

1989-B

REG. No. 081196044

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



BANCO DE FRUTOS DE *Zea diploperennis* (Littis, Doebley y Guzmán)

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A

ROGELIA GUILLERMINA LORENTE ADAME

GUADALAJARA, JAL.

ENERO 1992



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Sección

Expediente

Número

C. ROGELIA LORENTE ADAME
P R E S E N T E . _

Manifiestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado el tema de tesis "BANCO DE FRUTOS DE Zea diploperennis para obtener la -
Licenciatura en Biología.

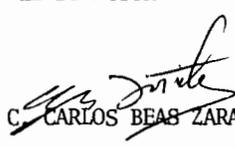
Al mismo tiempo le informo que ha sido aceptado como --
su Director de dicha Tesis el M. en C. Lazaro R. Sanchez Velasquez.

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA "

Guadalajara, Jal., a 25 de Junio de 1991.
EL DIRECTOR



FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS

M. EN C.  CARLOS BEAS ZARATE

EL SECRETARIO



M. EN C. MARTIN PEDRO TENA MEZA

c.c.p. El Director de Tesis M. en c. Lazaro R. Sanchez V. Presente.-
c.c.p. El expediente de la alumna. -

'gpg

Al contestar este oficio citese fecha y número



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Laboratorio Natural Las Joyas
de la Sierra de Manantlán

SECCION _____

EXPEDIENTE _____

NUMERO _____

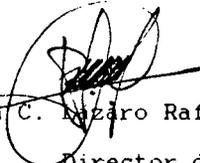
El Grullo, Jal. Diciembre 6 de 1991.

M. en C. Carlos Beas Zárate.
Dir. de la Facultad de Ciencias Biológicas.
Universidad de Guadalajara.

Por éste conducto, me permito informarle a Ud., que hemos concluido la tesis titulada: "**BANCO DE FRUTOS DE Zea diploperennis**", en la que la Pasante de Biología la C. Rogelia Guillermina Lorente Adame funge como tesista y su servidor como Director de la misma.

Consideramos que se puede imprimir y a su vez le solicito que se hagan los trámites necesarios para el exámen respectivo en la Facultad de Ciencias Biológicas, la cual Usted digne dirige. 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


M. en C. Azáro Rafael Sánchez Velásquez.

Director de Tesis



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS

BANCO DE FRUTOS DE Zea diploperennis
(Iltis, Doebley y Guzmán).



FACULTAD DE CIENCIAS
HERBARIO
HERFACUG

Rogelia Guillermina Lorente Adame

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA.

DIRECTOR DE TESIS: M. C. Lázaro Rafael Sánchez Velásquez.

DEDICATORIAS.

A mi padre José Luis, fanático de la Naturaleza, el cual dedico este trabajo ya que nos dejó un recuerdo imborrable, a mi madre Guillermina, que sin su cariño, firmeza y apoyo constante no hubiese terminado mis estudios.

A mis hermanos Pepita y Luis, por su apoyo, consejos y a pesar de las burlas cariñosas no dejaron nunca de darme ánimos.

A toda mi gran querida y extensa familia, que aunque se encuentren uno que otro dispersos por diferentes tierras, se encuentran unidos en mi corazón.

No olviden que son parte de mi: Claudia, Eduardo, Roberto y Lilia.

A Edgardo, por todo lo que fuiste y serás ...

AGRADECIMIENTOS

Al M.C. Lázaro Rafael Sánchez Velásquez, por la dirección de éste trabajo el cual gracias a sus consejos, apoyo y regaños siempre me impulsó hacia la superación.

Al Biól. Victor Sánchez Bernal, encargado de la Estación Científica Las Joyas, por su apoyo en la realización del trabajo de campo.

Al M.C. Enrique Jardel Peláez, Director del Laboratorio Natural Las Joyas por su constante preocupación.

Un especial agradecimiento para el Biól. Luis E. Rivera y el Pas. M.C. Luis I. Iñiguez, los cuales jugaron un papel importante en la identificación de los organismos encontrados.

Al Pas. M.C. Arturo Solís Magallanes, a la Biól. Angela Saldaña Acosta y al Dr. Bruce Benz, por sus comentarios acertados, sugerencias y correcciones los cuales enriquecieron éste trabajo.

A mis sinodales de la Facultad de Ciencias Biológicas, al M.C. Martín P. Tena, Dr. Eulogio Parra y el Biól. Miguel A. Macías, por sus sugerencias...gracias.

Al Lic. Jaime González por su acertado y bienvenido consejo, apoyo y algo invaluable como es su amistad.

Mi agradecimiento al Centro de Cómputo, a Raquel Alvarez y a Leticia Espinoza por sacarme del atolladero infinidad de veces.

Al personal de la ECLJ, a Rubén y a todos aquellos que de una u otra forma siempre tendieron la mano cuando el trabajo se hacía agobiante.

Para todos mis amigos y compañeros del LNLJ, a los cuales su apoyo desinteresado fui merecedora, agradezco ésto en forma somera pero de corazón.

Dos personas me han ayudado en buenos y malos ratos, Reyes mi amiga y compañera y Jesús, mi primo, espero tener la oportunidad algún día de retribuirles todo lo que han hecho por mí.

CONTENIDO.

	Pág.
Indice de figuras	i
Indice de cuadros	ii
Resumen	iv
1. Introducción	1
2. Objetivos	5
3. Hipótesis	5
4. Antecedentes	6
4.1 Historia del descubrimiento de <u>Z. diploperennis</u>	7
4.2 Origen de los teocintles	8
4.3 Taxonomía descriptiva del género <u>Zea</u>	9
4.4 Taxonomía de <u>Z. diploperennis</u>	9
4.5 Descripción de <u>Z. diploperennis</u>	10
4.6 Distribución geográfica	11
4.6.1 Distribución de los teocintles en México	11
4.6.2 Distribución de <u>Z. diploperennis</u>	12
4.7 Ecología, crecimiento y desarrollo de <u>Z. diploperennis</u>	14
4.8 Reproducción sexual y sus productos	17
4.8.1 Definición de fruto y semilla	19
4.8.1.1 Definición de fruto	19
4.8.1.2 Definición de semilla	20
4.8.1.3 Clasificación del fruto de <u>Z. diploperennis</u>	20
4.9 Banco de semillas	21
4.9.1 Dinámica de semillas	26
4.9.2 Latencia	28
4.9.3 Ventajas de la latencia	31
4.9.4 Viabilidad	31
4.9.5 Pérdidas del banco de semillas	32
5. Descripción del área de estudio	33
5.1 Estación Científica Las Joyas	34
5.1.1 Localización	34
5.1.2 Fisiografía	35
5.1.3 Clima	35

5.1.4 Hidrografía.....	35
5.1.5 Geología.....	35
5.1.6 Suelos.....	37
5.1.7 Vegetación.....	37
5.1.8 Antecedentes de manejo e influencia humana.....	39
5.1.9 Descripción de los sitios de estudio.....	40
6. Métodos	43
6.1 Muestras testigo.....	43
6.1.1 Germinación.....	44
6.1.2 Viabilidad.....	44
6.2 Viabilidad y germinación a diferentes profundidades.....	45
6.3 Banco de frutos.....	46
6.4 Remoción de frutos.....	48
7. Resultados	49
7.1 Viabilidad de frutos a diferentes profundidades y hábitats.....	49
7.2 Banco de frutos.....	52
7.3 Remoción de frutos.....	55
8. Discusión	64
9. Conclusiones	72
10. Bibliografía	76

INDICE DE FIGURAS.

i

- Figura 1.- Distribución de teocintles en México.
- Figura 2.- Frutos de Zea diploperennis.
- Figura 3.- Partes que conforman el embrión de una gramínea.
- Figura 4.- Localización geográfica del área de estudio y de las poblaciones de Zea diploperennis en la ECLJ de la RBSM.
- Figura 5.- Porcentaje de frutos viables a través del tiempo colocados en 3 hábitats a diferentes profundidades.
- Figura 6.- Número de frutos de las muestras del banco de frutos de Zea diploperennis a través de un año.
- Figura 7.- Número de frutos de Zea diploperennis presentes en el suelo a través del tiempo.
- Figura 8.- Porcentaje acumulativo de frutos de Zea diploperennis germinados bajo condiciones controladas.
- Figura 9.- Porcentaje promedio de frutos de Zea diploperennis a través del tiempo en los sitios con poblaciones de éste teocintle.
- Figura 10.- Precipitación pluvial en la Estación Científica Las Joyas en el año 1990.
- Figura 11.- Flujo de la población de frutos de Zea diploperennis en condiciones naturales.

INDICE DE CUADROS.

- Cuadro 1.- Resultados de los Análisis de Varianza entre los diferentes grupos estudiados.
- Cuadro 2.- Número de frutos de Zea diploperennis encontrados en el banco de frutos a través del tiempo.
- Cuadro 3.- Resultados de los Análisis de Varianza de las muestras del banco de frutos de los 7 sitios con poblaciones de Zea diploperennis.
- Cuadro 4.- Entomofauna estacional asociada al banco de frutos de Zea diploperennis.
- Cuadro 5.- Remoción de los frutos de Zea diploperennis.

La vegetación de un lugar está formada por dos componentes: uno real y otro potencial. El primero está representado por los individuos de las especies presentes en el área y la segunda por las semillas y propágulos existentes en el suelo. Al contenido de semillas o frutos vivos que se conserva en el suelo sin germinar, se le llama banco de semillas o frutos. Esto ocurre debido al efecto inducido por factores bióticos, (inhibición química, períodos de latencia, actividad de microorganismos, etc.) y abióticos (luz, temperatura y humedad entre otros) (Gómez-Pompa y Vázquez-Yañez, 1976). Los bancos de semillas ó frutos se han clasificado en transitorios y permanentes.

El presente trabajo se llevó a cabo durante 1990 y 1991 en siete sitios con poblaciones naturales de Zea diploperennis. Estos sitios se localizan en la Estación Científica Las Joyas y se les reconoce como; Coamil 1, Coamil 2, Las Playas, El Huiscorol, El Zarzamoro, Los Asoleaderos y Asoleaderos del Tlacuache.

Se obtuvo conocimiento sobre el comportamiento estacional del banco de frutos de Zea diploperennis, los Análisis de Varianza muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) entre algunos tratamientos del mes de agosto y diciembre. En los análisis de Comparación Múltiple las muestras del sitio El Zarzamoro del mes de diciembre mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en relación a las otras muestras.

Los resultados sobre la respuesta de los frutos de Zea diploperennis, colocados en el suelo a diferentes profundidades (superficie, 5 y 10 cm) y en distintos hábitats (bosque mesófilo de montaña, bosque de Pinus y vegetación secundaria) muestran en los Análisis de Varianza diferencias significativas ($P < 0.05$) en la vegetación secundaria entre el testigo, el bosque mesófilo de montaña y el bosque de Pinus. Las pruebas de Comparación Múltiple presentan diferencias significativas ($P < 0.05$) solo en algunos tratamientos de la vegetación secundaria con el resto de los tratamientos realizados del testigo, bosque mesófilo de montaña y bosque de Pinus.

Los frutos que caen al suelo son inmediatamente removidos, ya que se colocaron frutos en canastillas en el mes de abril y en el transcurso de un mes las variaciones que se presentaron fueron aproximadamente en un $(89.89\% \pm 2.653)$ de frutos removidos, otros germinados $(1.04\% \pm 2.653)$ y los restantes fueron persistentes $(9.07\% \pm 5.305)$.

Los resultados mostraron que el tipo de banco que presenta Z. diploperennis es transitorio en los sitios naturales, con potencial a ser permanente y en su gran mayoría los frutos que caen al suelo son removidos o germinan. Con este trabajo se contribuye a la generación de un modelo de apoyo para el manejo y conservación de Z. diploperennis in situ dentro de la Reserva Biósfera Sierra de Manantlán.

1. INTRODUCCION.

La biodiversidad es la base genética que los fitomejoradores utilizan para producir variedades de plantas cultivadas en una busca constante de mayores cosechas, convirtiéndose en una carrera sin fin contra la adaptación de las plagas y la necesidad creciente de producir alimento (Jardel, 1990). La importancia de la biodiversidad estriba no sólo en los productos que se derivan de ella, sino también de las interacciones entre las especies y de éstas con su entorno abiótico que permiten el mantenimiento de procesos ecológicos como son el ciclo hidrológico, la formación de suelos y los flujos de materia y energía a través de los ecosistemas (Jardel, 1990).

Es necesario hablar de las posibilidades de conservación del germoplasma dentro de las Reservas de la Biósfera y otras áreas protegidas, es decir, conservar in situ (Halffter, 1987). Las ventajas de la conservación in situ en las Reservas de la Biósfera se acentúan en aquellas plantas raras, amenazadas, en peligro de extinción y/o aquellas que tienen complejos sistemas de polinización, diseminación, germinación y que requieren de la ocurrencia de una o más especies animales. Las ventajas son grandes también en aquellos casos en que la conservación ex situ de semillas es muy difícil o imposible (Halffter 1987). Esto se debe a que se carece de los conocimientos exactos sobre la fisiología de semillas y éstas mueren, por estar almacenadas en condiciones inadecuadas, además porque las poblaciones de semillas muy longevas constituyen una memoria tanto de pasados genotipos como de vegetaciones pasadas (Harper & White, 1974

citados por Guevara, 1977). Los individuos adultos representarán directamente la población seleccionada al año en el cual ellos fueron establecidos mientras que las semillas latentes representarán la población antes de la selección (Antonovics, 1972 citado por Guevara 1977). Se hace especial énfasis en la conservación in situ como una forma de conservación del material genético útil que existe en las reservas.

La demografía es una de las áreas de investigación que puede colaborar para la biología de la conservación (Brussard, 1991). La demografía de semillas de muchas especies estudiadas ha sido un tópico descuidado en la ecología de las mismas (Cavers, 1983). Una razón para ello es que los ecólogos vegetales han hecho a un lado la demografía de semillas en favor de la demografía de plantas en crecimiento (Cavers, 1983). Otra razón es que las plantas en crecimiento parecen más interesantes (Cavers, 1983). Estas plantas pueden responder a cambios en su ambiente, mostrando diferentes tasas de crecimiento, cambios en patrones de desarrollo o alteración en los procesos reproductivos. La semilla tiene únicamente las siguientes tres opciones básicas:

1. Germinar, tanto en la superficie como bajo de ella. Cuando menos una parte de la población de semillas de cualquier especie tiene como destino final la germinación (Guevara, 1977; Cavers, 1983).
2. Permanecer ingerminada pero viables (latencia). Las semillas recientemente incorporadas al banco pueden permanecer in situ, moverse a lo largo del área de dispersión o más bien comúnmente en suelos agrícolas enterrarse (Harper 1960, 1966; Roberts, 1970; Sagar, 1960 citados por Guevara, 1977; Cavers,

1983). 3) Morir, los agentes que causan mortalidad de semillas son muy diversos, las semillas bien pueden ser depredadas sobre la superficie del suelo por una variedad de organismos (roedores, pájaros, insectos, etc.) o bien pueden ser parasitadas por hongos y bacterias. Entre los factores ambientales que causan pérdidas de viabilidad se cuentan la temperatura, la humedad, la concentración de gases que se encuentran entre la semilla y la atmósfera circundante, las sustancias tóxicas, etc. (Roberts, 1972 citado por Guevara, 1977; Cavers, 1983).

El 95% de la mortalidad de las plantas ocurre en estado de semilla (Cavers, 1983). Hay enormes cantidades de semillas viables en suelos arables o recientemente cultivados y menor número de semillas en suelos de otros hábitats (Roberts, 1981 citado por Cavers, 1983). La mayoría de las semillas enterradas mueren en los primeros años, pero las semillas de algunas especies en micrositios adecuados en el suelo, pueden sobrevivir en números significantes por décadas (Cook, 1980; Grime, 1982; Cavers, 1983).

La sobrevivencia de las poblaciones vegetales a través de épocas desfavorables puede ser por medio de plantas en crecimiento, porciones del sistema radical y también como semilla. Hickman (1979 citado por Cavers, 1983) señaló que el estudio de los patrones de mortalidad de la semilla resultaba crucial para el entendimiento de la dinámica de la población en plantas.

Las semillas de ciertas plantas pueden enterrarse en el suelo debido al peso promedio de éstas y así pasar a formar parte

de un banco de semillas. También es probable que algunas otras semillas sean arrastradas por el agua dentro de pequeñas fisuras de la superficie del suelo y que ahí las entierre la actividad de la microfauna del suelo (McRill y Sagar, 1973; McRill 1974 citados por Grime, 1982). La probabilidad de que una semilla se entierre puede aumentar debido a algunos mecanismos de vida latente que retrasen la germinación en el período inminente posterior a la caída de la semilla (Grime, 1982). Todo esto nos sirve como marco conceptual para poder entender y plantear hipótesis acerca de la dinámica de frutos de Z. diploperennis.

2. OBJETIVOS

1. Probar el potencial de un banco persistente de frutos de Z. diploperennis en bosque mesófilo de montaña, bosque de Pinus y vegetación secundaria (clasificación según Rzedowski, 1978).
2. Conocer si existe un banco persistente de frutos de Zea diploperennis.

3. HIPOTESIS

No existe un banco persistente de frutos de Z. diploperennis.

La viabilidad de los frutos se ve afectada tanto por la profundidad del suelo como por el tipo de hábitat.



ESCUELA DE CIENCIAS
HERBARIO
HERFACUG

4. ANTECEDENTES

Se ha señalado en múltiples ocasiones sobre los daños irreparables que ocasiona la destrucción de los ecosistemas. México es un país con una riqueza faunística y florística excepcional, resultado de su diversidad topográfica, climática y especialmente de la sobreposición de dos regiones con historia biogeográfica muy distinta, encontrándose, además, muchas áreas con alto índice de endemismos (Halffter, 1987).

Según la revisión de Sánchez-Velásquez (en prensa), entre la gran diversidad biológica y endemismo que se cuenta en México, poseemos la más alta diversidad de razas y variedades de maíces en el mundo. En el Occidente de México (Jalisco, Michoacán y Colima) existe una gran diversidad de maíces criollos. De igual manera los teocintles han sido un factor determinante de la gran diversidad de maíces en México, y la mayor ocurrencia de éstos corresponde a la Cuenca del Balsas en los Estados de Guerrero, México, Michoacán y Jalisco.

Zea diploperennis se ha convertido en un símbolo internacional de la conservación, ya que ha servido para demostrar la necesidad de proteger de la destrucción a las comunidades bióticas, en aquellos lugares donde existen especies que aún no han sido identificadas siquiera, mismas que pueden convertirse en recursos de gran valor para la humanidad, pero que asimismo pueden extinguirse sin remedio (Jardel, 1990).

