de semillas en el suelo del bosque mesófilo de montaña, correspondientes a las cuatro colectas realizadas.....	38
Tabla 3. Número de especies y densidad por formas de vida presentes en el banco de semillas.....	40
Tabla 4. Familias mejor representadas en cuanto al número de géneros y especies en el banco de semillas.....	40
Tabla 5. Densidad y frecuencia relativa de las especies más abundantes en la colecta de febrero.....	42
Tabla 6. Densidad y frecuencia relativa de las especies más abundantes en la colecta de mayo.....	42
Tabla 7. Densidad y frecuencia relativa de las especies más abundantes en la colecta de agosto.....	43
Tabla 8. Densidad y frecuencia relativa de las especies más abundantes en la colecta de noviembre.....	43
Tabla 9. Índice de diversidad (H') en las cuatro colectas del banco de semillas en el suelo.....	50
Tabla 10. Índice de similaridad de Jaccard (C_j) para las cuatro colectas del banco de semillas.....	50
Tabla 11. Análisis Tukey considerando el número de individuos y número de especies de las colectas.....	52

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Modelo general de la dinámica del banco de semillas y la vegetación.....	13
Fig. 2. Localización geográfica de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (RBSM) y la Estación Científica Las Joyas (ECLJ).....	23
Fig. 3. Climograma de El Zarzamoro, Estación Científica Las Joyas 1991.....	26
Fig. 4. Localización del área de estudio en la Estación Científica Las Joyas.....	30
Fig. 5. Número de especies y número de individuos por m ² en las cuatro colectas del banco de semillas.....	44
Fig. 6. Germinación de semillas contenidas en las muestras de suelo.....	46
Fig. 7. Temperatura del aire en el invernadero durante el proceso de germinación (1991-1992).....	54
Fig. 8. Humedad relativa del aire en el invernadero durante el proceso de germinación (1991-1992).....	54

RESUMEN

Los objetivos de éste estudio fueron: conocer la composición de especies del banco de semillas en el suelo y su papel en los procesos de regeneración natural del bosque mesófilo de montaña en la Estación Científica Las Joyas. Se realizaron colectas de muestras de suelo en los meses de febrero, mayo, agosto y noviembre de 1991. Las semillas fueron identificadas a partir de plántulas utilizando el método de germinación. Se registraron 80 especies, distinguiéndose como principales formas de vida al gremio de las herbáceas. *Eupatorium aff. ciliatum*, *Oplismenus burmanii*, *Salvia mexicana*, *Phaseolus sp.*, *Oxalis corniculata* y *Phytolacca icosandra*, fueron algunas de las especies que se registraron en las cuatro colectas. La densidad total de semillas por m² fue de 3921±487. La densidad de semillas fue de 879±78 en febrero, 1205±60 en mayo, 1599±186 en agosto y 239±27 en noviembre, con 35, 57, 38 y 20 especies, respectivamente. La máxima similitud (Coeficiente de Jaccard) fue observada en las colectas de febrero vs. agosto con un $C_j = 0.453$. El índice de diversidad H' (Shannon-Weinner) más alto se obtuvo en la colecta de mayo con un valor de 2.67. Existen diferencias estacionales en cuanto a la composición florística, riqueza, diversidad y densidad del banco de semillas. Se comparó la composición florística del banco de semillas con la vegetación establecida en el sitio y se obtuvo una baja similaridad con un $C_j = 0.42$, las especies herbáceas se observaron en mayor número en ambas comunidades.

I. INTRODUCCION

Los problemas de deforestación en nuestro país en lo que va del siglo, se pueden sintetizar en una pérdida de aproximadamente 12 millones de hectáreas de bosque templado y 5 millones de hectáreas de bosque tropical, lo que significa el 19% de la superficie nacional (Plan Nacional de Desarrollo, 1982).

Como consecuencia de la influencia humana a través del fuego, la tala y los desmontes, en muchos bosques existe una tendencia a una mayor simpleza estructural, a la coetaneidad y a una menor diversidad de especies (Jardel, 1986; Jardel, 1990). La conservación de muchas especies de animales y plantas, tanto de árboles como de otras formas de vida, depende de la existencia de bosques con características que sólo se encuentra en la fase de madurez, y éstos son cada vez más escasos (Jardel y Sánchez-Velásquez, 1989). Los bosques de viejo crecimiento, y en particular los del bosque mesófilo de montaña, se han reducido en superficie y esto tiene serias consecuencias para la conservación de la flora y fauna silvestre (Jardel, 1987).

El entendimiento de la sucesión vegetal es la base para lograr un aprovechamiento sostenible de los recursos forestales (Jardel y Sánchez-Velásquez, 1989). La regeneración natural constituye una fase crítica del proceso sucesional, el cual depende de la fuerza selectiva de los claros naturales y de la heterogeneidad de la comunidad (Sosa y Puig, 1987). Las estrategias de regeneración de las plantas son múltiples y se pueden dar a través de la liberación del crecimiento de las plantas sobrevivientes a la perturbación que quedan dentro del mismo o en sus bordes, a la regeneración avanzada ó banco de plántulas, a la reproducción vegetativa o bien a la colonización a través de semillas dispersadas desde fuentes externas al sitio o presentes *in situ* en el banco de semillas en el suelo (Saldaña-Acosta y Jardel, en prensa).

El banco de semillas es una colección de semillas viables en el suelo que permanecen latentes hasta que las condiciones del ambiente y la madurez fisiológica de la semilla son propicias para su germinación (Harper, 1977). El conocimiento de la composición florística del banco de semillas del suelo permite conocer la disponibilidad de las especies en esta fuente de propágulos y determinar la presencia de ciertas especies cuyas características ecológicas influyen, en cierta medida, en la estructura y dinámica de la comunidad vegetal (Guevara y Gómez-Pompa, 1976).

Investigaciones realizadas por Jardel (1991) indican que el bosque mesófilo de montaña en la Estación Científica Las Joyas se ha reducido y fragmentado y ha aumentado la superficie ocupada por bosques secundarios de pino y matorrales secundarios y la formación de claros extensos. Todo eso, parece ser el resultado de la influencia del hombre a través de los desmontes agrícolas, al pastoreo de ganado, la explotación de madera y el uso del fuego.

El presente trabajo es una contribución al conocimiento de los procesos de regeneración natural cuyo objetivo principal es la determinación de la composición estacional de especies del banco de semillas en el suelo y su papel en los procesos de regeneración natural del bosque mesófilo de montaña de la Estación Científica Las Joyas.

El entendimiento integral del proceso de regeneración natural permitirá la posibilidad de sugerir en el futuro recomendaciones sobre la conservación y manejo de las extensiones de bosque mesófilo de montaña en esta región.

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL:

- 2.1.1. Contribuir al conocimiento del banco de semillas y su papel en los procesos de regeneración natural del bosque mesófilo de montaña de la Estación Científica Las Joyas de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán.

2.2. OBJETIVOS PARTICULARES:

- 2.2.1. Determinar la frecuencia relativa, la densidad, la riqueza y la diversidad de especies en el banco de semillas del suelo.
- 2.2.2. Comparar la composición florística del banco de semillas en el suelo con la composición florística de las especies del estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo presentes en el área.

III. ANTECEDENTES

3.1. SISTEMAS DE REPRODUCCION EN LAS PLANTAS

Existen diversos mecanismos por medio de los cuales se reproducen o regeneran las plantas (Grime, 1982). Se distinguen dos sistemas principales de reproducción: apomicticos ó asexual y sexual; ambos procesos de reproducción contribuyen para el mantenimiento o la expansión de las especies (Sosa y Puig, 1987). El sistema apomictico se refiere a cualquier proceso reproductivo asexual que reemplaza al método sexual, en el cual se produce descendencia a partir de gametos no fertilizados o por métodos vegetativos (UACH, 1986). Este tipo de regeneración se asocia particularmente con la consolidación local de poblaciones y tiene el efecto de producir comunidades de plantas genéticamente uniformes (Fenner, 1985).

La importancia de la reproducción sexual se debe a que genera variación por recombinación de genes, por lo que constituye genotipos favorables de las poblaciones y especies para dar mayor aptitud, mayor capacidad de sobrevivencia y éxito reproductivo ante la selección natural (Fenner, 1985). Se caracteriza también por las peculiares propiedades de las semillas, ya que en relación con la mayoría de los propágulos, las semillas son numerosas, independientes y tolerantes a restricciones y éstas características les confieren, respectivamente, el potencial para la rápida multiplicación y dispersión.

3.2. CICLO DE VIDA DE LAS PLANTAS

Harper (1977) describe cuatro fases esenciales en el ciclo de vida de las especies de una población que se regenera a partir de un banco de semillas. El ciclo inicia con el banco de semillas en el suelo (fase I), el cual contribuye al establecimiento y reestablecimiento de las especies (fase II), después crecen en altura y masa (fase III) requiriendo espacio e incluyendo relaciones entre la disponibilidad de la humedad del suelo, nutrimentos minerales y condiciones abióticas del medio que

favorezcan el crecimiento de los individuos. Algunas plantas mueren (corresponde en la figura a los tallos no ramificados) mientras que otras logran exitosamente su desarrollo. Sin embargo, los individuos están restringidos en algún momento, por las limitaciones de los recursos físicos y bióticos de su hábitat. El crecimiento de los individuos produce cambios en el microclima del sotobosque y del piso forestal que a su vez afectan el establecimiento de nuevos individuos del banco de semillas. La última fase corresponde a la reproducción y la dispersión de semillas al banco de semillas del suelo (fase IV).

3.3. REGENERACION NATURAL A PARTIR DE UN BANCO DE SEMILLAS

El proceso por medio del cual se reestablecen las masas boscosas naturales, al reproducirse el arbolado y ocupar el renuevo los sitios abiertos por perturbaciones naturales o inducidas por el hombre se denomina regeneración natural (Saldaña-Acosta y Jardel, en prensa). Los mecanismos de regeneración natural de las especies vegetales son múltiples, Grime (1982) reconoce cinco tipos: 1. expansión vegetativa, 2. regeneración estacional en claros de vegetación, 3. regeneración a través de un banco permanente de semillas, 4. regeneración a través de diversos tipos de semillas o esporas diseminadas por el viento y 5. regeneración que implica un banco permanente de plántulas.

La regeneración después de la tala de grandes áreas debe provenir del banco de semillas, tocones y en menor medida de semillas recién dispersadas (Augspurger, 1990).

3.3.1. Concepto de banco de semillas e importancia

El banco de semillas es una colección viable de semillas latentes presentes en el suelo (Harper, 1977; Bigwood e Inouye, 1988, Baker, 1989) y asociadas al mantillo u hojarasca en un área definida (Simpson *et al.*, 1989). El banco de semillas en el suelo constituye un elemento importante en el proceso de sucesión; ya que contribuye a la permanencia de las poblaciones y su diversidad florística y asegura un reservorio de semillas para el

reestablecimiento de una comunidad perturbada, ya sea por causas naturales ó antrópicas (Guevara y Gómez-Pompa, 1976; Harper, 1977; y Grime, 1982; Salmerón, 1984). Aún cuando no todas las especies residen en el banco de semillas (Pickett & McDonnell, 1989), se ha demostrado experimentalmente la significancia de éste para el establecimiento de comunidades de estados tempranos de la sucesión (Marks & Mohler, 1985 citados en Pickett & McDonnell, 1989).

El banco de semillas está compuesto de especies correspondientes a la comunidad actual, especies de estados sucesionales tempranos y tardíos y especies que aunque nunca han estado presentes en el área, forman parte del reservorio dada su capacidad de dispersión (Castro Acuña y Guevara, 1976; Guevara y Gómez-Pompa, 1976; Vázquez-Yanes, 1976 y Pickett & McDonnell, 1989). La composición del banco de semillas varía en función de varios factores que interactúan entre sí: 1) composición de la vegetación en el área, 2) comportamiento fenológico de las especies, 3) accesibilidad del lugar, que puede variar para las especies por la topografía, rutas de los dispersores y vientos dominantes durante las épocas de producción de semillas, 4) requerimientos de germinación, 5) viabilidad y latencia, 6) características físicas, fisicoquímicas y bióticas del suelo y 7) las tasas de descomposición (Vázquez-Yanes, 1976).

La generalización más firme que existe respecto a la composición del banco de semillas en bosques de viejo crecimiento es que éste diverge de la vegetación en pie en el sitio (Pickett & McDonnell, 1989). La baja correspondencia de la vegetación en pie y el banco de semillas ha sido mostrado por muchos investigadores (ver Piroznikow, 1983). Posiblemente ésta tendencia a la heterogeneidad del banco de semillas refleja acoplamiento de cambios en la integridad del dosel, integración de semillas internas y externas al sitio, así como la pérdida del banco de semillas inicial (Pickett y McDonnell, 1989). Estudios en relación a la sucesión y dinámica de claros pueden ofrecer una respuesta más clara respecto a la dinámica del banco de semillas en estas

comunidades vegetales.

Simpson *et al.* (1989), haciendo una revisión de los estudios sobre bancos de semillas, señalan que Darwin en 1859 fué probablemente el primero en publicar información concerniente al banco de semillas. Sin embargo, la idea de que la estructura y la dinámica del banco de semillas representa un papel importante en las comunidades vegetales fué desarrollado intensamente en malezas y pastos debido a su significancia agrícola (Brenchley y Warrington, 1930; 1933 y 1936 citados en Baker, 1990). Los trabajos desarrollados por Chippendale y Milton (1934) (citados en Harper, 1977 y Grime, 1989) demostraron que la mayoría de los bancos persistentes están constituidos por semillas enterradas de especies ruderales que acumulan grandes reservas en el suelo. Posteriormente se llevaron a cabo estudios del banco de semillas en los bosques deciduos templados de Maine y su relación a los mecanismos de sucesión (e.g. Chippendale y Milton (1932, 1934) citados en Guevara y Gómez-Pompa, 1976) en los cuales encontraron que la población de semillas en el suelo difería marcadamente de la composición de especies en la vegetación del sitio. A la fecha el banco de semillas se ha examinado en un gran número de hábitats y particularmente en México han sido pocos los estudios realizados sobre bancos de semillas en comunidades vegetales de los cuales en su mayoría se han efectuado en los bosques tropicales perennifolios en aspectos como composición florística del banco de semillas del suelo (Guevara y Gómez-pompa, 1976), variaciones espaciales y temporales y su distribución horizontal (Alcocer, 1988) y el efecto que ejercen diferentes condiciones contrastantes de luz y temperatura sobre la germinación de semillas extraídas del banco de semillas en el suelo (Salmerón, 1984). En la selva mediana decidua de Yucatán se determinó la composición del banco de semillas y la estructura de la vegetación de siete estados serales (Rico-Gray & García-Franco, 1990). Estudios sobre bancos de semillas en el bosque mesófilo de montaña se encuentra el estudio preliminar en Tamaulipas (Ponce de León & Puig, 1983) y un estudio comparativo de la composición florística del banco de semillas con la composición

florística del estrato arbóreo de bosques mesófilos de montaña situados en extremos geográficos: El Triunfo en Chiapas, El Cielo en Tamaulipas, Manantlán en Jalisco y La Mesa en Veracruz (Williams-Linera, 1990), éstos representan por el momento los únicos trabajos que sobre este tópico se han realizado (Tabla 1).

3.4. DINAMICA DEL BANCO DE SEMILLAS

Las poblaciones que constituyen el banco de semillas en el suelo poseen un carácter dinámico (Fig. 1). La densidad, composición de especies y reserva genética del banco de semillas esta controlado por este flujo dinámico de aportes y pérdidas (Simpson, *et al.*, 1989).

3.4.1. Aporte de semillas al banco

El aporte de propágulos (lluvia de semillas) al banco de semillas de una comunidad vegetal proviene de dos fuentes principales: 1) la dispersión local de semillas por plantas que fructifican en el sitio y 2) fuentes distantes (exógenas) de semillas (Martínez-Ramos, 1991). Según Hall y Swaine (1980) (Citados en Alcocer, 1988) las especies dispersadas por animales son las principales formadoras del banco de semillas en el suelo y se considera que este mecanismo de dispersión realizada principalmente por aves y otros animales representa otra posibilidad para el establecimiento de especies durante el proceso de regeneración natural (Grime, 1982; Spurr y Barnes, 1982; Cavers, 1983; Vázquez y Orozco, 1987). La aportación de cada una de las fuentes de propágulos determinará la estructura de la comunidad de plántulas y juveniles en el proceso de regeneración natural de un bosque (Martínez-Ramos, 1991).

3.4.2. Pérdidas en el banco de semillas

Las pérdidas en el banco de semillas están dadas por factores tales como, respuestas fisiológicas genéticamente controladas a cambios del medio, los cuales varían de un año a otro, éstos son: luz, temperatura, agua, tensión de oxígeno, estimulantes químicos y germinación, procesos de enterramiento o redispersión, por la

Tabla 1. Estudios sobre bancos de semillas realizados en diferentes asociaciones vegetales.

Asociación Vegetal	Autor	Año
Bosques incendiados	Archibold	1970
Bosques naturales	Kellman	1970
Demografía de plantas	Sarukhán	1974
Preservación de especies raras	Baskin y Baskin	1978
Apertura de claros	Graber y Thompson	1978
Reconstrucción del historial de la vegetación	Van der Walk y Davis	1979
Suelos agrícolas	Roberts y Ricketts	1979
Desiertos	Nelson y Ricketts	1979
Marismas (agua dulce)	Whigham <i>et al.</i>	1979
Bosque tropical perennifolio y vegetación secundaria*	Guevara y Gómez-Pompa	1979
Regeneración de áreas afectadas por la minería	Archibold	1979
Bosque mesófilo de montaña*	Ponce de León & Puig	1983
Demografía de semillas	Cavers	1983
Desiertos	Hopkins y Parker	1984
Desiertos	Reichman	1985
Bosque tropical lluvioso*	Guevara	1986
Bosque tropical lluvioso*	Alcocer	1988
Bosque mesófilo de montaña*	Williams-Linera	1990

Modificada de Bigwood & Inouye (1988). En: Leck *et al.* 1989.

(*) estudios realizados en México.

