

Informe final* del Proyecto C120

Proyecto piloto para el establecimiento de viveros in-situ para la propagación, conservación y comercialización de las cycadas *Dioon merolae* y *Ceratozamia norstogii* en la Reserva de la Biósfera La Sepultura, Chiapas

Responsable:	Dr. Miguel Ángel Pérez Farrera
Institución:	Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas Escuela de Biología Herbario Eizi Matuda
Dirección:	Libramiento Norte Poniente s/n, Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chis, 29039 , México
Correo electrónico:	miguel.perez@unicach.mx
Teléfono/Fax:	Tel y fax: 961-191210894
Fecha de inicio:	Enero 16, 1995
Fecha de término:	Septiembre 23, 1996
Principales resultados:	Cartografía, Informe final
Forma de citar** el informe final y otros resultados:	Pérez Farrera, M. A. y C. Tejeda Cruz. 1996. Proyecto piloto para el establecimiento de viveros in-situ para la propagación, conservación y comercialización de las cycadas <i>Dioon merolae</i> y <i>Ceratozamia norstogii</i> en la Reserva de la Biósfera La Sepultura, Chiapas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Escuela de Biología. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. C120. México D. F.

Resumen:

El proyecto tuvo como objetivo fundamental la propagación y conservación de dos especies de cycadas amenazadas: *Dioon merolae* y *Ceratozamia norstogii*, mediante el establecimiento de viveros in situ en las comunidades de la zona de amortiguamiento de la reserva. Se trabajaron con 3 comunidades que se localizan dentro de la reserva: ejido Nueva Independencia, ejido Tres Picos y ejido La Sombra de la Selva, todos pertenecientes al municipio de Villaflores y con una comunidad fuera de la Reserva: ejido Andrés Quintana Roo, municipio de Jiquipilas, Chiapas. Dentro de los resultados más sobresalientes fueron la realización de un mapa de distribución de las especies que se localizan en la reserva, un manual de propagación y cultivación y el establecimiento de 4 viveros in situ de *D. merolae* y *C. norstogii*. Se capacitaron a más de 70 campesinos en cultivo y monitoreo de poblaciones de estas plantas. Se realizaron algunos estudios preliminares sobre la ecología de *C. norstogii* y *D. merolae*. Se propagaron cerca de 77,000 semillas de *C. norstogii* y 3,200 semillas de *D. merolae*.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

**INSTITUTO DE HISTORIA NATURAL
DEPARTAMENTO DE AREAS NATURALES**

INFORME FINAL DE ACTIVIDADES

PROYECTO CONABIO C120

**"PROYECTO PILOTO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE
VIVEROS *in situ* PARA LA PROPAGACION, CONSERVACION Y
C Mercializacion DE LAS CYCADAS *Dioon merolae* y
Ceratozamia norstogii EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA LA
SEPULTURA, CHIAPAS"**

FINANCINAMIENTO:

C O N A B I O

RESPONSABLE

BIOL. MIGUEL ANGEL PEREZ FARRERA

CO RESPONSABLE: M.V..Z. CARLOS TEJEDA CRUZ

PROMOTOR: NEVIN COUTIÑO LOPEZ

**COLABORADOR Y ASESOR: DR. ANDREW P. VOVIDES
INSTITUTO DE ECOLOGIA, A.C.
XALAPA, VER.**

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS.

ENERO DE 1995.

INTRODUCCION

La Reserva de la Biosfera La Sepultura, se localiza en el extremo Noroeste de la Sierra Madre de Chiapas, entre las coordenadas 16°00'18" y 16°29'01" de latitud Norte y las coordenadas 93°24' 34" y 94°07' 35" de longitud Oeste. Limita al Norte con la Depresión Central y al Sur con la Planicie Costera del Pacífico, al Oeste con el Estado de Oaxaca y al Este con las faldas del cerro La Placa y la Cañada del río San Vicente. Abarcando una superficie de 167,309-86-25 hectáreas, comprendiendo los municipios de Arriaga y Tonalá en la vertiente del Pacífico y Cintalapa, Jiquipilas, Villaflores en la Vertiente del Golfo (Diario Oficial de la Federación, 6 de junio de 1995) (Figura 1).

La Reserva presenta una rango altitudinal que va desde los 25 msnm hasta los 2550 m de altura alcanzada por el Cerro Tres Picos, destacan también por su altitud los cerros El Caracol (1.950 m), La Palmita (1,650 m), Chumpipe (1,960 m), Hojas Moradas (1,940 m) y Las Minas (1,400 m) (SPP/INEGI, 1982).

La geología de la Reserva, está representada casi totalmente por rocas ígneas intrusivas (granitos) del Paleozoico, estando presentes en el cerro Tres picos rocas ígneas extrusivas ácidas (volcánicas) del Triásico, así como suelos sedimentarios y volcanosedimentarios del Cuaternario (SPP/INEGI, 1980).

Están presentes en la reserva los siguientes tipos de climas: cálido subhúmedo, semicálido subhúmedo, cálido húmedo, semicálido húmedo y templado húmedo (INEGI/SPP, 1981).

Entre los principales ríos de la región destacan El Tres Picos, El Tablón, Catarina y El Sierra Morena que forman parte de la Cuenca del Grijalba-Tuxtla Gutiérrez. Por otra parte, los ríos Zanatenco, La Mica, Las Arenas y Tiltepec, forman parte de la cuenca hidrológica del Mar Muerto en la Costa del Pacífico Chiapaneco (SPP/INEGI, 1982).

La mayor parte de la Reserva, está conformada por el litosol (asociado a regosoles y luvisoles), en algunas cañadas en la Vertiente del Pacífico, se encuentran cambisoles asociados a feozems (SPP/INEGI, 1981).

De acuerdo a la nomenclatura de Miranda y Hernández X., (1963) están presentes en la reserva los siguientes tipos de vegetación: selva mediana y baja perennifolia (selva de niebla), páramo, encinares, pinares, bosque caducifolio, selva alta perennifolia, selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia.

El presente proyecto se realizó en cuatro comunidades ejidales, tres de ellas que se localizan dentro de la recien

decretada Reserva de la biosfera La Sepultura, Chiapas, México. Dichas comunidades son: Ejido La Sombra, Ejido Tres Picos y Ejido Nueva Independencia, todos ellos pertenecientes al municipio de Villaflores (figura 2) y en un ejido fuera de la reserva ejido Andrés Quintana Roo, municipio de Jiquipilas, Chiapas (figura 3).

EJIDO NUEVA INDEPENDENCIA.

Este ejido, se localiza en el Municipio de Villaflores, Chiapas, dentro de las coordenadas 16°12'35" Latitud Norte y 93°35'35" Longitud Oeste. Presenta una altitud de 1200 msnm en el núcleo de población (figura 4)

Los tipos de vegetación que se encuentran dentro del ejido de acuerdo a Miranda y Hernández X. (1963) son: Selva alta perennifolia, Selva mediana subperennifolia, Selva mediana y baja perennifolia (bosque de niebla), Bosque caducifolio.

La actividad económica principal del ejido es el cultivo de café de sombra y como actividad secundaria llevan a cabo cultivo de maíz y frijol; y como actividad complementaria se encuentra el corte de palma comedor y la cacería.

EJIDO LA SOMBRA DE LA SELVA

El ejido La Sombra de la selva, se localiza en el Municipio de Villaflores, Chiapas, en las coordenadas 16°20'57" Latitud Norte 93°37'12" Longitud Oeste, presenta una altitud de 927 msnm en el núcleo poblacional (figura 5).

Los tipos de vegetación que se encuentran en este ejido son: Selva baja caducifolia, bosque de pino encino, pinares, encinares y selva mediana subperennifolia.

La actividad económica principal del ejido es la agricultura de temporal (cultivo de maíz, frijol y calabaza), y como actividad complementaria está la cacería y la ganadería.

EJIDO TRES PICOS

El ejido Tres Picos, se localiza en el Municipio de Villaflores, dentro de las coordenadas 16°10'01" Latitud Norte 93°35'10" Longitud Oeste. Presenta una altitud de 950 msnm en el centro de población (figura 6).

Los tipos de vegetación que se encuentran en este ejido son: bosque de pino-encino, selva mediana subperennifolia, pinares, encinares, selva mediana y baja perennifolia (bosque de niebla),

bosque caducifolio.

Las actividades económicas principales del ejido son: la agricultura de temporal (cultivo de maíz y frijol), el cultivo de café como actividad secundaria se encuentra la ganadería y como actividad complementaria esta la cacería y el corte de palma camedor. Además, recientemente, cuentan con un permiso para el aprovechamiento de madera de pino y cedro.

EJIDO ANDRES QUINTANA ROO

Localizado en el Municipio de Jiquipilas, Chiapas, en las coordenadas $16^{\circ} 34'$ y $16^{\circ} 38'$ Latitud Norte y $93^{\circ} 30'$ y $93^{\circ} 36'$ Longitud Oeste, con un rango altitudinal de 550 a 1000 msnm.

Los tipos de vegetación presentes en este ejido son: selva baja caducifolia (figura 7), selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia, bosque de pino encino, encinares y pinares.

La principal actividad económica en el ejido es la agricultura de temporal (maíz, frijol, cacahuate, calabaza y tomate), y como actividad complementaria a la ganadería.

A) RECORRIDOS EXPLORATORIOS

Durante los meses de febrero, marzo, abril, mayo y junio, se realizaron recorridos exploratorios dentro de la reserva La Sepultura con el fin de localizar las poblaciones de cycadas y determinar su estado de conservación para un manejo sustentable a futuro. Además, se recorrieron las superficies de los ejidos involucrados en el proyecto, con la finalidad de ubicar las poblaciones de Cycadas dentro de los mismos, realizándose estos con el apoyo de los ejidatarios, lo que a su vez contribuyó a capacitarlos en la colectar de semillas de cycadas. Se detectaron tres poblaciones de *Dioon merolae* en el ejido La Sombra y una en el ejido Andrés Quintana Roo, una Población en el Cerro La Vela (municipio de Arriaga) cerca del ejido Tierra Libertad, una población en la Estación de Microondas Las Minas (municipio de Cintalapa), una en el Cerro de La Placa en el ejido Raymundo Flores (municipio de Tonalá), y una población en el cerro Quiebracanilla (municipio de Villaflores) cerca del ejido Francisco Villa.

Con lo que respecta a *Ceratozamia norstogii*, se localizaron varias poblaciones dentro de la reserva; se localizaron, 6 poblaciones en el ejido La Sombra, 3 poblaciones en el ejido Tres Picos, 3 poblaciones en el ejido Nueva Independencia, municipio de Villaflores, una población en el ejido Tierra y Libertad, municipio de Villaflores, una población en el ejido Sierra Morena, Municipio

de Villaflores, una población en el ejido Michoacán, municipio de Jiquipilas.

B) DETERMINACION DE ÁREAS Y SITIOS DE COLECTAS

Para la colecta de semillas de *D. merolae* se determinaron tres zonas en el ejido La Sombra y ocho zonas en el ejido de A. Quintana Roo.

Para la colecta de semillas de *C. norstogii* se detectaron cuatro zonas de colectas en el ejido La Sombra y Tres Picos y dos zonas para el Ejido Nueva Independencia.

C) MONITOREO DE POBLACIONES

Febrero: Durante el monitoreo de las poblaciones de *C. norstogii* se detectaron poblaciones con conos femeninos abortivos (conos femeninos que no fueron polinizados), resultando en semillas no polinizadas (sin embrión), conos inmaduros (conos femeninos con semillas prepolinicas) y conos masculinos maduros (conos en el cual las cámaras polínicas o microesporangios están empezando a liberar el polen). Esto se presentó en los ejidos de Nueva Independencia, Tres Picos y La Sombra.