El haber encontrado el teocintle Z. diploperennis en la Sierra de Manantlán, motivó una serie de inventarios de los recursos naturales (por parte de la Universidad de Guadalajara y

la Universidad de Wisconsin), que posteriormente, sirvieron como base para decretar la Reserva Biósfera Sierra de Manantlán en los Estados de Jalisco y Colima. Los estudios fundamentaron la importancia económica, biológica y social de la Reserva. Uno de los objetivos de ésta es la conservación in situ de las poblaciones de éste teocintle (LNLJ, 1989).

La utilización del chapule (Z. diploperennis) por parte de los habitantes de la Sierra de Manantlán es básicamente para la obtención de rastrojo para el ganado y el mejoramiento del maíz por medio de retrocruzas (Benz et al., 1990). Es muy probable que el uso de esta especie para el forraje sea la causa principal para que se haya dispersado a Rincón de Manantlán y quizá también a otras localidades (Benz et al., 1990). El mejoramiento del maíz a base del chapule que los habitantes de San Miguel hacen, está dirigido para inducir una mayor productividad y hacer más resistente al maíz a ciertas plagas (Benz et al., 1990).

El fruto de Z. diploperennis es muy duro y cristalino. La composición de éste hace que se resista y se reduzca mayormente el daño causado por el gorgojo, esto permite que se conserve almacenado el fruto por un período más largo de tiempo (Benz et al., 1990). No obstante, se sabe poco o nada sobre el comportamiento del fruto en condiciones naturales (dispersión, depredación, existencia de un banco de frutos, etc.).

4.1. HISTORIA DEL DESCUBRIMIENTO DE Zea diploperennis.

En 1910, Hitchcock descubrió una forma perenne de teocintle o maíz silvestre en el Occidente de México, cerca de Cd. Guzmán

en el Estado de Jalisco (Halfpter, 1987). En 1922 Hitchcock la describió como Euchlaena perennis. Desde 1921 no se había vuelto a encontrar en el campo. En 1977, la entonces conocida E. perennis se describe como Zea perennis, según Guzmán la redescubre en dos lugares distintos (Iltis et al., 1979; Guzmán, 1978, 1985 a,b). Los dos sitios señalados por él, son poco después visitados por H. Iltis, J.F. Doebley y R. Guzmán, confirmándose el redescubrimiento en Cd. Guzmán de Zea perennis (Hitchcock) Reeves y Mangelsdorf. Pero las plantas de la segunda localidad, Cerro de San Miguel en la Sierra de Manantlán, las cuales Guzmán (1976) confundió con Z. perennis, resultaron ser otra especie. Gracias al estudio cromosómico hecho por Pazy y a la iniciativa del Dr. Hugh Iltis se describe una nueva especie para la ciencia, Zea diploperennis (Iltis et al., 1979).

4.2 ORIGEN DE LOS TEOCINTLES.

Mangelsdorf, en 1931 (en Wilkes, 1976) y posteriormente en su hipótesis tripartita (1939, 1986 citados por Guzmán, 1982), propone que los teocintles se originaron mediante la cruce natural de Tripsacum y de maíz o introgresión de Tripsacum a maíz vía teosintle. Una vez que se descubrió Z. diploperennis, en 1981 Mangelsdorf dijo que éste era el eslabón que faltaba para poder explicar la evolución de los teocintles. Sin embargo, aún existen dudas sobre el origen del maíz y de los teocintles anuales. Lo que es claro, es el acuerdo de que Z. diploperennis no es el ancestro que originó al maíz, éste último está más estrechamente relacionado con Z. mays ssp. mexicana y ssp. parviglumis

(Doebley, 1983, 1987, 1989). De igual manera se acepta que Z. perennis surgió de la autoploidia dentro de Z. diploperennis (Kato & López, 1990; Doebley, 1989 citados por Sánchez-Velásquez, en prensa). Otros estudios relacionados con los nudos cromosómicos (morfología) dan evidencias de que Z. diploperennis y el maíz tienen un ancestro en común, esto implicaría que el maíz no se originó de algún teocintle (Kato & López, 1990 citado por Sánchez-Velásquez, en prensa).

4.3 TAXONOMIA DESCRIPTIVA DEL GENERO Zea.

De acuerdo a Doebley e Iltis (1980), e Iltis y Doebley (1980) y Doebley 1990, el género Zea se divide en dos secciones:

1. Sección Zea, ésta agrupa a: Z. mays ssp. mays Linneo; Z. mays ssp. mexicana (Schrader), Iltis; Z. mays parviglumis, Iltis y Doebley; Z. mays ssp. huehuetenangensis, Iltis y Doebley.
2. Sección Luxuriantes formado por: Z. luxurians, (Durie y Ascherson) Bird; Z. perennis (Hitchc.) Reeves y Mangelsrdof; Z. diploperennis, Iltis, Doebley y Guzmán.

4.4 TAXONOMIA DE Zea diploperennis.

Corresponde a la división Magnoleophyta, Subdivisión Angiospermae, Clase Monocotiledoneae, Orden Glumiforae, Familia Gramineae, Subfamilia Panicoideae, Tribu Maydeae, Género: Zea. Especie diploperennis (Sánchez, 1984).

4.5 DESCRIPCIÓN DE Z. diploperennis.

La siguiente descripción se basa principalmente en Iltis, (1979) y Guzmán (1982).

Nombre común: milpilla, maíz chapule o chapule. Planta de aspecto parecido al maíz cultivado, de 1.5-2.5 m de altura excepcionalmente mayor de 3 m, los brotes formados por una serie de nudos y entrenudos cuyo número, longitud y diámetro varían. Rizomas con entrenudos de 2-6 mm de largo, con frecuencia produciendo brotes ovoide-tuberosos. Hojas alternas de 40-80 cm de largo por 2-4.8 cm de ancho: Las mismas están formadas por una vaina, la ligula de 1-2 mm de longitud y el limbo el cual varía en tamaño. Las yemas de algunos nudos pueden desarrollarse y diferenciarse en ramas laterales primarias. Estas a su vez pueden ramificarse en ramas secundarias y éstas en terciarias, generalmente en individuos mayores a 3 años de edad con estructura morfológica similar a la del tallo principal (Jiménez, 1991). Las inflorescencias masculinas y femeninas, se encuentran generalmente separadas, tienen una distribución dística terminales o axilares que varían de 15 a 25 cm de ancho, consistentes de 12-15 espigas. Las espiguillas se encuentran por pares en la panícula, una sésil y otra pedicelada. Las glumas externas son muy delgadas y translúcidas, la primera gluma atenuada, aplanada hacia el ápice, con las dos quillas angostamente aladas. La inflorescencia femenina se encuentra incluida en una serie de brácteas foliosas imbricadas, con un pedúnculo largo y fuerte. Las "mazorcas" o infrutescencias presentan una doble hilera de frutos. En las partes apicales de la "mazorca" se encuentran rudimentos de frutos, observándose prolongaciones de inflorescencias masculinas. Cuando el fruto se

encuentra maduro varía de color café a café grisáceo, moteado con obscuro a casi negro. El número de frutos por "mazorca" es de 5-10; con formas variantes que van desde las triangulares a las trapezoidales, marcadamente más grandes de un lado que incluye la gluma, usualmente cubiertos por una elongación del raquis. Se encuentran en número de 3 a 36 infrutescencias por tallo. Se han encontrado algunos módulos con más de 200 infrutescencias (Jiménez, 1991). Número cromosómico de Z. diploperennis: $2n=20$.

4.6 DISTRIBUCION GEOGRAFICA.

4.6.1. DISTRIBUCION DE LOS TEOCINTLES EN MEXICO.

Un aspecto que cabe resaltar en relación a la distribución de los teocintles y que la mayoría de los investigadores reconocen es la distribución geográfica de sus poblaciones, las cuales no tienen una distribución uniforme, si no que existen condiciones ecológicas específicas donde es posible localizarlas (Orozco, 1979; Sánchez y Ordáz, 1987 en Jiménez, 1991).

De 1908 a 1967 en que Wilkes propone un plano cartográfico de distribución de teocintles, en el cual se reportó la presencia de éstos en varios estados de la República Mexicana, Guatemala y El Salvador. Se observa el gremio de los teocintles desde el norte de México hasta el sur de Honduras, principalmente en la cuenca del Pacífico (Orozco, 1979; Sánchez y Ordáz, 1987 en Jiménez, 1991). Guzmán (1982) presentó la distribución del teocintle en Jalisco en que señala la localidad para Z. perennis en Ciudad Guzmán, y Sierra de Manantlán para Z. diploperennis.

Hernández X. 1985 (en Jiménez, 1991) señala las siguientes regiones donde hay teocintle: 1. Sierra Madre Occidental: Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango y Nayarit (Z. mays ssp. mexicana y

raza Nobogame). 2. Llanuras de Jalisco y El Bajío: Colima, Jalisco, sur de Guanajuato, Michoacán (Z. mays ssp. mexicana, Z. perennis y Z. diploperennis). 3. Mesa Central: Michoacán, Guanajuato, Hidalgo, México, Querétaro, Tlaxcala, norte de Morelos, Puebla y occidente de Veracruz (Z. mays ssp. mexicana raza Chalco). 4. Tierra Caliente: sur de Michoacán, México, Puebla y Guerrero (Z. mays ssp. mexicana raza Balsas) (Sánchez y Ordáz, 1987 citado por Jiménez, 1991).

Doebley (1990) en su trabajo de sistemática molecular del género Zea (Gramineae), publica un mapa de su distribución (República Mexicana y Guatemala), el cual se considera hasta el momento el más actualizado, aunque no tan detallado, ya que muestra áreas muy grandes de distribución y no sitios localizados específicamente (Figura 1).

4.6.2 DISTRIBUCION DE Zea diploperennis.

La distribución de esta especie está restringida a México y específicamente a la Sierra de Manantlán, Jalisco (Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán). Dentro de esta zona, Z. diploperennis se reportó inicialmente en la localidad de La Ventana, Municipio de Cuautitlán, Jal., en la ladera NNE del cerro de San Miguel. Actualmente se conoce su localización en: Manantlán (un campo de cultivo), Rincón de Manantlán (menor a 1 ha), Las Joyas (ECLJ, 46 ha) y Valle de San Miguel (320 ha). Se considera ésta última localidad como el área donde se encuentra la más abundante y extensa población (Benz et al., 1988; Benz et al., 1990).

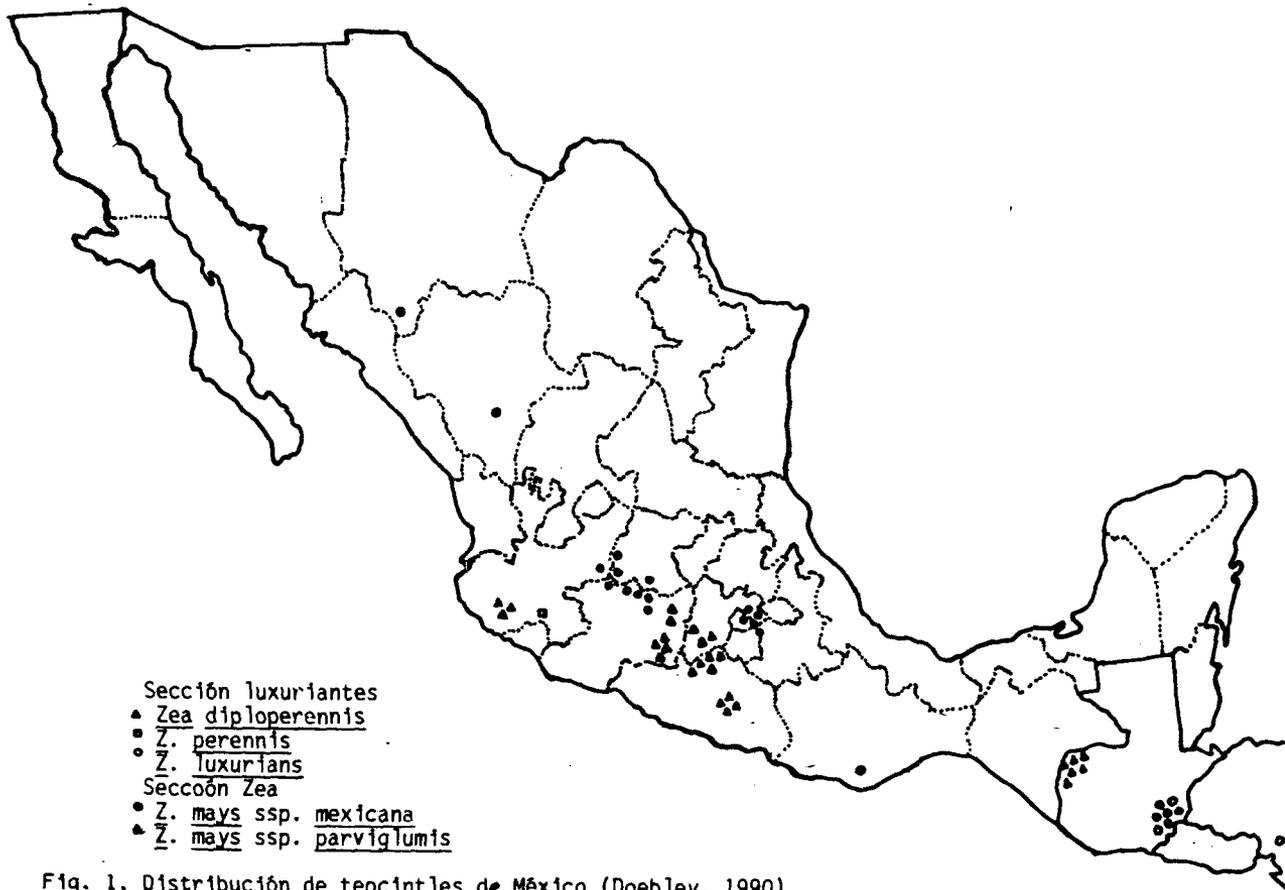


Fig. 1. Distribución de teocintles de México (Doebley, 1990).

4.7 ECOLOGIA, CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE Zea diploperennis.

Este teocintle se encuentra formando colonias densas o manchones que se pueden localizar a la orilla de arroyos y muy cerca del cauce de éstos, a la orilla y dentro de pequeños campos de cultivo sobre una topografía de laderas (Guzmán 1982) y con una exposición suroeste (Benz et al., 1990). El crecimiento y desarrollo de los individuos se ve favorecido por el sistema tradicional del cultivo del maíz llamado Coamil, el cual consiste en tumbar la vegetación, rozar el resto y quemarlo; posteriormente se siembra con una coa llamada también palo, macana o bastón (Pérez-Solis, 1991). Este sistema es común en las laderas de los cerros de Occidente de México (Sánchez-Velásquez et al., en revisión).

Se ha observado que se asocia a suelos profundos y muy húmedos, que resiste fuertes heladas y crece en competencia con otras especies (Benz et al., 1990; Pérez-Solis, 1991). Se tiene evidencia de que los tipos de vegetación que rodean a este teocintle son; bosque mesófilo de montaña, bosque de galería, bosque de Pinus y vegetación secundaria (clasificación según Rzedowski, 1978) (Benz, et al. 1990; Pérez-Solis, 1991).

La perennidad de Z. diploperennis está dada por la presencia de rizomas que funcionan como almacén energético de la planta. Esto le permite sobrevivir durante todas las estaciones y ofrece el ahorro en su siembra cada año. Esta característica contribuye a disminuir la erosión, fenómeno que no se presenta en el maíz comestible, por no poseer rizomas (Iltis et al., 1979).

El chapule es un teocintle perenne, rizomatoso, su parte aérea es muy parecida a la del maíz y su principal fase de desarrollo (plántula-fructificación) dura aproximadamente seis

meses (periodo de lluvias), los individuos pueden vivir más de cinco años y con mucha seguridad más de diez (Sánchez-Velásquez y Benz, en revisión). Su forma de crecimiento clonal es de tipo "phalanx", que es parte de la variedad de formas de crecimiento exhibida dentro y entre las especies clonales. Un clon con crecimiento "phalanx" avanza lentamente sobre el suelo, produciendo una masa densa de módulos que principalmente entran en contacto con otras partes del mismo clon; por lo tanto éste puede resistir fuertemente la invasión de otras plantas (Hutchings & Bradbury, 1986). El teocintle es un organismo que se reproduce sexual y vegetativamente, el primero lo hace cada año entre los meses de septiembre y diciembre y el segundo durante todo el año, aunque sólo mostrando éxito durante la época de lluvias (junio-octubre) (Sánchez-Velásquez y Jiménez, en preparación). Los individuos se reproducen más de una vez en su vida y a éstos se les llama organismos iteroparos o incorrectamente policárpicos (Harper, 1977; Silvertonw, 1986 en Sánchez-Velásquez y Benz, inédito). Su ciclo anual es muy parecido al del maíz y se ha dividido en 4 fases marcadamente diferentes: juvenil, reproductivo, senescente y plántula (Jiménez, 1991). Las dos primeras se presentan durante el periodo de crecimiento y desarrollo (junio-octubre) cuando hay un aumento en la precipitación y las dos siguientes fases cuando hay una disminución progresiva de la temperatura y la humedad ambiental (noviembre-enero) (Jiménez, 1991). La reproducción vegetativa y sexual la logran significativamente al tercer año de vida. De igual manera lo hacen para la altura, inflorescencias masculinas y ramas secundarias (Sánchez-Velásquez y Jiménez, en preparación).

Zea diploperennis se encuentra asociado a vegetación secundaria, con especies anuales y especies perennes leñosas y herbáceas. Las poblaciones de San Miguel tienden a formar dos grupos de asociación de especies; el primero, compuesto por 20 especies, nombrándose principalmente la asociación entre Z. diploperennis y Phaseolus coccineus; y el segundo compuesto por 24 especies, se centra la asociación alrededor de las especies Geranium antisepalum, Erigeron lengipes y Cyclanthera sp. (Benz et al., 1990). En los sitios donde Z. diploperennis ha tenido mas tiempo de abandono, se presenta mayor porcentaje medio de cobertura de la planta y número medio de módulos. Se sugiere que se presenta una mayor densidad en los sitios de Z. diploperennis a través del tiempo y, por lo tanto, mayor competencia, en particular por la luz (Benz et al., 1990). La altura de los tallos, el número de inflorescencias masculinas y femeninas, y la producción de frutos es variable para cada sitio, esto es debido a las características específicas de cada uno de ellos (Benz et al., 1990). En las plantas se observa herbivoría en las hojas por insectos; daños causados por vertebrados (venados), en las vainas de las hojas y en brácteas que envuelven las inflorescencias femeninas, ésto aparentemente para tener acceso a los frutos, lo anterior causado probablemente por mamíferos pequeños y pájaros (Benz et al., 1990).