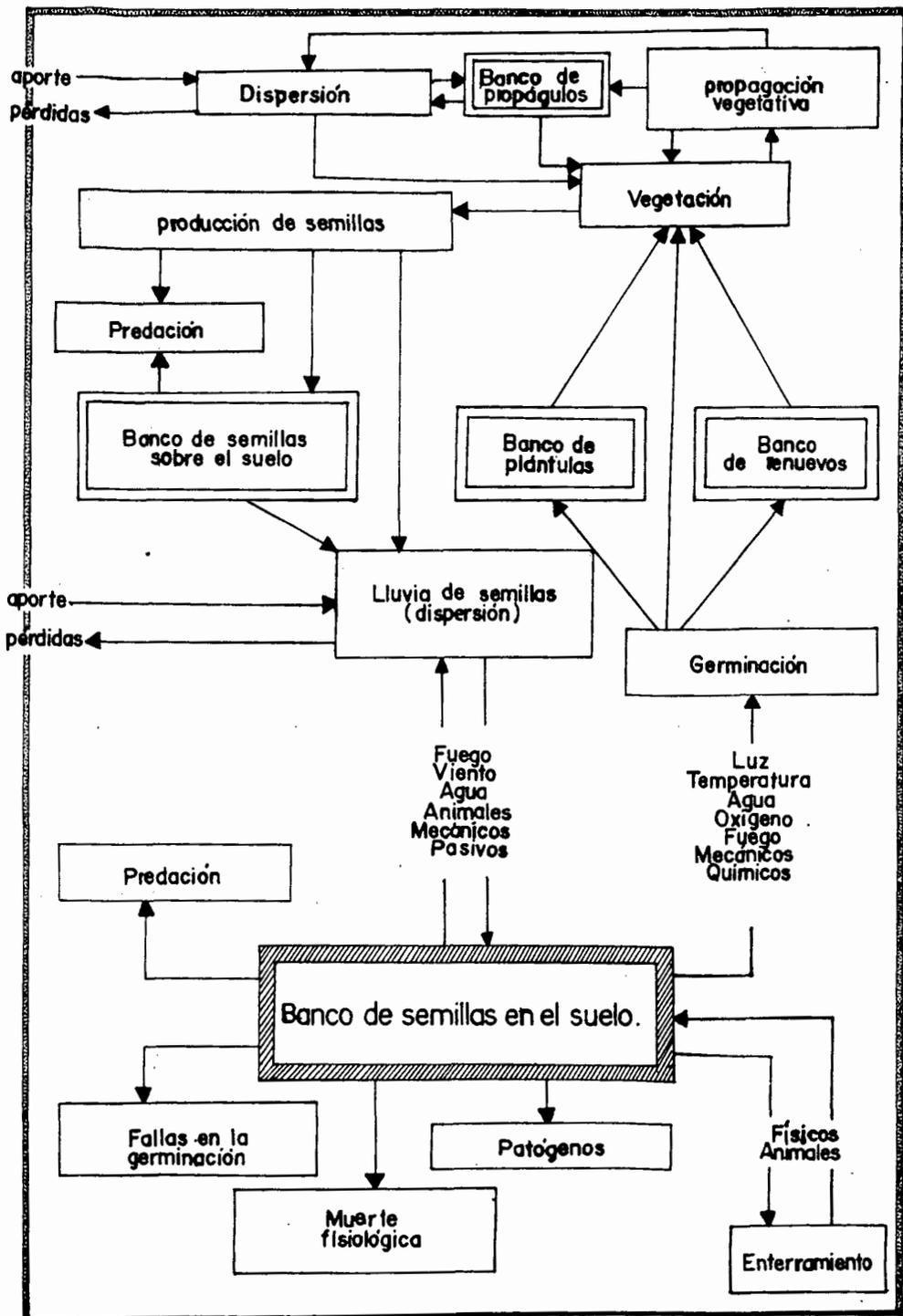


Fig. 1. Modelo general de la dinámica del banco de semillas y la vegetación (Tomado de Simpson et al., 1989. En: Leck et al., 1989).

interacción con animales principalmente patógenos, depredación y senescencia natural la cual provoca la muerte fisiológica y la descomposición (Simpson *et al.*, 1989).

3.5. TIPOS DE BANCOS DE SEMILLAS

Al comparar las poblaciones de plantas con respecto al destino final de las semillas se reconocen dos grupos: en el primero; las semillas germinan poco después de su dispersión, mientras que en el segundo; la mayoría de las especies se incorporan a un banco de semillas en latencia; el cual se puede reconocer en todo momento en el hábitat durante el año y puede representar una acumulación de muchos años. Existen otras especies en las que el banco de semillas, si bien está presente todo el año, manifiesta una marcada variación estacional en su proporción (Grime, 1982).

Existen dos tipos de bancos de semillas: transitorios y persistentes. Un banco de semillas transitorio está constituido por semillas que germinan (permanecen viables) en el espacio de un año de su dispersión inicial, mientras que un banco de semillas persistente permanecen viables en el suelo más de un año. Estos componentes transitorios y persistente incluyen una reserva de potencial genético acumulado que simultáneamente representa: a) diversidad genética para la población y b) la última expresión genética en la cual puede actuar la selección natural (Simpson *et al.*, 1989).

Los mecanismos de dispersión y los de latencia son elementos que determinan la distribución del banco de semillas tanto en el tiempo como en el espacio. La dispersión de semillas se presenta de manera vertical; la cual refleja una dispersión inicial en el suelo y horizontal; su subsecuente desplazamiento (Simpson *et al.*, 1989).

3.6. VIABILIDAD Y LATENCIA

En casi cualquier habitat, se da una alternancia de estaciones favorables (templadas o cálidas húmedas) y desfavorables (secas o frías) para el establecimiento de las plantas. El momento de

llegada de las semillas al suelo ha determinado en el curso de la evolución, cuál de los dos mayores riesgos que corren las semillas define su comportamiento inmediato. Si el riesgo de ser depredado es más grande que el de germinar en un período ya próximo a la época desfavorable del año, el establecimiento de una nueva planta seguramente será un fracaso; la tendencia será la germinación rápida. En cambio, si la semilla llega al suelo durante la estación desfavorable o poco antes de que ésta inicie, la probabilidad de establecimiento en esas condiciones es prácticamente nula, de manera que la sobrevivencia del individuo dependerá de su capacidad para mantenerse en un estado de inhibición del metabolismo e interrupción del desarrollo, llamado latencia o letargo, hasta la llegada de la época favorable para su establecimiento (Vázquez-Yanes, 1990).

El término viabilidad expresa el estado óptimo de madurez fisiológica que presenta la semilla, lo cual denota su capacidad de germinación (UACH, 1980). Las semillas pueden mantenerse viables por períodos variables de tiempo dependiendo de las estrategias del ciclo de vida, de las especies y de las condiciones de almacenamiento (Vázquez-Yanes, 1976; Guevara, 1977; Vázquez-Yanes y Toledo, 1989). Un banco de semillas puede funcionar como tal solamente si las semillas que se encuentran presentes retienen su viabilidad. La latencia favorece el mantenimiento de las semillas en el banco durante un cierto período solamente si las semillas que se encuentran presentes retienen su viabilidad (Hayashi y Numata, 1971). Las semillas de muchas especies vegetales se integran al suelo en estado latente y permanecen en esta forma hasta que las condiciones tanto internas como externas son favorables para su germinación (Harper, 1977).

La latencia o letargo es un período de interrupción del desarrollo e inhibición del metabolismo durante el ciclo vital de la semilla (Vázquez-Yanes, 1976; 1990). Existen varios tipos de latencia, así como las causas que lo originan, según Vázquez-Yanes (1976):

1) latencia innata o endógena, ocurre cuando el embrión cesa de crecer cuando aún esta en la planta madre y permanece así hasta que el impedimento endógeno desaparece y las semillas se encuentren en condiciones ambientales apropiadas para germinar. La causa principal de esta latencia es posiblemente la presencia de inhibidores químicos de la germinación en el embrión.

2) latencia impuesta o exógena: se presenta en semillas aptas para germinar, aún en condiciones adecuadas de temperatura y humedad, pero continúan latentes por falta de luz, termoperíodo adecuado, oxígeno o de algún otro factor.

3.7. GERMINACION

Las perturbaciones determinan el surgimiento de las especies presentes en el banco de semillas, pues al abrirse el dosel, los cambios a que induce el microclima como radiación directa y amplias fluctuaciones en la temperatura, activan la germinación (Vázquez-Yanes, 1980).

Básicamente la germinación consiste en la reactivación del crecimiento del embrión con todas las partes que lo constituyen (UACH, 1988) e inicia con la imbibición de la semilla y se termina cuando la radícula atraviesa visiblemente los tegumentos (Ponce de León, 1985). Los principales procesos que ocurren durante la germinación son: 1. Imbibición, el cual es un proceso de entrada de agua a través del micrópilo u otras partes de la testa, el cual se ve influenciado por otros factores tales como la presión de imbibición, temperatura y naturaleza de la testa de la semilla, entre otros; 2. activación enzimática; 3. iniciación del crecimiento del embrión; 4. ruptura de la testa y emergencia de la plántula, originada por la presión interna que se da por el alargamiento del embrión, por lo general la radícula es la primera estructura que emerge, permitiendo a la plántula conectarse de inmediato con el suelo y 5. establecimiento de las plántulas (UACH, 1988).

La germinación de semillas está determinada por mecanismos de latencia innata, inducida e impuesta y factores del medio tales como: agua, aire, temperatura y luz (Guevara, 1977). Un aspecto interesante de las semillas es el cambio de las proporciones de los tres estados de latencia que se pueden presentar en ellas (Guevara, 1977). La naturaleza dinámica de las fluctuaciones de la latencia en la población de semillas en el suelo puede reflejar directamente una estrategia o táctica que optimiza el número de plántulas que emergen y se establecen bajo un régimen climático (Cohen, 1966 citado en Guevara, 1977). Los estudios acerca de que la estacionalidad de germinación que presentan las especies es el resultado diferencial de la latencia de las semillas han sido realizados desde los estudios de Brenchley y Warington (1930, 1933) (Citados en Harper, 1977).

Las especies tienen requerimientos específicos de germinación. Pueden germinar en épocas favorables si permanecen latentes hasta que las condiciones sean apropiadas, o si maduran y caen en la temporada precisa (Garwood, 1990). Las semillas pequeñas de muchas hierbas, pastos y árboles pioneros generalmente requieren de luz para germinar, permaneciendo latentes en la obscuridad ya sean enterradas o en condiciones de laboratorio (Guevara, 1977). Las especies con semillas grandes como los árboles de vegetación primaria en la selva húmeda tropical, germinan rápidamente en la obscuridad o sitios sombreados, sus grandes reservas favorecen la sobrevivencia de las plántulas (Smith, 1982 citado en Salmerón, 1984).

La relación entre la época de germinación y los factores físicos como precipitación o temperatura, han sido objeto de estudios en muchas especies herbáceas bajo condiciones controladas. Sin embargo estudios de germinación de especies del bosque mesófilo de montaña son escasos. Se han descrito características de germinación de algunas especies de bosque mesófilo de montaña: *Hoffmania strigillosa*, *Quercus sartorii*, *Quercus germana* y *Chione mexicana* en donde se ha determinado la influencia de la temperatura

y de la luz sobre la germinación en ambientes controlados (Ponce de León, 1987 y 1989).

Se distinguen dos métodos principales para la estimación del número de semillas enterradas y viables dentro del suelo:

1) Método directo: el cual consiste en contar directamente las semillas en una muestra de suelo auxiliándose de un microscopio ó extrayendo las semillas de la muestra por flotación, utilizando soluciones salinas (ver Mora, 1990) y aplicando un examen de germinación para comprobar su viabilidad o utilizando soluciones de tetrazolio.

2) Método indirecto: tomando muestras de suelo y exponiéndolas a condiciones óptimas de temperatura, humedad y luz que puedan favorecer su germinación, contando e identificando las plántulas que emergen.

Cada uno de los métodos presenta limitantes para la estimación precisa del número de semillas en el suelo y la viabilidad de las mismas (Salmerón, 1984 y Alcocer, 1988). El método directo permite obtener la mayoría de las semillas en la muestra, sin embargo, es difícil determinar la viabilidad de las mismas. La aplicación de pruebas de viabilidad en semillas pequeñas y de coloración oscura presenta dificultades en la observación del efecto de la tinción de las sales de tetrazolio (Casasola, 1976). Este método requiere una amplia experiencia por parte del observador.

El método indirecto permite obtener especies cuya germinación se ve favorecida bajo ciertas condiciones abióticas dadas. Es posible obtener estimaciones sobre el número de semillas y la composición de especies; sin embargo, no podríamos precisar si las semillas no germinadas son o no viables, o si se trata de semillas cuya latencia requiere de ciertas condiciones especiales para que germinen.

Kershaw, 1973 (citado en Bigwood & Inouye, 1988) sostiene que las estimaciones imprecisas sobre el número de semillas y abundancia se debe a la distribución espacial de las semillas. El volúmen total de suelo muestreado es determinante para obtener precisión; así también, un gran número de unidades muestrales pequeñas y un volúmen constante de suelo pueden maximizar los resultados (Bigwood & Inouye, 1988).

3.8. EL BOSQUE MESOFILO DE MONTANA

En general, el bosque mesófilo de montaña es un tipo de vegetación húmedo de zonas montañosas (Jardel, *et al.*, 1992). ha sido considerado en una posición intermedia entre los bosques deciduos templados del hemisferio norte y los bosques nubosos del trópico húmedo (Citado en Jardel, *et al.*, 1992). Es una comunidad de aspecto siempre verde que se encuentra limitado a las cañadas y laderas protegidas de pendientes pronunciadas y más húmedas de nuestro territorio (Rzedowski, 1978). El bosque mesófilo de montaña ocupa una superficie aproximada del 1 % en relación al territorio del país (Flores, *et al.* 1971 y Rzedowski, 1991). Se encuentra reducido a manchones, y estos se localizan en las inmediaciones de áreas muy pobladas, especialmente en la vertiente del Golfo de México (Rzedowski, 1978). Se localiza según Rzedowski (1978) en altitudes que van de 1000 a 2400 m, aunque el límite altitudinal inferior es de 600 m en San Luis Potosí y Sinaloa y a partir de los 800 m en Jalisco; el límite superior es a los 2800 m en Chiapas. Se encuentra en sitios con clima cálido subhúmedo (Aw), semicálido A(C)w y templado subhúmedo (Cw) según Koeppen (modificado por García, 1973) (CETENAL, 1970). La precipitación pluvial oscila desde 1000 mm hasta arriba de 1800 mm, con un rango de temperatura media anual de 12 a 23°C (Rzedowski, 1978).

Bajo esta denominación se han agrupado diversas asociaciones vegetales que forman un grupo heterogéneo. Sin embargo, tales asociaciones comparten características fisonómicas, fenológicas, de composición florística y condiciones climáticas, que lo hace una

comunidad vegetal única y de gran diversidad (Rzedowski, 1978; Puig, et al., 1987). La riqueza florística estimada para esta comunidad vegetal es de aproximadamente 3,000 especies lo que representa un 10% con respecto al total de la flora de México (Rzedowski, 1991).

A pesar de lo abrupto del terreno, muchas de las áreas cubiertas con este tipo de vegetación en México han estado densamente habitadas y sometidas a una intensa explotación desde hace siglos (Rzedowski, 1978). No se conoce mucho sobre la dinámica de esta comunidad vegetal, menos aún se tienen experiencias sistemáticas en cuanto a su manejo forestal en México (Sánchez-Velásquez, et al., 1990).

En la Sierra de Manantlán el bosque mesófilo de montaña se encuentra en altitudes que van desde los 700 a los 2.600 m (Cuevas y Nuñez, 1988), mostrando interesantes vínculos fitogeográficos con otras floras del mundo, ya que enclava florísticamente dentro del reino neotropical, ubicándose en las inmediaciones de las regiones mesoamericana de montaña y caribea (Rzedowski, 1978). Muñoz (1992) distingue sus afinidades a dos grupos fitogeográficos, siguiendo la clasificación de Gentry (1982): Laurásica y Godwana. Entre las familias de afinidad Laurásica se encuentran: Betulaceae, Celastraceae, Clethraceae, Fagaceae, Symplocaceae, Theaceae, Magnoliaceae, Cornaceae, entre otras. Las afinidades con la flora de tierras bajas de Godwana son: Lauraceae, Myrsinaceae, Onagraceae, Araliaceae y Moraceae, entre otras.

Las especies más representativas del bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán son: *Ilex brandegeana*, *Carpinus tropicalis*, *Zinowiewia concinna*, *Cornus disciflora*, *Quercus candicans*, *Quercus salicifolia*, *Cinnamomum pachypodium*, *Persea hintonii*, *Magnolia iltisiana*, *Conostegia volcanalis*, *Parathesis villosa*, *Meliosma dentata*, *Styrax argenteus*, *Tilia mexicana* y *Dendropanax arboreus* (Muñoz, 1992).

Por las presiones antrópicas bajo las cuales ha estado sujeta, y debido a su importancia científica, funcional y de uso, este recurso forestal se protege en ésta reserva de la biósfera (Sánchez Velásquez, *et al.*, 1990). Actualmente existen aproximadamente 4.800 ha de rodales extensos bien conservados, más manchones no cuantificados mezclados con bosque de pino-encino y bosque de encino (Jardel, 1990).

No obstante, el bosque mesófilo de montaña en México, ha sido estudiado por varios autores, enfocados principalmente hacia aspectos descriptivos, florísticos y fitogeográficos destacando los trabajos de Miranda y Sharp (1950), Rzedowski y McVaugh (1966), Puig (1976), Puig *et al.* (1987), Arriaga (1987) y Luna *et al.* (1988 y 1989), entre otros. Son pocos los estudios ecológicos que se han realizaddo sobre esta comunidad vegetal en México: Sosa y Puig (1987) en El Cielo, Tamaulipas y Williams-Linera (1990) en El Triunfo, Chiapas.

Investigaciones acerca de la sucesión forestal en la Sierra de Manantlán han sido tratados a través del estudio de la secuencia de reemplazo del bosque mesófilo de montaña (Sánchez-Velásquez, 1988) y la influencia de las perturbaciones antropogénicas sobre la estructura del bosque (Pineda-López, 1988 y Jardel, 1991). Saldaña-Acosta y Jardel (en prensa) realizaron una evaluación del estado de la regeneración natural de especies arbóreas. Estas investigaciones han llevado al planteamiento de la hipótesis de que en el proceso sucesional el bosque mesófilo de montaña tiende a reemplazar a los bosques de *Pinus* aledaños en ausencia de perturbaciones que provoquen la apertura de claros de gran extensión. También se señalan patrones de asociación entre especies características de esta comunidad vegetal en la ECLJ y las diferencias con otras asociaciones de bosque mesófilo de montaña en la Sierra (Santiago, 1992) además de relaciones entre composición florística, diversidad y patrones de distribución con algunos factores ambientales en esta región (Muñoz, 1992).

IV. AREA DE ESTUDIO

4.1. SIERRA DE MANANTLAN

La Sierra de Manantlán se localiza en los Estados de Jalisco y Colima en el occidente de México, forma parte de la Sierra Madre del Sur. Se ubica a los 19°26'47" y 19°42'05" latitud norte y 103°51'12" y 104°27'05" longitud oeste (Jardel, 1990) (Fig. 2).

La Sierra de Manantlán fué establecida como Reserva de la Biosfera en 1987, posee una extensión territorial de aproximadamente 139,500 ha e incluye 3 zonas núcleo (Manantlán-Las Joyas, El Tigre y Cerro Grande) (Jardel, 1990). En esta reserva ecológica se han realizado múltiples trabajos como inventarios de flora y fauna, ecología y manejo de recursos naturales (Sánchez-Velásquez, et al. 1990).