Marzo: Durante el monitoreo de las poblaciones de *D. merolae* en el

ejido La Sombra, se detectaron 13 conos femeninos inmaduros y algunos conos masculinos en fase de posmaduración (microstrobilo con algunos microsporangios totalmente secos y abiertos). Los conos femeninos de esta cycada, generalmente son más grandes que los de *C. norstogii*; estos, son de color verde, lanosa cuando están inmaduros (figura 8), ovoides y se torna, a un color café cuando están maduros, los megasporofilas se abren y liberan las semillas.

Abril: Durante el monitoreo de las poblaciones de *C. norstogii* se encontraron conos femeninos pre-maduros (conos femeninos polinizados. Las semillas presentan un cotiledón semidesarrollado). Estos presentan un tamaño más grande de color verde claro, que se torna a un color café-vino cuando estan maduro. Los conos se encuentra en medio de la corona de hojas y son en forma de tambor, con dos espinas en forma de cuernos en la parte terminal de los megasporófilos.

Así mismo se monitorearon dos poblaciones de *D. merolae* y dos poblaciones de *C. norstogii* en el ejido La Sombra. Los cuatro conos muestreados de *D. merolae* presentaron semillas con óvulos recién polinizados (figura 9). En el monitoreo de *C. norstogii* se localizaron y observaron conos masculinos en plena fase de maduración. Esto se caracteriza porque los microesporofilos de los microstrobilos se abren y liberan el polen. Así también se localizarán conos femeninos inmaduros en fase receptiva (es decir

cuando el cono está en condiciones de ser polinizada) (figura 10). Los megasporófilos del cono femenino se abren y el cono femenino es polinizado, por algunos insectos todavía no identificados.

También, se observó herbivoría por larvas de la mariposa de la especie *Eumaeus debora* en ambas especies de cycadas (figura 11). Estas larvas comen los folíolos de las hojas, dejándolas completamente sin hojas en los meses secos (marzo, abril, mayo), esto puede presentar una ventaja a la planta, ya que esta ausencia de hojas probablemente reduce la pérdida de agua en los meses de sequía y estimula la producción de hojas en los meses de lluvia.

Además, se observó el corte de hojas de *D. merolae* (figura 12) en el ejido La Sombra, que es llevado a cabo por los habitantes del municipio de Suchiapa, Chiapas como parte del rito religioso que practican el día de la Santa Cruz (3 de mayo), en su localidad (figura 13). No se observó la extracción de plantas adultas de esta cycada, que años anteriores se llevaba a cabo y la población empezaba a terminar. Con este proyecto se está implementando, junto con los ejidatarios del ejido La Sombra, un programa de vigilancia para que la extracción sea únicamente de hojas maduras durante dicho ritual, lo que al parecer no afecta significativamente a estas plantas.

Por otra parte, se monitorearon dos poblaciones de *D. merolae*

en el ejido A. Quintana Roo. Se localizaron 6 conos femeninos cuyo muestreo reveló semillas inmaduras, observándose las cámaras de los arquegonios (óvulos recién polinizados) (figura 9).

Así mismo, se caracterizó el tipo de vegetación donde se encuentra la población de *D. merolae* en el ejido A. Quintana Roo: En el estrato arbóreo los elementos predominantes son: *Plumeria rubra* L.; *Pseudobombax ellipticum* (H.B.K.) Dugand, *Acacia pennatula* (S & C) Beth.; *Ceiba aesculifolia* (H..B.K.) Britt. & Baker; *Cochlospermum vitifolium* Willd ex spreng. Para el estrato arbustivo los elementos predominantes son: *Bursera bipinnada* (S & M:) Engl.; *Hechtia schoottii* (Baker ex Hemsley, *Agave* spp.; *Anthurium schlenchtendalii* Kunth y para el estrato herbáceo, los elementos dominantes son: *Anemia oblongifolia* (Cav.) Sw. *Anemia hirsuta* (L.) Sw.; *Cheliantes* sp.; *Melocactus ruestii* Schumann; *Mammíllaria* sp., *Portulaca pilosa* L.; *Begonia* sp.; *Lygodium venustum* Sw.

Mayo: Se continuó con el seguimiento del desarrollo de los conos femeninos de las poblaciones de cycadas en los ejidos donde se estuvo desarrollando el proyecto. Además, en este mes se observó herbivoría en las poblaciones monitoreadas.

Junio: En este mes, además del seguimiento del desarrollo de los conos femeninos de las cycadas en las poblaciones a coleccionar, se

parte Noroeste del ejido de La Sombra, en encinares a una altitud de 900 msnm. Son poblaciones pequeñas de 20 individuos aproximadamente donde se encontraron 6 conos femeninos en proceso de maduración, por lo que pueden ser usadas dentro del proyecto en forma moderada.

Se observó, además, en estas poblaciones herbivoría por larvas de *E. debora* en hojas tiernas de *D. merolae*. Aunque este fenómeno se observó con más frecuencia, en los meses de seca, aún pudo observarse esto en los primeros días de los meses de lluvia, no obstante, esto se presenta en mucho menor frecuencia.

Julio: Se monitorearon dos poblaciones de *D. merolae*, en el ejido de A. Quintana Roo. En los conos muestreados, las semillas presentaron un embrión (probembrión) con el suspensor con los cotiledones diferenciados (figura 14). Esto mismo, se presentó en las poblaciones monitoreadas en el ejido La Sombra en 4 conos femeninos muestreados al sur del ejido.

Dentro de las actividades de monitoreo de poblaciones se realizó un estudio preliminar sobre la estructura poblacional de *C. norstogii* en el ejido Tres Picos en 4 cuadrantes de 20X20 m. en una población seleccionada para colecta de semillas que se encuentra en bosque de encino. Los resultados preliminares indican lo siguiente:

Se estudiaron 198 individuos de los cuales el 30.3 % corresponde a plántulas, el 13.13 % a juveniles y el 56.56 % a adultos. Existe una relación macho-hembra en una proporción 2:1. En la población total se detectaron 27 hembras, 52 machos y 47 individuos indeterminados (ver tabla 1,2,3).

La determinación del sexo de los individuos adultos fue por la presencia de estructuras reproductivas (conos), lo que en el caso de los individuos femeninos nos puede arrojar datos sobre la producción esperada de semillas. Con el dato preliminar de 3250 semillas por cono (obtenido del conteo de dos conos únicamente) multiplicado por el total de conos (hembras detectadas) tenemos la cifra de 6,750 semillas en 1,600 metros cuadrados (4 cuadrantes de 20X20), lo que nos arroja una producción óptima probable de 42,187.5 semillas por hectárea, en poblaciones con las características antes mencionadas.

Agosto: Durante el monitoreo de las poblaciones de *C. norstogii* en el ejido Tres Picos y La Sombra, se encontraron conos femeninos maduros (figura 15a), colectando sus semillas para la siembra. En la población muestreada en el ejido La Sombra se encontraron las semillas maduras pero con los embriones semidesarrollados (El embrión se presentó con el suspensor con los cotiledones diferenciados) (figura 15b), esto se debe posiblemente al letargo por embrión no desarrollado que se presenta de manera natural en

algunas especies de cycadas.

También, se monitorearon dos poblaciones de *D. merolae* en el ejido de A. Quintana Roo. Las semillas de los conos monitoreados presentaron los embriones con suspensores y los cotiledones diferenciados.

Septiembre: Se monitorearon tres poblaciones de *Ceratozamia norstogii* en el ejido Tres Picos, dos poblaciones en el ejido Nueva Independencia y tres poblaciones en el ejido La Sombra de la Selva. Dentro de estas actividades se detectaron poblaciones con conos femeninos con semillas maduras (figura 16).

Así también se monitorearon dos poblaciones de espadaña *Dioon merolae* en el ejido La Sombra y dos poblaciones en el ejido de Andrés Quintana Roo.

Octubre: Durante este mes se monitorearon otras poblaciones de Cycadas que se localizan dentro de la ampliación de la reserva La sepultura, con lo cual fue posible la localización de una nueva especie de cycada. Esta especie tiene la peculiaridad de presentar el peciolo, raquis retorcido, así como también presentar foliolos falcados y acanalados, menos de 5 mm de ancho (figura 17). Así también dentro de este mes de actividad se localizó una población natural de *Zamia herrerae* dentro de la reserva, en el ejido

Raymundo Flores, municipio de Tonalá. Cycada reportada para El Salvador y en Chiapas solamente se había localizado una población en el Soconusco.

Noviembre: Se monitoreó una población de *Ceratozamia* que se había visitado el año pasado y se sospechaba que se trataba de una nueva especie, sin embargo en ese momento no pudo definirse puesto que no presentaban los conos masculinos y femeninos. Posteriormente, se visitó la población, observando los conos masculinos y femeninos, definiéndose como una nueva especie (figura 18).

Dentro de las actividades de monitoreo se localizaron conos maduros de *C. norstogii*, colectándose sus semillas en los ejidos de: Nueva Independencia, Tres Picos y La Sombra.

Diciembre: Se monitorearon, tres poblaciones de *Dioon merolae* en el ejido A. Quintana Roo. Dentro del monitoreo se localizaron 10 conos femeninos, encontrándose semillas maduras (figura 19) , las cuales, fueron colectadas para el establecimientos de los viveros.

Así mismo se monitorearon 3 poblaciones de *D. merolae* en el ejido La Sombra de la Selva, colectándose 9 conos femeninos de esta cycada.

Dentro de las actividades de monitoreo se definieron zonas de

colectas, se localizaron, nuevas poblaciones, especies nuevas de cycadas y definición de la situación de las poblaciones naturales de *Dioon merolae* y *Ceratozamia norstogii* que se encuentran dentro de la reserva. Además, se determinaron las principales amenazas de estas dos especies en su hábitat natural. También se empezaron a realizar los primeros estudios ecológicos de *Ceratozamia norstogii* en dos poblaciones diferentes dentro de la reserva.

Las principales amenazas a las poblaciones naturales de Cycadas en la zona de estudio son las siguientes:

- Las quemadas no controladas que ocasionan incendios, en su mayoría superficiales, pero que llegan a eliminar la mayoría de las plántulas en las poblaciones afectadas, y cuya reincidencia ocasiona la muerte de plantas adultas.
- Se tienen reportes de incursiones en años pasados de traficantes de plantas dentro de lo que ahora es el territorio de la Reserva de la Biosfera La Sepultura, por lo que se presume que este es un peligro latente.
- El avance de la frontera agropecuaria, que elimina la cobertura forestal original incluyendo a las poblaciones de Cycadas.

Así también, se recopilaron datos y realizaron algunas

observaciones sobre los posible: agentes dispersores de *C. norstogii*. Estos datos parecen indicar que en la dispersión y escarificación natural de las semillas de esta plantas se encuentran involucrados ciertos mamíferos como el jabalí de collar (*Tayassu tajacu*). No se realizaron observaciones directas, pero sí se encontraron algunas evidencias de ello como conos y semillas masticados donde un alto porcentaje de semillas escarificadas con respecto a las semillas masticadas, además del testimonio verbal de los pobladores locales.

Así mismo, se han generado otros datos de gran importancia como algunas observaciones fenológicas de estas dos especies y de su agente polinizador, identificando sus agentes polinizadores, como escarabajos del grupo de langúridos y cucurliónidos En *Dioon merolae* se ha identificado el agente polinizador como un *Parallocorynus* sp.(ver tabla 6) (ver carta del Fairchild Tropical Garden).

D) CAPACITACION.

Durante los meses de febrero, marzo y abril se impartieron pláticas a más de 70 viveristas ejidatarios para la capacitación de la colecta de semillas de la cycada *Ceratozamia norstogii* en los ejidos de Nueva Independencia, Tres Picos y La Sombra de la Selva

meses de octubre noviembre y Diciembre a más de 30 ejitarios para capacitarlos en la colecta de semillas de *Dioon merolae* en los ejidos de La Sombra y A. Quintana Roo.