Se han realizado estudios sobre la entomofauna que se encuentra asociada a Z. diploperennis. El primero fue realizado por Moya (1987), y trata sobre la presencia y el daño causado por los insectos rizófagos. Encontró que Z. diploperennis contiene una entomofauna muy abundante asociada a sus rizomas, ello se debe a que sus rizomas se encuentran vivos todo el año proveyendo

así un recurso alimenticio constante para los insectos. Se encontraron 9 taxas rizófagas con gran abundancia después de las lluvias (Moya, 1987). El siguiente trabajo (Bedoy, 1988) se centró principalmente en los cambios estacionales de abundancia y riqueza de insectos asociados a Z. diploperennis así como el uso de éste por los insectos. Las órdenes más abundantes encontradas en orden decreciente son: Coleóptera, Díptera, Hemiptera, Hymenóptera, Homóptera, Lepidóptera y Orthoptera. La mayor abundancia registrada corresponde a principios de la estación lluviosa.

Y por último contamos con el trabajo de Hernández (1991) el cual se realizó acerca de los cambios estacionales en la abundancia de Dalbulus maidis y D. elimatus así como de sus parasitoides, sobre las hospederas Z. diploperennis y Z. mays ssp. mays. Encontró que la mayor abundancia de las dos especies de Dalbulus en estado adulto, fue en Z. mays ssp. mays, cuando hay ausencia de lluvias, cuando las plantas están secas, y se registran las temperaturas más bajas; una vez que se cosecha el maíz aparentemente las dos especies de Dalbulus emigran a Z. diploperennis donde obtienen su alimento en temporada de secas.

4.8 REPRODUCCION SEXUAL Y SUS PRODUCTOS.

La importancia de las múltiples formas de propagación en las plantas queda particularmente clara cuando se dirige la atención a los ciclos de vida de las especies perennes, muchas de las cuales se reproducen tanto de manera vegetativa como por semilla. En la mayoría de plantas perennes, los descendientes formados de manera vegetativa difieren radicalmente de los producidos por semilla en características tales como tamaño, tiempos de

reproducción, eficiencia de dispersión y ritmos de mortalidad, por lo que se puede esperar que añadan dimensiones completamente diferentes a la ecología de una especie o de una población (Grime, 1982).

Las poblaciones de plantas que se reproducen sexualmente puede ser dividida en dos fracciones: la fracción que se encuentra en crecimiento activo y comprende individuos que se encuentran en distintos estados de desarrollo que van desde plántula hasta individuos reproductivos, y la fracción latente que comprende individuos que están en forma de semillas vivas pero latentes en el suelo (Harper, 1960 citado por Guevara, 1977). Ambas fracciones constituyen fases en la vida de una planta y poseen características propias, sin embargo, los cambios numéricos en la población de semillas en el suelo influyen grandemente en el comportamiento de la población que se encuentra en crecimiento activo y viceversa. (Harper, 1960 citado por Guevara, 1977).

Iltis et al (1979), Benz y colaboradores (1990) estudiaron algunos aspectos de la ecología de Z. diploperennis donde mostraron que esta especie está íntimamente asociada a ambientes alterados y antrópicos, dominando en las primeras etapas de la sucesión y permitiendo que existan otras especies en las últimas etapas de la sucesión. Z. diploperennis presenta las dos formas de propagación mencionadas anteriormente y quizá se considere una tercera; de la más ampliamente conocida es la sexual por frutos y la asexual por rizomas y quizá también la tercera alternativa, como estolonífera pues sus nudos cercanos al suelo pueden generar raíces y también sobrevivir el tallo cuando es separado de la "planta madre" (Sánchez-Velásquez, com. pers.), conocer éstos

atributos y su comportamiento en diferentes medios es necesario para el manejo y conservación in situ de este teocintle (Jiménez, 1991).

Una combinación de reproducción sexual y reproducción asexual como lo hace Z. diploperennis, podría darle a la planta óptimas ventajas. La reproducción sexual produce nuevas recombinaciones genéticas y permite dispersarse a nuevos sitios, mientras que la reproducción asexual perpetúa con éxito los genotipos de la población local. El balance óptimo entre éstos modos de reproducción depende de la variación de los factores bióticos y abióticos (Abrahamson, 1980 citado por Jiménez, 1991).

4.8.1. DEFINICION DE FRUTO Y SEMILLA.

4.8.1.1 DEFINICION DE FRUTO.

Fruto es el ovario maduro que contiene a las semillas, rodeado por un pericarpo, éste suele mostrarse acompañado de brácteas, cáliz, etc. (Marzocca, 1985). Los frutos que son secos son clasificados dentro de dos grupos: dehiscentes e indehiscentes; en éstos últimos la semilla permanece en el fruto después de que éste ha sido desprendido de la "planta madre". Los frutos indehiscentes son característicos de una gran variedad de familias de plantas como por ejemplo las gramíneas (Curtis, 1980). El pericarpo es la cubierta persistente del ovario la cual se conserva en forma alterada. En unos casos, ésta alteración casi no afecta más que el tamaño y consistencia de dicha pared ovárica. En mucho otros, sin embargo, se modifica considerablemente el volumen total, el grosor de la pared, su consistencia y coloración, su composición química e incluso la forma general, más o menos alterada con el crecimiento. (Fount

Quer, 1985). Los frutos protegen las semillas, contribuyen a su diseminación y son un factor importante para regular el tiempo de la germinación (Weier et al., 1983).

Los frutos pueden ser abortados si: 1. Hay una falta de recursos para producir semillas en todas las flores viables de la planta; 2. Si hay una destrucción de flores y frutos en desarrollo dañados por herbívoros, si se tienen pocos óvulos en desarrollo, si son o provienen los frutos de flores producidas tardíamente, partes de la planta con pocos recursos o fotosintéticamente inactivas (Cavers, 1983).

4.8.1.2 DEFINICION DE SEMILLA.

Semilla es el óvulo maduro y fecundado (Marzocca, 1985), el embrión en estado de vida latente o amortiguada, acompañado o no de tejido nutritivo y protegido por el episperma. En las angiospermas se encuentran las semillas encerradas en el fruto; en términos generales todo tipo de granos y frutos seminiformes (que tiene semejanza con la semilla, sin serlo, como los frutos de las labiadas) (Fount Quer, 1985).

4.8.1.3 CLASIFICACION DEL FRUTO DE Z. diploperennis.

Al clasificar los diferentes tipos de frutos se consideran:

- a. Estructura de la flor de la que se desarrolla el fruto;
- b. El número de ovarios que participan en la formación del fruto;
- c. El número de carpelos que hay en cada ovario;
- d. La naturaleza del pericarpo maduro (seco o carnoso);
- e. Si es dehiscente, el modo en que se escinde;
- f. El papel que pueden desempeñar los sépalos o el receptáculo en la formación del fruto maduro (Weier et al., 1983).

La llamada semilla del maíz o de cualquier otra gramínea, es en realidad un fruto (grano). Fruto indehisciente seco y de una sola semilla con el pericarpo (pared del ovario) adherido con firmeza a la semilla. El pericarpo y la cubierta de la semilla están ligados tan fuertemente entre sí y con otros tejidos del grano, que es imposible retirarlos. Para estudiar la estructura interna del fruto es necesario seccionarlo. Se le denomina al fruto del maíz (Zea mays) carióspside (Weier et al., 1983).

Por la presencia de estructuras accesorias diferentes que posee el fruto de Zea diploperennis no se le puede clasificar como carióspside. Por ser un fruto seco indehisciente, derivado de un ovario súpero y presentar una envoltura dura que lo cubre, pero por tener el pericarpo al parecer sólo unido en la base, el fruto de Z. diploperennis se clasificaría como un aquenio, más que como una carióspside (Figura 2).

La alta diversidad de adaptaciones de los frutos están influidas por los dispositivos ecológicos, diferenciaciones protectivas y dispersoras para asegurar la protección de la semilla y la diseminación. Por lo que no existe hasta el presente todavía una división natural de los frutos basada en un criterio filogenético: en la clasificación de los mismos se atiende por una parte a sus particularidades morfológicas y por otra parte a las ecológicas (Wettstein, 1944).

4.9 BANCO DE SEMILLAS.

Cuando se perturba un área, ya sea por causas naturales o por el hombre, la estructura de la vegetación que se desarrollará está condicionada principalmente por semillas y propágulos de las especies presentes en el suelo o especies alledañas al sitio, y a

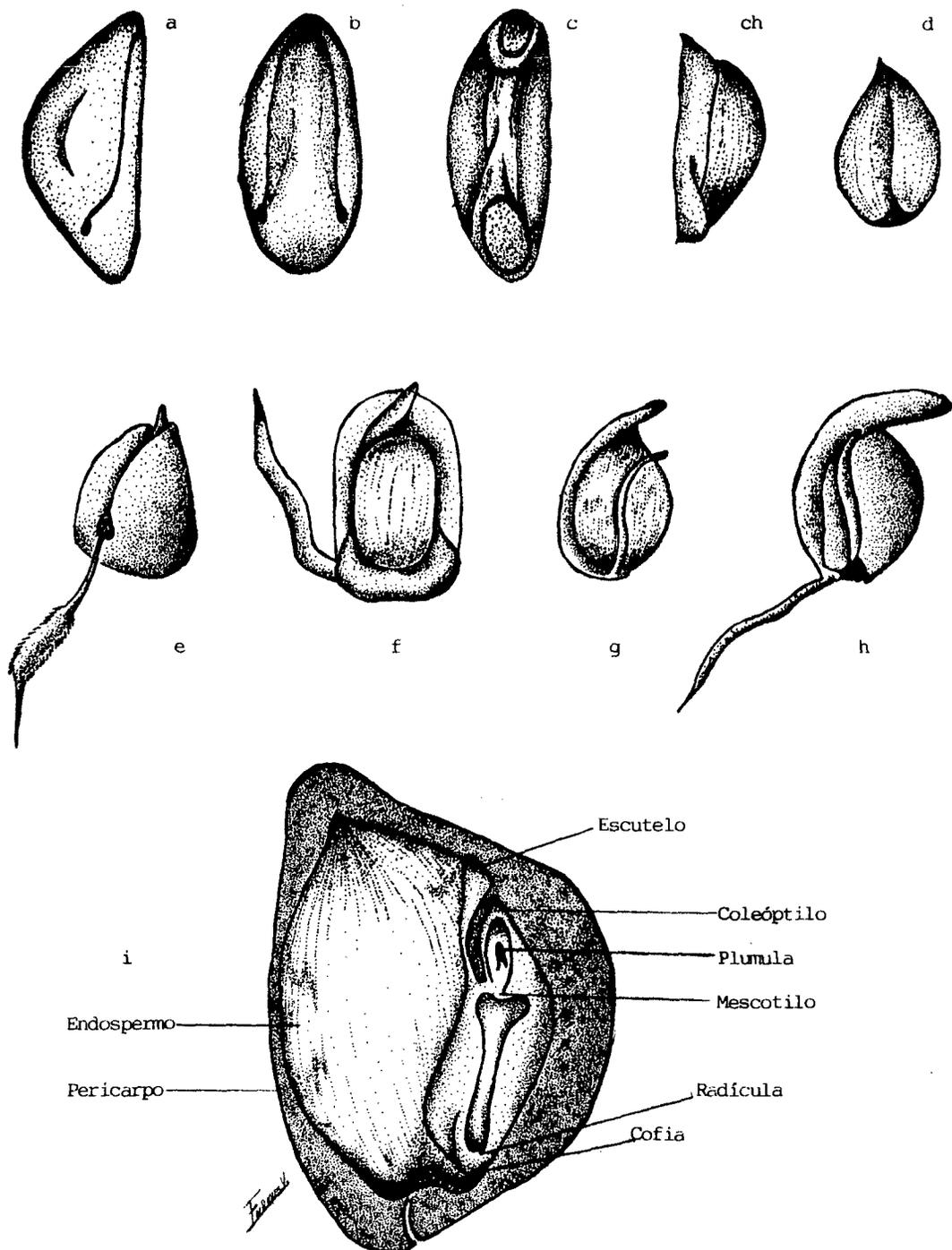


Figura 2. Frutos de *Zea diploperennis*: de la a-c) frutos con la cubierta (pericarpo) ch-) semilla sin cubierta; e), observaciones de las primeras etapas de la germinación del fruto con cubierta y f-g-h) sin ella; i) Corte transversal del fruto mostrando las partes que conforman a un embrión.

la respuesta mediata o inmediata de éste a la perturbación-sucesión o regeneración (Gómez-Pompa y Vázquez-Yañez, 1976).

El contenido de semillas, así como su viabilidad y latencia, condicionan este potencial regenerativo (Goss 1924; Crocker 1938 citado por Gómez-Pompa y Vázquez-Yañez, 1976), el cual está formado por: a. Especies representativas de la vegetación actual. b. Especies de etapas sucesionales anteriores. c. Especies de vegetación que, aunque nunca han estado presentes en el área, forman parte del potencial debido a su capacidad de dispersión (Gómez-Pompa y Vázquez-Yañez, 1976).

El banco de semillas (conjunto de semillas viables en el suelo) representa una de las fases más importantes del ciclo de vida de una población que se reproduce sexualmente ya que es en ésta parte donde sucede una serie de eventos demográficos muy importantes, tales como depredación, germinación, etc., que son determinantes para el equilibrio estable de la población que se encuentra en crecimiento activo (Guevara, 1977). El banco de semillas se encuentra influido en su gran mayoría por la lluvia de semillas. Entre una comunidad, predomina la dispersión local, pero las posibles fuentes alternativas de entrada se dan de semillas distantes, las que hacen una buena contribución a la vegetación. La dispersión local puede ser pasiva, por acción mecánica de las semillas desde el fruto o por el fuego, viento, agua y animales; los últimos tres agentes son los más importantes cuando se trata de dispersión a lugares distantes. (Simpson et al., 1983).

La mayoría de las semillas que no germinan en la superficie del suelo y que escapan a la depredación y patógenos, pueden incorporarse al banco de semillas (Moore y Chapman, 1986). Las

semillas se entierran lentamente mediante la acumulación de hojarasca, por el movimiento natural del suelo o por las actividades de los animales; por ejemplo, después de la ingestión y la caída de las semillas en grietas y agujeros del suelo (McRill & Sagar, 1963; McRill, 1964, citados por Moore & Chapman, 1986), en muchos casos la viabilidad de las semillas no se ve afectada. Cuando la tierra es arada o perturbada en otras formas (por ejemplo, fuego o animales), la incorporación de las semillas dentro del suelo es más rápida y ello resulta en un entierro más profundo a causa de la inversión del suelo (Moore y Chapman, 1986). Si las semillas permanecen en la cercanía de la superficie del suelo, pueden ser agotadas rápidamente (Weaver y Cavers, 1979). Los efectos del entierro sobre los subsecuentes destinos de las semillas han sido estudiados por muchos autores (Darwin, 1859; Gómez-Pompa y Vázquez Yañez, 1976; Harper, 1978; Weaver y Cavers, 1979; Cook, 1980; Roberts, 1981; Cavers, 1983; Moore y Chapman, 1986; Silvertown, 1986). Todas las semillas enterradas pueden llegar a combinarse con un residuo de semillas viables agregadas al banco de semillas, provenientes de generaciones de semillas previas, particularmente cuando las especies tienen longevidad potencial en la fase de semilla (Moore y Chapman, 1986) formando así un traslapo de generaciones de semillas.

Un banco de semillas puede ser transitorio o persistente. El primero puede definirse cuando ninguna semilla permanece en el hábitat en una condición viable por más de un año y el banco persistente es aquel en el que sus componentes tienen más de un año de edad (Grime, 1982). Un banco con semillas latentes puede detectarse en todo momento en el hábitat durante el año y puede representar una acumulación de muchos años, aunque en poblaciones

en las que el banco de semillas está presente todo el año, muestra una pronunciada variación estacional en su proporción (Grime, 1982).

Tomando un ejemplo extremo, en 1978 Odum tomó suelo de una tumba del siglo XI en Dinamarca, y practicó la germinación específicamente para Verbascum thapsiforme, la cual se encontraba en letargo en el banco de semillas durante 850 años; encontró que algunas de las semillas germinaron a pesar del largo tiempo que estuvieron enterradas (Begon et al., 1986). Los estudios de Brenchley y Werington (1930, 1933, citados por Cavers, 1983) demostraron que grandes números de semillas viables pueden persistir por muchos años en suelos arables. Este trabajo estimuló el interés en la materia, haciéndose recapitulaciones por: Kropac (1966), Major y Pyott (1966), Roberts (1970, 1981), Grime (1979) y Cavers (1983). Así mismo, se cuenta con trabajos sobre banco de semillas y dinámica de semillas en herbáceas perennes como los realizados por: Weaver y Cavers, (1979) con las especies colonizadoras Rumex crispus y R. obtusifolius, las cuales fueron estudiadas en una serie de experimentos sobre longevidad de semilla, germinación desde varias profundidades del suelo y germinación en áreas perturbadas. Hartnett & Richardson, (1989) estudiaron a la herbácea perenne Bonamia grandiflora, y vieron los efectos de la perturbación en la reproducción de la planta y la dinámica del banco de semillas. Antlfinger (1989) estudió a la herbácea Impatiens capensis y observó la supervivencia del banco de semillas y sus sitios de distribución en Nebraska. Estos son algunos de los muchos trabajos realizados con especies herbáceas perennes.

Aunque el significado funcional del banco de semillas

enterradas varia en sus detalles, de acuerdo con las especies y la situación ecológica, en él se encuentran los mismos problemas básicos cuando se intenta descubrir cómo se originó el banco y la relación en el establecimiento de plántulas (Grime, 1982). Para esto es necesario: a. Describir el mecanismo mediante el cual son enterradas las semillas. b. Es preciso identificar los factores que impiden la germinación antes del entierro y durante su periodo de supervivencia en el terreno; y c. Es de interés examinar los mecanismos que desencadenan la germinación de las semillas. La variación en la producción de semillas año tras año y la variación en el destino de cada semilla puede ser diferente de un año al siguiente (Cavers, 1983).