En esta región se presenta la mezcla de los reinos biogeográficos Neártico y Neotropical, lo que produce una riqueza excepcional de especies vegetales y animales, observándose interesantes formaciones vegetales con elementos florísticos tanto tropicales como templados. Los principales ecosistemas forestales son: bosque tropical caducifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque de *Pinus*, bosque de *Pinus-Quercus*, bosque de *Quercus* caducifolio, bosque de *Quercus* subperennifolio, bosque de *Abies* y bosque mesófilo de montaña (ver Cuevas y Nuñez, 1988; Vázquez et al., 1990) los cuales se sitúan a través de un gradiente altitudinal de 400 a 2860 m.

Una de las particularidades de la flora de Manantlán es la presencia de 25 especies endémicas al occidente de México, entre las que se encuentra el famoso *Zea diploperennis*, el que además de su importancia científica ha desempeñado un papel importante en la valorización de las características naturales de la Sierra de Manantlán y el desarrollo del proyecto de conservación en el área (Jardel, 1990).

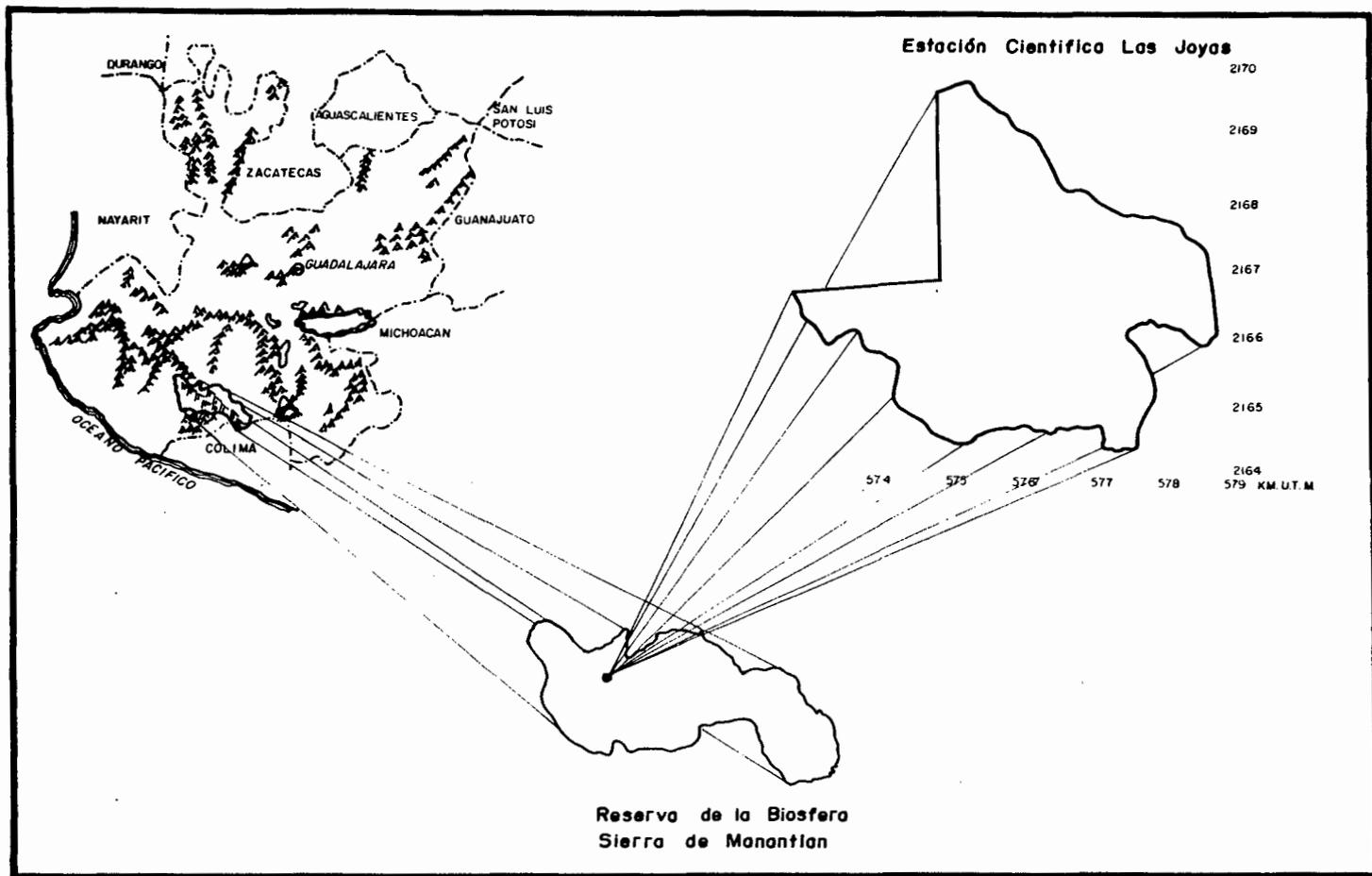


Fig. 2 Localización geográfica de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán y la Estación Científica Las Joyas.

4.2. ESTACION CIENTIFICA LAS JOYAS

Las Joyas ocupa un área de aproximadamente 1245 ha. es manejada como Estación Científica (ECLJ) por la Universidad de Guadalajara (Jardel, 1990). Forma parte de la zona núcleo Manantlán-Las Joyas de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. Establecida en 1985. para protección del habitat, conservación e investigación de la biología y ecología de *Sea diploperennis* e investigación sobre la estructura y dinámica de los ecosistemas naturales y educación ambiental (Jardel, 1990).

4.2.1. Localización

Localizada a los 19°35'27" N y 104°13'00" O. dentro de los municipios de Cuautitlán (80%) y Autlán (20%) en el estado de Jalisco (Fig. 2) aproximadamente a 50 km de la costa del Océano Pacifico (Jardel, 1992).

4.2.2. Topografía

La topografía es irregular con pendientes que van de 15 a 45%. Existen terrenos planos aunque son escasos, a los lados del arroyo Las Joyas, formando las hondonadas conocidas localmente como "joyas" o "playas", de donde deriva el nombre del predio. Presenta una variación altitudinal que va de 1540 a 2240. Las principales elevaciones son el cerro Picacho de San Campús (2200 m.s.n.m.) y el Picacho del Sol y la Luna (2170 m.s.n.m.).

4.2.3. Geología y Suelos

Las rocas identificadas en la ECLJ pertenecen a las ígneas extrusivas que datan del Cenozoico (Quintero, *et al.*, 1992). Se distinguen: toba andesítica distribuidas en la parte Este y Norte, Pórfido basáltico que junto con los basaltos cubren la mayor parte de la Estación. Existen tres ordenes de suelo, predominando en superficie los Alfisoles (73.4%), Ultisoles (16.8%) y los Inceptisoles (9.8%), todas característicos de zonas forestales (Martínez, *et al.*, 1992).

En el área de estudio, el suelo corresponde al orden de los

Alfisoles, específicamente al subgrupo Typic paleudalf, los cuales se caracterizan por ser suelos de profundidad media, con textura franco arenosas, un alto contenido de materia orgánica en los horizontes superficiales y textura arcillosa en el resto del perfil (Martínez, *et al.*, 1992).

4.2.4. Clima

Debido a la diferencia de temperaturas ocasionada por la amplitud altitudinal que va de 1540 a 2240 m. la ECLJ presenta tres tipos de climas: 1. Ca(W₂)(w)(e)g, 2. (A)Cb(W₂)(w)(i)g y 3. (A)Ca(W₂)(i)g.

En la ECLJ se han observado lluvias en verano (de fines de mayo a septiembre), con neblinas frecuentes por las mañanas y tardes y lluvias esporádicas en el otoño e invierno, y una estación seca marcada de marzo a mayo. Durante el año de estudio los registros de factores climáticos en la estación meteorológica de El Zarzamoro ubicado a 1900 m.s.n.m. en la ECLJ indicaron una temperatura media mensual de $14.9 \pm 2.4^{\circ}\text{C}$ y una precipitación anual de 1609.7 mm (Fig. 3).

4.2.5. Hidrología

En la ECLJ existen dos cuencas hidrográficas formada por tres corrientes permanentes: arroyos Las Joyas, Corralitos y El Chilacayote y 35 corrientes intermitentes o temporales (Martínez, *et al.*, 1992).

4.2.6. Vegetación

El paisaje está formado por mosaicos de diferentes estados sucesionales (Sánchez-Velásquez, 1988). El bosque de *Pinus* mezclado con *Quercus* y otras latifoliadas cubren el 63% de la superficie del predio; el bosque mesófilo de montaña ocupa el 20% de la superficie, y se distribuye principalmente en las cañadas y laderas protegidas; el 17% del área está cubierto por matorrales y pastizales secundarios (Jardel, 1990).

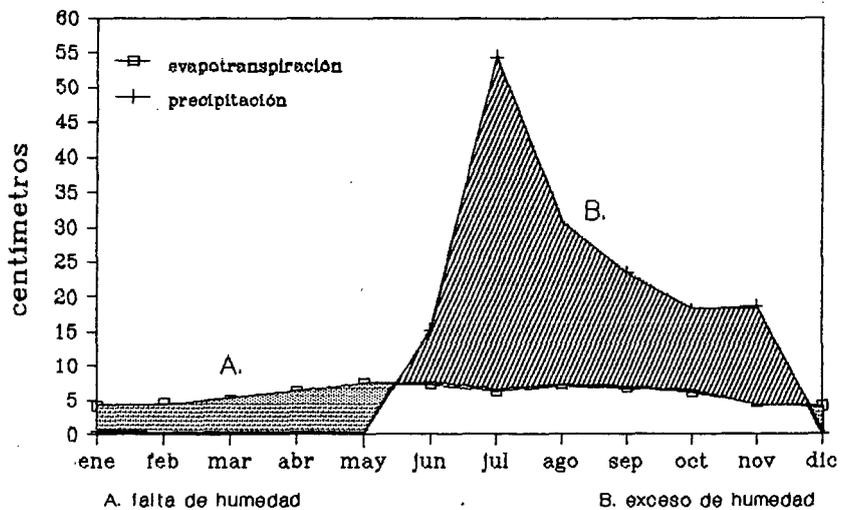


Fig. 3. Climograma de El Zarzamoro,
Estación Científica Las Joyas 1991.

4.2.6.1. Bosque de *Pinus*

El bosque de *Pinus*, está compuesto por *Pinus douglasiana* Martínez, *P. oocarpa* Schiede y *P. herrerae* Martínez. Se les encuentra de los 1700 a 2200 m.s.n.m. formando bosques simples en estructura y composición, a veces mezcladas con latifoliadas que se presentan a densidades bajas como *Quercus acutifolia* Née, *Q. scytophylla* Liembm., *Q. elliptica* Née, *Q. candicans* Née, *Arbutus xalapensis* H.B.K., *Clethra sp. nov.*, y *Magnolia iltisiana* Vázquez (sp. nov., 1990). Los árboles pueden alcanzar alturas de 25 a 35 m y diámetros de 150-200 cm (Jardel, 1991).

4.2.6.2. Bosque de *Quercus*

En el bosque de *Quercus* las especies más abundantes son: *Quercus scytophylla* Liembm. y *Q. elliptica* Née. *Arbutus xalapensis* H.B.K. es común y aparece también *Quercus excelsa* Liembm. (Jardel, 1992).

4.2.6.3. Bosque mesófilo de montaña

La fisonomía del bosque es exuberante y se mantiene siempre verde, aunque muchas de las especies que lo componen pierden sus hojas por periodos breves durante la temporada seca del año (Jardel, 1991).

El estrato arbóreo, está constituido por *Quercus salicifolia* Née, *Cornus disciflora* DC. Moc. & Sessé ex DC. *Zinowiewia concinna* Lundell, *Carpinus tropicalis ssp. tropicalis* Furlow, *Clethra sp. nov.*, *Symplocarpon purpusii* (Bandegee) Kobuski, *Persea hintonii* Allen, *Rapanea jurgensenii* Mez y *Cinnamomum pachypodum* (Ness)Kosterm (Pinéda-López, 1988; Saldaña-Acosta y Jardel, en prensa).

En el estrato de árboles bajos y arbustos del bosque mesófilo de montaña se encuentran *Conostegia volcanalis* Standl. & Stey, *Euphorbia schlechtendalii* Boiss, *Parathesis villosa* Lundell, *Cestrum aurantiacum* Lindl., *Xylosma flexuosum* (H.B.K.) Hemsl. *Fuchsia arborescens* Sims, entre las especies más comunes (Pineda-

López, 1988; Saldaña-Acosta y Jardel, en prensa).

En el estrato herbáceo se encuentran plántulas de especies arbóreas y arbustivas como *Dendropanax arboreus* (L.) Dec. & Planch., *Rapanea jurgensenii* Mez., *Carpinus tropicalis* Furlow, *Cinnanomum pachypodum* (Ness) Kosterm., *Parathesis villosa* Lundell, *Euphorbia schlechtendalli* Boiss., *Conostegia volcanalis* Standley & Steyerl. y herbáceas como *Salvia mexicana* L., *Crusea coccinea* DC., *Eupatorium* sp., *Polymnia mcvaughii* Wells, *Oplismenus burmanii* Retz., *Pseuderanthemum cuspidatum* (Ness) Radlk., *Stachys* sp., *Phaseolus* sp. entre otras (Obs. pers.).

Las epífitas son abundantes *Cymbiglossum cervantesii* (Lex.) F. Halb., *Mormodes luxatum* Lindl., *Rossioglossum splendens* (Reichb. f.) Garay & Kennedy, *Epidendrum parkinsonianum* Hook., *Heliocereus luzmariae* Scheinvar, *Fuchsia fulgens* DC. y *Epiphyllum anguliger* (Lem.) Don. ex Loud son algunas de las especies (Obs. pers.).

4.2.6.4. Vegetación secundaria

Con esta denominación se designa a aquellas asociaciones vegetales de estados sucesionales tempranos en el que aún no existe una dominancia de componentes arbóreos adultos de rápido crecimiento (Sánchez-Velásquez, et al., 1991). Estas comunidades son resultado de las perturbaciones ocasionadas por las actividades humanas, constituidas principalmente por especies como: *Rubus adenotrichos* Schlecht., *R. coriifolius* Liembm., *Neobrittonia acerifolia* (G. Don) Hochr., *Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze, *Melampodium* sp., *Trigonospermum melampodioides* DC., *Phacelia platycarpa* (Cav.) Spreng., *Sporobolus indicus* (L.) R. Br., *Salvia* sp., *Senecio salignus* DC., *Phaseolus coccineus* L., *Lepechinia caulescens* (Ort.) Epling., *Cologania broussonetii* (Balbis) DC., donde sobresale las praderas dominadas por *Zea diploperennis* Iltis, Doebley & Guzmán asociadas a áreas de cultivo abandonadas (Sánchez-Velásquez et al. 1990; Jardel, 1992).

4.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE MUESTREO EN LA ECLJ.

Las colectas de las muestras de suelo se realizaron en un rodal de bosque mesófilo de montaña ubicado a los 2100 m.s.n.m., en la localidad denominada San Campús, en la porción Sureste de la Estación Científica Las Joyas (Fig. 4). Este rodal de bosque mesófilo constituye el área más continua y extensa, mejor conservada y de mayor accesibilidad de este tipo de vegetación dentro de la ECLJ.

Es importante señalar que el estudio sobre la composición y estructura de este rodal ha sido realizado en estudios previos (Anaya, 1989; Pineda-López, 1988; Muñoz, 1992; Santiago, 1992).

La topografía va de plano a ondulado y la geoforma es una ladera con pendientes del 40%; con erosión laminar leve. Una descripción del perfil superficial del suelo a una profundidad de 0-13 cm muestra coloración gris rojizo oscuro en seco y café rojizo oscuro en húmedo, la textura es franco arenosa, la pedregosidad es de 5% gravas de 1 cm de diámetro, pH es igual a 5.5 y posee un 10.35% de materia orgánica (Martínez, *et al.*, 1992).

La vegetación circundante está compuesta hacia el Oeste por bosque de *Pinus*, en la porción Noroeste matorral, hacia el Norte se observa un parche de pastizal, en el Sur bosque de *Pinus* con elementos de *Quercus* y al este existe bosque mesófilo de montaña.

4.4. HISTORIAL DE MANEJO Y PERTURBACION DEL SITIO

El área posee un largo historial de perturbaciones naturales y antrópicas, que ha tenido efectos importantes sobre la distribución y dinámica de la vegetación (Jardel, 1991). Estudios realizados en esta área indican que en el período 1960-1965 se realizaron extracciones selectivas principalmente de *Quercus salicifolia* Née sin un manejo adecuado que asegurara el recurso forestal de una manera sostenible (Pineda-López, 1988; Jardel, 1988).

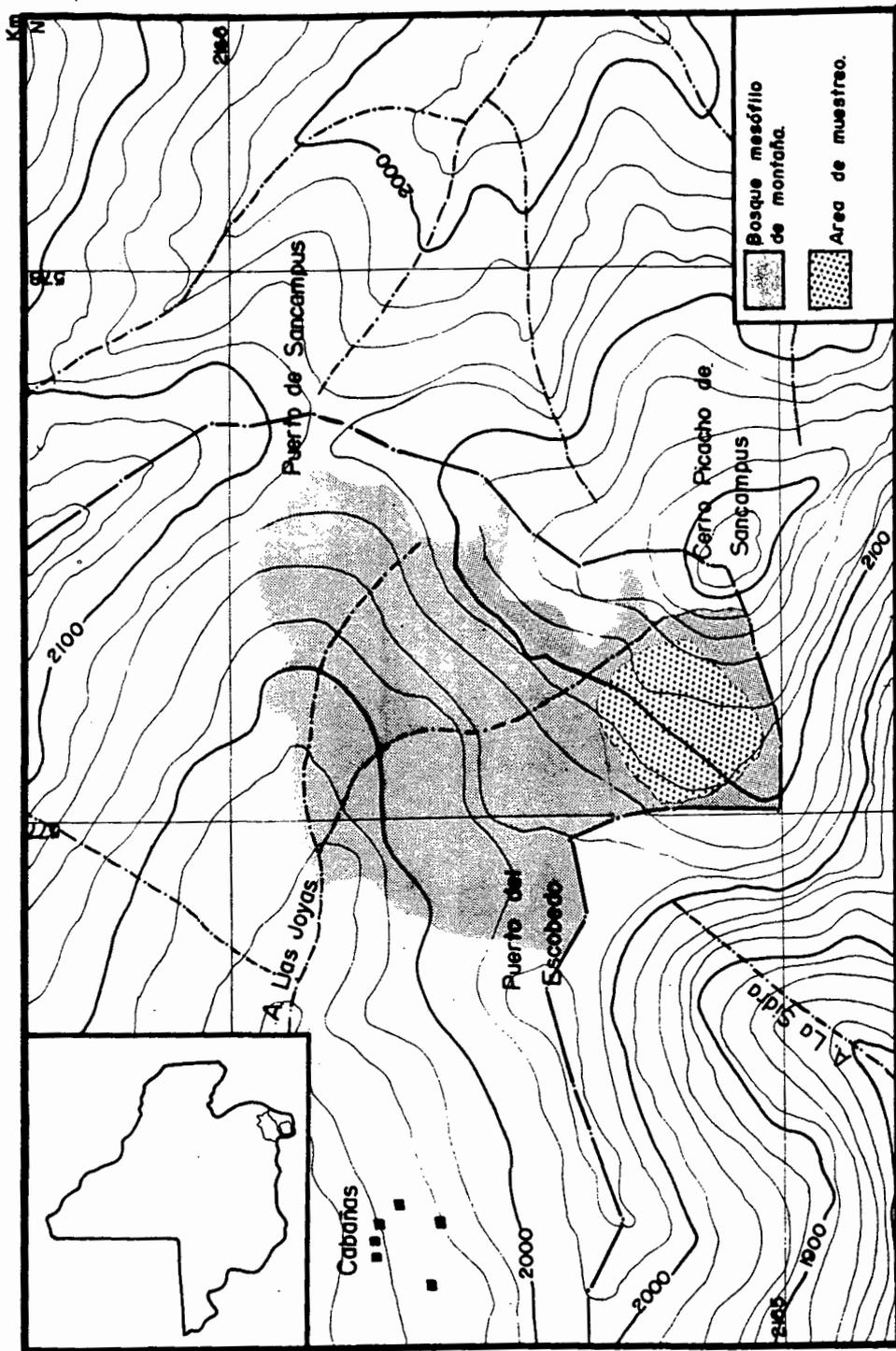


Fig. 5 Localización del área de estudio en la Estación Científica Las Joyas.