Las pláticas, se realizaron en reuniones extraejidales para la formación de grupos de trabajo y para la capacitación en el manejo de estas dos cycadas en los cuatro ejidos. Específicamente, las pláticas impartidas se refieren a: forma de colecta, cultivo y propagación de semillas de estas dos cycadas, construcción de viveros y los mecanismos que se van ha manejar sobre el mantenimiento del vivero y comercialización. También se realizaron talleres y demostraciones prácticas sobre estos mismos temas (figura 20). Así también, se analizaron algunas problemáticas productivas y económicas que presentan los ejidos. También se despejaron algunas dudas sobre el manejo de este proyecto y la finalidad que persigue, realizando esto, con el material de apoyo fotográfico (diapositivas y un proyector de transparencias). También se dieron algunas pláticas sobre conservación de suelos y sobre las actividades y objetivos que persigue y realiza el Instituto de Historia Natural dentro de la reserva la biosfera La Sepultura, Chiapas.

E) VISITA DEL ASESOR Y COLABORADOR DEL PROYECTO

El asesor y colaborador del proyecto Andrew P. Vovides realizó

dos visitas durante el desarrollo del proyecto:

Abril: en este mes, se realizó una visita a dos comunidades involucradas dentro del proyecto: ejido La Sombra y Ejido Andrés Quintana Roo. Durante esta visita, se supervisó al vivero del ejido La Sombra y se monitorearon dos poblaciones de *C. norstogii* y una población de *D. merolae*. Se llevó a cabo, también, una visita a las poblaciones de *D. merolae* del ejido Andrés Quintana Roo, municipio de Jiquipilas.

Noviembre: En esta visita, se impartieron pláticas sobre conservación a los viveristas ejidatarios en tres comunidades involucradas del proyecto: La Sombra, Nueva Independencia y Tres Picos. Así mismo, se realizó una supervisión a los viveros del ejido La Sombra (figura 21).

Durante la estancia en el ejido La Sombra, se monitorearon las poblaciones de *Dioon merolae* y supervisaron los viveros del ejido de *Ceratozamia norstogii*.

Así mismo, en el ejido Tres Picos, se visitó a una población de *Ceratozamia norstogii*, localizada en el sur del ejido Tres Picos.

F) CONSTRUCCION Y ESTABLECIMIENTO DE VIVEROS

Durante los meses de febrero y marzo se construyó el vivero en el ejido La Sombra. Para los meses de agosto y septiembre, se construyeron los viveros en el ejido Tres Picos y Nueva Independencia para el establecimiento de viveros de *Ceratozamia norstogii* (figura 22).

En los meses de noviembre y diciembre se construyeron los viveros de *Dioon merolae* en el ejido La Sombra y ejido Andrés Quintana Roo.

Se estableció un vivero de *C. norstogii* con 10 camas germinativas en el ejido Nueva Independencia, un vivero con 8 camas germinativas en el ejido Tres Picos, un vivero con 27 camas germinativas en el ejido La Sombra de la Selva (figura 23,24).

Así mismo, se estableció un vivero de espadaña *D. merolae* con una cama germinativa en el ejido La Sombra y un vivero con 27 camas germinativas en el ejido Andrés Quintana Roo (figura 25).

En los viveros construidos, las camas germinativas tienen una dimensión aproximada de 1 m de ancho por 4 metros de largo, con espacios de 50 cm entre una cama y otra. Además, se colocaron, enramadas hechas con materiales de la región con la finalidad de

proteger a las plántulas del sol directo y evitar una alta mortalidad de plántulas.

G) COLECTA DE SEMILLAS

Se colectaron, cerca de 3,000 semillas maduras de *Amenduai Ceratozamia norstogii*, en el ejido Nueva Independencia; cerca de 14,000 semillas maduras en el ejido de Tres Picos y cerca de 90,000 semillas de esta cycada en el ejido la Sombra de la Selva (figura 26).

Con lo que respecta a la colecta de semillas de espadaña *Dioon merolae*, se colectaron aproximadamente unas 1,200 semillas maduras de esta cycada en el ejido La Sombra de la Selva y cerca de 2,000 semillas en el ejido Andrés Quintana Roo (figura 27).

El número total de semillas maduras colectadas de *C. norstogii* fue de más 100,000 en los tres ejidos. Mientras que el número total de semillas maduras colectadas de *D. merolae* fue de aproximadamente 3,200 en los dos ejidos (ver tabla 4,5).

H) SUPERVISION DE VIVEROS

En el mes de abril, se supervisó al vivero en el ejido La Sombra, encontrándose el brote de radículas en aproximadamente en

50% de las semillas (a los dos meses de la siembra), atribuyéndose el porcentaje de semillas sin germinar, al letargo de embrión no desarrollado que se da de manera natural en algunas especies de cycadas. Se dieron además, algunas recomendaciones, para mejorar la calidad de crecimiento y de las plantas, así también se limpió el vivero, eliminándose la maleza y malas yerbas que proliferaron con las primeras lluvias del año, en los almácigos o camas germinativas.

Durante los meses de mayo, junio, julio y agosto, se superviso continuamente este vivero, detectándose en el mes de julio la emergencia de las primeras frondas. Cabe mencionar que durante el primer año las plántulas producen solamente una fronda con 4-6 foliolos. Se continuo supervisándolas durante los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Es importante establecer mediante un programa de vigilancia y monitoreo a las poblaciones de *Dioon merolae* que están amenazadas por las quemadas provocadas por campesinos evangelistas que están en contra de la práctica religiosa (corte de hoja de esta cycada), en el cual campesinos católicos utilizan las hojas grandes y maduras para el ritual de la festividad de la Santa Cruz. Los evangélicos del ejido la Garza queman intencionalmente (cerro Nambiyigua), las poblaciones de esta cycada, para eliminar la práctica religiosa, provocando con esto la no regeneración de la población.

- Se estableció un convenio con los ejidatarios del ejido La Sombra para la vigilancia y monitoreo de la espadaña *Dioon merolae* junto con habitantes del municipio de Suchiapa, para la erradicación de la colecta ilegal de esta cycada.

- es necesario e indispensable establecer en este tipo de proyecto un grupo multidisciplinario donde intervengan: un economista, un sociólogo y un biólogo. El uso sustentable puede dar mejores resultados cuanto se utilizan estos grupos. El biólogo puede resolver los problemas biológicos con respecto a la planta. El sociólogo resolvería los problemas de relaciones humanas o sociabilidad, muchos campesinos de los ejidos tienen estos

problemas. El economista podría resolver los problemas de mercadotecnia, para buscar, fomentar y fundar mercados local, nacional, los cuales no están aun todavía bien sólidos.

- Aunque el proyecto no ha llegado a su etapa de mercadotecnia, es importante mencionar, que el proyecto debe continuarse hasta alcanzar esta etapa, por el cual es relevante tener apoyo financiero de ustedes, mientras llega a esta etapa. Así también se ha realizado un convenio con los campesinos para que una parte de las ventas (probablemente un 5% se vaya al fondo), los campesinos están de acuerdo con esto.

- Aunque en algunas comunidades (A. Quintana Roo y Tres Picos) la gente ha trabajado en grupos unidos, otros ejidos como Nueva Independencia y La Sombra tiene problemas de autoestima y sociabilidad, por lo cual han querido trabajar individualmente. Es por tal motivo, importante incluir dentro de un proyecto futuro un grupo multidisciplinario. Así también, se están empezando hacer gestiones para registrar estos viveros legalmente ante la SEMARNAP, SERNYP y SEDESOL.

- Aunque se ha tenido completo éxito en los 4 ejidos involucrados, existen aun, algunas amenazas contra algunas poblaciones de cycadas, tal es el caso de la nueva especie de *Ceratozamia* que fue localizada dentro de la reserva (rancho el Cafetal) y que muy cerca

de éste, se ha establecido un nuevo ejido, con lo cual pone en grave peligro a la población de esta cycada.

- Se ha establecido un convenio de cooperación con el Instituto de Investigaciones Biológicas de la Universidad Veracruzana y el Instituto de Ecología A.C. de Xalapa, Veracruz, para la realización de un proyecto de flora de Chiapas de la familia Zamiaceae para reconocer áreas y especies prioritarias para su conservación. Así mismo también se estableció un convenio con estas mismas instituciones para un proyecto GTZ-Alemania para un posible apoyo a los viveros establecidos aquí en Chiapas. Ellos van a visitarnos en marzo, para su posible ayuda financiera.

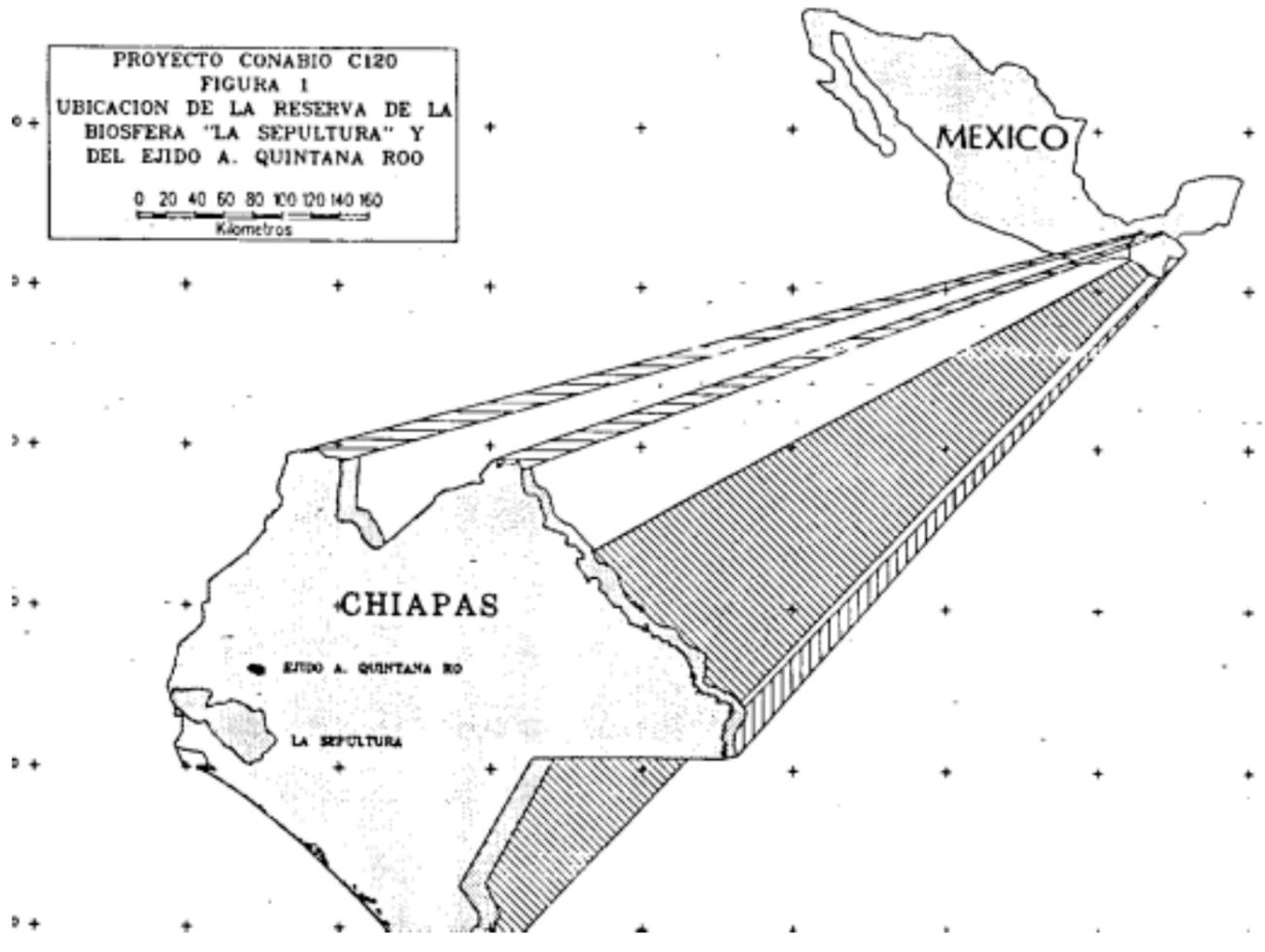
- Se ha establecido un convenio de cooperación con la Universidad Autónoma Metropolitana de Iztapalapa para el estudio de helechos y epifitas con el Dr. Ramón Riba y Nava Esparza. La Sepultura por ser una de las regiones más secas de la Sierra Madre, el estudio de helechos y epifitas, que son uno de los elementos más importantes de la flora de los bosques mesófilos de montaña, estos juegan un papel muy relevante en la captación y abastecimiento a los ríos y cuerpos de agua que riegan a la Fraylesca (una de las zonas más productivas de Chiapas). Así mismo, se ha empezado la realización de estudios sobre estructura poblacional y biología reproductiva de *C. norstogii* y *D. merolae*, por lo anteriormente expresado es prioritario la continuidad de su apoyo financiero.