4.9.1 DINAMICA DE SEMILLAS.

Thompson y Grime (1979 citado por Molina, 1990) dividen a las semillas en el suelo en cuatro tipos: 1. Las que germinan inmediatamente después de que se producen; éstas pueden ser anuales (herbáceas) y pastos perennes de ambientes áridos o con perturbación; 2. Las que germinan en primavera permaneciendo latente en invierno; 3. Las que germinan en otoño (algunas semillas de este grupo integran el banco de semillas permanente) y 4. Las que no germinan y por lo tanto forman el banco de semillas permanente, el cual puede permanecer en el suelo durante años. Estas entradas y salidas controlan directamente la densidad de semillas, la composición de especie y la reserva genética, además de otros procesos de vida con influencia histórica indirecta de los parámetros mencionados anteriormente. Los cambios en la importancia relativa de éstos procesos a través del tiempo son los que gobiernan la dinámica del banco de semillas

(Leck et al., 1983).

El agotamiento de las reservas de semillas en el suelo depende de los porcentajes de germinación, muerte y depredación bajo un año en particular, en condiciones naturales. La germinación está influenciada por muchas características del sustrato (Harper, 1977 citado por Weaver y Cavers, 1979), dependiendo sobre todo de las características de la latencia y requerimientos para la germinación de las especies. Las perturbaciones varían en tiempo, espacio, escala, magnitud, frecuencia y periodicidad afectando directamente las posiciones y condiciones de las semillas en los perfiles de los suelos. La dinámica poblacional de semillas en áreas ambientales perturbadas puede ser bastante compleja (Weaver y Cavers, 1979).

La clase y el total de suelo perturbado puede afectar la profundidad de entierro y por consiguiente el destino final de la semilla. Cuando las semillas permanecen en la cercanía de la superficie del suelo, es cuando la reserva de semillas puede ser agotada rápidamente (Weaver y Cavers, 1979). De acuerdo con los resultados de estudios realizados por varios investigadores en diferentes tipos de hábitats como: pantanos (Leck et al., 1987), áreas forestales (Numata et al., 1964), pastizales (Chippendale y Milton, 1934; Hayashi y Numata, 1971) y campos agrícolas (Symonides, 1986), el número de semillas presentes en el suelo disminuye de acuerdo a la profundidad (citados por Molina, 1990). La capacidad competitiva de una plántula joven puede verse influenciada por el tamaño de la semilla (Black, 1958 citado por Grime, 1982).

Heithaus et al., (1982) y Buckley, (1983) han demostrado que las interacciones animal-planta que afectan la producción de

semillas puede ser extremadamente complicadas (citados por Cavers, 1983). Muchos factores que influyen la dispersión biológica (Wolfenbarger, 1975 citado por Liddle et al., 1987) y muchos modelos matemáticos están basados en la suposición de que el resultado de la dispersión obedece las leyes de la difusión (Skellam, 1951, 1973; Broadban & Fendall, 1953; Williams, 1962; McArthur & Wilson, 1967; Weiner, 1975; Pielou, 1977 citados por Liddle et al., 1987). Esto implica que el transporte tiene lugar en la sucesión de movimientos fortuitos que tienen igual oportunidades de ocurrencia hacia fuera del punto de inicio. La difusión y la depredación de las semillas son una parte importante del proceso de dispersión de semillas en la superficie del suelo (Liddle et al., 1987). Janzen (1984 citado por Molina, 1990) menciona que los grandes mamíferos pueden ser los dispersores comunes de muchas de las plantas de los pastizales. La dispersión puede resultar accidental a partir del consumo de semillas durante el pastoreo (Molina, 1990).

4.9.2 LATENCIA.

La latencia es un estado fisiológico en el cual una semilla predispuesta a germinar no lo hace, aún en presencia de condiciones ambientales favorables (Bonner, 1985). La latencia en las semillas enterradas puede ser originalmente primaria (inherente) en un depósito reciente de semillas, pero puede convertirse en secundaria (impuesta) si se almacena cierto tiempo (Baker, 1989). De acuerdo al tipo de latencia, ésta se divide en:

a. Latencia innata o interna - es la condición de la semillas cuando abandonan la "planta madre" en un estado viable que previene que germinen cuando son expuestas a calor y condiciones

de humedad ambiental, está dada por algunas propiedades del embrión, asociaciones del endospermo o estructuras maternas (Harper, 1977); b. Latencia inducida o secundaria - es una condición adquirida de incapacidad para germinar causada por la influencia de algún factor externo antes de madurar (Harper, 1977); c. Latencia forzada- es la incapacidad para poder germinar después de madurar, en condiciones ambientales restringidas como escasez de agua, baja temperatura, pobre aireación, etc. (Harper, 1977); d. Latencia del tegumento o de la envoltura de la semilla - es el resultado de las condiciones presentes en la envoltura o tegumento de la semilla, lo que nos da que sea impermeable a gases o a la humedad o a impedimentos mecánicos (Bonner, 1985); e. Latencia doble - adormecimiento de ambos, la radícula y el epicótilo del embrión. Para superar esto, normalmente se requiere un tratamiento de calor seguido por enfriamiento o dos periodos de enfriamiento interrumpidos por un tratamiento de calor (Bonner, 1985). (Figura 3).

Por la compleja naturaleza de la latencia y su eliminación en algunas ocasiones después de la maduración, puede ser que todas las semillas de una misma especie no actúen de manera semejante. La respuesta colectiva de diferentes especies resulta en su gran mayoría, de la variabilidad del nivel en que se encuentre la comunidad (Baker, 1989).

La latencia de la semilla en el suelo puede ser rota por varios factores, muchas veces concertados en forma interna, tal como el cambio dado por la profundidad del suelo. Esto incluye un seguimiento de temperaturas apropiadas, disponibilidad de oxígeno, liberación de inhibidores químicos (incluyendo etileno y bióxido de carbono) y regímenes de luz, por ejemplo fotoperíodo,

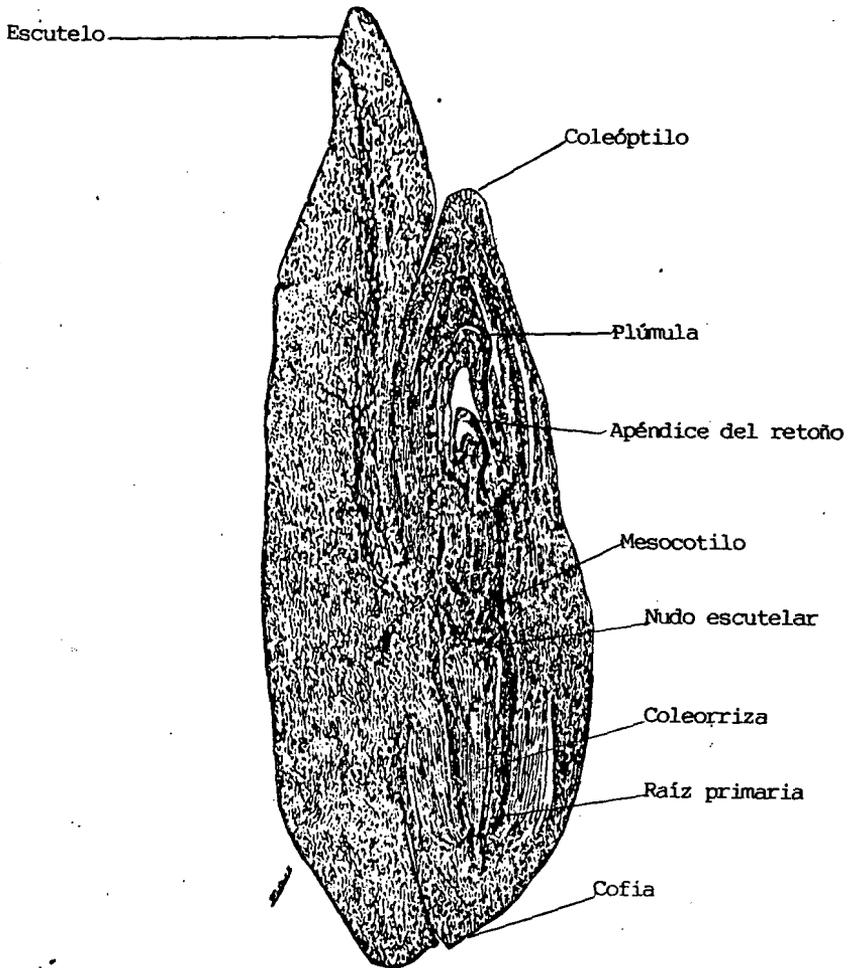


Figura 3. Partes que conforman el embrión de una gramínea.



FACULTAD DE CIENCIAS
HERBARIO
HERFACUG

calidad espectral e intensidad. En adición, el suplemento de agua debe ser adecuado, el pH y la salinidad deben de estar dentro de los límites requeridos (Baker, 1989).

4.9.3 VENTAJAS DE LA LATENCIA.

La latencia ha sido lentamente refinada por selección natural y provee a las especies de un sistema vital de amortiguamiento por medio del cual la población de semillas sobrevive a catástrofes ambientales (Sarukhán, 1974 citado por Guevara, 1977).

Shafer y Chilcote (1979 citados por Guevara 1977), en uno de los pocos trabajos realizados bajo condiciones naturales demostraron que la inducción de la latencia de semillas de algunas especies de gramíneas ocurrió cuando la temperatura del suelo disminuía y cuando la humedad aumentaba. Existe evidencia de que la latencia de semillas es heredable (Harper y McNaughton 1960 citados por Guevara, 1977) y que la selección puede cambiar las propiedades de la latencia de una población, así por ejemplo, la longevidad de las semillas de maíz bajo condiciones de almacenaje artificial tuvo un componente marcadamente heredable con longevidad, tendiendo a ser dominante sobre corta vida (Lindstrom, 1942; Whittington, 1972 en Harper y White, 1974 citados por Guevara, 1977).

4.9.4 VIABILIDAD.

Viabilidad es, el estado de la capacidad de germinación, crecimiento y desarrollo subsiguiente de la plántula (Bonner, 1985). La duración de la viabilidad varía con las estrategias del ciclo de vida y las características del ambiente. Una suposición

común es que las semillas más grandes (por contener más reservas alimenticias) son presumiblemente más longevas; sin embargo, algunas semillas muy longevas son pequeñas. La muerte de las semillas usualmente no está dada por el agotamiento de las reservas alimenticias, puede deberse al fracaso en el suplemento enzimático que movilizan las reservas, ya que los sistemas de reparación a nivel DNA pueden declinar (Benley y Black, 1985).

4.9.5 PERDIDAS DEL BANCO DE SEMILLAS.

Las pérdidas del banco de semillas resulta de las respuestas fisiológicas controladas genéticamente a los cambios ambientales, incluyendo luz, temperatura, agua, tensión de oxígeno y estimulantes químicos, principalmente la germinación; procesos como el entierro profundo o redispersión, interacción con animales y principalmente patógenos que producen la muerte y muerte fisiológica debido al envejecimiento natural (Leck et al., 1983).

5. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.

Localizada en un área de transición biogeográfica con una gran amplitud altitudinal y variaciones climáticas importantes, la Sierra de Manantlán es representativa de las condiciones ecológicas y del variado patrimonio biológico de las montañas de México (Jardel, 1990). La Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán (RBSM) posee aproximadamente 140,000 ha y se encuentra dividida en 3 zonas núcleo y una de amortiguamiento que las rodea a cada una de éstas.

La Reserva Biósfera Sierra de Manantlán, se ubica en los límites de las provincias fisiográficas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur y en ella se observan dos condiciones geológicas distintas, ésto contribuye a la diversidad de condiciones ambientales. El macizo Centro Occidental de la Sierra, se encuentra formado por rocas ígneas del Cenozoico y Pleistoceno, mientras que la parte Oriental, que corresponde a Cerro Grande se compone de material sedimentario del Cretácico (Jardel, 1990).

La vegetación existente es muy variada, incluyendo comunidades típicas de zonas templadas, como los pinares, y de zonas tropicales como los bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios. El bosque mesófilo de montaña, un tipo de vegetación intermedio entre los bosques deciduos de Norteamérica y los bosques nubosos de las áreas tropicales, éste es sin duda uno de los elementos más importantes a conservar en la Sierra de Manantlán, por su riqueza de especies y sus interesantes vínculos florísticos (Jardel, 1990).

La abrupta orografía de la zona es una de las razones principales por las cuales la Sierra de Manantlán alberga una

alta riqueza de especies, tanto de flora como de fauna. Como componente necesario para la conservación de los procesos que mantienen el funcionamiento del ecosistema y su totalidad de especies, existen las interacciones de las cuales la fauna silvestre juega una parte integral. Algunas de éstas interacciones que se consideran fundamentales son: polinización (aves, murciélagos, insectos); herbivoría (insectos, mamíferos, reptiles); dispersión de semillas (aves, mamíferos); depredación (aves, mamíferos, reptiles, insectos); parasitismo (insectos, nemátodos, platelmintos) y varias relaciones del tipo mutualista (Jardel, 1990).

Silosuchitlán, el antiguo nombre del área que corresponde a los terrenos entre La Cumbre de San Miguel, San Campús y el arroyo de Manantlán, viene de xilo (tl) "jilote" o "mazorca tierna" y de xochi (tl) "flor" y el subfijo locatino tlán, lo que quiere decir "en el lugar del maíz tierno en flor" una posible referencia antigua a Z. diploperennis (Jardel, 1990).

5.1 ESTACION CIENTIFICA LAS JOYAS (ECLJ).

La ECLJ se estableció desde principios de 1985 por la Universidad de Guadalajara, en un predio adquirido por el Gobierno del Estado de Jalisco, para proteger un área con poblaciones de Z. diploperennis y dedicarla a la investigación botánica (Jardel, 1990). Ocupa el 1% del territorio de la RBSM (1245 ha) centro de la zona núcleo Manantlán-Las Joyas y se encuentra a 50 km del Océano Pacífico (Jardel, 1991).

5.1.1 LOCALIZACION.

La ECLJ se localiza dentro de los municipios de Autlán y

Cuautitlán, estado de Jalisco, entre los paralelos 19°35'42" y 19°37'40" y las coordenadas 104° 37'40" y 103° 15'2" (Figura 4).

5.1.2 FISIOGRAFIA.

Presenta una superficie topográfica muy irregular, con pendientes del 3 al 100% predominando las del 15 al 45% (Quintero, 1988). Sus altitudes van desde los 1540 m hasta 2240 msnm. Esta última corresponde al Picacho de San Campús y el Picacho del Sol y la Luna de 2180 m.

5.1.3 CLIMA.

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por García (1981), el clima es templado subhúmedo, con una temperatura media anual de 18° C, la precipitación pluvial anual es de 1500-1800 mm, cuyo régimen de lluvias comprende de junio a octubre con lluvias estacionales en invierno; las neblinas son frecuentes excepto en la temporada más seca (Saldaña y Jardel, en revisión citado por Sánchez-Velásquez et al., en revisión).

5.1.4 HIDROGRAFIA.

Existe en el área un total de 3 corrientes permanentes y 26 arroyos intermitentes; en la parte N de la Estación corre el Arroyo Corralitos, limitando el costado NE corre el Arroyo Chilacayote y por la parte NW fluye el Arroyo Las Joyas (Quintero, 1988).

5.1.5 GEOLOGIA.

El material geológico de la zona, es de origen ígneo encontrándose los siguientes tipos de rocas: rocas ígneas



Estación Científica
Las Joyas



El Grullo
Autlán

JALISCO

Reserva de la Biósfera
Sierra de Manantlán

1. Los Asoleaderos
2. Los A. del Tlacuache
3. El Huiscorol
4. Las Playas
5. El Zarzamoro
6. El Coamil 2
7. El Coamil 1

Colima

Manzanillo

COLIMA

Fig. 4. Localización Geográfica del área de estudio y de las poblaciones de *Zea diploperennis* en la ECLJ

extrusivas, predominando los pórfidos y traquitas, basaltos y andesitas (Quintero, 1988).

5.1.6 SUELOS.

Los suelos predominantes en el área corresponden al orden de los alfisoles (USDA, 1975) con un 72% aproximadamente, éstos suelos lavados con acumulación de arcillas a los horizontes superficiales más o menos fértiles de texturas medias a finas conforme aumenta la profundidad y el pH ácido. Le siguen en menor proporción los ultisoles, suelos maduros e intemperizados poco fértiles, predominan las texturas medias de los horizontes superficiales con pH ácidos, y por último los inseptisoles, suelos inmaduros que presentan un horizonte de cambio, conservando características de material madre, predominando los pH ácidos y son de fertilidad moderada (Quintero, 1988).

5.1.7 VEGETACION.

La cobertura vegetal de la ECLJ está formada principalmente por: bosque de Pinus, ésta comunidad tiene aspecto siempre verde, su género dominante es Pinus y está compuesto por Pinus douglasiana, P. herrerae, P. oocarpa, pudiendo estar presentes algunas de las siguientes especies Quercus praineana, Q. obtusata, Q. scytophylla, y otras latifoliadas, los estratos arbustivo y herbáceo son escasos (Cuevas et al., inédito). La comunidad de Pinus-Quercus está dominada por P. douglasiana, P. oocarpa, Quercus castanea, Q. praineana, Q. elliptica, Q. obtusata, Q. resinosa, Q. scytophylla (Cuevas et al., inédito).

El bosque mesófilo de montaña ocupa 28.68% de la superficie, confinado principalmente a cañadas protegidas y laderas de

pendientes pronunciadas del 15 al 80%. Es un tipo de vegetación que habita en sitios más húmedos y menos fríos que los típicos de coníferas y encinares. Las ocho especies dominantes en área basal en orden descendente fueron de acuerdo a Sánchez-Velásquez *et al.* (en revisión citado por Cuevas, inédito) Pinus douglasiana, Zinowiewia concinna, Cornus disciflora, Cinnamomum pachypodium, Carpinus tropicalis, Persea hintonii, Conostegia volcanalis y Quercus uxoris. Sobre este sustrato arbóreo crecen helechos, orquideas, cactáceas y otras plantas epifitas (Anaya, 1989).

Bosque de galería: bajo ésta nominación se incluye a la vegetación que se desarrolla por los bordes y costados de los arroyos o corrientes más o menos permanentes en la ECLJ, varía de los 10-30 m, está representada por Alnus acuminata ssp. arguta, A. lorullensis ssp. lutea, Inga eriocarpa, Calliandra laevis, Fraxinus uhdei, Prunus cortapico, Tilia mexicana, Bumelia cartilaginea, Citharexylum mocinnii y Phorhnia mexicana (Cuevas *et al.*, inédito).