V. METODOS

1. DE CAMPO

Se seleccionaron aleatoriamente diez puntos para coleccionar las muestras de suelo. Estas muestras fueron coleccionadas cada tres meses (febrero, mayo, agosto y noviembre) durante 1991 con el objeto de estimar la variación estacional en la composición de especies en el banco de semillas durante el año de estudio.

El tamaño de cada muestra coleccionada fué de 30x30 cm y 5 cm de profundidad. Estudios sobre bancos de semillas han demostrado que el mayor número de semillas viables se encuentra en el horizonte superficial del suelo y que éste declina con la profundidad (Milton, 1934 citado en Harper, 1977; Guevara y Gómez Pompa, 1976; Salmerón, 1984; Guevara, 1986; Alcocer, 1988; Douglas & Inouye, 1988; Antlfinger, 1989). La hojarasca presente sobre cada muestra también fue coleccionada, ya que se ha reconocido que ésta contiene un gran número de semillas (Pickett & McDonell, 1989).

El cuadro fué marcado con una regla de 30 cm y la muestra se extrajo con una pala de 15x8x30 cm. Cada muestra de suelo fue coleccionada en bolsas negras de invernadero. Se anotaron sus datos de campo (fecha, número de colecta, transecto y cuadro) y debidamente cerradas, su traslado al invernadero se realizó en un tiempo máximo de 24 horas.

Se utilizó el método indirecto de germinación para la identificación del contenido de semillas en las muestras de suelo. El proceso de germinación de las cuatro colectas se llevó a cabo en la Estación Científica Las Joyas. Para lo cual, se construyó un invernadero en un sitio rodeado por vegetación secundaria, aproximadamente a 1 km del área de colecta.

El invernadero - de 8x2.5 m y 3 m de altura-, fué ubicado en dirección oriente-poniente con el propósito de que las horas de radiación solar durante el día se distribuyeran de manera uniforme

en las charolas. Para su construcción se utilizó malla de plástico transparente en las paredes, malla de 50% luz en el techo (para disminuir la entrada de radiación solar directa y mantener la temperatura lo mas constante posible) y plástico, lo primero con el objeto de permitir la circulación de aire y evitar la contaminación por semillas externas a las muestras (Guevara y Gómez Pompa, 1976).

Cada muestra de suelo se extendió de manera uniforme en una charola de germinación sobre una capa de 2 cm de germinaza (sustrato orgánico esterilizado), posteriormente, se separó la hojarasca, ramas y raíces de las muestras de suelo cuidadosamente de modo que ninguna semilla quedara adherida a ellas. Se aplicó fungicida (nitrasan-d) (Anexo 1) a cada colecta al inicio del proceso de germinación, para evitar la proliferación de hongos patógenos y con ello la mortalidad de semillas y plántulas. Se colocó una charola como testigo, conteniendo solamente una capa de 2 cm de germinaza para comprobar la existencia o no de contaminación por semillas en el invernadero. Dicho sustrato fue renovado cada tres meses en la misma fecha que se efectuaron las colectas. Se utilizó germinaza para conservar la humedad y propiciar un medio poco compacto que permitiera el transplante de las plántulas sin dañar el sistema radical.

Se realizó el riego por aspersión diariamente o cada tercer día según se requería, se mantuvo siempre la humedad adecuada - aparente- en las muestras para lograr la germinación de las semillas. La cantidad de agua aplicada a cada charola no fué cuantificada.

Con el objeto de conocer cuales eran las variaciones en temperatura y humedad a las que estuvieron expuestas las muestras de suelo, se instaló dentro del invernadero un termómetro para registrar la temperatura mínima y máxima y un higrómetro para la humedad relativa. Durante los meses de febrero de 1991 a enero de 1992 (período total del estudio) los registros se efectuaron

diariamente a las 7:30 a.m. (antes de la insolación) y 6:00 p.m. (al finalizar la insolación) (Anexo 2).

La posición de las charolas de germinación en el invernadero fue rotada (Guevara y Gómez-Pompa, 1976) cada semana con el objeto de que todas tuvieran las mismas probabilidades de verse favorecidas o en desventaja en relación a las condiciones de luz, temperatura y humedad.

Las muestras de cada colecta permanecieron en germinación durante seis meses, excepto la colecta del mes de noviembre, la cual permaneció tres meses debido a que se observó una disminución (en relación a las colectas anteriores) en la germinación dada quizá por variaciones en la temperatura.

Una vez montado el experimento se efectuaron visitas diarias, con el objeto de evitar pérdidas de registros por mortalidad de plántulas, y se registró en una libreta de campo del número de semillas germinadas. Estas fueron marcadas mediante etiquetas de aluminio en las cuales se anotó: número de colecta, número de cuadro, número de individuo y fecha de registro; esto permitió reconocer nuevas plántulas en visitas posteriores.

En el transcurso del periodo de germinación, la mayoría de las plántulas fueron extraídas de las charolas cuando alcanzaron un tamaño adecuado; ya sea para asegurar el éxito del trasplante o bien, para su identificación directa. Las plántulas cuya identificación no fué posible de inmediato fueron transplantadas y permanecieron en el invernadero hasta hacer posible su identificación. Con los especímenes obtenidos en la primera colecta de suelo se inició una colección de referencia que permitió la posterior determinación de algunas de las plántulas que resultaron de los siguientes muestreos.

Al finalizar el periodo de germinación para cada colecta se efectuó un registro total de germinación de semillas: número de

individuos por muestra, número total de individuos y número de especies. Se consideró también la mortalidad de plántulas antes de que éstas pudieran ser identificadas. Una limitante de los estudios de composición de especies en bancos de semillas es la identificación de plántulas por carecer de claves taxonómicas y colecciones de plántulas y de semillas. En este estudio la identificación y determinación de las plántulas y especímenes que lograron floración se realizó con la ayuda del personal del Herbario ZEA del LNLJ, aunado a observaciones continuas de la flora en el área de muestreo y áreas circundantes y observación de especímenes en el herbario. Cabe señalar que una fuente importante de comparación de plántulas fueron los especímenes proporcionados por Guadalupe Williams-Linera quien desarrollo un trabajo similar en esta área en 1990. La colección de plántulas obtenidas en el banco de semillas del suelo en el bosque mesófilo de montaña se encuentra depositada en el Herbario ZEA.

En el área de muestreo, en cada uno de los cuadros de colecta se registraron los siguientes datos sobre 3 factores:

1.- Abióticos; registrando parámetros tales como: la profundidad de hojarasca y humus, pendiente, exposición, topografía y erosión (éstos dos últimos como datos cualitativos), fueron obtenidos de la información registrada para los cuadros permanentes del proyecto de regeneración natural (Saldaña-Acosta y Jardel, en prensa); acerca del tipo de suelo, textura y pedregosidad aparente fueron tomados de información del área de Cuencas y Suelos del LNLJ (Martínez *et al.*, 1992).

2.- Bióticos: Se caracterizó la estructura y composición de las especies en el estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo.

La composición de especies en el estrato herbáceo se determinó a través de un análisis cualitativo. Se observó que especies estaban presentes en el área en cada período de colecta.

Para las especies en el estrato arbustivo y arbóreo se utilizó

el método de Punto Cuadrante de Cottam y Curtis (1956) (Citados en Mueller-Dombois, 1974; Cox, 1980; Matteucci y Colma, 1982). Este es un modelo para medición de distancias a partir del cual se obtienen estimaciones sobre la densidad, la frecuencia y el área basal. Se seleccionaron y ubicaron 20 puntos al azar, con cada punto de muestreo como centro, se trazó un par de coordenadas ortogonales; se midió la distancia entre el punto y los cuatro arbustos y árboles (para cada caso) más cercanos ubicados en cada uno de los cuadrantes (Anexo 3). Los datos registrados nos permitieron obtener valores absolutos y relativos de la densidad, dominancia y frecuencia, así como el valor de importancia (V.I.) para las especies arbóreas.

3.- Antrópicos: Información sobre el historial de manejo y perturbación del sitio fueron tomados del trabajo realizado por Jardel (1991).

2. DE ANALISIS

2.1. La comparación de la composición florística existente entre las cuatro colectas del banco de semillas ha sido realizado aplicando el Coeficiente de Jaccard. Este coeficiente mide la similitud de dos muestras en términos de presencia/ausencia de especies (Causton, 1988). Se calculó utilizando la ecuación:

$$CJ = j / (a+b-j)$$

donde: j = número de especies comunes en ambas colectas.

a = número de especies en la colecta A.

b = número de especies en la colecta B.

Los valores para este índice se sitúan entre 0 y 1, siendo 1 en casos de similitud completa entre las especies de la colecta A y B e igual a 0 si no tienen especies en común (Magurran, 1989).

2.2. La diversidad de cada una de las colectas del banco de semillas fue estimada con el índice de Diversidad de Shannon ($H' = -$

$\sum P_i \ln P_i$) y el índice de uniformidad o equidad ($E1$) (Pielou, 1969 citado en Magurran, 1989). El valor de E varía entre 0 y 1.0, donde 1.0 representa una situación en la que todas las especies son

igualmente abundantes (Magurran, 1989). Este análisis se realizó utilizando el programa estadístico Ecology (Ludwig y Reynolds, 1988).

2.3. Para determinar si existían o no diferencias significativas entre las colectas se aplicó un análisis de varianza no paramétrico (Kruskal-Wallis con $P < 0.05$), utilizando el programa estadístico NCSS (Hintze, 1984). Habiendo observado diferencias significativas se aplicó un análisis *Tukey* para comparaciones múltiples no paramétrico (Zar, 1984).

VI. RESULTADOS

6.1. COMPOSICION Y ESTRUCTURA DEL BANCO DE SEMILLAS

6.1.1. Composición de especies

Se registró un total de 80 especies como componentes del banco de semillas en las cuatro colectas de suelo. Del total de especies observadas, 48 especies (60%) fueron identificadas a nivel de especie, 11 (14%) hasta género y 1 (2%) a nivel de familia (Tabla 2); las 20 (25%) especies restantes no fueron identificadas.

Las especies fueron agrupadas de acuerdo a su forma de vida en seis grupos principales; obteniendo para cada grupo el número de especies y la densidad total. Así encontramos a las herbáceas con 50 especies y 3388.9 ± 312.8 plántulas/m², arbustivas con 17 especies y 276.7 ± 33.6 plántulas/m², arbóreas con 9 especies y 198.8 ± 37.8 plántulas/m², 1 especie epífita y 31.1 plántulas/m², trepadoras con 2 especies y 7.8 ± 1.7 plántulas/m² y 1 parásita con 1.1 plántulas/m² (Tabla 3).

La gran mayoría de especies encontradas fueron las herbáceas: *Eupatorium aff cilliatum*, *E. areolare*, *Crusea coccinea*, *Oplismenus burmanii*, *Oxalis corniculata*, *Polymnia mcvaughii*, *Rubus humistratus*, *Phaseolus sp.*, *Phytolacca icosandra*, *Salvia mexicana*, y *Solanum americanum*, seguido por las arbustivas: *Neobrittonia acerifolia*, *Parathesis villosa* y *Senesio sp.*, y por último las arbóreas: *Clethra sp. nov.*, *Cornus disciflora* y *Zinowiewia concinna*, entre otras (véase Tabla 2).

Representadas por 31 familias y 48 géneros, las familias con un mayor número de géneros y especies fueron: Solanaceae, Compositae, Gramineae, Leguminosae, Celastraceae, Labiatae, Malvaceae, Myrsinaceae, Oxalidaceae y Rubiaceae (Tabla 4). Estas diez familias en conjunto comprenden el 54% del total de los géneros y el 45% del total de las especies de la composición del banco de semillas.

Tabla 2. Lista de especies y sus formas de vida presentes en el banco de semillas del suelo del bosque mesófilo de montaña correspondientes a las cuatro colectas realizadas.

Formas de vida:
 H: herbácea E: epífita
 A: arbustiva T: trepadora
 Aa: arbórea P: parásita

Forma de vida	Especies	Especies registradas por colecta			
		feb	may	ago	nov
H	<i>Anagallis arvensis</i>			X	
H	<i>Arenaria lanuginosa</i>		X		
H	<i>Cyperus niger</i>		X		
H	<i>C. hermaphroditus</i>	X	X	X	
H	<i>Carpinus tropicalis</i>		X	X	X
A	<i>Cestrum sp.</i>	X	X	X	X
Aa	<i>Cinnamomum pachypodum</i>				X
Aa	<i>Clethra sp. nov.</i>	X	X	X	X
Aa	<i>Cornus disciflora</i>		X	X	X
A	<i>Crotalaria sp.</i>	X			
H	<i>Crusea coccinea</i>	X	X	X	X
H	<i>Crusea longiflora</i>	X	X	X	
P	<i>Cuscuta corymbosa var. grandiflora</i>			X	
Aa	<i>Dendropanax arboreus</i>		X		
A	<i>Desmodium sumichrastii</i>	X	X		
H	<i>Digitaria ternata</i>	X			
H	<i>Eupatorium aff. ciliatum</i>	X	X	X	X
H	<i>E. areolare</i>	X	X	X	
A	<i>Fuchsia sp.</i>	X	X		
H	<i>Geranium mexicanum</i>	X	X		
H	<i>Gnaphalium americana</i>			X	
H	<i>Jaltomata procumbens</i>		X		
A	<i>Neobrittonia acerifolia</i>		X		
H	<i>Oxalis corniculata</i>	X	X	X	X
H	<i>O. jacquiniana</i>	X	X	X	
H	<i>Oplismenus compositus</i>	X	X		
H	<i>O. burmanii</i>	X	X	X	X
A	<i>Parathesis villosa</i>	X			
E	<i>Peperomia galeoides</i>	X	X	X	
Aa	<i>Perrottetia longistylis</i>		X		X
H	<i>Phacelia platycarpa</i>	X			
H	<i>Phaseolus sp.</i>	X	X	X	X
H	<i>Phenax hirtus</i>			X	
H	<i>Physalis sp.</i>				
H	<i>Phytolacca icosandra</i>	X	X	X	X
H	<i>Polymnia mcvaughii</i>	X	X	X	
H	<i>Pseuderanthemum cuspidatum</i>	X	X		
Aa	<i>Rapanea jurgensenii</i>	X	X		

Continuación de la Tabla 2.

A	<i>Rubus humistratus</i>	X	X	X	
H	<i>Salvia mexicana</i>	X	X	X	X
A	<i>Senecio sp.</i>	X			
A	<i>Sida barclayi</i>		X		
H	<i>Sisyrinchium sp.</i>		X		
	Solanaceae (número 46)		X		
A	<i>S. aligerum</i>	X	X		
H	<i>S. americanum</i>	X	X	X	X
T	<i>S. appendiculatum</i>	X	X		
H	<i>S. brevipedicellatum</i>	X			
A	<i>S. chrysotruchum</i>	X	X	X	X
	<i>Solanum sp.</i> (número 28)		X		
	<i>Solanum sp.</i> (número 29)		X	X	
H	<i>Sporobolus indicus</i>		X		
H	<i>Stachys lindenii</i>	X	X		
A	<i>Tournefortia sp.</i>		X		
H	<i>Trigonospermum melampodioides</i>		X	X	
T	<i>Vitis sp.</i>		X		X
A	<i>Xilosma flexuosum</i>		X		
H	<i>Zeugites americana</i>	X	X	X	
Aa	<i>Zinowiewia concinna</i>	X	X	X	

X: indica presencia de la especie en la colecta correspondiente.

Nota: La forma de vida asignada a las especies estan basadas en las descripciones de Rzedowski y Rzedowski (1985).

Tabla 3. Número de especies y densidad por formas de vida presentes en el banco de semillas.

Formas de vida	Número de especies	Densidad (núm. de individuos/m ²)
1. Herbáceas	50	3388.9±312.8
2. Arbustivas	17	276.7±33.6
3. Arbóreas	9	198.8±37.8
4. Epifitas	1	31.1
5. Trepadoras	2	7.8±1.7
6. Parásitas	1	1.1

Tabla 4. Familias mejor representadas en cuanto al número de géneros y especies en el banco de semillas.

FAMILIAS	GENEROS	ESPECIES
1. SOLANACEAE	3	9
2. COMPOSITAE	6	7
3. GRAMINEAE	4	5
4. LEGUMINOSAE	3	3
5. CELASTRACEAE	2	2
6. LABIATAE	2	2
7. MALVACEAE	2	2
8. MYRSINACEAE	2	2
9. OXALIDACEAE	1	2
10. RUBIACEAE	1	2

6.1.2. Densidad y Frecuencia relativa

La densidad total de plántulas registradas para las cuatro colectas fué de 3921.1 ± 487.3 plántulas/m². En la primera colecta se registraron 878.8 ± 77.8 plántulas/m² y 35 especies, las especies con mas alto valor de densidad son *Eupatorium aff. ciliatum* con 471.1 ± 20.6 plántula/m² y una frecuencia relativa del 100%, *Phaseolus sp.* 54.4 ± 5.9 plántulas/m² y una frecuencia relativa del 90% y *Oxalis corniculata* 45.6 ± 5.0 plántulas/m² y una frecuencia relativa del 80%, entre otras (Tabla 5). La segunda colecta mostró una densidad total de $1.205.6 \pm 60.4$ plántulas/m² y 58 especies encontrandose entre las especies de mayor densidad a *Eupatorium aff. ciliatum* con 446.7 ± 121.6 plántulas/m² y una frecuencia relativa del 100%, *Eupatorium areolare* con 78.9 ± 24.1 plántulas/m² y una frecuencia relativa del 50% y *Oxalis corniculata* con 67.8 ± 18.5 plántulas/m² y una frecuencia relativa del 90% (Tabla 6). En la tercera colecta se obtuvo una densidad total de $1.598.9 \pm 186.4$ plántulas/m² y 39 especies, las que mostraron mayor densidad fueron *Eupatorium aff. ciliatum* con 1171.1 ± 67.0 plántulas/m² y una frecuencia relativa del 100%, *Folymnia mcvaughii* con 61.1 ± 3.9 plántulas/m² y una frecuencia relativa del 80% y *Eupatorium areolare* con 58.9 ± 2.5 plántulas/m² y una frecuencia relativa del 50% (Tabla 7). Para la cuarta colecta la densidad total fue de 238.8 ± 27.10 plántulas/m² y 20 especies. Las especies de mayor densidad incluyen a *Eupatorium aff. ciliatum* con 126.7 ± 6.0 plántulas/m² y una frecuencia relativa del 70%, *Rubus humistratus* con 27.8 ± 2.0 plántulas/m² y una frecuencia relativa del 90% y *Crusea coccineae* con 14.4 ± 2.4 plántulas/m² y una frecuencia relativa del 60% (Tabla 8). Si bien, en la tercera colecta se registró la mayor densidad (número de plántulas/m²), la segunda colecta presenta el mayor número de especies (Fig. 5).