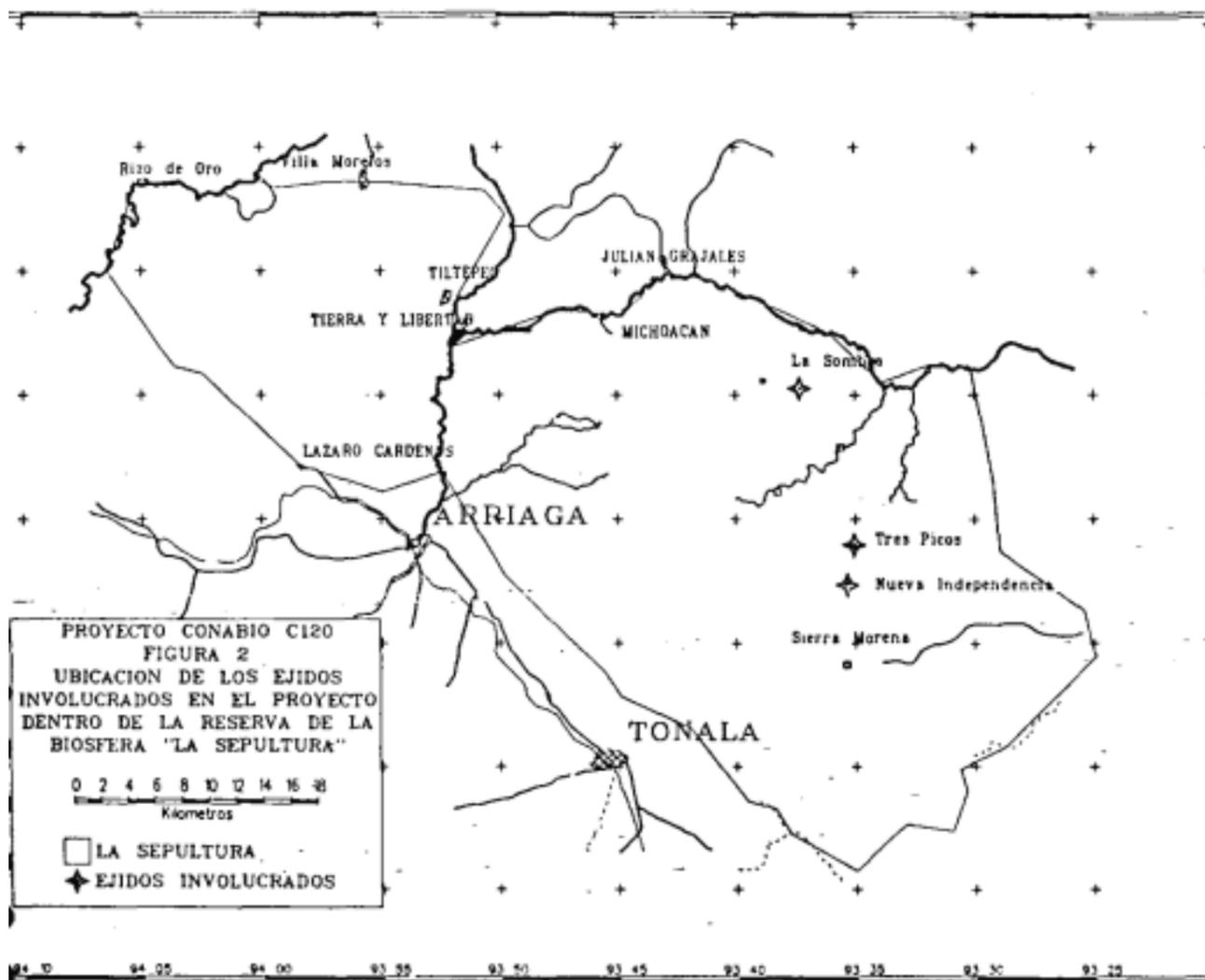
LITERATURA CITADA

SPP/INEGI (1982) Carta Topográfica. Esc. 1:250,000. Tuxtla Gutiérrez. E 1511 y Salina Cruz E15-10, Oaxaca y Chiapas. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional.

SPP/INEGI (1981) Carta de Uso de Suelo y Vegetación. Esc.1:1,000,000. Villahermosa. la impresión.

Miranda F y Hernández X. (1963) Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación. Bol. Soc. Bot. México 28:29-179.





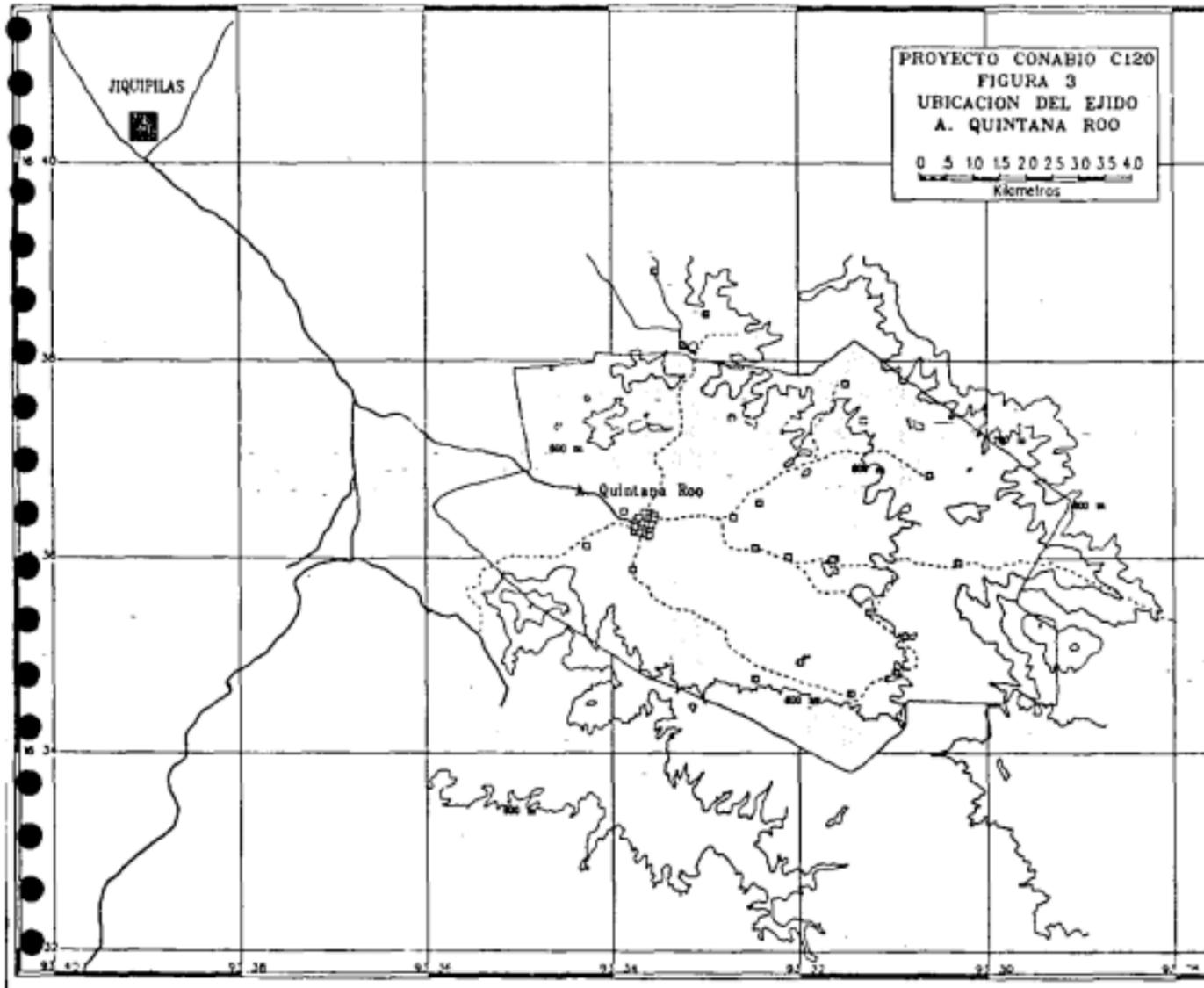




Figura 4. Ejido Nueva Independencia, municipio de Villaflores, Chiapas



Figura 5. Ejido La Sombra de La Selva, municipio de Villaflores, Chiapas.



Figura 6. Ejido de Tres Picos, municipio de Villaflores, Chiapas.



Figura 7. Selva baja caducifolia, en el ejido de Andrés Quintana Roo, municipio de Jiquipilas, Chiapas.



Figura 8. Cono femenino maduro de *Dioon merolae*.



Figura 9. Semilla inmadura de *Dioon merola*, observándose, las cámaras de los arquegonios.



Figura 10. Cono Femenino receptivo de *Ceratozamia norstogii*.



Figura 11. Herbiviboria de larvas de *Eumaeus debora* en hojas de *Dioon merolae*



Figura 12. Corte de hojas de *Dioon merolae*, en el ejido de la Sombra, por habitantes del pueblo de Suchiapa, Chiapas.



Figura 13. Festividad de la Santa Cruz en el municipio de Suchiapa.



Figura 14. Semilla inmadura de *Dioon merolae*, observándose el suspensor con los cotiledones diferenciados (proembrión).



Figura 15.a) Cono maduro de *Ceratozamia norstogii* (absición), b) semilla de *Ceratozamia norstogii*, observándose, un proembrión en la época de maduración del cono femenino (letargo de embrión no desarrollado).



Figura 16. Monitoreo de poblaciones de espadaña *Dioon merolae*, en el ejido La Sombra de la Selva. Detección de conos maduros femeninos.



Figura 17. Localización e identificación de una especie nueva de Ceratozamia.



Figura 18. Localización e identificación de una nueva especie de *Ceratozamia*, en la reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas.



Figura 19. Monitoreo de poblaciones de *Dioon merolae* en el ejido de Andrés Quintana Roo, municipio de Jiquipilas, Chiapas.



Figura 20. Capacitación a los viveristas ejidatarios, en talleres, prácticos en el ejido de la Sombra de la Selva, municipio de Villaflores.



Figura 21. Visita del asesor y colaborador del proyecto, en la supervisión de un vivero de *Ceratozamia norstogii*, en el ejido de La Sombra municipio de Villaflores, Chiapas.



Figura 22. Construcción de Viveros *Ceratozamia norstogii*, en el ejido Nueva Independencia, Municipio de Villaflores, Chiapas.