Vegetación secundaria: ésta es una comunidad vegetal producto de las perturbaciones ocasionadas por las actividades humanas y se encuentran en etapas tempranas de la sucesión, en las que aún no existe dominancia de componentes arbóreos adultos (Sánchez-Velásquez *et al.*, 1990 en Jiménez, 1991). Se trata de comunidades muy heterogéneas y dispersas de manera muy irregular que no han sido estudiadas. Algunas de las especies encontradas son: Neobrittonia acerifolia, Lopezia racemosa, Acacia angustissima, Tithonia tubaeformis, Melampodium sp., Cordia spinescens, Dodonaea viscosa, Verbesina sphaerocephala, V. uncocephala. Sobresalen aquí las praderas dominadas por Z. diploperennis, asociada a áreas de cultivo abandonadas (Sánchez-

Velásquez et al., 1990 en Jiménez, 1991).

5.1.8. ANTECEDENTES DE MANEJO E INFLUENCIA HUMANA.

Se considera que la presencia humana en el área, data de tiempos remotos, de acuerdo a los restos arqueológicos encontrados, sugieren presencia indígena tal vez desde el año 300 a.C. (Benz et al., 1990). Según pobladores del área, los desmontes para cultivos agrícolas fueron hace más de 40 años, cultivándose maíz, trigo, papa, frutales (manzana, tejocote, durazno, y pera entre otros). La ganadería también ha tenido influencia, posiblemente desde el siglo XVII, cuando la hacienda de Ahuacapán tenía en sus terrenos boscosos, incluyendo Las Joyas, 21 sitios de ganado mayor (Jardel, 1991). En 1988 se desalojó el ganado del predio, estimándose unas 100-150 reses (Jardel, 1991). Los incendios han sido un fenómeno común en el área y su influencia es posiblemente muy antigua, estando asociado a la agricultura. Son frecuentes los incendios en época de sequía entre marzo y principios de junio. No se han identificado las causas naturales, generalmente son causados por el hombre y ligados a las actividades agropecuaria, descuido de fogatas, fumadores, quemas provocadas o para justificar aprovechamientos forestales (Jardel, 1991). Los recursos forestales han sido utilizados por los pobladores posiblemente desde los primeros tiempos en que el área fue poblada. Los propietarios del terreno realizaron aprovechamientos a los cuales pueden sumarse intervenciones clandestinas. Existen datos de explotación forestal desde 1940 a 1980, con dos etapas de aprovechamiento: 1960-1965 y 1970-1979 (Jardel, 1991).

5.1.9 DESCRIPCION DE LOS SITIOS DE ESTUDIO.

LOS ASOLEADEROS.

Altitud 1960 msnm; exposición S y N; pedregosidad nula; pendiente de 5-10%; suelo tipo ultisol; tiempo del último periodo de cultivo: 20 años, tipo de cultivo: maíz. Vegetación circundante N, S, O: bosque mesófilo de montaña; E: bosque de Pinus mezclado con bosque mesófilo de montaña. Vegetación del área: Senecio salignus, Acacia angustissima, Cirsium jaliscoense, Crataegus sp., Rubus sp., Salvia sp., Lupinus elegans, Phacelia platycarpa, Sporobolus indicus, Cologania broussonetti. (Sánchez-Velásquez y Jiménez, en proceso).

LOS ASOLEADEROS DEL TLACUACHE.

Altitud 1960 msnm; exposición S y N; pedregosidad nula; pendiente de 5-10%; suelo tipo ultisol y alfisol; tiempo del último periodo de cultivo: 20 años, tipo de cultivo: maíz, frutales. Vegetación circundante N y O; bosque de Pinus, E y S; bosque mesófilo de montaña. Vegetación del área: Acacia angustissima, Senecio salignus, Neobrittonia acerifolia, Rubus adrenotrichos, Phacelia platycarpa, Salvia mexicana, Cyclanthera sp., Melampodium perfoliatum, Viola sp. (Sánchez-Velásquez y Jiménez en proceso).

LAS PLAYAS.

Altitud 1040 msnm; exposición SO; pedregosidad baja; pendiente de 0-5%; suelo tipo ultisol; tiempo del último periodo de cultivo: 5 años, tipo de cultivo: papa, maíz. Vegetación circundante al N: bosque de Pinus; S: bosque de Pinus mezclado con bosque mesófilo de montaña; O: vegetación secundaria y al S

ubicado el arroyo Las Joyas. Vegetación en el área representada por: Senecio salignus, Triumphetta semitriloba, Acacia angustissima, Lepichinia sp., Salvia sp., Panicum parviglume, Sporobolus indicus, Erigerom longipes, Pteridium aquilinum. (Sánchez-Velásquez y Jiménez en proceso).

EL HUISCOROL.

Altitud 1980 msnm; exposición NE; pedregosidad baja a moderada; pendiente de 5-10%; suelo tipo alfisol; tiempo del último periodo de cultivo: 20 años; tipo de cultivo: maíz, trigo. Vegetación circundante: N; bosque de Pinus, E; bosque de pino-mesófilo de montaña, SO; vegetación secundaria, O; bosque mesófilo de montaña. Vegetación en el área representada por: Budleia parviflora, Senecio salignus, Salvia spp., Festuca breviglumis, Sporobolus indicus, Lepechinia caulescens, Rubus adenotrichos, Trifolium amabile, Erigerom longipes (Sánchez-Velásquez y Jiménez en proceso).

EL ZARZAMORO.

Altitud 1960 msnm; exposición NE; pedregosidad baja; pendiente 0-10%; tipo de suelo: alfisoles; tiempo del último periodo de cultivo: 18 años, tipo de cultivo: maíz, huertas de durazno, pera. Vegetación circundante N: bosque mesófilo; E y O: vegetación secundaria; S: bosque de Pinus. Vegetación en el área: Senecio salignus, Cirsium jaliscoense, Prunus sp., Crataegus sp., Acacia angustissima, Rubus sp., Festuca breviglumis, Panicum Parviglume, Phacelia platycarpa, Phacelus coccineos, Stachys agraria (Sánchez-Velásquez y Jiménez en proceso).

EL COAMIL 2.

Altitud 1980 msnm; exposición SO; pedregosidad moderada; pendiente de 5-10%; suelo alfisol; tiempo del último periodo de cultivo: 5 años, tipo de cultivo: maíz. Vegetación circundante N: bosque de Pinus, E: bosque mesófilo de montaña, O y S: vegetación secundaria. Vegetación del área: Acacia angustissima, Senecio salignus, Rubus sp., Neobrittonia sp., Dahlia coccinea, Salvia sp., Sida sp., Phacelia platycarpa, Cyclantera multifoliola y Cyclantera sp. (Sánchez-Velásquez y Jiménez en proceso).

EL COAMIL 1.

Altitud 1970 msnm; exposición O; pedregosidad ligera; pendiente de 0-10%; suelo tipo alfisol; tiempo del último periodo de cultivo: 5 años, tipo de cultivo: maíz. Vegetación circundante al NE y S: vegetación secundaria; E: bosque mesófilo de montaña; NO: bosque de pino-encino. Vegetación secundaria: Acacia angustissima, Senecio salignus, Rubus sp., Neobrittonia sp., Dahlia coccinea, Salvia sp., Phacelia platycarpa, Cyclantera multifoliola, Crusea sp., Sida sp., Viola grahani, Ranunculus petiolaris, Cologania broussonetti (Sánchez-Velásquez y Jiménez en proceso).

6. METODOS.

Para los estudios sobre banco de frutos de Zea diploperennis, se desarrollaron diferentes métodos (que se mencionan más adelante). Estos se llevaron a cabo entre abril de 1990 a abril de 1991, en la Estación Científica Las Joyas de la Sierra de Manantlán; específicamente en los siguientes sitios: Asoleaderos (A), los Asoleaderos del Tlacuache (AT), el Huiscorol (junto con el Roblito) (H), el Zarzamoro (Z), las Playas (P), Coamil 1 (C1) y Coamil 2 (C2) (Pérez-Solis, 1991).

Los sitios de trabajo son áreas donde se desarrollan diferentes estudios a éste teocintle, y se tomaron como base para desarrollar, a partir de ahí, el presente trabajo. Por lo variado de los métodos fue preciso dividirlos a éstos, en diferentes fases que consistieron en lo siguiente:

6.1 MUESTRAS TESTIGO.

Los frutos para el estudio se colectaron en el mes de enero de 1990 en áreas donde se encuentran poblaciones de Zea diploperennis en la Estación Científica Las Joyas. Estos frutos se encontraban cerrados y sin daño aparente. Durante la colecta se observaron los individuos que en su mayoría estaban compuestos por adultos (reproductivos) encontrándose pocos jóvenes dispersos (no reproductivos).

De los frutos obtenidos se tomaron aproximadamente 1 kg para realizar el trabajo iniciado en el mes de Abril de 1990 y el resto se consideró conveniente mantenerlos en almacenamiento bajo condiciones secas y frías en refrigerador (4-5°C), para mantenerlos como testigo. De la muestra inicial se tomaron submuestras para realizar las siguientes dos pruebas.

6.1.1. GERMINACION.

Se tomaron 21 submuestras de 30 frutos, dándonos un total de 630. Se colocaron éstos en cajas de Petri, con una capa de algodón y papel filtro humedecido con agua destilada (como sustrato) y se pusieron en una incubadora con una temperatura alternante de aproximadamente 25-30°C. Pasando a revisarlos diariamente para proporcionarle un riego constante y descartar la presencia de hongos durante 7-8 días que fue el tiempo que duró esta prueba. El conteo de germinación se realizó diariamente a partir del segundo día hasta que no se produjeron nuevas plántulas. Después de este periodo de germinación los frutos que no germinaron se les realizó la prueba de viabilidad con una solución de cloruro de tetrazolium (similar al 6.1.2).

6.1.2. VIABILIDAD.

A tres muestras de 32 frutos se les realizaron las pruebas de viabilidad. Para ello se colocaron los 96 frutos, en cajas de Petri con algodón y papel filtro humedecidos con agua destilada, sometidos por un lapso de 24 horas a imbibición para que se reblandezca el pericarpio procediéndose a bisectarlos (hacer un corte longitudinal del fruto). El número excedente de frutos (6) se hace porque al bisectarlos en ocasiones, se fragmenta el embrión o se traumatiza, y al colorearse con el tetrazolium éste adquiere tonalidades que pueden afectar la interpretación de los resultados. Obtenidas las mitades bisectadas se eligen las mejores y se colocaron éstas en agua hasta que se colocaron en la solución preparada de tetrazolium, la cual se hace disolviendo 1 g de sales de cloruro de tetrazolium en un 1 L de solución buffer (pH 7 a \pm 0.1 a 25°C, solución de fosfatos de sodio y de

potasio), Obteniéndose así la solución a una concentración de 0.1%. Las cajas Petri se colocaron en una incubadora con una temperatura aproximada de 30°C completamente en la obscuridad por un periodo de 3 horas. Si el embrión se coloreó de un color rojo cereza en las partes vitales del embrión, se encontraba la semilla viva y se considera viable (Moreno, 1983).

Estas dos pruebas se realizaron al mismo tiempo al que correspondía analizar los frutos obtenidos de la parte 6.2.

6.2 VIABILIDAD DE FRUTOS A DIFERENTES PROFUNDIDADES Y HABITATS.

De la colecta inicial de frutos del mes de enero de 1990, se tomaron aproximadamente 0.5 kg para poder realizar ésta fase. Antes de poner las muestras testigo en el refrigerador, se tomaron 5404 frutos. Se realizó esto con el fin de observar cómo las diferentes condiciones ambientales dadas por bosque mesófilo de montaña, bosque de Pinus y áreas de vegetación secundaria (clasificación según Rzedowski, 1978) afecta a la viabilidad y a la germinación de los frutos en el transcurso de un año. Para ello se prepararon 108 bolsas (con 50 frutos por cada una) de malla de aluminio (material no degradable) con medidas de 10x10 cm y para prevenir el deslizamiento hacia fuera de los frutos. Además los frutos se mezclaron con suelo previamente colectado dentro de cada uno de los diferentes tipos de vegetación (para 32 bolsas por cada uno). Se procuró que todos los frutos quedaran en contacto con el suelo, (la selección del tamaño de la bolsa se hizo de forma tal que, todos los frutos al mezclarse con la tierra no se conglomeraran unos con otros). Después se colocaron aleatoriamente en cada tipo de vegetación, 36 bolsas (12 sobre la superficie, 12 a 5 cm y 12 a 10 cm de profundidad), formando

grupos de tres bolsas (una para cada profundidad). El área donde se colocaron las bolsas se marcó con una estaca central con cinta flagging, y otras tres estacas señalando el sitio donde se encontraba cada una de las bolsas en las diferentes profundidades. Se extrajo cada 4 meses (agosto, diciembre y abril) 3 muestras aleatorias por cada profundidad (superficie, 5 y 10 cm), con una pala plana. Así se observaron los cambios que presentaron los frutos a través del tiempo en las diferentes condiciones ambientales, practicándoseles en el laboratorio pruebas de: germinación y viabilidad (habiéndose previamente sacado los frutos de las bolsas y procediendo a lavarlos para quitarles el exceso de tierra), observando y anotando además la mortalidad y el grado de parasitismo. Las pruebas de germinación y viabilidad se realizaron como se describió en la parte 6.1.

Los resultados obtenidos se analizaron por medio de estadísticas descriptivas (media \pm desviación estandar), pruebas de Análisis de Varianza ($P < 0.05$) y pruebas de Comparaciones Múltiples de Duncan (analizándose en conjunto con las muestras testigo almacenadas en el refrigerador), entre tipos de vegetación, diferentes profundidades y las fechas de muestreo. El programa utilizado para todos los análisis fue NCSS (Number Cruncher Statistical System, versión 4.1).

6.3 BANCO DE FRUTOS.

Para el banco de frutos se determinó previamente la profundidad de la muestra de suelo. Para esto se realizaron 3 muestreos aleatorios para cada una de las siguientes 9 profundidades: 5, 10 y 15 cm. La profundidad elegida se determinó en los estratos de suelo hasta donde se encontraron frutos de Zea

diploperennis, la profundidad seleccionada fue de 5 cm.

Con base a la profundidad de la muestra de suelo elegida, en los 7 sitios se tomaron aleatoriamente cada cuatro meses (abril, agosto, diciembre y abril), muestras de suelo de 30x30 cm con la profundidad ya determinada. Se marcó el cuadro con una regla de 30 cm, las plántulas, hojarasca y material rocoso de la superficie del cuadro se removieron con cuidado observándose si se encontraban presentes frutos de Z. diploperennis y se extrajo con una pala pequeña el cubo de suelo de 15x8x30 cm. La muestra obtenida se guardó en una bolsa plástica negra con sus datos (fecha y lugar) sacándoseles todo el aire posible y cerrándose perfectamente. A éstas muestras se procedió a secarlas en la sombra y cernirlas pasándolas por una malla de alambre con las rejillas de 4x4 mm de forma que se obtuvieran, tamizando, exclusivamente a los frutos de Z. diploperennis. Los frutos obtenidos se contaron y se guardaron en un frasco etiquetado con los datos de su procedencia, anotándose la condición en que se encontraron: depredados, germinados, sanos etc. además de la presencia de semillas de diferentes especies. Inmediatamente después, en el laboratorio, a los frutos obtenidos de cada sitio, se les realizaron pruebas de viabilidad (descrito el procedimiento en la parte 6.1.2) a los que se encontraban en buen estado. Las repeticiones de las pruebas, en esta sección, dependieron exclusivamente del número de frutos que se obtuvieron en cada muestreo.

Todo esto se hizo cada 4 meses con tres repeticiones por área para así cuantificar aproximadamente el número de frutos viables posibles que podría poseer el banco. Los resultados se analizaron por medio de estadísticas descriptivas (media \pm

desviación estandar) y se les practicó un Análisis de Varianza ($P < 0.05$), además de pruebas de Comparación Múltiple de Duncan. El programa utilizado fue NCSS, Number Cruncher Statistical System, versión 4.1.

6.4 REMOSION DE FRUTOS EN EL SUELO.

Por último se pretendió observar la acción de los agentes externos (remoción) sobre los frutos. En los 7 sitios, se colocaron en la superficie 2800 frutos en grupos de 200 sobre mallas de aluminio con medidas 22x22 cm con suelo de cada uno de los sitios. Se colocaron 2 mallas por sitio en lugares elegidos aleatoriamente en las áreas de Z. diploperennis, dándonos un total de 14 mallas. Aquí se marcó la zona con una estaca de aluminio con una cinta flagging amarrada a la punta, una por canasta, para así facilitar el identificar el área en la revisión que se hizo en los siguientes muestreos.

Las visitas se planificaron para cada 4 meses, y se les registró: número de frutos removidos o faltantes (conociéndose el número original), frutos parasitados y frutos que hubiesen germinado en el tiempo transcurrido entre cada revisión. Se analizaron los datos en forma gráfica.

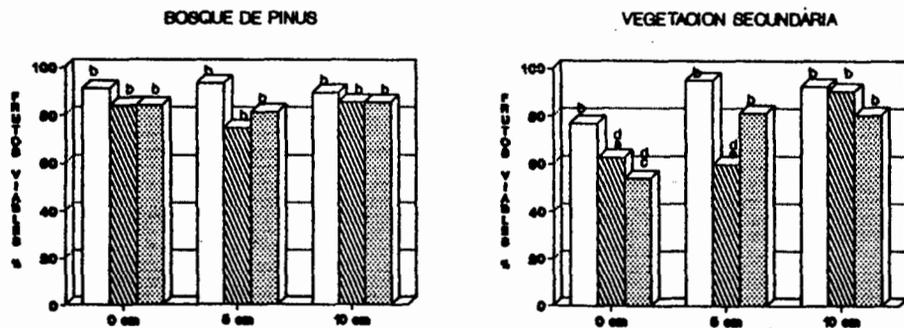
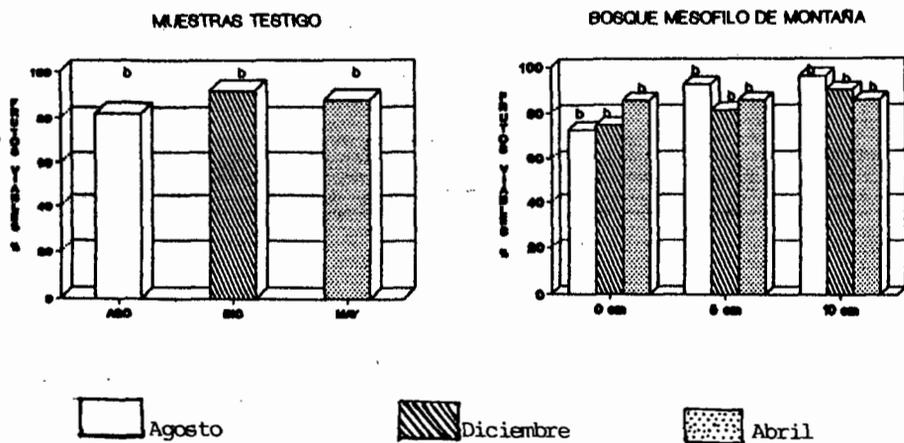
7. RESULTADOS.