Las especies comunes registradas en las cuatro colectas fueron: *Eupatorium aff. ciliatum*, *Oplismenus burmanii*, *Salvia mexicana*, *Phaseolus sp.*, *Oxalis corniculata*, *Phytolacca icosandra*, *Crusea coccineae*, *Rubus humistratus*, *Solanum americanum*, *S. chysotrichum*, *Cestrum sp.* y *Clethra sp. nov.* Las especies

Tabla 5. Densidad (número de plántulas/m²) y frecuencia relativa de las especies mas abundantes en la colecta de febrero.

Especies	Densidad±Sx	Frecuencia Relativa(%)
<i>Eupatorium aff. ciliatum</i>	471.1±20.6	100
<i>Phaseolus sp.</i>	54.4±5.9	90
<i>Oxalis corniculata</i>	45.6±5.0	80
<i>Eupatorium areolare</i>	44.4±9.9	60
<i>Polymnia mcvaughii</i>	36.6±3.3	80
<i>Crusea coccineae</i>	23.3±1.4	60
<i>Oxalis jacquiniana</i>	23.3±7.6	40
<i>Solanum americanum</i>	20.0±1.3	80
<i>Peperomia galioides</i>	20.0±2.4	50
<i>Rubus humistratus</i>	18.8±1.2	80
Total (todas las especies)	878.8±77.8	

Tabla 6. Densidad (número de plántulas/m²) y frecuencia relativa de las especies mas abundantes en la colecta de mayo.

Especies	Densidad±Sx	Frecuencia Relativa(%)
<i>Eupatorium aff. ciliatum</i>	446.6±121.6	100
<i>E. areolare</i>	78.9±24.1	50
<i>Oxalis corniculata</i>	67.8±18.5	90
<i>Crusea coccineae</i>	63.3±18.7	80
<i>Solanum americanum</i>	61.1±21.9	70
<i>Clethra hartwegii</i>	58.9±17.2	80
<i>Rubus humistratus</i>	54.4±14.8	90
<i>Phaseolus sp.</i>	48.9±14.5	80
<i>Polymnia mcvaughii</i>	47.8±12.8	100
<i>Pseuderanthemum cuspidatum</i>	36.7±10.9	70
Total (todas las especies)	1205.6±60.4	

Tabla 7. Densidad (número de plántulas/m²) y frecuencia relativa de las especies mas abundantes en la colecta de agosto.

Especies	Densidad±Sx	Frecuencia Relativa (%)
<i>Eupatorium aff. ciliatum</i>	1171.1±67.0	100
<i>Polymnia mcvaughii</i>	61.1±3.9	80
<i>Eupatorium areolare</i>	58.9±5.3	50
<i>Clethra hartwegii</i>	58.9±2.5	100
<i>Rubus humistratus</i>	41.1±4.0	70
<i>Cyperus hermaphroditus</i>	33.3±0.0	10
<i>Crusea coccineae</i>	25.6±1.3	70
<i>Oplismenus burmanii</i>	17.8±3.4	50
<i>Solanum chrysotrichum</i>	14.4±1.1	80
<i>Cestrum sp.</i>	13.3±0.9	60
Total (todas las especies)	1598.9±186.4	

Tabla 8. Densidad (número de plántulas/m²) y frecuencia relativa de las especies mas abundantes en la colecta de noviembre.

Especies	Densidad	Frecuencia Relativa (%)
<i>Eupatorium aff. ciliatum</i>	126.7±6.0	70
<i>Rubus humistratus</i>	27.8±2.0	90
<i>Crusea coccineae</i>	14.4±2.4	60
<i>Solanum americanum</i>	12.2±1.3	60
<i>Cestrum sp.</i>	11.1±1.2	40
<i>Solanum chrysotrichum</i>	11.1±1.7	60
<i>Phytolacca icosandra</i>	6.7±1.6	30
número 73	4.4±1.1	20
<i>Oplismenus burmanii</i>	4.4±0.0	10
<i>Salvia mexicana</i>	3.3±0.0	20
Total (todas las especies)	238.8±27.1	

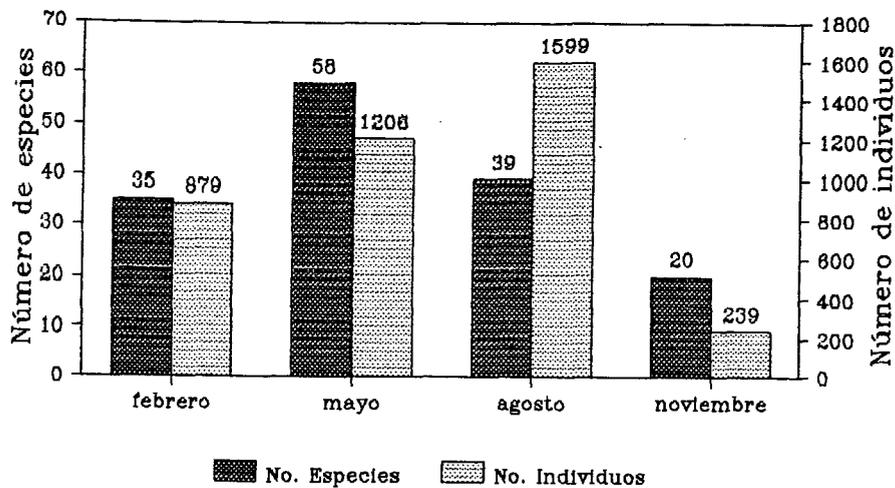


Fig. 5. Número de especies y número de individuos por m^2 en las cuatro colectas del banco de semillas.

exclusivas de la colecta de febrero fueron: *Phacelia platycarpa*, *Senecio sp.* y *Solanum brevipedicellatum* (véase Tabla 2). Especies observadas sólo en la colecta de mayo: *Tournefortia sp.*, *Arenaria lanuginosa*, *Cyperus niger*, *Xilosma flexuosum*, *Sporobolus indicus*, *Sisyrinchium sp.*, *Sida barclayi*, *Neobrittonia acerifolia* y *Jaltomata procumbens* (véase Tabla 2). Mientras que las especies exclusivas de la colecta de agosto fueron: *Gnaphalium americanum*, *Podachaenium eminens*, *Cuscuta corymbosa* y *Phenax hirtus* (véase Tabla 2). *Cinnamomum pachypodum* fue la especie exclusiva para la colecta de noviembre (véase Tabla 2).

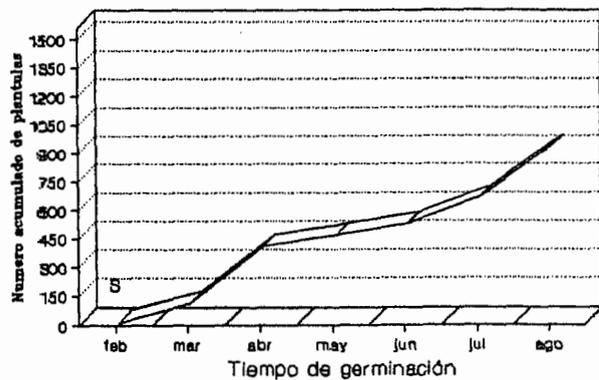
6.2. GERMINACION DE SEMILLAS

En la colecta de febrero el proceso de germinación inicia a los 30 días a partir de la exposición de las muestras de suelo, registró 100 plántulas en marzo, 293 en abril, 60 en mayo y 59 en junio. se reduce la germinación y se registran solo 60 y 59 plántulas, respectivamente. En julio se registró 139 y finalmente en agosto se registraron 272. Se obtuvo un total de 923 plántulas para esta colecta (Fig. 6).

En la colecta de mayo se obtuvo el primer registro de plántulas diez días después de haber expuesto las muestras de suelo. En el primer mes se registraron 116 plántulas, se observó un mayor número en los siguientes meses; 233 en junio, 217 en julio y 250 en agosto. En septiembre la germinación bajó, registrando solo 137 plántulas y 40 en octubre de tal modo que para los últimos días de registro, en el mes de noviembre, ya no germinó ninguna semilla. Se obtuvo un total de 993 plántulas (Fig. 6).

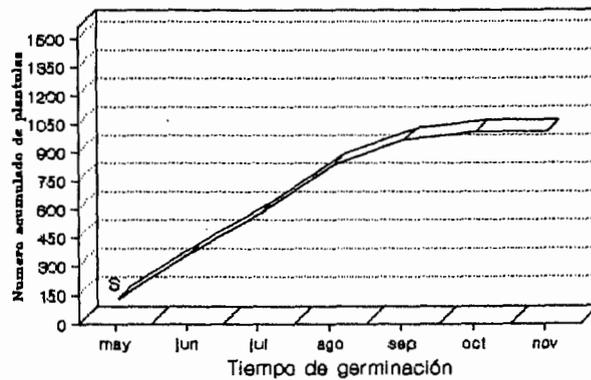
En la colecta de agosto la aparición de las primeras plántulas en las muestras ocurrió a los 12 días, a partir del cual se inicia un claro disparo de la germinación alcanzando en el segundo mes el máximo número de plántulas para esa colecta, registrando 777 individuos. En octubre se obtienen 456 plántulas, 194 y 126 plántulas en noviembre y diciembre respectivamente, después de los 110 días no hubo germinación. Se registró un total de 1553

COLECTA: FEBRERO
n° 823



m=132 (14%)

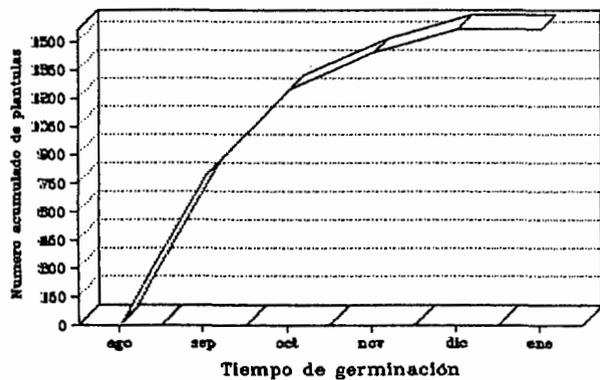
COLECTA: MAYO
n° 993



m=91 (9%)

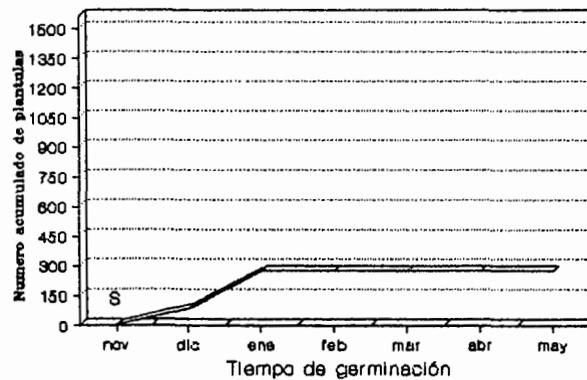
Fig. 6. Germinación de semillas contenidas en las muestras de suelo. El tiempo de germinación (meses) definido para cada colecta: febrero-agosto, mayo-noviembre, agosto-enero y noviembre-enero.

COLECTA: AGOSTO
n = 1553



m = 114 (7%)

COLECTA: NOVIEMBRE
n = 271



m = 58 (21%)

s-sembría; n-número total de plántulas registradas por colecta; m-plántulas muertas por colecta, el número expresado dentro del paréntesis refleja el porcentaje de plántulas muertas del total de semillas germinadas en cada colecta.

Continuación de la Fig. 8.

plántulas para esta colecta (Fig. 6).

En la colecta de noviembre el primer registro de plántulas ocurrió 25 días después de haber expuesto las muestras. En diciembre se registraron 84 plántulas y en enero 187. Se obtuvo un total de 271 plántulas (Fig. 6).

6.2.1. MORTALIDAD DE PLANTULAS

En el registro de la mortalidad de las plántulas sólo fueron considerados aquellos individuos que germinaron y no se logró su identificación antes de su muerte, que en la mayoría de los casos ocurrió cuando las plántulas poseían sólo las hojas cotiledonarias o en el mejor de los casos el primer par de hojas verdaderas.

El número total de plántulas muertas no identificadas fué contabilizado al finalizar el período de germinación establecido para cada colecta, considerando de manera global la mortalidad para las diez muestras correspondientes a dicha colecta. El mayor porcentaje de registros de mortalidad correspondió a la cuarta colecta (noviembre-enero) con un valor de 21% (58 plántulas) del total de semillas germinadas, en segundo término se ubica la primera colecta (febrero-agosto) con un 14% (132 plántulas), a continuación la segunda colecta (mayo-noviembre) muestra un menor porcentaje de mortalidad con 9% (91 plántulas) y finalmente, el registro de mortalidad para la tercera colecta fué de 7% (114 plántulas).

6.3. DIVERSIDAD

El índice de diversidad de Shannon, se obtuvo para cada una de las cuatro colectas y agrupando las colectas. El índice que diversidad para las cuatro colectas agrupadas fué de $H' = 2.10$. El valor más alto de las colectas individuales fue el de la colecta de mayo: $H' = 2.67$ y el más bajo el de agosto: $H' = 1.34$. La colecta de febrero mostró un valor de $H' = 2.04$ y la de noviembre un $H' = 1.84$ (Tabla 9).

Los resultados del cálculo del índice de equidad (E) de Pielou (Ludwig y Reynolds, 1988), fue de 0.48 para el total de colectas, obteniendo valores mayores en la colecta de mayo (E= 0.65) y colecta de noviembre (E= 0.61), seguido por la colecta de febrero (E= 0.57), el valor más bajo correspondió a la colecta de agosto (E= 0.36). De esta manera se puede observar que la colecta de agosto reveló el valor más bajo tanto en índice de diversidad ($H^{-1}=1.84$) como del índice de equidad (E 0.36) (Tabla 9).

6.4. COMPARACIONES ESTACIONALES EN LA COMPOSICION FLORISTICA DEL BANCO DE SEMILLAS.

6.4.1. Similaridad estacional en la composición de especies

De la aplicación del Coeficiente de Similitud de Jaccard (C_J) para comparar la composición florística del banco de semillas en las cuatro colectas se obtuvo que, entre las colectas de febrero vs. mayo el mayor valor de similaridad en cuanto al número de especies fue de 0.453. en tanto que las colectas de febrero vs. agosto mostraron un coeficiente de 0.396 y las de febrero vs. noviembre un valor de 0.279. La similaridad entre las colectas de mayo vs. agosto presentaron un coeficiente 0.366, mientras que las colectas de mayo vs. noviembre resultan ser las menos similares con un valor del 0.245, y las colectas de agosto vs. y noviembre mostraron un valor de 0.311 (Tabla 10).

6.4.2. Diferencias significativas entre colectas.

Se aplicó el análisis de varianza no paramétrica de *Kruskal-Wallis* para determinar diferencias significativas ($P<0.5$) entre las cuatro colectas, considerando el número de individuos y el número de especies por colecta. Se observó diferencias significativas para los datos de número de individuos por colecta con un valor de $P<0.0001$, así como para los datos de número de especies por colecta con un valor de $P<0.0001$.

Habiendo observado diferencias significativas, se aplicó el análisis *Tukey* para comparaciones múltiples no paramétricas. El

Tabla 9. Índice de diversidad (H') en las cuatro colectas del banco de semillas en el suelo.

Colectas	(N)	(S)	H'	E
febrero	791	35	2.04	0.57
mayo	1084	58	2.67	0.65
agosto	1439	39	1.34	0.36
noviembre	219	20	1.84	0.61
todas	3632	80	2.10	0.48

(N) Número de individuos.

(S) Número de especies.

H' Índice de diversidad de Shannon.

E Índice de equitabilidad de Pielou.

Tabla 10. Índices de similaridad de Jaccard (CJ) para las cuatro colectas del banco de semillas.

Colectas	febrero	mayo	agosto
mayo	0.453	—	—
agosto	0.396	0.366	—
noviembre	0.279	0.245	0.311

análisis del número de individuos, reveló que las colectas de mayo vs. noviembre y agosto vs. noviembre fueron significativamente diferentes ($Q > Q_{0.05,4}$) obteniendo un valor de $Q=3.74 > Q_{0.05,4}=2.63$ y $Q=4.44 > Q_{0.05,4}=2.63$ respectivamente, por lo que la colecta de noviembre marcó de manera importante esta diferencia. En el análisis con número de especies, la comparación de las colectas Mayo vs Noviembre fue la única que mostró diferencia significativa obteniendo valores de $Q=4.1 > Q_{0.05,4}=2.6$ (Tabla 11).

6.5. SIMILITUD FLORISTICA DE LA VEGETACION ESTABLECIDA EN EL SITIO Y EL BANCO DE SEMILLAS.

Se aplicó el Coeficiente de Similitud de Jaccard (C_j) para comparar la composición de especies en la vegetación del sitio (considerando el estrato herbáceo, arbustivo y arbóreo) y banco de semillas en el suelo.

La lista de la composición de especies de la vegetación en el sitio de muestreo se basa en los datos obtenidos a partir de la caracterización de la vegetación descrita en este trabajo.

El valor del Coeficiente de Similitud (C_j) obtenido fué de 0.42. Las especies arbóreas presentes en ambas comunidades fueron: *Cornus disciflora*, *Zinowiewia concinna*, *Rapanea jurgensenii*, *Carpinus tropicalis*, *Dendropanax arboreus*, y *Cinnamomum pachypodium*; las especies arbustivas identificadas corresponden a: *Desmodium sp.*, *Cestrum sp.*, *Fuchsia sp.*, *Xylosma flexuosum*, *Parathesis villosa* y *Crotalaria sp.* y de las especies herbáceas el mayor número de especies similares presentes en ambas comunidades fueron: *Eupatorium aff. ciliatum*, *Eupatorium areolare*, *Crusea coccinea*, *Oxalis corniculata*, *Phaseolus sp.*, *Salvia sp.*, *Oplismenus burmanii*, *Oxalis jacquiniana*, *Crusea longiflora*, *Stachys sp.*, *Trigonospermum melampodioides*, *Oplismenus compositus*, *Cerastium sinaloense* y *Polymnia mcvaughii*.