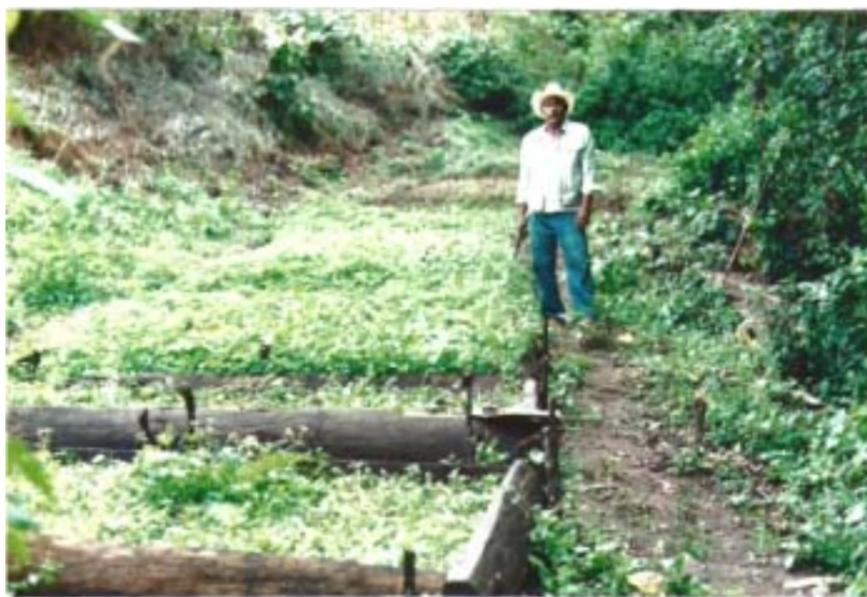


Figura 23. Vivero establecido de *Ceratozamia norstogii*, en el ejido Tres Picos, municipio de Villaflores, Chipas.



Figura 26. Colecta de semillas maduras y conos femeninos de *Ceratozamia norstogii*, en el ejido de La Sombra, municipio de Villaflores.



Figura 27. Colecta de semillas maduras y conos Femeninos de *Dioon merolae* en el ejido de La Sombra, municipio de Villaflores, Chiapas.



Figura 24. Vivero establecido de *Ceratozamia norstogii*, en el ejido de La Sombra, municipio de Villaflores, Chiapas.



Figura 25. Vivero establecido de *Dioon merolae*, en el ejido de La Sombra de La Selva, municipio de Villaflores, Chiapas.

RESULTADO PRELIMINAR DEL ESTUDIO DE LA ESTRUCTURA POBLACIONAL DE
Ceratozamia norstogii REALIZADA EN EL EJIDO TRES PICOS MUNICIPIO DE
 VILLAFLORES, CHIAPAS

TABLA 1. ESTRUCTURA POBLACIONAL

MINERO DE CUADRANTE	PIANTULAS	JUVENILES	ADULTOS	TOTALES
1	11	8	12	31
2	14	14	28	48
3	16	2	37	55
4	19	2	43	64
TOTAL	68	26	112	198
%	30.30	13.13	56.56	1198

TABLA 2. MIEDO DE ADULTOS: MACHOS, HEMBRAS E INDETERMINADOS
 EN LA POBLACION DE *Ceratozamia norstogii*,

NUMERO DE CUADRANTE	ADULTOS MACHOS	ADULTOS HEMBRAS	ADULTOS INDETERM.	ADULTOS TOTALES
1	6	2	4	12
2	9	0	11	20
3	9	14	14	37
4	14	11	18	43
TOTAL	38	27	47	112
%	33.92	24.10	41.96	100

TABLA 3. DATOS ADICIONALES

NUMERO TOTAL DE INDIVIDUOS IIIESTREADOS	190
PROMEDIO SENILIAS/CONO	n = 2 250
RELACION MACHO : HEMBRA	2:1
ARFA TOTAL ESTAFADA	1600 m
ALTITUD DE LA ZONA DE ESTUDIO	1320 m
VEGETACION	ENCINAR

TABLA 4. SEMILLAS COLECTADAS DE *Dioon merolae*

EJIDO	OCT	NOV	DIC	TOTAL
LA SOMBRA	200	500	800	1200
ANDRES QUINTANA ROO	100	850	1050	2000

TABLA 5. SEMILLAS COLECTADAS DE *Ceratozamia norstogii*.

EJIDO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	TOTAL
NULUA INDEPENDENCIA	1000	1000	1000	3000
TRES PICOS	2,700	5,360	5,948	14,000
LA SOMBRA	28,250	24,070	45,680	90,000

ESPECIE: *Ceratozamia norstogii*

LOCALIDAD	VEGETACION	ALTITUD	POB.TOTAL APROXIMADO	SITUACION	AMENAZA
EJIDO LA SOMBRA	E	940	800	C	T
EJIDO TRES PICOS	E, BC	1300	600	C	T
EJIDO NUEVA INDEPENDENCIA	SMP	1300	400	A	T,A
EJIDO SIERRA MORENA	SBSC	1200	50	MA	T

ESPECIE: *Ceratozamia sp.*

EJIDO FLOR DE CHIAPAS	E	1150	100	MA	CI, T, AG
RANCHO EL CAFETAL	E	900	100	MA	T, CI, AG

ESPECIE: *Dioon merolae*

EJIDO LA SOMBRA	E	955	200	C	Q
EJIDO ANDRES QUINTANA ROO	SBC	600	1000	C	Q
CERRO DE LA PLACA	SMSC, SMSP	960	100	C	AG
CERRO DE LA VELA	SBC	875	50	MA	Q, CI
ESTACION DE MICROONDAS LAS MINAS	E	725	20	MA	Q, AG
CERRO QUIEBRA CANILLA	E	1000	20	C	G
CERRO NAMBIYIGUA	E	1200	200	MA	CI, Q, T
RANCHO LA MURALLA	E	850	48	A	Q, T

ESPECIE: *Zamia herrerae*

CERRO DE LA PLACA	SMSC	640	40	A	T, AG
-------------------	------	-----	----	---	-------

SMSP = selva mediana MA = muy amenazado
 SMSC = selva mediana subcaducifolia A = amenazado
 SBSC = selva baja subcaducifolia C = conservado
 SMP = selva mediana perennifolia Q = quema
 BC = bosque caducifolio AG = agricultura
 E = encinar CI = colecta ilegal
 (Miranda y Hernández X., 1963) T = tala
 G = ganaderia

TABLA 6. Monitoreo de poblaciones de cycadas que se encuentran dentro de la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas, Mexico.

MANUAL PARA EL CULTIVO Y PROPAGACION DE CYCADAS



MIGUEL ANGEL PEREZ FARRERA
ANDREW P. VOVIDES



ÍNDICE

PÁG.

PREFACIO	1
INTRODUCCIÓN	3
IMPORTANCIA	7
ASPECTOS GENERALES	9
MORFOLOGIA DE ESTRUCTURAS REPRODUCTIVAS	9
MORFOLOGIA DE LA SEMILLA	11
FISIOLOGIA DE LA SEMILLA	12
CONSERVACIÓN	18
PROPAGACIÓN Y CULTIVO DE CYCADAS	22
COLECTA DE SEMILLAS	22
TOXINAS	24
ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS	25
MADURACIÓN DE SEMILLAS	27
PRUEBA DE FERTILIDAD	28
CULTIVO	29
GERMINACIÓN	31
GERMINACIÓN RAPIDA	33
PRODUCCIÓN DE SEMILLAS POR POLINIZACIÓN MANUAL	39
TÉCNICA DE POLINIZACIÓN	41
BIBLIOGRAFIA	45
GLOSARIO	50

PREFACIO.

Las cycadas pertenecen al grupo de las gimnospermas más primitivas, tienen mucha demanda en la decoración de interiores, exteriores y diseño paisajista como plantas de ornato, pero generalmente éstas no se encuentran disponibles en el comercio o son excesivamente costosas. La producción a gran escala de estas plantas es frecuentemente obstaculizado debido a la dificultad en su propagación, la indisponibilidad y escasez de semillas y por su tasa de crecimiento lento.

La micropropagación vegetativa por medio de cultivo vegetal todavía no ha tenido éxito y la colecta de la planta en su hábitat no solamente es inadecuado, sino irresponsable, agravando la supervivencia de estas taxa en peligro de extinción.

Las cycadas son pobremente conocidas en horticultura, en parte, debido a que estas plantas infrecuentemente son cultivadas por viveristas. Su escasez en el mercado, no obstante, es causado por una escasez en la información horticultural. Existe muy poca literatura publicada sobre el cultivo de cycadas, especialmente no existe un libro dedicado a la propagación de estas plantas.

El objetivo principal de este manual es proveer de información básica sobre la propagación y cultivo de cycadas tomando en cuenta nuestras investigaciones sobre *Dioon merolae*, *D. edule* y *Ceratozamia norstogii*, *Zamia furfuracea* y la literatura disponible. Este manual está enfocado a jardineros, arquitectos en paisajes, horticultores, botánicos, conservacionista y personas orientadas hacia el cultivo y conservación de plantas en peligro de extinción.

INTRODUCCION

Las cycadas son el grupo las plantas vasculares con semillas más antiguas y primitivas con que se conocen en la actualidad (Crane, 1988). Se originaron hace 300 millones de años y tuvieron su mayor distribución y desarrollo en la tierra hace 180 millones de años, durante el período Jurásico, en la era Mesozoica (Eckenwalder, 1980) y fueron el componente más importante sobre la vegetación en la tierra, jugando un papel muy importante como un recurso alimenticio para los herbívoros de aquel tiempo.

La mayoría de las especies son arborescentes, las cuales frecuentemente son confundidas con palmas y helechos arborescentes. No obstante no tienen relación alguna con estos. Dentro de las plantas vasculares, las cycadas, están colocadas en el grupo de gimnospermas. En casi todas las especies, las hojas ó frondas son grandes y pinnadas implantadas formando una corona sobre la parte ápical del tallo (Scagel et al., 1980).

Aunque, las cycadas, constituyeron un grupo bastante dominante en la tierra, alcanzando su mayor distribución durante la era Mesozóica, siendo uno de los componentes dominantes en la vegetación de ese tiempo. No obstante, en la actualidad, solo se encuentran distribuidas en la franja de zonas tropicales y

subtropicales del mundo (Vovides et al., 1983). Sin embargo, este grupo de plantas es pequeño, representados por 11 géneros, agrupados en 3 familias: la familia *Cycadaceae* con un solo género *Cycas* que se distribuye en Oceanía, Australia, China, Vietnam, India hasta el este de Africa y la Isla de Madagascar; *Stangeriaceae* con dos géneros; *Stangeria* endémica de sur de Africa; *Bowenia* endémica de Australia; *Zamiaceae* con los géneros *Ceratozamia* que se distribuye en México, Guatemala y Belice; *Chigua* endémica de Colombia; *Dioon* se encuentra en México y una especie en Honduras; *Encephalartos* endémica de Africa; *Lepidozamia* y *Macrozamia* endémicas de Australia; *Microcycas* género endémico de Cuba, y *Zamia* que se distribuye desde las costas del sur de E.U. (Florida, Georgia), México, Centroamérica, Las Antillas hasta Suramérica (Bolivia) (Jones, 1993) (figura 1). En su medio natural, las cycadas viven en suelos pobres en ambientes xéricos, hídricos y méxicos (Schutzman, 1987).

A nivel mundial, los 11 géneros vivientes están representados por unas 185 especies de cycadas (Jones, 1993). México es uno de los países más importantes en el neotropico de este grupo de plantas. Se han reportado cerca de 35 especies para nuestro país, del cual el 80 % son endémicos. Esto implica que casi un 19 % de la diversidad reportado a nivel mundial se encuentra en México. Esto hace al país, uno de los centros más grandes y diversos de

cycadas en América (Vovides & Iglesias, 1994).

En México, se encuentra únicamente, la familia Zamiaceae en la que se han reportado los géneros *Ceratozamia*, *Dioon* y *Zamia* . Más sin embargo este grupo de plantas están consideradas como plantas en peligro de extinción debido a la destrucción de sus hábitats y a la colecta ilegal; esta situación se agudiza debido a su lento crecimiento, y limitada propagación natural (Chávez y Vovides, 1993). Además, sus semillas presentan letargo, lo cual hace que su germinación sea lento (Dehgan, 1983). Así mismo, se ha resaltado este taxa por ser filogenéticamente basal y menos especiosa, lo cual merecen más atención desde el punto de vista conservacionista (Stiassny, 1992).