7.1. VIABILIDAD DE FRUTOS A DIFERENTES HABITATS Y PROFUNDIDADES.

Los porcentajes de los frutos viables de las muestras extraídas cada cuatro meses en los tres tipos de hábitats (bosque mesófilo de montaña, bosque de Pinus y vegetación secundaria) y en las diferentes profundidades (superficie, 5 y 10 cm), además de las pruebas testigos realizadas a la par de los análisis, se muestran en la figura 5.

En el cuadro 1 se presentan los resultados de los Análisis de Varianza realizados entre los diferentes meses de muestreo y profundidades en cada uno de los hábitats (bosque mesófilo de montaña, bosque de Pinus y vegetación secundaria) y los testigos, por ejemplo; se realizó un Análisis de Varianza con las muestras extraídas del bosque mesófilo de montaña en sus tres profundidades (superficie, 5 y 10 cm) y diferentes fechas de extracción (agosto, diciembre y abril) junto con las muestras testigo realizadas de manera simultánea (agosto, diciembre y mayo) (Cuadro 1).

Los resultados del Análisis de Varianza muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las muestras extraídas de la vegetación secundaria hacia las muestras extraídas del bosque mesófilo de montaña, del bosque de Pinus y las pruebas testigo. Los resultados del análisis de Comparación Múltiple (Duncan) entre los diferentes tratamientos se observan en la figura 5. Sólo algunos tratamientos (en promedios más bajos) de la vegetación secundaria presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) con el resto de los tratamientos, éstos fueron para el mes de diciembre en las muestras de superficie y 5 cm de profundidad; y para el mes de abril a 5 cm de profundidad.



Prof cm.

Fig. 5. Porcentaje de frutos viables a través del tiempo colocados en 3 hábitats a diferentes profundidades. Letras diferentes significan diferencias significativas (Duncan) (P 0.05)

CUADRO 1. Resultados de los Análisis de Varianza entre los diferentes grupos estudiados.

TRATAMIENTOS	F. CALCULADA	PROBABILIDAD
TESTIGO VS B.M.M.	F= 1.90	P> 0.05
TESTIGO VS B.P.	F= 1.05	P> 0.05
TESTIGO VS V.S.	F= 7.31	P< 0.05
B.M.M. VS B.P.	F= 1.24	P> 0.05
B.M.M. VS V.S.	F= 4.04	P< 0.05
B.P. VS V.S.	F= 3.63	P< 0.05

B.M.M. Bosque mesófilo de montaña (superficie, 5 y 10 cm , en agosto, diciembre y abril).

B. P. Bosque de Pinus (superficie, 5 y 10 cm en agosto, diciembre y abril).

V.S. Vegetación secundaria (superficie, 5 y 10 cm en agosto, diciembre y abril).

TESTIGO (pruebas realizadas en agosto, diciembre y mayo).

7.2. BANCO DE FRUTOS

Las 3 colectas realizadas cada 4 meses en cada uno de los siete sitios con poblaciones de Zea diploperennis nos dió un total de 84 muestras. Esto nos permitió seguir las variaciones en la densidad de los frutos en el suelo por un periodo de 12 meses. Los frutos obtenidos en cada muestreo fueron divididos en 2 grupos: los completos y los dañados. Los primeros fueron sometidos a pruebas de viabilidad y los resultados fueron sometidos a Análisis de Varianza y pruebas de Comparación Múltiple entre las diferentes fechas de muestreo (abril, agosto, diciembre y mayo). Aquí es importante señalar que los frutos completos y viables correspondían, de acuerdo a su aspecto, al año precedente; los frutos "viejos" y completos (seguramente de más de un año de edad) estuvieron muertos según la prueba de viabilidad. El segundo grupo representó la fracción de frutos que fueron depredados in situ.

En los frutos completos y viables se encontró que existen ligeras variaciones temporales presentes en las muestras de suelo en cada uno de los sitios, observándose que el mes de más abundancia de frutos viables presentes en las muestras de suelo, es el de mayo (32.714 ± 20.569) y el mes con menor presencia de frutos es el de agosto (14.071 ± 3.570). Sin embargo, no hubo diferencias significativas ($F= 1.75$, $P > 0.05$) (Cuadro 2). Las variaciones estacionales para cada sitio y mes en el número de frutos viables presentes en las muestras de suelo para cada sitio y mes, se presentan en la figura 6.

Los Análisis de Varianza realizados entre los 7 sitios y entre los diferentes meses de muestreo (abril, agosto, diciembre y mayo) muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) sólo entre

CUADRO 2. Número de frutos viables de Zea diploperennis encontrados en el banco de frutos a través del tiempo.

SITIO	F E C H A			
	ABR'90	AGO'90	DIC'90	MAY'91
ASOLEADEROS	13	6	28	17
A.TLACUACHE	30	5	26	19
HUISCOROL	13	19	10	12
ZARZAMORO	29	12	50	70
PLAYAS	43	3	13	1
COAMIL 2	13	5	7	14
COAMIL 1	5	1	8	96
Medias	20.86	14.07	20.29	32.71
D.Est.Media	7.74	3.57	9.01	20.57

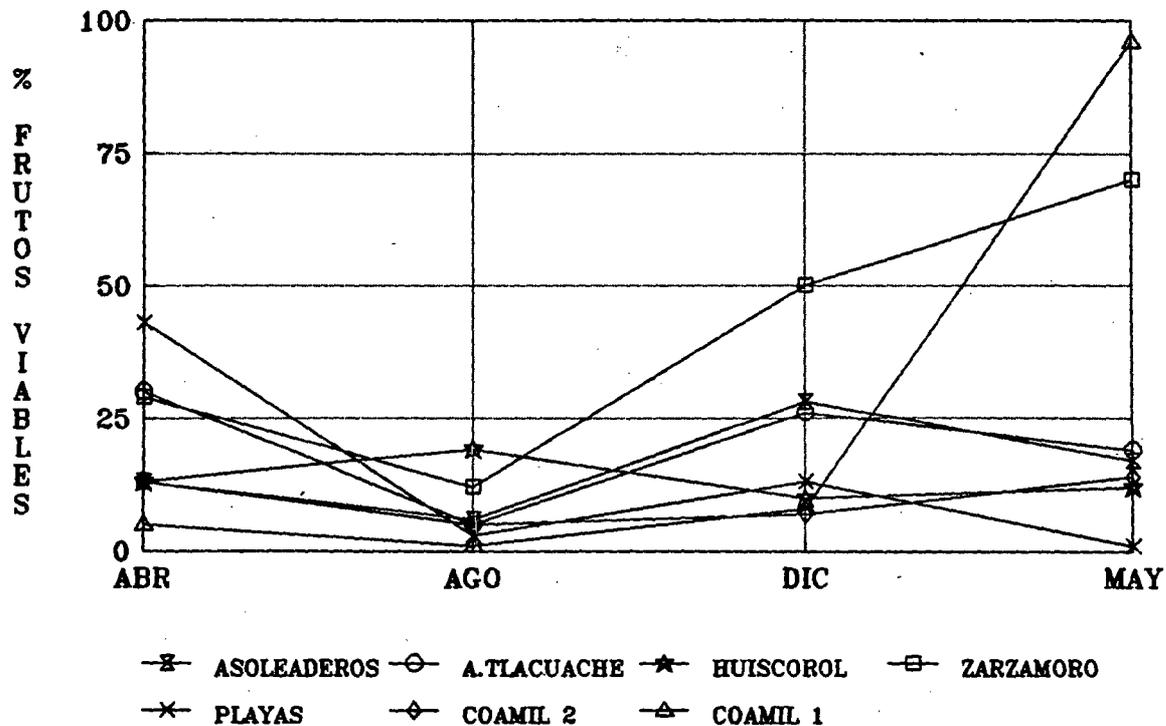


Fig. 6 Número de frutos de las muestras del banco de frutos de *Zea diploperennis* a través de un año. Muestras extraídas cada 4 meses.

algunos tratamientos de los meses de agosto y diciembre (Cuadro 3, figura 7). En los Análisis de Comparaciones Múltiples, en el mes de diciembre en las muestras de "El Zarzamoro" fue en el que hubo diferencias significativamente ($P < 0.05$) en relación a las otras muestras del banco de frutos de Zea diploperennis.

Cualquier fruto que cae al suelo y si se presentan los requerimientos de humedad adecuados puede germinar rápidamente, esto lo observamos en pruebas testigo de germinación (Fig. 8), que al quinto día, un promedio del 74% de los frutos habían germinado.

La entomofauna asociada al banco de frutos de Zea diploperennis se muestra en el cuadro 4. Fueron identificados sólo algunos organismos, ya que otros se desconocía su especie y se encuentran en identificación. Los más abundantes fueron larvas del Orden Coleóptera: la Familia Melolontidae con 41 individuos, después los organismos de la Familia Corylophidae con 32 individuos y por último el Orden Mollusca con 37 individuos.

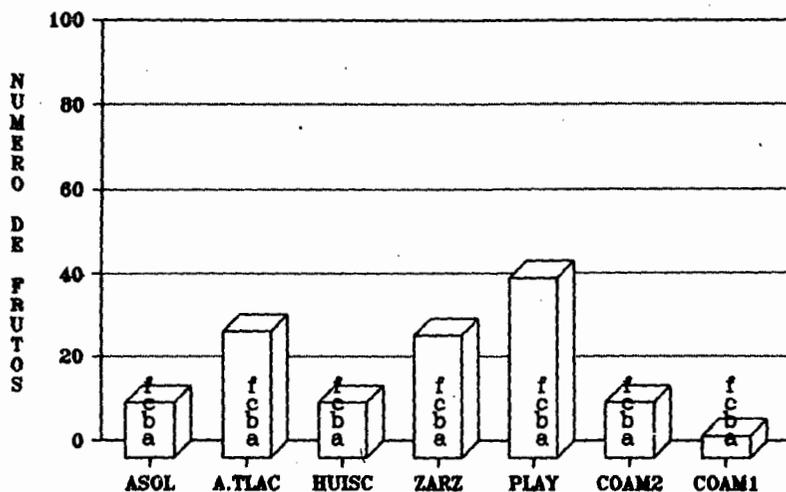
7.3. REMOSION DE FRUTOS

En la figura 9 se muestran las fracciones originales de los frutos colocados en las canastillas en abril de 1990 y su variación en el transcurso de dos meses. Después de un mes, el porcentaje de frutos removidos, varió en cada uno de los sitios como se puede observar en el cuadro 5. Del inicial 100% ($n=200 \times 2$ canastillas) de frutos viables colocados en igual forma en cada uno de los siete sitios, la mayor pérdida se presentó después del primer mes (Mayo). En este mes las canastillas que contenían frutos fueron los sitios "Asoleaderos del Tlacuache" (con 21.5% de frutos), "Las Playas" (con 24.5% de frutos) y "El Zarzamoro"

CUADRO 3. Resultados de los Análisis de Varianza de las muestras del banco de frutos de los 7 sitios con poblaciones de Zea diploperennis entre los meses de muestreo y sus respectivas profundidades (superficie, 5 y 10 cm).

TRATAMIENTOS	F. CALCULADA	PROBABILIDAD
ABRIL-AGOSTO	F= 1.70	P> 0.05
ABRIL-DICIEMBRE	F= 1.80	P> 0.05
ABRIL-MAYO	F= 1.06	P> 0.05
AGOSTO-DICIEMBRE	F= 3.71	P< 0.05
MAYO-DICIEMBRE	F= 1.18	P> 0.05

ABRIL



AGOSTO

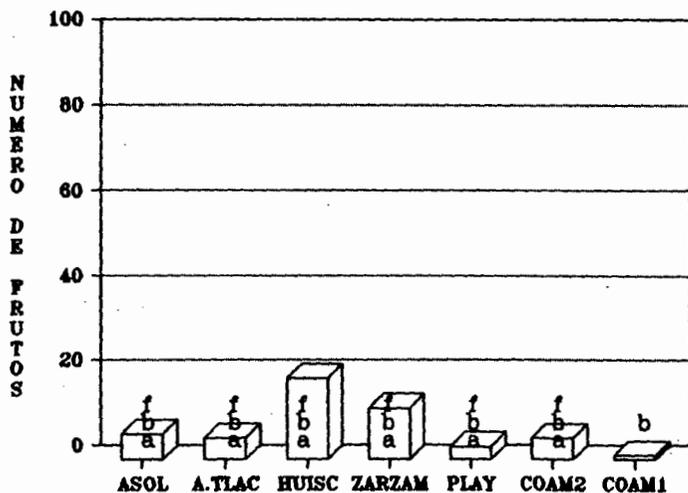
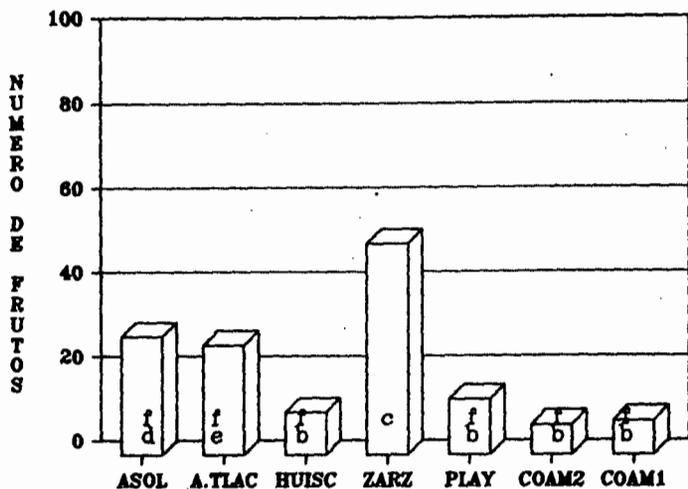
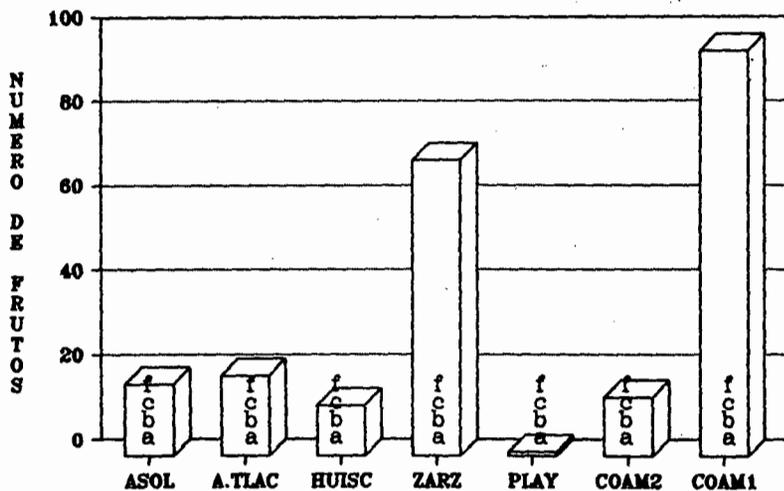


Fig. 7. Número de frutos de *Zea diploperennis* presentes en el suelo a través del tiempo. Letras diferentes significan diferencias significativas (Duncan) (P 0.05).

DICIEMBRE



MAYO



Continuación figura 7.

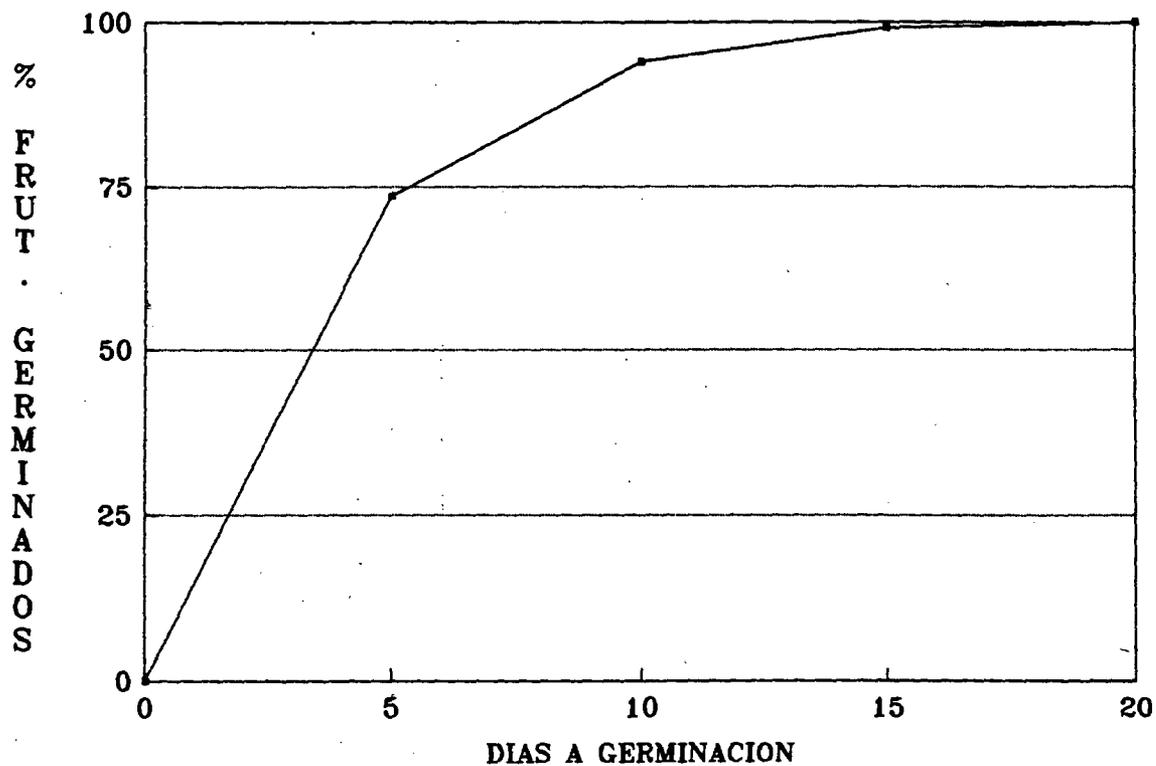


Fig. 8. Porcentaje acumulativo de frutos de *Zea diploperennis* germinados bajo condiciones controladas ($T=28.8^{\circ}\text{C}$). Los valores se derivan de los frutos que germinan a los 20 días (117=100%, n=168)

Cuadro 4. Entomofauna estacional asociada al banco de frutos de Zea diploperennis.