Finalmente las otras tres formas biológicas cuyas especies estuvieron presentes en ambas comunidades fueron: *Vitis sp.* y

Comparación	Q	Q _{0.05,4}
mayo vs. febrero	1.21	2.63
mayo vs. noviembre	3.74*	2.63
febrero vs. noviembre	2.53	2.63
agosto vs. febrero	1.91	2.63
agosto vs. mayo	0.69	2.63
agosto vs. noviembre	4.44*	2.63

A.

* diferencias significativas

Comparación	Q	Q _{0.05,4}
mayo vs. febrero	1.9	2.63
agosto vs. febrero	0.11	2.63
febrero vs. noviembre	2.14	2.63
mayo vs. noviembre	4.04*	2.63
agosto vs. noviembre	2.25	2.63
mayo vs. agosto	4.44*	2.63

B.

Tabla 11. Análisis Tukey considerando: A. número de individuos y B. número de especies de las colectas.

Solanum appendiculatum dos especies trepadoras; la epífita *Peperomia galeoides* y la parásita *Cuscuta corymbosa* var. *grandiflora*.

6.6. CONDICIONES ABIOTICAS DE GERMINACION

6.6.1. Temperatura mínima del aire:

Los valores promedios mensuales registrados dentro del invernadero osciló entre 3.93 a 13.07°C, siendo de noviembre a marzo los meses con más bajo promedio mensual (Fig. 7).

El análisis de varianza paramétrico y comparaciones múltiples (Duncan) aplicados a los valores registrados de la temperatura mínima mostraron diferencias significativas ($P < 0.000$) que corroboran lo observado.

6.6.2. Temperatura máxima del aire:

Los valores promedios mensuales obtenidos fueron de 19 a 34°C, habiendo registrado el valor promedio más bajo en el mes de febrero y el más alto en abril (Fig. 7).

El análisis de varianza y comparaciones múltiples aplicados a los valores registrados de la temperatura máxima mostraron diferencias significativas ($P < 0.000$), siendo el mes de abril significativamente mayor a todos los demás con un promedio mensual de 34°C.

6.6.3. Humedad relativa:

El promedio mensual de la humedad relativa observado en el invernadero osciló entre 69.7 a 83.5%. Los valores promedios decrecen de febrero a mayo. A partir de junio, cuando inicia la época lluviosa del año, se observó un incremento, alcanzando un promedio mensual de 81.5% a 84.6% hasta enero de 1992 (Fig. 8).

El análisis de varianza paramétrico y comparaciones múltiples de Duncan aplicado a los valores de humedad relativa registrados indicaron diferencias significativas ($P < 0.000$) mensuales. Se

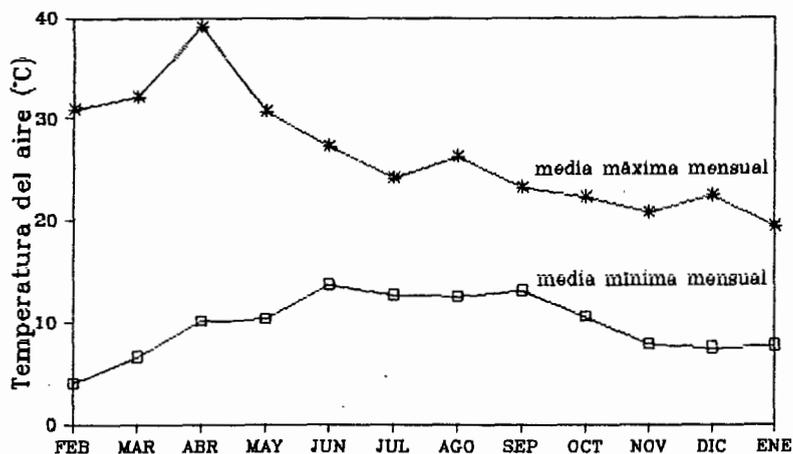


Fig. 7. Temperatura del aire en el invernadero durante el proceso de germinación (1991-1992).

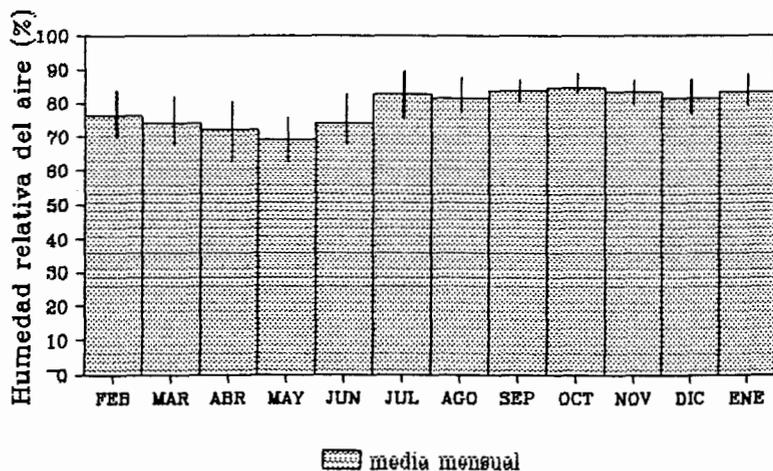


Fig. 8. Humedad relativa del aire en el invernadero durante el proceso de germinación (1991-1992).

observaron tres grupos significativamente diferentes. En el primer grupo (febrero, marzo, abril y junio) no se observaron diferencias significativas entre ellas. El segundo grupo, donde se observaron a los meses julio a enero; fueron diferentes del primero pero no se observaron diferencias significativas entre si mismos. En el tercer grupo aparece solo el mes de mayo el cual presentó diferencias significativas con todos los demás.

VII. DISCUSION

La complejidad que implica la identificación de las plántulas, aunado a la mortalidad de las mismas antes de que pudiera hacerse cualquier inferencia respecto a su categoría taxonómica limitó el lograr la identificación de un número mayor de especies. No obstante, los registros periódicos de germinación fueron sin duda un factor importante para obtener un registro más completo del número de especies y número de individuos de las mismas.

Las semillas de muchas especies anuales permanecen viables en el suelo por un período de tiempo largo (Harper, 1977). Factores tales como buena dispersión y la capacidad de formar bancos de semillas en el suelo caracterizan a las semillas de las especies típicas de vegetación secundaria (Ewel, 1990).

Las semillas de especies pioneras de claros generalmente tienen latencia fotoblástica impuesta y su viabilidad en el suelo puede ser más larga que la mayoría de los árboles de bosques maduros (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1982). En el estudio del banco de semillas en una selva tropical dentro del grupo de especies que estuvieron presentes en casi todas las muestras durante todo el año se encontró a *Phytolacca rivinoides* y *Eupatorium sp.* (Sosa & Puig, 1985). En el bosque mesófilo de montaña ECLJ se encontró presente a *Phytolacca icosandra*, una especie anual exclusiva de vegetación secundaria y a *Eupatorium aff. ciliatum* durante las cuatro colectas del año.

El gremio florístico del banco de semillas del bosque mesófilo de montaña de la ECLJ está compuesto principalmente por especies herbáceas anuales y perennes, características de vegetación secundaria, las cuales representaron un 64% (51 especies), seguida por las arbustivas pioneras con un 21% (17 especies), arbóreas 10% (8 especies) y otras formas de vida 5% (4 especies).

Con base a la información existente para el bosque tropical lluvioso realizado por Guevara y Gómez-Pompa (1976), Salmerón (1984), Guevara (1986), Alcocer (1988) en México y Hopkins (1983) en Australia entre otros citados en Salmerón (1984) y Alcocer (1988) en los cuales determinaron densidades promedio de 120 a 860 individuos/m² (Citado en Alcocer, 1988). En cuanto a el valor de densidad promedio obtenido en este estudio es alto, 980.2 plántulas/m². Sin embargo, debemos considerar la riqueza de especies que caracterizan a ambas comunidades vegetales es diferente así como las características ecológicas de las especies. En trabajos anteriores (Alcocer, 1988; Salmerón, 1984) se ha remarcado la necesidad de unificar criterios en cuanto a aspectos metodológicos para el estudio del banco de semillas en el suelo, ya que la mayoría de los autores divergen en criterios en cuanto a la profundidad, número y distribución de las muestras de suelo, así como de la representatividad de tales muestreos, lo cual ha dificultado la comparación de los resultados.

La familia Solanaceae fue el grupo mejor representado en cuanto a número de especies, registrando a *Cestrum sp.*, *Jaltomata procumbens*, *Solanum aligerum*, *S. americanum*, *S. appendiculatum* y *S. brevipedicellatum* principalmente. Los frutos de las Solanaceas son depredadas por aves y murciélagos, pero el papel de estos depredadores en la dispersión de las semillas en los claros del bosque es importante (Sosa & Puig, 1985).

Especies como *Cerastium sinaloense*, *Sida ciliaris*, *Senecio sp.*, *Phacelia platycarpa*, *Neobrittonia acerifolia*, *Tournefortia sp.*, *Phenax hirtus* y *Podachaenium eminens* aparecen eventualmente en el banco de semillas (véase Tabla 2). La baja densidad y frecuencia de epífitas, trepadoras y parásitas muestran un número reducido de semillas en el suelo para estas formas de vida: *Peperomia galeoides*, *Vitis sp.*, *Solanum appendiculatum* y *Cuscuta corymbosa*.

En relación a la germinación se pudo observar que las semillas

de la primera colecta germinaron a los 30 días después de colocar las muestras. De la segunda y tercera colecta, el inicio de la germinación fue a los 10 y 12 días respectivamente, mientras que en la cuarta colecta se observó a los 25 días. Esto se puede deber a las marcadas fluctuaciones en la temperatura del aire en el invernadero.

Sin embargo, es posible que el retraso en la germinación y el bajo número de individuos observados en la última colecta se debió a la baja temperatura mínima registrada durante el mes de enero y que estas hayan inhibido la germinación de más semillas en las muestras. Fue en enero cuando se dió por concluido el experimento, tam por las lluvias constantes durante todo el mes de enero extendiendose hasta parte de febrero, con neblinas frecuentes y densas y un alto porcentaje de humedad en el aire; condiciones poco no frecuentes en esta época del año, por efecto del fenómeno "El niño". Probablemente estas condiciones influyeron en la mortalidad de semillas y plántulas.

En pruebas de germinación (Ponce de León y Puig, 1983 citado en Sosa y Puig, 1987) de especies del bosque mesófilo de montaña en Tamaulipas, se comprobó que la dispersión efectiva de semillas por el viento puede asociarse con la capacidad de las semillas para permanecer latentes en el suelo, siendo esta forma de dispersión característica de algunas de las especies herbáceas encontradas en este estudio.

En la mayoría de las semillas enterradas se induce la vida latente por la falta de luz (Grime, 1982) y se ha visto que especies con semillas pequeñas (característica de la mayoría de las semillas dispersadas por viento) requieren altos valores de luz para germinar. Por lo que la calidad de luz que llega a un determinado lugar en condiciones naturales, es la que va a disparar la germinación de semillas fotoblásticas (Ludlow y Vázquez-Yanes, 1976). En las selvas tropicales húmedas se ha demostrado que la luz tiene una gran importancia en la ecología de la germinación de

las especies (Vázquez-Yanes, 1972). Dado que las muestras de suelo fueron expuestas para el proceso de germinación en un lugar abierto, es evidente que las condiciones de luz influyeron positivamente en la germinación de la mayoría de las especies encontradas en este estudio.

Los trabajos realizados por Vázquez-Yanes (1976) y Garwood (1990) han demostrado que los factores climáticos influyen fuertemente en el disparo de la germinación. De hecho, la temperatura y la luz son factores determinantes para romper la latencia e inducir la germinación de algunas semillas de especies secundarias como *Trema guinensis* en el bosque tropical (Vázquez-Yanes, 1977) y *Hoffmania strigillosa* una especie del sotobosque en el bosque mesófilo de montaña (Ponce de León, 1985).

Los datos de temperatura del aire y la humedad relativa del aire en el invernadero muestran variaciones a través del año. La humedad relativa media del aire se mantuvo alta con fluctuaciones mensuales entre 74.1 a 84.6%. los mayores porcentajes se observan a partir del periodo de lluvias.

La presencia del plástico en el techo del invernadero, y la malla de media sombra fue colocada 30 días después de haberse iniciado el experimento, y puesto que el plástico no cubría por completo la base del invernadero, probablemente tuvo influencia en las fluctuaciones de las temperaturas registradas (temperatura mínima media mensual del aire 3.9°C y máxima de 30.9°C). Estas condiciones cambiaron después de haber colocado la malla de media sombra en el techo y el plástico en la base del invernadero.

Los valores de diversidad y equidad fueron diferentes para las cuatro colectas e indicaron que la mayor diversidad en composición específica se obtuvo en la colecta de mayo, donde el valor de equidad obtenido indica que la distribución de la abundancia de individuos para las 58 especies es muy similar. Esta diversidad calculada coincide con la máxima producción de frutos para las

especies arbóreas entre los meses de mayo a julio encontrada por Solís-Magallanes (en preparación) en el estudio fenológico realizado en el bosque mesófilo de montaña de Las Joyas.

Como era de esperarse se obtuvo poca similaridad florística al comparar la composición de especies de la vegetación del sitio de muestreo y la composición de especies en el banco de semillas. Esta baja similaridad se observa en las especies arbóreas, debido a que en el análisis de la vegetación establecida en el sitio se registraron 19 especies de las cuales solo seis fueron observadas en el banco de semillas. Por otra parte, especies como *Clethra sp. nov.* mostraron características importantes en el banco de semillas y sin embargo no es una especie que forme parte del dosel en el área, no obstante su abundancia es notable en los bordes. presentándose tanto en el banco de semillas como en el banco de plántulas (Saldaña-Acosta y Jardel, en prensa) debido a sus características de dispersión.

En el grupo de las especies arbustivas, no obstante que *Parathesis villosa*, fructifica durante todo el año, aparece solo en la colecta de febrero; es posible que la reducción de su disponibilidad en el suelo se deba a la elevada depredación a la que son expuestas por representar un importante recurso alimenticio para algunas aves y mamíferos, a la corta viabilidad de sus semillas o a que las condiciones abióticas en el invernadero inhibieron su germinación. Arbustos como *Parathesis villosa*, *Xilosma flexuosum* y *Polymnia mcvaughii* son las únicas especies arbustivas representadas en el área de muestreo, ya que las otras especies arbustivas encontradas en el banco son características de la vegetación secundaria circundante. Dadas las características de sus semillas es posible que se dispersen por gravedad o animales.

En el grupo de las especies herbáceas el mayor número de especies registradas en el banco de semillas no se observaron en el estrato del sotobosque. Las especies de los géneros *Solanum* y *Cyperus* y especies como *Stachys sp.*. Así como, *Neobrittonia*

acerifolia, *Rubus humistratus*, *Phaseolus sp.* y *Senecio sp.*, característicos de la vegetación secundaria circundante no se observaron en el rodal de bosque mesófilo estudiado. Estudios realizados han demostrado que la baja similaridad entre el banco de semillas y la vegetación está relacionado con el estado sucesional de los bosques y regímenes de perturbación, y que solo en suelos arables continuamente perturbados la composición del banco de semillas coincide, algunas veces, con la vegetación del sitio (véase Pickett and McDonnell, 1989).

Los periodos de fructificación de las especies arbóreas *Zinowiewia concinna*, *Cornus disciflora* y *Dendropanax arboreus*, se extiende de octubre a mayo, de diciembre a julio y de diciembre a agosto, respectivamente (Solís-Magallanes, en preparación). Estas especies mostraron su mayor número de plántulas en la colecta de mayo, coincidiendo de manera general con el periodo de máxima fructificación para estas especies. Es posible que las semillas de *Zinowiewia concinna* sean capaces de permanecer viables en el suelo por cierto periodo después de su dispersión. El amplio periodo de fructificación de *Cornus disciflora* podría explicar la disponibilidad de las semillas en el suelo a lo largo del año. Sin embargo su densidad en el banco de semillas se reduce notablemente de colecta en colecta, es posible que esta reducción de la disponibilidad de semillas en el suelo se deba en parte a una alta mortalidad causada por hongos patógenos e insectos en el suelo (Obs. pers.). Es posible que la baja densidad de plántulas de *Dendropanax arboreus* registradas en el banco de semillas se deba a la baja frecuencia y abundancia de esta especie en el estrato arbóreo del área de muestreo, es decir que existe una baja fuente local de semillas, aunado a la depredación de los frutos por algunas aves y mamíferos. Sin embargo, es posible que esta baja densidad de semillas en el suelo se deba también a la rápida germinación después de la dispersión de sus semillas. Se ha observado que en otras localidades dentro de la ECLJ, en donde ésta especie es más abundante existe una gran disponibilidad de frutos en el suelo del bosque (Obs. pers.).

Basados en la clasificación propuesta por Saldaña-Acosta y Jardel (en prensa) de las especies arbóreas del bosque mesófilo de montaña de acuerdo a sus características regenerativas, encontramos cuatro grupos diferentes entre las especies del banco de semillas de este trabajo.

En el grupo I se incluyen a las especies con semillas pequeñas, generalmente aladas que se dispersan por viento y se observan regenerando en áreas abiertas y se consideran heliófilas o intolerantes a la sombra. Las especies de este grupo pueden considerarse como las pioneras que colonizan áreas abiertas por perturbaciones mayores. Estas especies con tales características corresponden a las especies herbáceas encontradas en el banco de semillas tales como: *Eupatorium aff. ciliatum*, *E. areolare*, *Crusea coccinea*, *Phytolacca icosandra*, *Salvia sp.*, *Oxalis corniculata*, *Phaseolus sp.*, *Stachys sp.*, *Pseuderanthemum cuspidatum* entre otras.

Las especies del grupo II se caracterizan por poseer semillas pequeñas, dispersadas por viento, que se observan tanto en claros y bordes del bosque, como bajo dosel, por lo cual pueden considerarse tolerantes a la sombra. Las especies registradas en el banco de semillas con estas características fueron *Carpinus tropicalis*, *Clethra sp. nov.*, *Zinowiewia concinna* y *Ferrottetia longystilis*.

En el bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas se han realizado estudios acerca de las características de regeneración de *Clethra pringlei*, cuya estrategia de regeneración más notable es por propagación vegetativa, aunque se reproduce también por germinación de semillas, este tipo de regeneración es menos eficaz (Sosa y Puig, 1987). En Las Joyas se ha observado que *Clethra sp. nov.* presenta también una alta regeneración por multiplicación vegetativa, sin embargo, el registro de esta especie en el banco de semillas (con el más alto valor de frecuencia y densidad, entre las especies de forma de vida arbóreas) (véase Apéndice 2) sugiere que esta especie forma bancos de semillas persistentes en el suelo. Sin

embargo sería importante completar esta información con estudios de viabilidad. La mayor disponibilidad de semillas en el suelo registradas en las colectas de mayo y agosto coincide con los meses de máxima fructificación para esta especie (entre los meses de abril, mayo y junio) (Solís-Magallanes, en preparación).