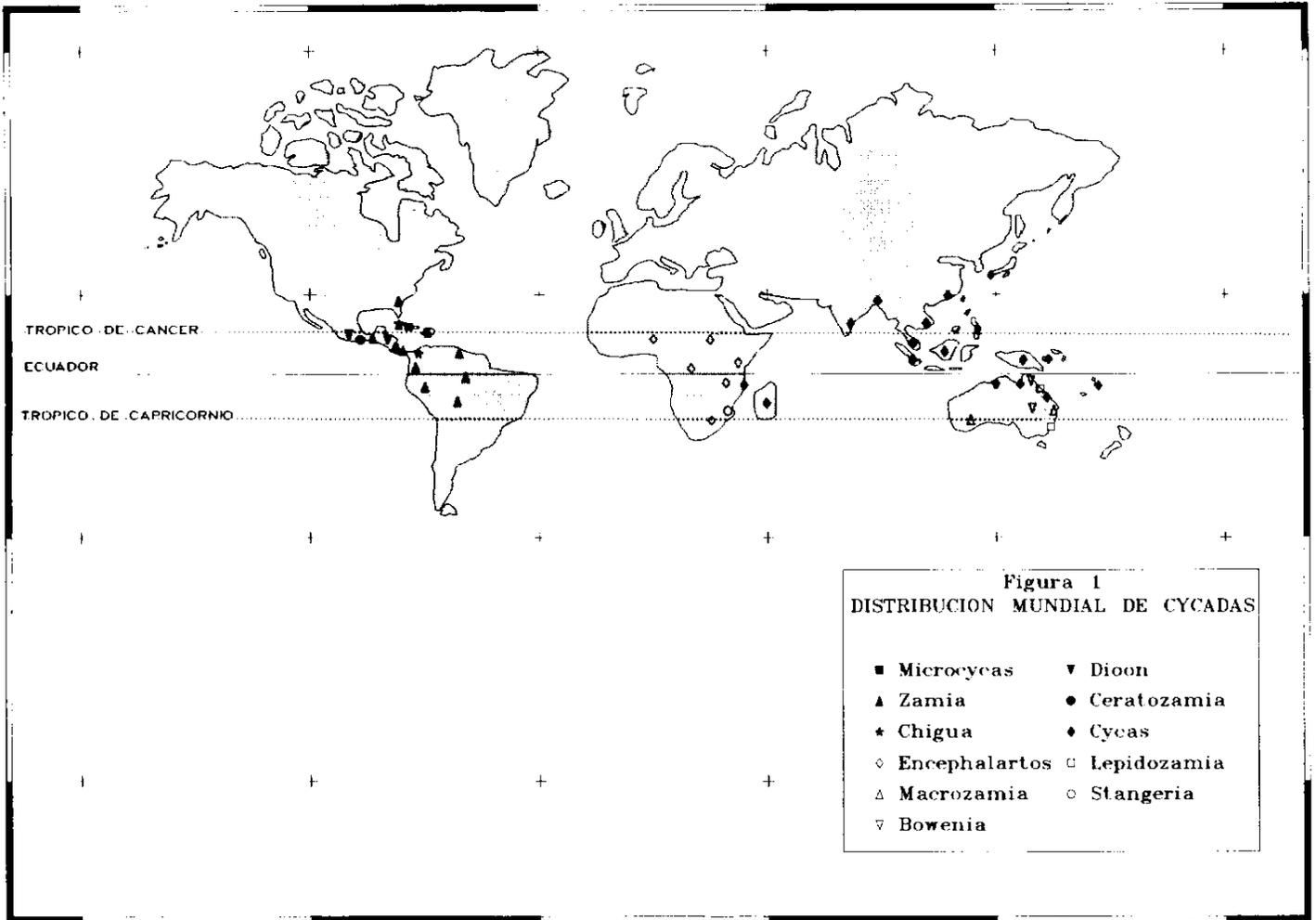


Figura 1
DISTRIBUCION MUNDIAL DE CYCADAS

- Microcycas
- ▲ Zamia
- ★ Chigua
- ◇ Encephalartos
- △ Macrozamia
- ▽ Bowenia
- ▼ Dion
- Ceratozamia
- ◆ Cycas
- Lepidozamia
- Stangeria

IMPORTANCIA.

Desde el punto de vista evolutivo, las cycadas tienen una gran importancia, ya que estos, por ser un grupo representante de las plantas con semillas vivientes más primitivas que se conocen en la actualidad, constituyen un ejemplo del paso en la evolución de las plantas vasculares (Eckenwalder, 1987).

Así también, muchas especies juegan un papel muy importante dentro de los grupos indígenas, utilizando estos como planta religiosa, usando sus hojas en ceremonias y ritos religiosos, *Dioon merolae* y *Ceratozamia robusta* son ejemplo de esto. En Chiapas sus hojas son utilizadas en las festividades de la Santa Cruz y de la virgen de la Candelaria respectivamente (Pérez Farrera y Rodríguez Garza, 1992; Pérez Farrera y Vázquez Torres en prep.) (figura 2).

Además, de la importancia religiosa y evolutiva, las cycadas tienen una importancia ecológica. Muchas especies crecen en suelo pobres, rocoso y poco profundos; los cuales son muy susceptibles a la erosión, actuando estas como formadoras y retenedoras de suelo, así también, aportan apreciables cantidades de nitratos a su ecosistemas (Halliday & Pate, 1976; Grove et al., 1980; Guo-Fan et al, 1993) (figura 3).



Figura 2 .- Festividad de la Santa Cruz, en Suchiapa, Chiapas. Uso de hojas de Dioon merolae.



Figura 3. Importancia de Dioon merolae, como formadora y retenedora de suelos

ASPECTOS GENERALES

MORFOLOGIA DE LAS ESTRUCTURAS REPRODUCTIVAS

Las cycadas se encuentran incluidas dentro de un grupo de plantas llamadas gimnospermas, las cuales se caracterizan por presentar semillas desnudas, es decir las semillas no se encuentran encerradas dentro de la pared del ovario formando una fruta, como en las angiospermas. Así bien, estas plantas son dióicas, es decir presentan sexos separados. Las estructuras reproductivas se originan en la parte apical del tallo. Estas estructuras son conos, denominados técnicamente como estróbilos. Al cono masculino se le conoce como microstróbilo y el cono femenino como megastróbilo (figura 4,5).

Cada cono está conformado por escamas. En el caso de las escamas del cono femenino se le denominan megasporofilos y a las del cono masculino, microsporofilos (figura 6). Es dentro del cono femenino en donde se forman las semillas. Los microstróbilos se encargan de producir el polen, que se forma dentro de cámaras polínicas llamadas microsporangios. Estos se encuentran en el envés de cada microsporofilo (figura 7).

Los conos femeninos en los tres géneros que se encuentran en

México: *Zamia*, *Ceratozamia* y *Dioon*, difieren en cuanto a forma, tamaño y color, por lo que es importante identificarlos (figura 5).

El megastróbilo en *Dioon* emerge del centro de la corona de la hoja, este es ovoídeo, lanoso y erecto cuando está inmaduro; de péndulo a semipéndulo al madurar; de color blanco cuando está inmaduro a color café moreno-café claro cuando está maduro (figura 4a). El cono masculino o microstrobilo es alargado, cilíndrico, de color verdoso-blanquecino y pubescente cuando está inmaduro, moreno oscuro a moreno claro cuando está maduro (figura 5a). Los megasporofilos son deltoides, lanosos, imbricados e inermes (figura 6a). La parte externa de los microsporofilos son cuneiformes, imbricados, dispuestos en una espiral (figura 7a).

El megastróbilo en la mayoría de las especies de *Ceratozamia* es cilíndrico, grueso, de color verde cuando está inmaduro, café a café-rojizo al madurar, pedúnculo largo, tomentoso (figura 4b). Microstrobilo alargado, cilíndrico, de color verde cuando está inmaduro cambiando a blanco-amarillento, pedúnculo largo-semilargo (figura 5b). Los megasporofilos son hexagonales, armados con dos espinas gruesas en forma de cuernos, erectos o divergentes (figura 6b). El microsporofilo es cuneiforme, armado con dos espinas en la parte apical, aplanado en la parte estéril (figura 7b).

En *Zamia*, el megastróbilo es cilíndrico, grueso, corto, tomentoso, de color café claro a café oscuro cuando está maduro, pedúnculo largo, erecto a decumbente, tomentoso, algunas veces glabros (figura 4c). El microstróbilo es cilíndrico, delgado, en forma de mazorca de maíz, de color café claro, pedúnculo largo, erecto a decumbente, tomentoso (figura 5c). Los megasporofilos y microesporofilos son inermes y hexagonales (figura 6a,7a).

MORFOLOGIA DE LA SEMILLA.

Las semillas de las cycadas tienen una capa carnosa exterior denominada sarcotesta, la cual, cubre a la capa interior dura conocida como esclerotesta. El embrión está fijado en el gametofito femenino y a menudo es impropriamente llamado endospermo. El embrión maduro y ensanchado, absorbe el alimento desde el gametofito por medio del suspensor (Dehgan, 1983) (figura 8).

La esclerotesta de las semillas de las cycadas son de esféricas a ovoides, lisas, en algunas especies presenta una corónula, que está siempre bien desarrollada, por ejemplo *Ceratozamia norstogii* (figura 13). El color de la sarcotesta varía de especie en especie por ejemplo en *Dioon* es principalmente blanco o crema cuando está inmadura y amarilla cuando está madura. En *Ceratozamia* es blanco cuando está inmadura y de blanco-cremoso

cuando esta madura. En la mayoría de las especies de *Zamia* son rojas cuando la semilla esta madura (figura 6), y algunas color naranja o amarilla.

FISIOLOGIA DE LA SEMILLA

Cuando las semillas de las cycadas están maduras, es decir cuando el embrión está completamente desarrollado, la germinación puede presentarse en 3 a 4 semanas. El período de maduración de las semillas varia de especie a especie. En la mayoría de los casos dura aproximadamente un año, pero en algunas especies puede tardar hasta 2 años (Vovides, 1992).

En la germinación de semillas, las cycadas, presentan tres tipos de letargo que están interrelacionadas: La capa carnosa fresca exterior (sarcotesta) que tiene un efecto inhibitorio, la capa interior dura (esclerotesta), y el embrión, que en la mayoría de las cycadas presentan embrión inmaduro en el tiempo de abscisión del cono (cuando el cono empieza a abrirse) (figura 19). En varias especies, el remover la capa carnosa fresca es suficiente para permitir la germinación en varias especies de por ejemplo *Dioon*, *Macrozamia*, *Lepidozamia*, así como también *Zamia loddigesii* Miq. y *Z. fischeri* Miq. están entre los que germinan sin dificultad (Dehgan, 1983; Dehgan & Schutzman, 1989).

La esclerotesta gruesa, no obstante, es el mayor obstáculo para la germinación de las especies de cycadas. Aunque las semillas pueden aparecer completamente maduras, a veces los embriones están todavía en estados tempranos de desarrollo. Ejemplos extremos de estos se presenta en *Encephalartos* y *Cycas*. Dyer y Giddy han sugerido el almacenamiento de semillas de *Encephalartos* por 6 meses antes de cultivarse. Investigaciones recientes con especies de *Cycas*, también indican el almacenamiento necesario. De la misma manera puede decirse para *Z. floridana* y *Z. furfuracea* (Dehgan, 1983). Este almacenamiento da oportunidad al embrión de desarrollarse más y crecer.



Figura 4. Conos femeninos ó megastróbito. a) megastróbito de *Dioon edule*, b) megastróbito de *Ceratozamia norstogii*, c) megastróbito de *Zamia splendens*.