ORGANISMOS	TOTAL DE ORGANISMOS POR MUESTREO			
	ABR'90	AGO'90	DIC'90	ABR'91
Clase Chilopoda	9	1	0	5
Clase Myriapoda				
Estado larvario	0	0	0	0
Orden Diplopoda	7	13	9	0
Fam. Melolontidae				
Estado larvario	18	2	9	12
gen. <u>Phyllophaga</u> sp.	0	2	0	0
gen. <u>Anomala</u> sp.	0	1	0	0
Fam. Cydnidae				
gen. <u>Canthidium</u> sp.	3	13	1	1
Especie 2	0	0	0	5
Especie 3	0	0	0	1
gen. <u>Onthophagus</u> sp.	0	0	1	0
gen. <u>Onthophagus cabrolaris</u>	0	2	0	0
Fam. Carabidae				
Especie 1	2	2	1	1
Especie 2	1	0	1	0
Especie 3	0	0	2	0
Especie 4	0	0	1	0
Especie 5	0	0	0	2
Especie 6	1	0	0	0
Fam. Staphylinidae	1	2	3	0
Fam. Tenebrionidae				
<u>Tenebrionide eloedis</u>	0	2	0	0
<u>Tenebrionide</u> sp.	0	1	0	0
Orden Dermoptera				
Fam. Forficulidae	6	0	0	0
Fam. Elateridae	0	2	0	3
Estado larvario	0	0	0	2
Fam. Anobiidae	6	1	0	0
Fam. Curculionidae	1	0	0	0
Fam. Crisomelidae	3	0	0	0
Fam. Corylophidae	32	0	0	0
Fam. Trogoxetidae	1	0	0	0
Fam. Calimpeidae	1	0	0	0
Orden Hymenoptera	1	0	0	0
Orden Orthoptera	0	0	1	0
Orden Lepidoptera				
Estado larvario	1	0	0	0
Pupa	1	0	1	0
Orden Mollusca	8	6	7	16
Otros				
Larvas desconocidas	10	39	13	5
Pupas desconocidas	0	0	0	3

(con 17.5% de frutos). Los frutos en las demás canastillas fueron en su totalidad, removidos. La germinación ocurrió en el primer mes, representada con 1.04%, como se puede observar es un valor muy pequeño (Fig. 9).

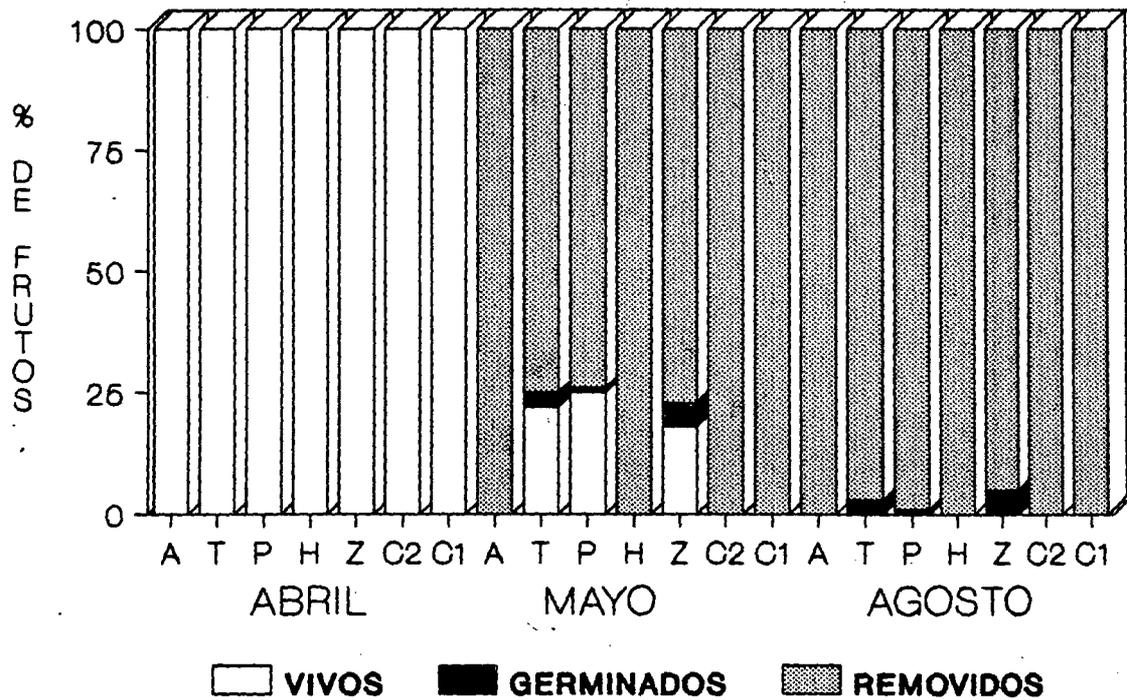


Fig. 9. Porcentaje promedio de frutos de *Zea diploperennis* a través del tiempo en los sitios con poblaciones de éste teocintle. A-Asoleaderos, T-A. del Tlacuache, P-Playas, H-Huiscorol, Z-Zarzamoro, C2-Coamil 2, C1-Coamil 1.

CUADRO 5. Remoción de los frutos de Zea diploperennis. Se muestra el porcentaje inicial de frutos y la variedad de éstos en algunos sitios al transcurrir los primeros meses de permanencia.

S I T I O	% DE FRUTOS EN DIFERENTES MESES		
	ABRIL	MAYO	AGOSTO
LOS ASOLEADEROS			
F. EXISTENTES	100	0	0
F. GERMINADOS	0	0	0
F. REMOVIDOS	0	100	100
LOS A. TLAQUACHE			
F. EXISTENTES	100	21.5	0
F. GERMINADOS	0	2.25	2.25
F. REMOVIDOS	0	76.25	97.75
EL HUISCOROL			
F. EXISTENTES	100	0	0
F. GERMINADOS	0	0	0
F. REMOVIDOS	0	100	100
LAS PLAYAS			
F. EXISTENTES	100	24.5	0
F. GERMINADOS	0	0.75	0.75
F. REMOVIDOS	0	74.75	99.25
EL ZARZAMORO			
F. EXISTENTES	100	17.5	0
F. GERMINADOS	0	4.25	4.25
F. REMOVIDOS	0	78.25	95.75
EL COAMIL 2			
F. EXISTENTES	100	0	0
F. GERMINADOS	0	0	0
F. REMOVIDOS	0	100	100
EL COAMIL 1			
F. EXISTENTES	100	0	0
F. GERMINADOS	0	0	0
F. REMOVIDOS	0	100	100
EN TODA EL AREA PARA EL MES DE MAYO:			
F. GERMINADOS		1.04%	
F. REMOVIDOS		98.96%	

8. DISCUSION.

Los trabajos sobre ecología de teocintles son muy pocos y ninguno incluye aspectos demográficos y por consiguiente, estudios realizados sobre el comportamiento de sus frutos en áreas naturales son bastante raros.

La importancia de las múltiples formas de regeneración de las plantas queda particularmente clara cuando se dirige la atención a los ciclos de vida de las especies perennes, muchas de las cuales se reproducen tanto de manera vegetativa como por semilla (Grime, 1982). Según Cavers (1983), las especies que poseen más de un solo mecanismo de sobrevivencia no son tan dependientes de los bancos de semillas. Sin embargo, para Zea diploperennis (perenne, con ambos tipos de propagación) tiene un gran potencial de que las poblaciones tengan un banco de frutos permanentes en diferentes sitios a donde es dispersado y enterrado (por ganado vacuno) (Benz et al., 1990), ya que la viabilidad de sus frutos enterrados después de un año, a 5 y 10 cm de profundidad es bastante alta como lo muestran los resultados de la figura 5, específicamente en lugares tales como el bosque mesófilo de montaña y el bosque de Pinus. En éstos lugares es posible que se induzca a los frutos a un tipo de latencia impuesta por el hábitat y sobre todo a 10 cm de profundidad que es en donde se mantiene relativamente constante y mayor viabilidad a través del tiempo (en ambos tipos de hábitat no fueron significativamente diferentes) (Fig. 5). Esta constancia de la viabilidad a través del tiempo se debe seguramente a la presencia de un dosel cerrado en ambos, las

condiciones que presentan éstos tipos de vegetación son relativamente estables y no presenta variaciones ambientales bajo el dosel, esto es ampliamente conocido para muchos tipos de bosques (Spurr y Barnes, 1982). Esto provoca que la viabilidad de los frutos en ambos hábitats se mantenga por un periodo más largo de tiempo. Las variaciones en el microhábitat impuesto no son tan drásticas en éstos sitios como es en el caso de la vegetación secundaria, en la cual las variaciones son muy cambiantes sobre todo en los primeros estratos de profundidad (Fig. 5). Los diferentes cambios estacionales, en consecuencia ambientales, que se presentan a través de los meses de muestreo: agosto (después de lluvias), diciembre (época fría) y abril (época seca) provocan cambios bruscos de temperatura, fotoperíodo etc., por lo que los frutos de los estratos superiores son los más afectados y pierden su viabilidad ante estas variaciones, dando por consecuencia que los frutos germinen o mueran. La localización de las semillas cerca de la superficie las expone a la luz, a fluctuaciones rápidas de temperatura y niveles de humedad, éstas estimulan la rápida germinación (Vicent y Cavers, 1978 en Weaver y Cavers, 1979), mortalidad (Cavers, 1983) y a la depredación (Harper, 1977).

Las fluctuaciones diurnas de la temperatura que experimenta una semilla enterrada se ve afectada fuertemente por la profundidad a que está enterrada y de las dimensiones de un claro. Es posible, sospechar que la capacidad de respuesta ante particulares amplitudes de fluctuaciones de temperatura en la obscuridad actúe como un mecanismo sensible a la profundidad y

también puede ser causa de que la germinación de las semillas enterradas se limite a los claros de determinadas dimensiones (Grime, 1982).

Es interesante hacer notar que, se ha sugerido (Weisson y Wareing, 1969b en Grime, 1982) que para algunas semillas los requerimientos de iluminación no son indispensables en el momento en que las semilla son liberadas de la planta, sino más tarde, después de un periodo de enterramiento en el suelo (Grime, 1982). No obstante Zea diploperennis no necesita tal periodo ya que inmediatamente de ser colectada presentó aproximadamente el 70% de germinación a los 5 días bajo condiciones controladas (Fig. 8).

En los experimentos de laboratorio llevados a cabo por Taylorson y Borthwick (1960, King (1975), Grime y Jarvis (1975) y Gorski (1975) observan, que la modificación del espectro de iluminación incidente podría ser suficiente para imponer la vida latente a ciertas especies de plantas y la germinación de las semillas de herbáceas ruderales (plantas que se desarrollan en sitios de pocas restricciones y toleran altas perturbaciones, como lo hace Zea diploperennis), (Iltis, 1986; Benz et al., 1990) se ven más fuertemente inhibidas por el denso follaje que otras especies (Grime, 1982). Parece razonable sospechar que, en la mayoría de las semillas enterradas, se induce la vida latente, en primer lugar, por la falta de luz. Sin embargo, el potencial para reemplazar plantas adultas es esencial. Si las semillas se encuentran enterradas de forma permanente y de manera muy profunda, éstas pueden fallar para ser un banco de semillas

enterradas efectivo; lo mismo se puede aplicar para algunas semillas persistentes en la porción aérea de la planta (Baker, 1989).

Mientras que la capacidad de reacción ante las fluctuaciones de temperatura en la obscuridad está ampliamente difundida entre las especies que forman bancos persistentes de semillas (Thompson y Grime, 1978), éste potencial está ausente en las especies con semillas extremadamente pequeñas, todas las que parecen tener requerimientos necesarios de luz (Grime, 1982).

En los meses de enero y mayo (temporada de sequía) aún no se dan las condiciones adecuadas de lluvia (Fig. 10) para que germinen los frutos. En los meses de junio y agosto germinan los frutos de Zea diploperennis, y de septiembre a diciembre se lleva a cabo la formación de frutos y su maduración (Sánchez-Velásquez y Jiménez, en preparación).

En muchas gramíneas (como los pastizales) tienen una alteración estacional adicional que resulta del pisoteo y la defoliación por animales domésticos o silvestres (Grime, 1982), ésto también ocurre con las poblaciones de Zea diploperennis en San Miguel (Benz, et al., 1990), en el caso de la ECLJ se sacó al ganado (100-150 cabezas) en 1988 (Jardel, 1991). En hábitats de este tipo, las semillas de la mayoría de gramíneas están presentes en el hábitat solamente durante la estación seca, y el muestreo superficial del suelo a intervalos durante todo el año revela una fuerte fluctuación anual en el contenido de semillas. El número de semillas germinables alcanza un mínimo durante la estación húmeda, al comienzo de la cual la germinación sincrónica

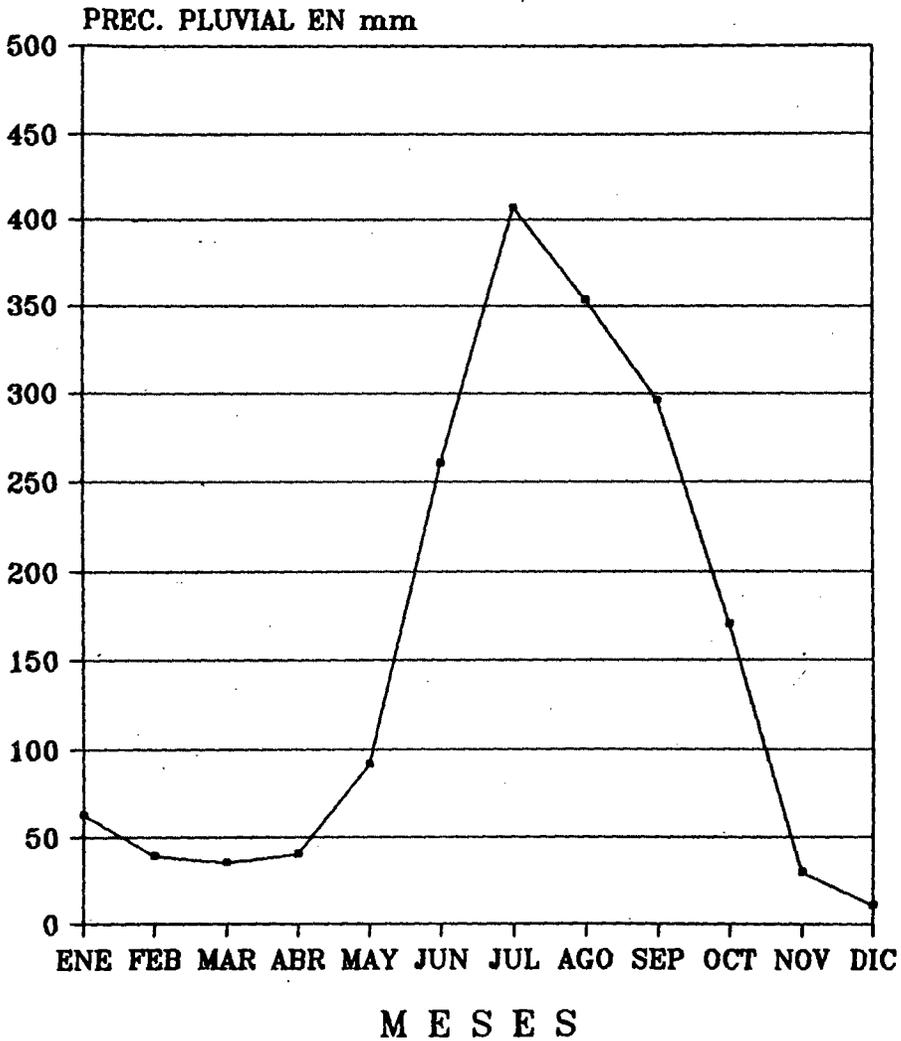


Fig. 10 Precipitación pluvial en la Estación Científica Las Joyas en el año 1990.

de toda la población de semillas produce la aparición de gran número de plántulas de gramíneas en las áreas de terreno desnudo formadas durante la estación seca precedente (Grime, 1982). Se ha observado que los nuevos cohortes de Zea diploperennis aparecen en los dos primeros meses de lluvia (junio-agosto) (Sánchez-Velásquez y Jiménez, en preparación).

El mes de diciembre es la época de la liberación de los frutos de Zea diploperennis y el número de éstos encontrados en este mes fue mayor en el sitio llamado el Zarzamoro, el cual quizá presenta esto por ser uno de los sitios que es más transitado por encontrarse cercano a las cabañas, además de que es muy visitado por la fauna silvestre (venado, conejo, etc.) del área (obs. pers.) y como es una especie asociada a perturbaciones quizá esto favorezca a que se de una mayor producción de frutos.

Las especies perennes de larga vida, tienen a menudo bancos de semillas temporales, mientras que especies de más corta vida (anuales) poseen un banco de semillas persistentes (Weaver y Cavers, 1979 citado por Cavers, 1983). Las semillas muy longevas pertenecen a especies anuales, generalmente arvenses; las semillas de especies perennes no sobreviven más de 5 años (Guevara, 1977). Como se ha visto, Zea diploperennis es una especie perenne en la que su banco de frutos es transitorio (Fig. 9) con potencial a tener un banco de frutos persistente (Fig. 5).

La importancia de la dispersión por animales es mostrada por la gran cantidad de energía invertida en la adaptación de muchas plantas para promover la dispersión por animales (Arms, 1982). Es

evidente que en un gran número de plantas existen adaptaciones que facilitan el transporte de las semillas por medio de ciertos animales en particular y se establece una gran diferencia entre los mecanismos de dispersión que implican la fijación al exterior del animal y aquellos en que la partícula dispersada es atractiva o comida, toda o en parte por animales (Grime, 1982).