El grupo III se caracteriza por especies que presentan semillas grandes, desnudas o en frutos carnosos, dispersadas por gravedad y/o animales, consideradas como especies tolerantes que se reproducen tanto por semilla como vegetativamente. Las especies arbóreas: *Cornus disciflora*, *Rapanea jurgensenii* y la especie arbustiva *Parathesis villosa*; pertenecen a este grupo. Las especies de ambos grupos son colonizadoras de claros abiertos por perturbaciones como caída de árboles o ramas, de menor extensión y pueden ocupar el sotobosque.

En el grupo IV las especies presentan semillas grandes, dispersadas por gravedad y/o animales, y no se presentan en claros, sino únicamente en sitios con dosel cerrado. Estas especies son características de etapas sucesionales avanzadas, capaces de tolerar las condiciones de sombra en el estrato inferior de los bosques maduros. En el banco de semillas se registraron dos especies con estas características: *Dendropanax arboreus* y *Cinnamomum pachypodum*. Las semillas de esta última especie, por lo que están sujetas a una gran depredación y mortalidad después de la dispersión, además de la rápida germinación una vez dispersadas. También presenta abundante regeneración por multiplicación vegetativa, por lo cual sería importante evaluar cual de las dos estrategias de regeneración es más eficiente.

Pocas especies arbóreas del bosque mesófilo de montaña presentan regeneración por medio de un banco permanente de semillas (Sosa y Puig, 1987). Las especies arbóreas regeneran por medio de estrategias más eficaces que aseguran el mantenimiento o su expansión, como el mantenerse en estado de plántula o juvenil (Del Amo y Gómez-Pompa, 1972). *Dendropanax arboreus* y *Rapanea*

jurgensenii son relativamente frecuentes y abundantes en la regeneración del bosque mesófilo de montaña de la Estación Científica Las Joyas (Saldaña-Acosta y Jardel, en prensa). Lo más común es que esta estrategia de regeneración la utilicen especies arbustivas pioneras. En el bosque mesófilo de Tamaulipas encontraron que sobresalen con esta característica varias especies del género *Solanum*, *Oxalis*, *Phaseolus*, entre otras (Ponce de León y Puig, 1983 citado en Sosa y Puig, 1987). Las especies tolerantes no poseen bancos persistentes de semillas, sin embargo tienen tolerancia a la sombra en estadios tempranos del ciclo de vida (Pickett & McDonnell, 1989) y habilidad para penetrar la hojarasca por medio del crecimiento de las raíces.

Considerando las características de regeneración de *Ferrottetia longistylis* y que su periodo de fructificación va de febrero a diciembre, era de esperarse su germinación en todas las colectas de suelo. Sin embargo; aún las consideraciones anteriores esta especie no fue registrada en la colecta de agosto, quizá las condiciones abióticas en el invernadero en este periodo inhibieron su germinación.

Cinnamomum pachypodum presenta un periodo de fructificación que va de julio a diciembre, con una mayor producción de frutos en octubre. Aún cuando en la colecta de agosto se observó que cerca de los árboles padres, habían numerosas semillas dispersas en el suelo del bosque, en las muestras de suelo colectadas no fueron observadas.

Rapanea jurgensenii se registró en las dos primeras colectas: febrero y mayo periodos que coinciden con la época de fructificación (que va de abril a junio), por lo que parece que sus semillas son de corta viabilidad que germinan rápidamente y es posible que esta especie forme bancos de semillas transitorios.

entre colectas, obtenida a partir de la aplicación del C_j así como las diferencias significativas en el número de especies y número de individuos demuestra que éstos varían entre una época y otra a lo largo de un ciclo anual y habla de la disponibilidad estacional de las especies en el banco de semillas. Resultados similares fueron encontrados por Alcocer (1982) en un bosque tropical en Veracruz.

En general, el rodal de bosque mesófilo de montaña presenta un dosel bastante abierto, debido a que fué sometido a corta selectiva hace aproximadamente 25 años (Jardel, 1991) y a la caída de árboles y ramas por la acción del viento.

VIII. CONCLUSIONES

1. La composición del banco de semillas en el suelo muestra diferencias significativas tanto en el número de especies como en el número de individuos a través de un ciclo anual.
2. Aún cuando algunas especies arbóreas producen semillas casi todo el año, el mayor número de especies arbóreas en el banco de semillas coincide con la época de mayor producción de frutos de estas especies, lo cual sugiere cierta estacionalidad en la disponibilidad de las semillas en el suelo.
3. Las condiciones abióticas de germinación y sus variaciones durante el experimento influyeron en la germinación de las semillas de especies herbáceas contenidas en las muestras de suelo, ya que éstas se caracterizan por ser fotoblásticas. Quizá estas condiciones que resultaron ser favorables para la germinación de las especies determinadas en este estudio, no fueron adecuadas para otras especies no detectadas.
4. Las semillas de especies herbáceas perennes y anuales características de vegetación secundaria constituyen el principal componente del banco de semillas en el suelo del bosque mesófilo de montaña en esta área. Las semillas pequeñas y generalmente aladas que se dispersan por viento se observan regenerando en áreas abiertas.
5. Los resultados sugieren que el banco de plántulas posiblemente sea el potencial regenerativo del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña para esta área.
6. Existe una baja similaridad entre la composición florística del banco de semillas en el suelo y la vegetación establecida en el sitio.

7. Ante la perturbación (destrucción del arbolado adyacente) de áreas extensas de bosque mesófilo de montaña, difícilmente esperaríamos observar regeneración inmediata de especies arbóreas.

IX. LITERATURA CITADA

- ALCOCER SILVA, M. I. 1988. Distribución de semillas en el suelo de una selva alta perennifolia. Los Tuxtlas, Veracruz, México. Tesis Profesional, Fac. Ciencias UNAM, México. 81 p.
- ARRIAGA, L. 1987. Perturbaciones naturales por caída de árboles. En: Henri Puig y Rosa Bracho (Eds.). El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. Publicación 21 del Instituto de Ecología. México. pp.133-152.
- AUGSPURGER, C.K. 1990. Fuentes para la regeneración de la vegetación en perturbaciones naturales o causadas por el hombre. Resumen XI Congreso de Botánica. Oaxtepec, Mor.
- BAKER, H.G. 1989. Some aspects of the Natural History of Seed Banks. En L. A. Leck, R.L. Simpson and V.T. Parker (Eds.). Ecology of soil seed banks. Academic Press, London. pp. 9-21.
- BIGWOOD, D.W. Y D.W. INOUE. 1988. Spatial pattern analysis of seed banks: an improved method and optimized sampling. Ecology 69:497-507.
- CASTRO ACUNA Y S. GUEVARA S. 1976. Viabilidad de semillas en muestras de suelo almacenado de "Los Tuxtlas", Veracruz. En: Gómez-Pompa y del Amo (Eds.). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. INIREB (Ed.), CECSA. pp.233-249.
- CAUSTON, D.R. 1988. Introduction to vegetation analysis. Published by the Academic Division of Unwin Hyman, Londres.
- CAVERS, P.B. 1983. Seed demography. Can. J. Bot. 61:3578-3590.
- COTTAM, G. Y J.T. CURTIS, J.T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling, Ecology, 37:451-460.
- COX, G.W. 1980. Laboratory manual of general ecology. Wm. C. Brown Company. Dubuque, Iowa. pp.49-54.
- CUEVAS, R. Y N. NUNEZ. 1988. Taxonomía de los Pinos de la Sierra de Manantlán, Jalisco. Tesis Profesional. Facultad de Agricultura, Guadalajara, Jalisco. 104p.
- DEL AMO, S. Y A. GOMEZ-POMPA. 1976. Crecimiento de estados juveniles de plantas en selva tropical alta perennifolia. En: Gómez-Pompa y del Amo (Eds.). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. INIREB (Ed.), CECSA. pp.549-565.
- FENNER, M. 1985. Soil seed banks. En: Seed Ecology. Chapman and Hall. pp. 57-71.

- GARWOOD, N.C. 1990. Ciclo estacional de germinación de semillas en un bosque semicaducifolio tropical. En: Leigh, Egbert G. Jr., A. Stanley Rand, Donald M. Windsor (Eds.). Ecología de un bosque tropical. pp.243-255.
- GRIME, J.P. 1982. Estrategias regenerativas. En: Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. Ed. Limusa. México. pp. 105-175.
- GUEVARA, S.S. Y A. GÓMEZ-POMPA. 1972. Seed from surface soils in a tropical region of Veracruz, México. Journal of the Arnold Arboretum (53)3:312-335.
- GUEVARA, S.S. Y A. GÓMEZ-POMPA. 1976. Determinación del contenido de semillas de una Selva Tropical de Veracruz, México. En: Gómez-Pompa y del Amo (Eds.). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. INIREB (Ed.), CECSA. pp.203-232.
- GÚZMAN M., R. 1985. Reserva de la biósfera de la sierra de Manantlán, Jalisco. Estudio descriptivo. Tiempos de Ciencia Núm.1. Universidad de Guadalajara, Jal. pp.10-26.
- HARPER, J.L. 1977. The seed bank. En: Population biology of plants. Academic Press. Londres. pp.83-93.
- JARDEL P., E. 1991. Perturbaciones naturales y antropogénicas y su influencia en la dinámica sucesional de los bosques de las Joyas, Sierra de Manantlán. Tiempos de Ciencia 22:9-26.
- JARDEL P., E. (Coordinador). 1990. Estrategia para la conservación de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. Laboratorio Natural Las Joyas, Universidad de Guadalajara. El Grullo, Jal. 278p.
- LUDWIG, J.A. Y J.F. REYNOLDS. 1988. Statistical Ecology: A primer on methods and computing. John Wiley & Sons, Inc.
- LUNA, I., L. ALMEIDA, L. VILLERS Y L. LORENZO. 1988. Reconocimiento florístico y consideraciones fitogeográficos del bosque mesófilo de montaña de Teocelo, Veracruz. Bol. Soc. Bot. México. 48:35-63.
- LUNA, I., L. ALMEIDA Y J. LLORENTE. 1989. Florística y aspectos fitogeográficos del bosque mesófilo de montaña de las cañadas de Ocuilán, Estados de Morelos y México. Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México. Ser. Bot. 59(1):63-87.
- MAGURRAN, A.E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Barcelona, España. 200p.
- MARTINEZ-RAMOS, M. 1991. Lluvia de semillas y dinámica de plántulas en una selva tropical. Resumen II Simposio-Taller Frugivoría y dispersión de semillas. Los Tuxtlas, México. 69

- MARTINEZ-RIVERA, L.M., J.J. SANDOVAL L. Y R.A. GUEVARA G. 1991. Climas de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán y su área de influencia. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara (Informe Interno). 29p.
- MARTINEZ-RIVERA, L.M., R. DELGADO I. E I. FLORES R. 1992. Suelos de la Estación Científica Las Joyas de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. Jal. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara. (Informe Interno). 20p.
- MATTEUCCI, S. Y A. COLMA. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Washington. D.C. pp.28-32.
- MIRANDA, F. Y A.J. SHARP. 1950. Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of eastern México. *Ecology* 31(3):313-333.
- MORA RUELAS, A. 1990. Evaluación de métodos para la extracción de semillas de arvenses en muestras de suelo. Tesis Profesional. Fac. Ciencias. Universidad de Guadalajara. Jalisco. México. pp.
- MORENO CASASOLA, P. 1976. Latencia y viabilidad de semillas de vegetación primaria. En: A. Gómez-Pompa, *et al.* (Eds.). *Investigaciones Sobre la Regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México.* Editorial Alhambra, México. pp.527-548.
- MUELLER-DOMBOIS, D. Y H. ELLENBERG. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology.* Wiley, Nueva York. pp.
- MUNOZ MENDOZA, M.E. 1992. Distribución de especies arbóreas del bosque mesófilo de montaña en la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara. Jalisco. México. 102p.
- PEREZ-GARCÍA, I. Y G. WILLIAMS-LINERA. 1990. Variación altitudinal de la estructura y la composición florística del bosque mesófilo de montaña en Ver. XI Congreso de Botánica. Oaxtepec, Mor.
- PICKETT, S.T.A. Y M.J. MCDONNELL. 1989. Seed bank dynamics in temperate deciduous forest. En: L. A. Leck, R.L. Simpson and V.T. Parker (Eds.). *Ecology of soil seed banks.* Academic Press, London. pp. 123-148.
- PINEDA-LÓPEZ, M. R. 1988. Efecto de las perturbaciones en la estructura y composición de los bosques templados en Las Joyas, Sierra de Manantlán. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB) Xalapa, Veracruz. 56p.

- PONCE DE LEON, L. 1987. Germinación y primeras etapas de crecimiento de una especie del sotobosque: *Hoffmannia strigillosa* Hemsl. Rubiaceae. En: Puig, H. y R. Bracho (Eds.). El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. Publicación 21 del Instituto de Ecología. México. pp.153-173.
- PUIG, H., R. BRACHO Y V.J. SOSA. 1987. El bosque mesófilo de montaña: composición florística y estructura. En: Puig, H. y R. Bracho (Eds.). El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. Publicación 21 del Instituto de Ecología. México. A.C. pp.55-80.
- RICO-GRAY, V. Y J. G. GARCIA-FRANCO. 1990. Banco de semillas y estructura de la vegetación de siete estados serales de la selva mediana decidua de Yucatán, México. Resumen XI Congreso de Botánica, Oaxtepec, Mor.
- RZEDOWSKI, J. Y R. MCVAUGH. 1966. La Vegetación de la Nueva Galicia. Contr. Univ. Michigan Herb. 9:1-123.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México. 432p.
- RZEDOWSKI, J. 1991. Diversidad y Orígenes de la Flora Fanerogámica de México. Acta Botánica 14:3-21.
- SANCHEZ-VELASQUEZ, L.R., A. SALDANA-ACOSTA, M.R. PINEDA-LOPEZ Y M.P. ROSALES ALMENDRA. 1990. Descripción cuantitativa de la vegetación de la Estación Científica Las Joyas, Jalisco. Mexico. Resumen XI Congreso de Botánica. Oaxtepec. Mor.
- SANTIAGO PEREZ, A.L. 1992. Estudio fitosociológico del bosque mesófilo de montaña en la Sierra de Manantlán. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Guadalajara. Jalisco. México. 123p.
- SALDANA-ACOSTA, A. Y JARDEL, P. E. (En prensa). Regeneración natural del estrato arbóreo en bosques subtropicales de montaña en la Sierra de Manantlán, México: Estudios preliminares. BIOTAM.
- SALMERON ESTRADA, R. 1984. Germinación de semillas acumuladas en el suelo de una selva húmeda tropical "Los Tuxtlas", Veracruz, México. Tesis Profesional, Fac. Ciencias UNAM, México. 89p.
- SANCHEZ-VELASQUEZ, L.R., M. OLVERA Y M. ANAYA C. 1990. Los recursos forestales de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jal. México. Laboratorio Natural Las Joyas, Universidad de Guadalajara. Reporte interno. 25p.

- SÁNCHEZ-VELÁSQUEZ, L.R. 1988. Sucesión forestal en la Sierra de Manantlán. Jal. México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 54p.
- SIMPSON, R.L., M.A. LECK, Y V.T. PARKER. 1989. Seed banks: General Concepts and Methodological Issues. En: Leck M.A. R.L. Simpson y V.T. Parker (Eds.). Ecology of soil seed banks. Academic Press, London. pp. 3-8.
- SOLIS-MAGALLANES. J.A. (En preparación). Fenología del bosque mesófilo de la Sierra de Manantlán, Jal.
- SOSA, V.J. Y H. PUIG. 1987. Regeneración del estrato arbóreo en el bosque mesófilo de montaña. En: Puig, H. y R. Bracho (Eds.). El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. Publicación 21 del Instituto de Ecología. México. Cap. IV:107-132p.
- SPURR, S.H. Y B.V. BARNES. 1982. Ecología Forestal. AGT Editor. México. pp.47-107.
- UACH. 1980. Viveros y Reforestación. México. 251p.
- VAZQUEZ, A. 1987. El bosque mesófilo de montaña. Laboratorio Natural Las Joyas, Universidad de Guadalajara. I(2):7-10.
- VAZQUEZ G., J.A., R. CUEVAS G., T.S. COCHRANE Y H.H. ILLIS. 1990. Flora de la Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, Jalisco, México. Laboratorio Natural Las Joyas, Universidad de Guadalajara. Publicación especial No.1 y Contributions from the University of Wisconsin Herbarium No.9. El Grullo, Jal. 164p.
- VÁZQUEZ-YANES, C. 1976. Estudio sobre ecofisiología de la germinación en una zona cálido-húmeda de México. En: Gómez-Pompa y del Amo (Eds.). Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México, INIREB (Ed.), CECSA. pp.279-387.
- VAZQUEZ-YANES, C. 1987. Los bancos de almacenamiento de semillas en la conservación de especies vegetales. Ciencia 38:239-246.
- VÁZQUEZ-YANES, C. Y A. OROZCO-SEGOVIA. 1987. Fisiología ecológica de semillas en la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtles", Veracruz, México. En: Clark, D.A., R. Dirzo y N. Fetcher (Eds.). Ecología y ecofisiología de plantas en los bosques mesoamericanos. Revista de Biología Tropical 35, Suplemento 1. pp.85-96.
- VAZQUEZ-YANES, C. Y J.R. TOLEDO. 1989. El almacenamiento de semillas en la conservación de especies vegetales. Problemas y aplicaciones. Bol. Soc. Bot. México 49:61-69.

VAZQUEZ-YANES, C. 1990. Ecología y conservación de semillas. Ciencias 4:30-33.

WILLIAMS-LINERA, G. 1990. Estudio comparativo de bancos de semillas del suelo de bosques mesófilos de montaña en extremos geográficos de México. Resumen XI Congreso de Botánica, Oaxtepec, Mor.

ZAR, J.H.. 1984. Biostatistical analysis. Prentice-Hall, Inc. pp. 162-205.

Apéndice 1. Listado florístico de las especies del banco de semillas en el suelo del bosque mesófilo de montaña.

ACANTHACEAE

Pseuderanthemum cuspidatum (Ness) Radlk.

ARALIACEAE

Dendropanax arboreus (L.) Dec. & Planch.

BETULACEAE

Carpinus tropicalis Furlow

BORAGINACEAE

Tournefortia sp.

CARYOPHYLLACEAE

Arenaria lanuginosa (Michx.) Rohrb.

CELASTRACEAE

Zinowiewia concinna Lundell

Ferrottetia longistylis Rose

CLETHRACEAE

Clethra sp. nov.

COMPOSITAE

Trigonospermum melampodioides DC.

Eupatorium areolare DC.

E. aff. ciliatum B.L. Rob.

Senecio sp.

CORNACEAE

Cornus disciflora DC.

CUSCUTACEAE

Cuscuta corymbosa var. *grandiflora* Engelm.

CYPERACEAE

Cyperus hermaphroditus (Jacq.) Standl.

C. niger Ruiz & Pavon

FLACOURTIACEAE

Xylosma flexuosum (H.B.K.) Hemsl.

GERANIACEAE

Geranium mexicanum H.B.K.

Continuación del Apéndice 1.

GRAMINEAE

Zeugites americana var. *mexicana* (Kunth.)McVaugh
Digitaria ternata (A.Rich.)Stapf.
Oplismenus burmanii (Retz.)Beauv.
Oplismenus compositus (L.)Beauv.
Sporobolus indicus (L.)R.Br.

HYDROPHYLLACEAE

Phacelia platycarpa (Cav.)Spreng.

IRIDACEAE

Sisyrinchium sp.

LABIATAE

Salvia mexicana L.
Stachys lindenii Benth.

LAURACEAE

Cinnamomum pachypodum (Ness)Kosterm.

LEGUMINOSAE

Crotalaria sp.
Desmodium sumichrastii (Schindl.)Standl.
Phaseolus sp.

MALVACEAE

Sida barclayi E.G.Baker
Neobrittonia acerifolia (G.Don)Hochr

MYRSINACEAE

Parathesis villosa Lundell
Rapanea jurgensenii Mez

ONAGRACEAE

Fuchsia sp.

OXALIDACEAE

Oxalis jacquiniana H.B.K.
O. corniculata L.

PEPEROMIACEAE

Peperomia galioides H.B.K.

PHYTOLACCACEAE

Phytolacca icosandra L.

PRIMULACEAE

Anagallis arvensis L.

ROSACEAE

Rubus humistratus Steud

Continuación del Apéndice 1.

RUBIACEAE

Crusea longiflora (Willd. ex R. & S.) W.R. Anderson
Crusea coccinea DC.

SOLANACEAE

Cestrum sp.
Jaltomata procumbens (Cav.) J.L. Gentry
Physalis sp.
Solanum aligerum Schlecht.
S. americanum Mill.
S. appendiculatum H. & Dunal
S. brevipedicellatum Roe
S. chrysotrichum Schlecht
Solanum sp. (número 28)
Solanum sp. (número 29)

URTICACEAE

Phenax hirtus (Sw.) Wedd.

VITACEAE

Vitis sp.

Apéndice 2. Composición, frecuencia relativa y densidad (número de plántulas/m²) de las especies en el banco de semillas, para las cuatro colectas de muestras de suelo.

Colecta: febrero

Especie	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	Frec.	
											Rel.(%)	Densidad ± Sx
<i>Polymnia mcvaughii</i>	11	2		3	6	4	3		3	1	80.0	36.7 ± 3.3
<i>Eupatorium aff. ciliatum</i>	47	83	68	36	39	40	38	31	20	22	100.0	471.1 ± 20.6
<i>E. areolare</i>		1			26	6	5	1	1		60.0	44.4 ± 9.9
<i>Oplismenus burmannii</i>		6			2		3		1		80.0	13.3 ± 2.1
<i>Zeugites americana</i>								1			10.0	1.1 ± 0.0
<i>Phacelia platycarpa</i>									2		10.0	2.2 ± 0.0
<i>Salvia mexicana</i>	8	4				1			1	2	50.0	17.8 ± 2.9
<i>Stachys sp.</i>								6			10.0	6.7 ± 6.7
<i>Phaseolus sp.</i>	14	2	3	4	2	16	1		1	6	90.0	54.4 ± 5.9
<i>Desmodium sp.</i>		1		2		2			1		40.0	6.7 ± 0.6
<i>Crotalaria sp.</i>						1					10.0	1.1 ± 0.0
<i>Oxalis corniculata</i>	11	1		6	1	6	1	2	13		80.0	45.6 ± 5.0
<i>Oxalis jaquiniana</i>	2	17		1						1	40.0	23.3 ± 7.6
<i>Fuchsia sp.</i>		1				1				1	30.0	3.3 ± 0.0
<i>Phytolacca icosandra</i>	1	1		3		2	1		2	2	70.0	13.3 ± 0.8
<i>Crusea coccinea</i>	4			3	3		3	2		6	60.0	23.3 ± 1.4
<i>Crusea longiflora</i>		1									10.0	1.1 ± 0.0
<i>Rubus humistratus</i>	4	1	1	1		3		2	3	2	80.0	18.9 ± 1.2
<i>Solanum americanum</i>	1	1	3			2	2	1	4	4	80.0	20.0 ± 1.3
<i>Solanum chrysotrichum</i>			1	1		3			1	8	50.0	15.6 ± 3.0
<i>Solanum appendiculatum</i>						1					10.0	1.1 ± 0.0
<i>S. aligerum</i>		1									10.0	1.1 ± 0.0
<i>S. brevipedicellatum</i>			1		2				3	2	40.0	8.9 ± 0.8
<i>Cestrum sp.</i>										1	10.0	1.1 ± 0.0
<i>Geranium mexicanum</i>								1			10.0	1.1 ± 0.0
<i>Peperomia galioides</i>	1	2			7	3				5	50.0	20.0 ± 2.4
<i>Cyperus hermaphroditus</i>								1			10.0	1.1 ± 0.0
<i>Pseuderantheum cuspidatum</i>		1			1						20.0	2.2 ± 0.0
<i>Digitaria ternata</i>		2	1						2		30.0	5.6 ± 0.5
<i>Senecio sp.</i>							1				10.0	1.1 ± 0.0
<i>Oplismenus compositus</i>		1									10.0	1.1 ± 0.0
<i>Zinowiewia concinna</i>								1			10.0	1.1 ± 0.0
<i>Clethra sp. nov.</i>	1	2			2			1			40.0	6.7 ± 0.6
<i>Rapanea jurgensenii</i>		2								1	20.0	3.3 ± 0.6
<i>Parathesis villosa</i>	1			1						1	30.0	3.3 ± 0.0

Continuación del Apéndice 2.

Colecta: mayo

Especie	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	Frec.		
											Rel. (%)	Densidad	Sx
<i>Polynnia mcvaughii</i>	8	2	1	4	1	1	8	4	4	10	100.0	47.8 ±	12.8
<i>Eupatorium aff. ciliatum</i>	16	62	24	12	19	25	54	42	135	13	100.0	446.7 ±	121.6
<i>Eupatorium areolare</i>					13	19	9	21		9	50.0	78.9 ±	24.1
<i>Oplismenus burmannii</i>	1	14			1			2			40.0	20.0 ±	8.1
<i>Zeugites americana</i>					1		1				20.0	2.2 ±	0.5
<i>Sporobolus indicus</i>			1		3						20.0	4.4 ±	1.4
<i>Salvia sp.</i>	2	1	3	1	2	4	1	4	2	3	100.0	25.6 ±	6.7
<i>Stachys sp.</i>		1						3			20.0	4.4 ±	1.4
<i>Phaseolus sp.</i>	14	1	12	2	2	10		1		2	80.0	48.9 ±	14.5
<i>Desmodium sp.</i>				4				1			20.0	5.6 ±	1.9
<i>Neobrittonia acerifolia</i>			2								10.0	2.2 ±	0.0
<i>Oxalis corniculata</i>	13	11	8	4	1	6	6		3	9	90.0	67.8 ±	18.5
<i>Oxalis jacquiniana</i>		3	1								20.0	4.4 ±	1.4
<i>Fuchsia sp.</i>	1	1	1			1				1	40.0	4.4 ±	1.3
<i>Phytolacca icosandra</i>	2	1	4		3	2	1	2			70.0	16.7 ±	4.8
<i>Crusea coccinea</i>	1		1	21	7	2	9		3	13	80.0	63.3 ±	18.7
<i>Crusea longiflora</i>				1							10.0	1.1 ±	0.0
<i>Rubus humistratus</i>	3	7	7	11	6	3		3	5	4	90.0	54.4 ±	14.8
<i>Solanum americanum</i>	1	1	39	1	2		3		8		70.0	61.1 ±	21.9
<i>Solanum chrysotrichum</i>	1								1		20.0	2.2 ±	0.5
<i>Solanum appendiculatum</i>										1	10.0	1.1 ±	0.0
<i>S. aligerum</i>	1			1		3				1	40.0	6.7 ±	2.2
<i>Cestrum sp.</i>			2				3	1	1	1	50.0	8.9 ±	2.8
<i>Jaltomata procumbens</i>			2					1	1		30.0	4.4 ±	1.4
<i>Solanum sp.</i>								1	1		20.0	2.2 ±	0.5
número 29								1	1		20.0	2.2 ±	0.5
<i>Geranium mexicanum</i>								1			10.0	1.1 ±	0.0
<i>Peperomia galioides</i>				4				3		1	30.0	8.9 ±	2.8
<i>Trigonospermum melanopodioides</i>			1								10.0	1.1 ±	0.0
<i>Vitis sp.</i>					1	1		2			30.0	4.4 ±	1.4
<i>Cerastium sinaloense</i>				1							10.0	1.1 ±	0.0
<i>Cyperus hermaphroditus</i>			5		2			5			30.0	13.3 ±	4.1
<i>Sida ciliaris</i>			1								10.0	1.1 ±	0.0
número 37				1				1			20.0	2.2 ±	0.5
número 38							2			3	20.0	5.6 ±	1.4
número 39								3		1	20.0	4.4 ±	1.4
<i>Pseuderanthemum cuspidatum</i>	10	1		1	6	7		2		6	70.0	36.7 ±	10.9
número 42		1		1							20.0	2.2 ±	0.5
número 43						1					10.0	1.1 ±	0.0
número 44					2						10.0	2.2 ±	0.0
número 45						1		1			20.0	2.2 ±	0.5
número 46 (Solanaceae)						1					10.0	1.1 ±	0.0
<i>Tournefortia sp.</i>								2			10.0	2.2 ±	0.0
número 49						1					10.0	1.1 ±	0.5
número 50								2	1		20.0	3.3 ±	0.9
<i>Sisyrinchium sp.</i>								1			10.0	1.1 ±	0.0
número 65				1							10.0	1.1 ±	0.0

Continuación del Apéndice 2.

Colecta: mayo

<i>Oplismenus compositus</i>		1								10.0	1.1 ±	0.0
<i>Dendropanax arboreus</i>	2	1	1							30.0	4.4 ±	1.4
<i>Carpinus tropicalis</i>				1	1				1	30.0	3.3 ±	1.0
<i>Zinowiewia concinna</i>	1		2	1	1	1			1	60.0	7.8 ±	2.3
<i>Clethra sp. nov.</i>	5	3	8	1	16		15	4	1	80.0	58.9 ±	17.2
<i>Xilosma flexuosum</i>		1	4	1						30.0	6.7 ±	2.4
<i>Rapanea jurgenseni</i>						2		3	1	30.0	6.7 ±	2.1
<i>Perrottetia longistylis</i>		1	6	2		6		1	2	60.0	20.0 ±	6.2
<i>Cornus disciflora</i>			1	3	1	2	1	1		60.0	10.0 ±	3.0
<i>Cyperus niger</i>				1						10.0	1.1 ±	0.0

Continuación del Apéndice 2.

Colecta: agosto

Especie	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	Frec.			
											Rel.(%)	Densidad	Sx	
<i>Polymnia mcvaughii</i>	5	5	8	7	1	6	9		14			80.0	61.1 ± 3.9	
<i>Eupatorium aff. ciliatum</i>	117	186	136	227	63	82	107	64	24	48		100.0	1171.1 ± 67.0	
<i>E. areolare</i>					10	15	15	11		2		50.0	58.9 ± 5.3	
<i>Oplismenus burmannii</i>	2	9				1	4					40.0	17.8 ± 3.4	
<i>Zeugites americana</i>					1							10.0	1.1 ± 0.0	
<i>Salvia mexicana</i>	1			1			3		3			40.0	8.9 ± 1.1	
<i>Phaseolus sp.</i>	2		1		2	1	1					50.0	7.8 ± 0.5	
<i>Oxalis corniculata</i>			1					3	2			30.0	6.7 ± 0.9	
<i>Oxalis jacquiniana</i>		5										10.0	5.6 ± 0.0	
<i>Fuchsia sp.</i>										1		10.0	1.1 ± 0.0	
<i>Phytolacca icosandra</i>		1		1	1	2	3	1				60.0	10.0 ± 0.8	
<i>Cnsea coccinea</i>		3		3	3	4	5	4		1		70.0	25.6 ± 1.3	
<i>Crusea longiflora</i>			8									10.0	8.9 ± 0.0	
<i>Rubus humistratus</i>	12	3	1	9	4			5	3			70.0	41.1 ± 4.0	
<i>Solanum americanum</i>	2		2	1	1	1		2	1			70.0	11.1 ± 0.5	
<i>Solanum chrysotrichum</i>	2	1	1	1		2	1		4	1		80.0	14.4 ± 1.1	
<i>Cestrum sp.</i>	2		3	1			3		2	1		60.0	13.3 ± 0.9	
<i>Solanum sp.</i>									2			10.0	2.2 ± 0.0	
<i>Peperomia galioides</i>			1		1							20.0	2.2 ± 0.0	
<i>Trigonospermum melampodioides</i>		1										10.0	1.1 ± 0.0	
<i>Cyperus hermaphroditus</i>				30								30.0	33.3 ± 0.0	
<i>Phenax hirtus</i>			1									10.0	1.1 ± 0.0	
<i>Gnaphalium americanum</i>					1	2	2					30.0	5.6 ± 0.5	
<i>Anagallis arvensis</i>	1											10.0	1.1 ± 0.0	
número 59			1									10.0	1.1 ± 0.0	
número 60			1									10.0	1.1 ± 0.0	
<i>Podachaenium eminens</i>		2										10.0	2.2 ± 0.0	
número 62								1				10.0	1.1 ± 0.0	
número 63								1				10.0	1.1 ± 0.0	
número 65			1					1				20.0	2.2 ± 0.0	
número 68		1										10.0	1.1 ± 0.0	
número 70									1			10.0	1.1 ± 0.0	
<i>Physalis sp.</i>							1					10.0	1.1 ± 0.0	
número 72							8					10.0	8.9 ± 0.0	
<i>Carpinus tropicalis</i>					1							10.0	1.1 ± 0.0	
<i>Zinowiewia concinna</i>			1			1						20.0	2.2 ± 0.0	
<i>Clethra sp. nov.</i>	3	3	3	6	8	4	7	3	7	9		100.0	58.9 ± 2.5	
<i>Cornus disciflora</i>			2	1						1		30.0	4.4 ± 0.5	

Continuación del Apéndice 2.

Colecta: noviembre

Especie	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	Frec.	
											Rel.(%)	Densidad \pm Sx
<i>Eupatorium aff. ciliatum</i>	22	18	18	24	12	12		8			70.0	126.7 \pm 6.0
<i>Oplismenus burmanii</i>			4								10.0	4.4 \pm 0.0
<i>Salvia mexicana</i>	2		1								20.0	3.3 \pm 0.6
<i>Phaseolus sp.</i>								1			10.0	1.1 \pm 0.0
<i>Oxalis corniculata</i>					1						10.0	1.1 \pm 0.0
<i>Phytolacca icosandra</i>			1					4		1	30.0	6.7 \pm 1.6
<i>Crusea coccinea</i>		1			7	1	2	1		1	60.0	14.4 \pm 2.4
<i>Rubus humistratus</i>	2	2	6	8	2	1	1	3		2	90.0	27.8 \pm 2.0
<i>Solanum americanum</i>					1	1	1	4	3	1	60.0	12.2 \pm 1.3
<i>Solanum chrysotrichum</i>	4		1	2	1		1			1	60.0	11.1 \pm 1.2
<i>Cestrum sp.</i>		1	2	5	2						40.0	11.1 \pm 1.7
<i>Vitis sp.</i>								1			10.0	1.1 \pm 0.0
número 73		1	3								20.0	4.4 \pm 1.1
número 74	2										10.0	2.2 \pm 0.0
<i>Dendropanax arboreus</i>	1										10.0	1.1 \pm 0.0
<i>Carpinus tropicalis</i>							1				10.0	1.1 \pm 0.0
<i>Clethra sp. nov.</i>					3						10.0	3.3 \pm 0.0
<i>Cinnamomum pachypodum</i>								1			10.0	1.1 \pm 0.0
<i>Perrottetia longistylis</i>				2							10.0	2.2 \pm 0.0
<i>Cornus disciflora</i>	1		1								20.0	2.2 \pm 0.0

Anexo 1

Composición química y dosis aplicada de Nitrasan-D.

NITRASAN-D

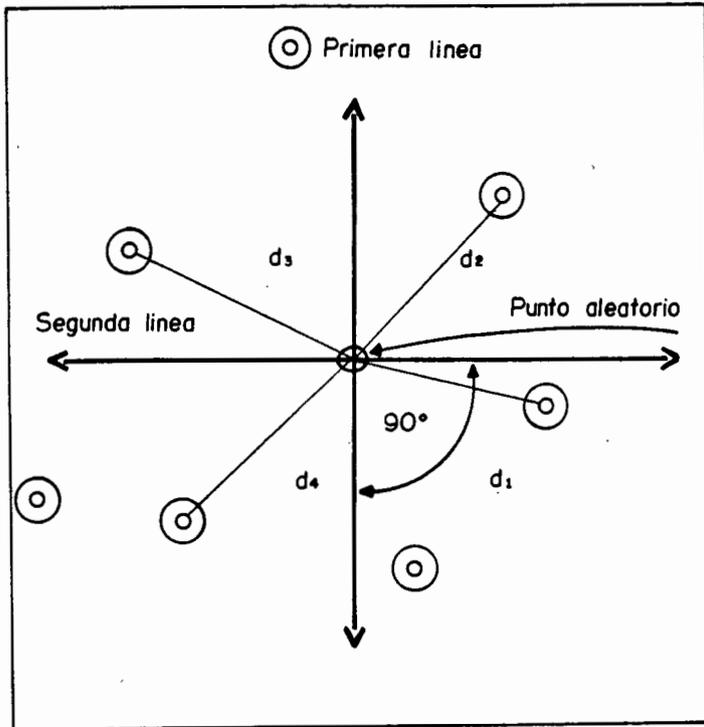
Composición:

Thiram (Bisulfuro de Tetrametil Tiuram)	26.60%
Clorotalonil (tetracloroisofalonnitrilo)	18.00%
Adherentes. Nutrientes de <i>Rhizobium</i>	55.40%
	100.00%

Dosis de aplicación:

Se disolvió 125 gr de Nitrasan-d en 25 litros de agua para cubrir las 10 charolas de germinación. Esta aplicación se realizó para las cuatro colectas de suelo.

Anexo



Modelo de punto cuadrante de Cottam y Curtis (1956).
Tomado de: Mueller-Dombois, 1974, Cox, 1980 y
Matteucci y Colma, 1982.