La remoción tan alta que se da en estos sitios (Fig. 19) se debe principalmente a un agente que actúa como removedor Reithrodonthomys fulvescens, un roedor que por su tamaño tan pequeño obtiene los frutos incluso de las mismas mazorcas en los tallos de la planta, llegando a fabricar sus nidos entre éstos con hojas de la misma planta o de plantas de la vegetación circundante a los sitios. Las posibles funciones de depredador y dispersor se concluyen ya que al revisar sus nidos se han encontrado frutos completos y depredados, éstos últimos se han comparado con los frutos depredados que encontramos en el campo y, se vió que las muestras del nido depredadas coincidían (forma de abrir el fruto) con las del suelo. En los sitios con Zea diploperennis se ha encontrado también excretas de conejo y de venado, viéndose que éste último, puede posiblemente actuar como dispersor al igual que el ganado en la población de San Miguel. El venado ramonea gran cantidad de plantas de Zea diploperennis (obs. pers.) y los frutos podrían pasar por el tracto digestivo llegando a germinar después de que han sido excretados. Se establece una diferencia entre ciertas plantas en las que algunas o todas las semillas son capaces de sobrevivir al pasar a través de los intestinos de diversos animales. Las adaptaciones de las

plantas son fuertes para poder proteger a la semilla de la depredación. Plantas con este tipo de depredador usualmente producen muchas semillas, proveyendo así una buena oportunidad para algunas de las semillas de escapar (Arms, 1982; Janzen, 1969).

Se deduce que la dispersión por los animales tiene lugar a menudo como un preludio a la regeneración estacional y puede preceder a la incorporación a un banco de semillas enterradas o un banco de plántulas de crecimiento lento (Grime, 1982).

9. CONCLUSIONES

De los tipos de hábitats estudiados, los que mejor conservaron viables a los frutos fueron el bosque de Pinus y el bosque mesófilo de montaña, ya que las condiciones ambientales estables creadas por estos hábitats a 10 cm de profundidad mantienen latentes a los frutos. Parece ser que para ciertas especies a mayor profundidad de entierro se produce una latencia inducida (Vicent y Cavers, 1978 en Weaver y Cavers, 1979) que es a lo que se indujo con seguridad a los frutos con éste tratamiento. Por lo que se puede concluir que Zea diploperennis en estado de fruto sobrevive en diferentes hábitats al ser sometido a un tipo de latencia inducida a una profundidad donde no lo afecten las variaciones ambientales, como lo hace a 10 cm de profundidad. Aunque a través del tiempo se puede notar (Fig. 5) que el patrón a seguir en forma general en los 3 hábitats es que la viabilidad va disminuyendo en forma gradual con el tiempo e inversamente con la profundidad.

El teocintle Zea diploperennis presenta un banco de frutos transitorio, ésto se concluye ya que todo fruto que cae al suelo es inmediatamente depredado o germina (Fig. 9). El poco número de frutos que logra integrarse al suelo por diversos métodos tiene un tiempo limitado de vida latente en sitios de vegetación secundaria por las fluctuaciones tan drásticas que presenta el área sobre todo en los primeros estratos de profundidad. Lo que da lugar a sugerir que el banco de frutos de Zea diploperennis se da en la planta, ésto es entre los frutos que caen a la intersección de las ramas y los que se mantienen en el fondo de

las brácteas. Cuando el módulo se seca completamente y cae (generalmente en época de lluvias o un poco antes) los frutos ahí contenidos se dispersan cerca de donde cayeron e inmediatamente germinan (Fig. 9) en un lapso de tiempo muy breve. Si se producen aproximadamente 8 frutos por mazorca y caen 6 de éstos, quedan un promedio de 2 frutos que equivaldría al 25% de la producción, los cuales son un valor bastante representativo para integrar el banco de frutos (Sánchez-Velásquez, com. per.).

La entomofauna asociada al teocintle no actúa de manera directa con la dinámica de frutos, sólo son aparentemente, parte del entorno ecológico del sitio.

La cubierta dura (pericarpo) que posee el fruto permite que la semilla sobreviva al paso por el aparato digestivo de los animales como pasa con el ganado (Benz et al., 1990) que la ingieren completa, y como es depositada con una pila de fertilizante orgánico, germina sin ningún problema. Este mecanismo permite que el fruto sea dispersado a diferentes sitios de los que fue producido. El agente depredador Reithrodonthomys fulvescens roe la cubierta y come la semilla llegando a actuar en menor grado como dispersor; este organismo ingiere una gran cantidad de frutos, pero como la planta produce una gran cantidad de éstos, una parte sobrevive logrando incorporarse al suelo y formar parte del banco de frutos transitorios.

En la figura 11 se resume la dinámica de la población de frutos de Zea diploperennis bajo condiciones naturales. Los frutos en la mazorca pueden caer al suelo y formar parte del banco de frutos del suelo, pueden permanecer entre los tallos y

brácteas o ser removidos (ya sean dispersados o depredados). Esos a su vez pueden germinar y producir plántulas aunque éstas también se producen por medio de rizomas de individuos ya establecidos. Estas plántulas producen individuos reproductivos, los cuales por medio de la reproducción sexual producen nuevos frutos.

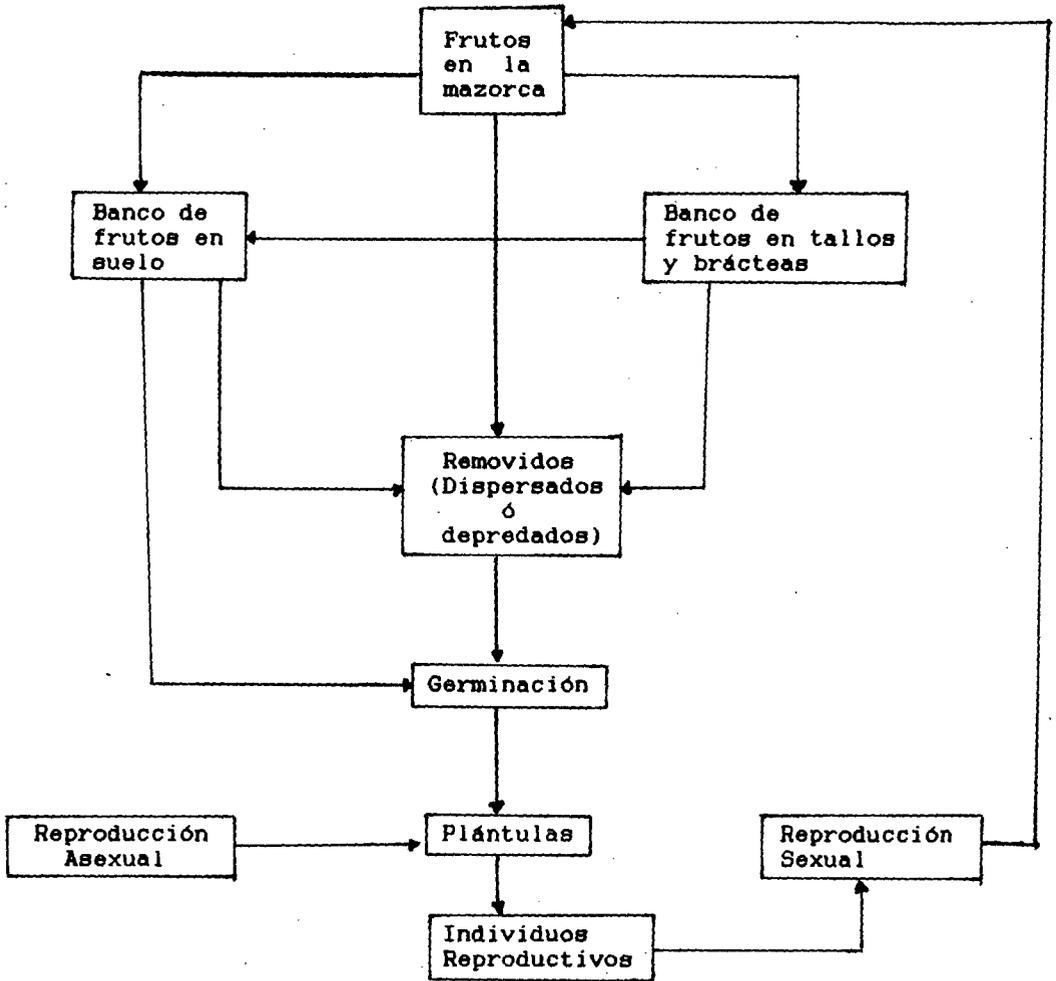


Fig. 11. Flujo de la población de frutos de Zea diploperennis en condiciones naturales.

10. BIBLIOGRAFIA.

- Altfinger, A. E. 1989. Seed bank, Survivorship and size distribution of a Nebraska population of Impatiens capensis (Balsaminaceae). American Journal of Botany 76(2):222-230.
- Anaya, C. M. 1989. El fuego en la regeneración natural del bosque de Pinus - Quercus en la Sierra de Manatlán, Jalisco. Tesis de Licenciatura, Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 76 p.
- Arms, K. y P. S. Camp. 1982. Biology. Development of the seed and fruit. Pp. 457-762. Segunda Edición. CBS. College Publishing.
- Baker, G. H. 1989. Some aspects of the natural history of seed bank. Pp. 9-21. In: Leck, A. M., T. V. Parker and R. L. Simpson. (Eds.) Ecology of Soil Seed Banks. Academic Press. Inc. San Diego, California.
- Baskin, J. M. y C. C. Baskin. 1989. Physiology of dormancy and germination in relation to seed bank ecology. Pp. 53-86. In: Leck, A. M., T. V. Parker and R. L. Simpson (Eds.) Ecology of Soil Seed Banks. Academic Press. Inc. San Diego, California.
- Bedoy, V. V. 1988. Entomofauna asociada a Z. diploperennis. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 67 p.
- Begon, M., J. L. Harper y C. L. Townsend. 1986. Ecology Individual, Populations and Communities. Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts. Pp.123-163.
- Benz, B. F., L. R. Sánchez-Velásquez y F. J. Santana-Michel. 1990. Ecology and ethnobotany of Zea diploperennis: Preliminary Investigations. Maydica 35:1-14.
- Benz, B. F. 1986. Taxonomy and Evolution of Mexican Maize. Thesis D. University of Wisconsin, Madison. 433 p.
- Bonner, F. T. 1985. Glosario de Términos sobre Germinación de Semillas para Especialistas en Arboles Semilleros. Southern Forest Experiment Station. Department of Agriculture. United States. 5 p.
- Brussard, P. F. 1991. The role of ecology in biological Conservation. Ecological Applications. 1(1): 6-12.
- Cavers, P. B. 1983. Seed demography. Canadian Journal of Botany 61: 3578-3590.

- Cook, R. 1980. The Biology of Seeds in the Soil. Pp. 107-126. In: Solbrig D. T. Demography and Evolution in Plant Populations. Pp. 107-126. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London.
- Cooms, J., D. N. Hall, S. P. Long y J. M. O. Scullock. Técnicas en fotosíntesis y bioproduktividad. Traducción al español de la 2a. edición en inglés. UNEP. Colegio de Postgraduados de Chapingo. México.
- Curtis, H. 1979. Biology. Plant reproduction, Development and Growth. Chapter 28. Third Edition. USA. Worth Publishers, Inc. 1043 p.
- Doebley, J. F. 1983. The maize and teosinte male inflorescence: a numerical Taxonomic Study Annals of the Missouri Botanical Garden. 170 (1):32-70.
- Doebley, J. F. 1990. Molecular systematics of Zea diploperennis (Gramineae). Maydica 35: 143 - 150.
- Fount-Quer, P. 1985. Diccionario de Botánica. 9a. reimpresión. Editorial Labor. Barcelona, España. 1244 p.
- García-Ruvalcaba, S. 1991. Utilización de hábitats por la avifauna y su relación con la estructura y el estado de sucesión de cuatro tipos de bosque en la Estación Científica Las Joyas (ECLJ) Sierra de Manantlán, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 72 p.
- Gómez-Pompa, A. y C. Vázquez-Yañez. 1976. Determinación del contenido de semillas en muestras de suelo superficial de una selva tropical de Veracruz, México. En Gómez-Pompa, A. y Vázquez-Yañez (Eds.). Regeneración de Selvas I. Pp. 112-203. Instituto de Investigación sobre Recursos Bióticos, Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología. CECSA. México.
- Grime, J. P. 1982. Estrategias de Adaptación de las Plantas y Procesos que Controlan la Vegetación. Edit. LIMUSA. 291 p.
- Guevara, F. E. 1977. Dinámica de poblaciones de semillas de Cordia elaeagnoides (DC), en una selva baja caducifolia. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. 99 p.
- Guzmán, R. 1982. El teocintle en Jalisco: Su distribución y ecología. Tesis de Licenciatura, Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 88 p.
- Halfpter, G. 1987. La Reserva de la Biósfera de Manantlán y la conservación in situ de los recursos bióticos. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural 39:17-34.

- Harper, J. L. 1977. Population Biology of Plants. Academic Press. Pp. 61 - 81.
- Hartnnet, D. C., y D. R. Richardson 1989. Population Biology of Bonamia grandiflora (Convolvulaceae): Effects of fire in plant and seed bank dynamics. American Journal of Botany 76(3):361-369.
- Hernández, V. S. 1991. Cambios estacionales en la abundancia de Dalbulus maidis (De Long y Wolcotf) y D. elimatus (Ball) (Homóptera; Cicadellidae), así como de sus parasitoides, sobre las hospederas Zea diploperennis y Zea mays. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 76 p.
- Hutchings, M. J. y I. K. Bradbury. 1986. Ecological Perspectives and Clonal Perennial Herbs. BioScience. 36(3):178-182.
- Iltis, H. H., J. F. Doebley, R. Guzmán y B. Pazy. 1979. Zea diploperennis (Graminae): A new teosinte from México. Science 303: 186-188.
- Iltis, H. H. y J. F. Doebley. 1980. Taxonomy of Zea (Gramineae). II Subspecific Categories in the Zea mays Complex and a Generic Synopsis. American Journal of Botany 67(6):982-993.
- Iltis, H. H. 1985. The maize Mystique-A Reappraisal of the Origin of corn. Contributions from the University of Wisconsin Herbarium. No.5. Madison, Wisconsin. 4 p.
- Janzen, D. H. 1969. Seed-eaters versus seed size, number, toxicity and dispersal. Evolution. 23:1-27.
- Jardel, P. E. (Coord). 1990. Estrategia para la Conservación de la Reserva Biósfera Sierra de Manatlán. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara. El Grullo, Jalisco, México. 279 p.
- Jardel, P. E. 1991. Perturbaciones naturales y antropogénicas y su justificación a la dinámica sucesional de los bosques de Las Joyas, Sierra de Manantlán, Jalisco. Universidad de Guadalajara. Tiempos de Ciencia. 22 (1):9-26.
- Jiménez-Gómez, R. G. (1991). Crecimiento y desarrollo de Zea diploperennis a partir de rizomas transplantados. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 102 p.
- Jiménez-Gómez, R. G., L. R., Sánchez-Velásquez y E., Cortéz. En proceso. Fenología de Zea diploperennis.

- Leck, L. M. A., T. V. Parker y R. L. Simpson. 1983. Ecology of Soil Seed Banks. Academic Press, Inc. San Diego, California. 462 p.
- Liddle, M. J., J. Parlage y A. Bulow-Olsen. 1987. A simple method for measuring diffusion rates and predation of seed on the soil surface. *Journal of Ecology*; 75: 1-8.
- Mangelsdorf, P.C. 1986. El origen del maiz. *Investigación y Ciencia* 121:64-70.
- Marzocca, A. 1985. Nociones Básicas de Taxonomía Vegetal. 1a. Edición. Editorial IICA. 106 p.
- Molina, M. C. 1990. Caracterización del banco de semillas de un pastizal con diferente grado de deterioro. Tesis de maestría, Centro de Botánica. Montecillo, Colegio de Postgraduados, México. 87 p.
- Moore, P. D., y S. B. Chapman. 1986. *Methods in plant ecology*. 2a.Ed. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 8:377-426
- Moreno, E. M. 1984. Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas. Instituto de Biología de la UNAM. Primera edición. 383 p.
- Moreno, M. P. 1984. Glosario Botánico Ilustrado. Instituto Nacional sobre Recursos Bióticos. Edit. CECSA. Xalapa, Veracruz. Pp. 142, 150-154.
- Moya, R. G. 1987. Evaluación de la presencia y daño de los insectos rizófagos de Zea mays sobre Zea diploperennis en la Sierra de Manantlán, Jalisco. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 68 p.
- NCSS. 1984. Number Cruncher Statistical System. Versión 4.1. Dr. Jerry L. Hintze. Kaysville, Utha, USA.
- Pérez-Solís, B. A. 1991. Estudio fitosociológico de Zea diploperennis en la Estación Científica Las Joyas. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 51 p.
- Quintero, A. A. L. 1988. Contribución al estudio sobre la formación de del suelo en la Estación Científica Las Joyas de la Sierra de Manantlán, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agricultura. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. 57 p.

- Rice, K. J. 1989. Impacts of Seed Bank: on Grassland Community Structure and Population Dynamics. Pp. 211-230. Chapter 10. In Leck, A. M., T. V. Parker y R. L. Simpson (Eds.). Ecology of Soil Seed Banks. Academic Press Inc. San Diego, California.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México. 432 p.
- Sánchez-Velásquez, L. R. y B. F. Benz. En revisión. Estudio autoecológico y demográfico para la conservación in situ de un teocintle en México. Laboratorio Natural Las Joyas. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. IBPGR.
- Sánchez-Velásquez, L. R. En prensa. Zea diploperennis: Mejoramiento genético del maíz, ecología y la conservación de recursos naturales. Tiempos de Ciencia.
- Sánchez-Velásquez, L. R. y R. G. Jiménez G. En preparación. Dinámica poblacional y Ecología de un teocintle rizomatoso (Zea diploperennis) de México. I. Flujo de la población y sobrevivencia (genet y módulos) en diferentes estados sucesionales y composición florística de las comunidades.
- Sánchez-Velásquez, L. R., J. A. Solís-Magallanes, Cortéz, F. E., R. G. Jiménez-Gómez, A. L. Cárdenas y M. P. Rosales-Almendra. En revisión. Efecto del cultivo tradicional del maíz sobre el crecimiento y desarrollo de Zea diploperennis. Biotrópica.
- Simpson, L. R. 1989. Seed banks: General concepts and methodological issues. Pp. 3-7. Chapter 1. In: Leck, M. A., V. T. Parker y R. L. Simpson. (Eds.) Ecology of Soil Seed Banks. Academic Press. Inc. San Diego, California.
- Spurr, S. A. y V. B. Barnes. 1982. Ecología Forestal. AGT. Editors S. A. Primera Edición. 690 p.
- Weier, T. E., G. R. Stoking y M. C. Barbour. 1983. Botánica. 5a. Edición. Editorial Limusa. 741 p.
- Weitstein, R. y K. Sussenguth. 1944. Tratado de Botánica Sistemática. Editorial Labor. Barcelona, España. 741 p.
- Weaver, S. E. y P. B., Cavers. 1979. Dynamics of seed populations of Rumex crispus y R. obtusifolius (Polygonaceae) in disturbed and undisturbed soil. Journal Applied Ecology 16:909-917.