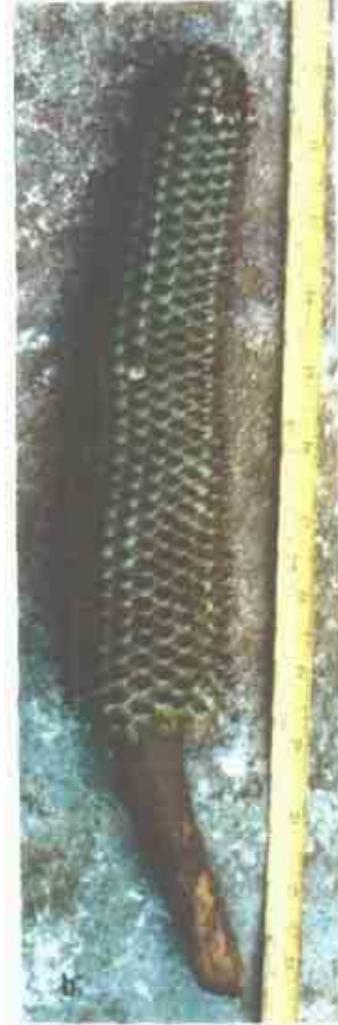


Figura 5. Conos masculinos ó microstróbilos. a) microstróbulo de *Dioon merolae*, b) microstróbulo de *Ceratozamia* sp., c) microstróbulo de *Zamia soconuscensis*.



Figura 6. A) Megasporofilo, B) Semilla. a) *Dioon merolae*, b) *Ceratozamia*, c) *Zamia splendens*.



Figura 7. Microesporofilo y microesporangios. a) *Dioon merolae*, b) *Ceratozamia sp.*
c) *Zamia soconuscensis*.

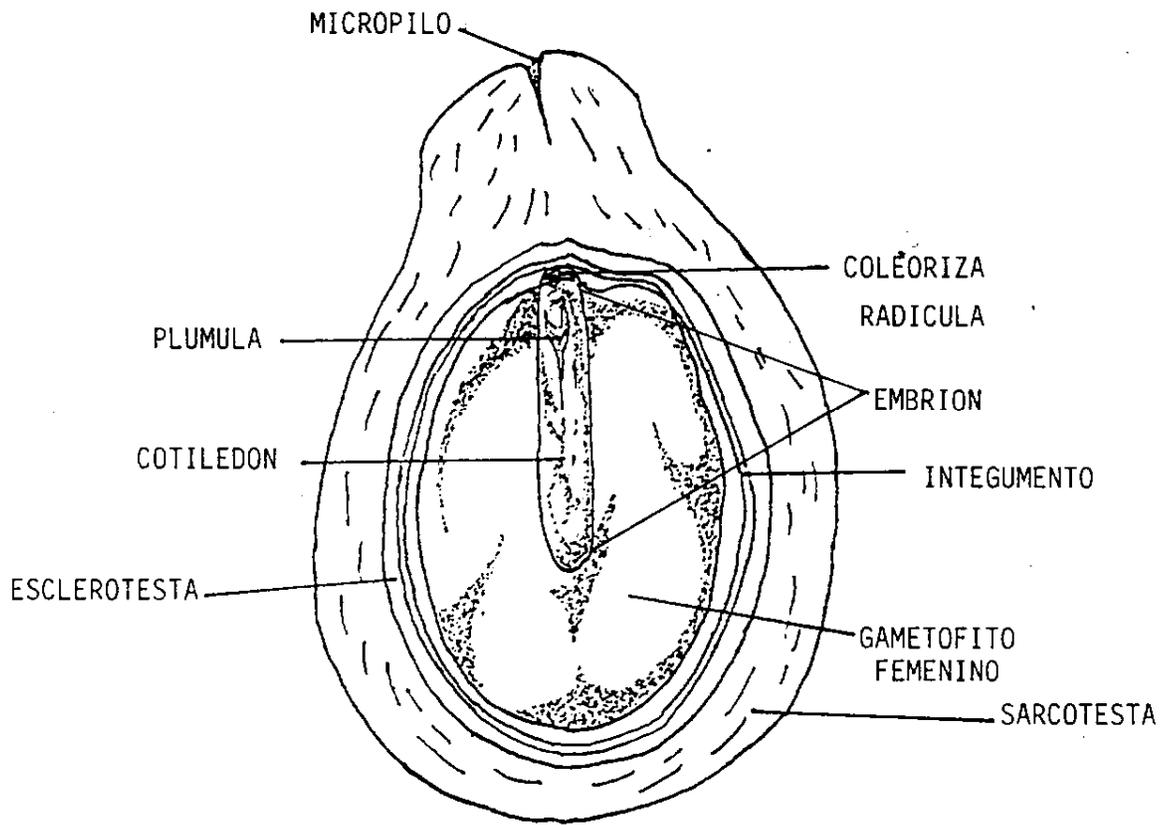


Figura 8. Morfología de una semilla madura de una cycada.

CONSERVACION

Uno de los puntos más importantes a que se llegó en la 2a Conferencia Internacional Sobre la Biología de las Cycadas (Cycad 90) es la necesidad de la conservación a través de la propagación, la cual aliviará las presiones de los saqueos en el medio natural. Muchos viveristas erróneamente piensan que el cultivo de estas plantas en viveros tradicionales no es económicamente redituable y rentable, dado que naturalmente, el crecimiento de estas plantas es lento, en la mayoría de las especies, además de no poder competir con la economía de un mercado, ya sea local, nacional o internacional, propiciando con esto el saqueo en las poblaciones naturales. No obstante, los viveristas comerciales deben de considerar seriamente la propagación artificial (Vovides & Iglesias, 1999).

El manejo sostenido y propagación de las cycadas puede ocurrir en dos niveles:

1.- Un nivel de "alta tecnología" donde se hace investigación a fondo en colaboración con los jardines botánicos y los viveros comerciales para incrementar el crecimiento y germinación de las plantas como las realizadas por Dehgan, (1983); Dehgan y Johnson

(1983); Dehgan & Schutzman, (1983); Dehgan & Schutzman, (1989) y Dehgan y Almira (1993) usando reguladores de crecimiento y fertilizantes de acción lenta. Las técnicas de cultivo de tejidos pueden ser una buena alternativa, no obstante todavía están aun en vía de desarrollo (Chávez & Vovides, 1993; Osborne, 1990).

2.- Un nivel de "tecnología alterna" desarrollada para los campesinos en el hábitat de las cycadas, los cuales pueden manejar y propagar estas plantas *in situ* como una pequeña industria. Esto puede realizarse a partir de la colecta de semillas maduras de plantas madres adultas de las poblaciones naturales. Así mismo, tomando como base, que naturalmente en algunas especies de cycadas existe una alta mortalidad de plántulas (Vovides, 1990) y que soporta una fuerte presión con tráfico y saqueo de este grupo de plantas. Las semillas podrían ser colectadas y cultivadas sobre un medio más favorable para su propagación, suministrando un número determinado de plántulas para establecerlo en su hábitat natural y otra parte podría ser comercializada, involucrando a campesinos locales en la protección, conservación y propagación de estas plantas en reservas ejidales y pequeños viveros *in situ*. Las semillas cosechadas en vivero podrían minimizar el efecto de supervivencia de este grupo de plantas, así como también podrían reducir la presión ejercida por la colecta y saqueo ilegal, de las poblaciones naturales. Los campesinos actuarían como guardias de su

propio recurso.(Vovides y Iglesias, 1994). Esto puede llevarse a cabo en base a un manejo sostenido y estudio ecológico que incluya la reintroducción y el monitoreo de las poblaciones naturales en colaboración con expertos. De igual manera, esto podría representar un incentivo económico a los campesinos e indirectamente ellos empezarán a conservar sus hábitats.

En lo que concierne a la conservación de cicadáceas mexicanas, se está llevando a cabo su propagación en el nivel 2, con la supervisión de los autores. En Chiapas, campesinos de los ejidos: La Sombra De La Selva, Tres Picos y Nueva Independencia municipio de Villaflores, han establecido viveros *in situ* de *Ceratozamia norstogii*, y *Dioon merolae* en los ejidos de La Sombra De La Selva y Andrés Quintana Roo, municipio de Jiquipilas, Chiapas (figura 9). Otros viveros similares se han establecido en Veracruz con la propagación de *D. edule* en el ejido el Palmar (figura 10) (Vovides & Iglesias, 1994) y en Alvarado con la propagación de *Z. furfuracea*



Figura 9. Vivero *in situ* de **Ceratozamia norstogii**, en el ejido La Sombra de La Selva, municipio de Villaflores, Chiapas.



Figura 10. Vivero *in situ* de **Dioon edule**, en el ejido El Palmar, en Chavarillo, en el Estado de Veracruz.

PROPAGACION Y CULTIVO DE CYCADAS

COLECTA DE SEMILLAS

Para la colecta de semillas, existen básicamente dos técnicas: la primera consiste en esperar el período de maduración de los conos femeninos, el cual es variable según la especie. En el caso de algunas especies de *Zamia* y *Ceratozamia* la duración es aproximadamente de un año, pero en algunas especies de *Dioon* puede durar hasta dos años o más. De ninguna manera deben cortarse los conos inmaduros (conos pequeños) (figura 11a) para tratar de obtener semillas viables, ya que estos no se han desarrollado. Al madurar los conos, se observan las escamas que se han abierto (figura 11b), las semillas se extraen aflojando los megasporofilos. Estas tienen una capa carnosa (sarcotesta) de color rojo como en algunas especies de *Zamia* (por ejemplo *Z. splendens*), blanco-amarillento como en las *Ceratozamia* (por ejemplo *C. norstogii*) o amarillo como en *Dioon* (por ejemplo *D. merolae*) (figura 6).

La segunda consiste en tener en observación el cono femenino, que se puede realizar de la siguiente manera: Antes de cortar el cono se extrae una escama de la parte media del cono y se quita una semilla, mientras el cono está *in situ*. Se corta la semilla a la mitad longitudinalmente y se observa el embrión, si la semilla presenta embrión a la mitad o 3/4 de largo del gametofito (figura

12c) entonces, el cono se puede cortar y las semillas colectarse. Esto nos indica que las semillas están completamente maduras. Pero, sí al cortar la semilla, se observa dos cámaras de los arquegonios, entonces el cono no puede cortarse debido a que no se ha formado el embrión de la semilla (figura 12a) y se vuelve a tapar el cono. Esto indica que las semillas de este cono no ha sido fertilizados y tardarán en madurar hasta un año o más después de la fertilización (en el caso de *Dioon*, o casi 10 meses en *Zamia* o *Ceratozamia*). Sí al cortar la semilla, esta presenta un proembrión, se observa como un hilo delgado enroscado como un resorte (suspensor) que ocupa 1/3 de la mitad del largo de la semillas (figura 12b), el cono tampoco debe cortarse, puesto que no ha desarrollado completamente el embrión y debe esperarse unos 8 meses o más, para el caso de *Dioon* y unos 3 meses o más para *Ceratozamia* y *Zamia*.

Después de coleccionar las semillas, deben limpiarse, esto consiste en eliminar la capa carnosa o sarcotesta de las semillas, debido a que estas presentan sustancias inhibitorias a la germinación, por lo que debe de eliminarse antes de sembrarse. El ácido abscisico (ABA) o sustancias con propiedades similares son los responsables de este letargo químico. Estas sustancias químicas se originan a partir de los carotenoídes, violaxantina por vía de producción de xantoxina en varias partes de las semillas maduras.

Estos carotenoídes se han identificado como del tipo (alfa-caroteno, cryptoxantina y zeaxantina en los túbulos de cromoplastos, en *Cycas revoluta*, dando a la semilla una coloración anaranjada. El efecto inhibitorio de la sarcotesta puede ser del resultado del ABA y otras sustancias que se originan de estos carotenoídes (Dehgan y Schutzman, 1989). Las semillas germinan solo cuando la sarcotesta es removida o naturalmente eliminada. Para esto, las semillas frescas, se colocan en un balde con agua, dejándolas a remojar por unos días, para que, estas se ablanden, y la capa carnosa pueda desprenderse fácilmente.

TOXINAS.

Debido a que las semillas de las cycadas presentan toxinas, al igual que el tronco y hojas (Whiting, 1963), es recomendable tener cuidado al momento de colectarlas, así como en el momento de eliminar la sarcotesta, para lo cual debe de usarse un guante de hule o de plástico, para la limpieza y colecta de semillas. Las principales toxinas que se han reportado dentro de las cycadas son varios glicósidos comunmente referido como cicasinas, neocasinas y macrozamina (Moretti, Sabato & Siniscalco Gigliano, 1983; Rothschild, Nash & Bell, 1986) y un aminoacido no proteico, B-N-Metilamino-l-alina, conocido comunmente como B.M.A.A. (Vega & Bell, 1967; Spencer et al., 1987).

ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS

Si las semillas colectadas, presentan letargo por embrión no desarrollado, como en el caso de *Ceratozamia norstogii*, es aconsejable almacenarlas por tres meses. Después de la colecta de las semillas. La limpieza de las mismas es aconsejable antes del almacenamiento. Este tiempo sirve para que el embrión complete su desarrollo de una forma natural y madure bien. Las semillas pueden colocarse en un costal con arena húmeda para su almacenamiento. No obstante, las semillas no deben almacenarse por tiempo indefinido, ya que las semillas de las cycadas son recalcitrantes, es decir que estas se secan y pueden perder su viabilidad.

El almacenamiento de las semillas en un ambiente cálido, puede ocasionar un desarrollo más rápido del embrión, pero también existe una pérdida rápida de la viabilidad. En contraste, el almacenamiento en frío, el embrión se desarrolla lentamente, pero existe menos pérdida de la viabilidad. Lo más recomendable es almacenar las semillas en una bolsa de plástico con musgo ó heno a una temperatura de 10-15 °C.

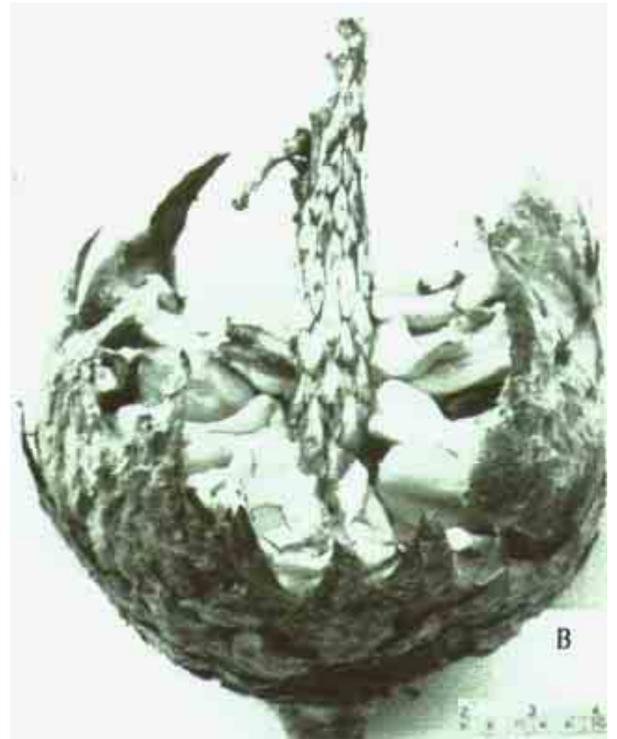
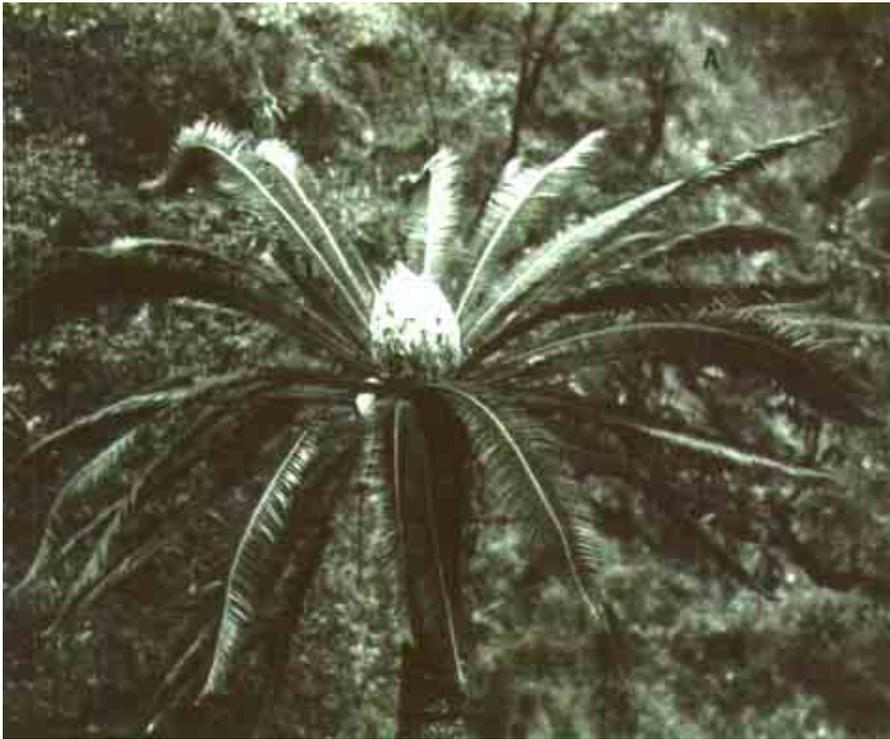


Figura 11. a) cono femenino inmaduro de *Dioon merolae*, b) cono maduro de *Dioon merolae*, parcialmente dehiscente.

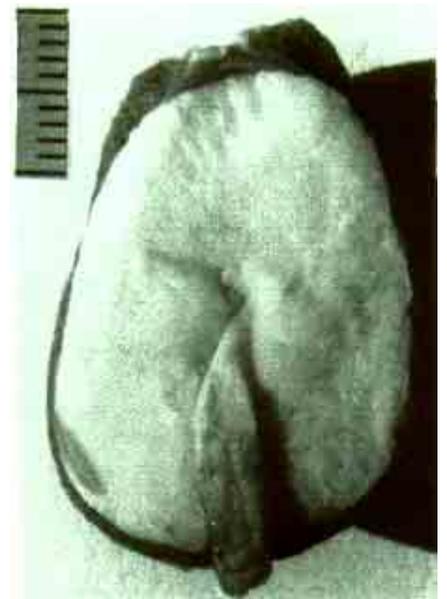
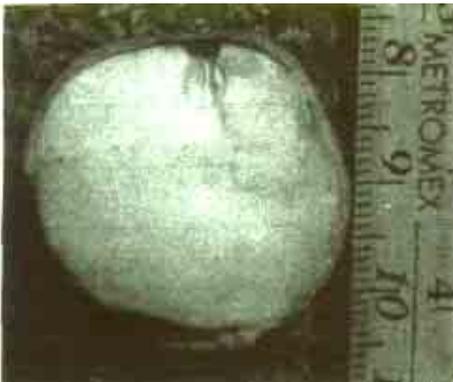


Figura 12. a) semilla inmadura de *D. merolae*, observándose las cámaras de los arquegonios, b) semilla inmadura *D. merolae*, desarrollo de un proembrión con un suspensor y los cotiledones diferenciados, c) semilla madura *D. merolae*, con su embrión completamente desarrollado a 1/2 con respecto al gametofito femenino.

MADURACION DE SEMILLAS

Algunos estudios de maduración en semillas de cycadas han demostrado, que muchas especies presentan letargo por embrión inmaduro y en este estado las semillas son incapaces de germinar. Si las semillas se mantienen almacenadas adecuadamente, el embrión continua su desarrollo lentamente hasta alcanzar su madurez, posteriormente, puede ser capaz de germinar. Este largo periodo de tiempo de almacenamiento, es conocido como periodo posmaduración, el cual es variable para cada especie. Algunas especies de *Ceratozamia*, *Dioon* y *Zamia*, presentan períodos cortos de posmaduración, los cuales requieren unos 30 días para que sus semillas maduren (Hubbuch, 1987; Jones, 1993). Mientras que en *Bowenia*, *Cycas*, *Encephalartos*, *Lepidozamia*, *Macrozamia*, y *Stangeria* puede ser hasta de 6 a 12 meses para este proceso (Jones, 1993).

Cuando las semillas colectadas están maduras, como en el caso de *Dioon merolae*, el cual no presenta letargo de embrión inmaduro, la germinación se presenta aproximadamente en un mes. Mientras que las semillas de *Ceratozamia norstogii*, el cual presentan letargo de embrión no desarrollado, es necesario unos 3 meses de almacenamiento, para que sus semillas maduren bien.

PRUEBA DE FERTILIDAD

Después de la colecta de semilla o del almacenamiento, las semillas pueden someterse a una prueba de fertilidad. Esta prueba consiste en colocar las semillas en un balde con agua. Las semillas que se hundan son semillas fértiles y las que floten son semillas infértiles, estas últimas deben desecharse, debido a que después de la polinización algunas semillas no logran fertilizarse y por lo que no llegan a desarrollar un embrión, formando bolsas de aire, provocando que estas floten. Así también cuando las semillas han sido almacenado por mucho tiempo, el gametofito se seca, debido a la deshidratación, resultando en el encogimiento del gametofito femenino y separación subsecuente de la esclerotesta, formando bolsa de aire, el cual hace que estas floten. A diferencia de muchas otras semillas, la viabilidad no se restablece por rehidratación.

Este método, es muy efectivo para muchas especies de cycadas, no obstante en especies asiáticas como *Cycas circinalis* y *C. rumphii* presentan indiferencia a este método de flotación (Dehgan & Yuen, 1983; Dehgan & Schutzman, 1989). La distribución restringida y endémica ha impedido la realización de pruebas de flotación en semillas. Aunque, este método sea un medio rápido para determinar la fertilidad o viabilidad de las semillas, revisar el

embrión es lo más recomendable.

CULTIVO

Las semillas se siembran horizontalmente con un 1/3-1/2 sumergidas en el sustrato (figura 14). El suelo debe tener buen drenaje y no debe estar compactado. Las semillas pueden sembrarse en camas germinativas o almácigos. Las camas germinativas deben de ser de 1.5 m ancho por 5 m de largo x 20 cm de alto, dejando espacios de 50 cm entre un almácigo y otro (figura 15), el medio germinativo puede ser arena gruesa (en el caso de *Dioon*) y arcilla con tierra de hoja en descomposición (humus) (para el caso de *Ceratozamia*). Al año de haber germinado, estas pueden transplantarse en bolsas de vivero de polietileno o en maceteras pequeñas individuales.

El medio germinativo para el cultivo de las cycadas de hábitat mésicos, como las especies de *Zamia* (Por ejemplo *Zamia loddigesii*, *Z. fischeri*) y algunas especies de *Ceratozamia*, el más adecuado es los siguientes según Dehgan, (1983):

1 parte por volumen Metro-Mix 500 o una mezcla similar de suelo.

1 parte por volumen de arena fina

1 parte por volumen de perlita ó vermiculita

1 parte por volumen de viruta de pino

2.25 Kg/m³ de dolomita y 1.25 kg/m³ de micronutrientes.

Se puede intentar una segunda mezcla para taxa de hábitats xéricos (ejemplo *Z. furfuracea*, *Dioon* y algunas especies de *Ceratozamia*). La perlita puede ser reemplazada por grava "solita", tesontle o cualquier otra arcilla porosa de origen volcánico. El "Osmocote", un fertilizante de acción lenta puede ser aplicado en la superficie después del transplante.

Ambas mezclas tienen buenos drenajes y tienen tendencia en la capacidad de que la planta absorba los nutrientes, así como también, le da una buena aereación, un aspecto muy importante, ya que el cultivo se ve afectado negativamente por la reducción severa del oxígeno en el suelo y afectando directamente en la utilización del nitrógeno. Un problema asociado con estas mezclas, es la rápida extensión de la raíz primaria característico de todas las cycadas. Para superar este problema, la raíz puede ser cortada cerca de la base de la raíz primaria y después se remoja en ácido indolbutírico (IBA) a 2000 ppm. durante 5 segundos, para después transplantarse, dando como resultado el desarrollo de 2 ó 3 raíces primarias. Cada uno desarrolla varias raíces secundarias y numerosos pelos absorbentes (Dehgan y Almira, 1993). El medio debe ser humedecido antes de la segunda semana para evitar la desecación de las hojas

(Dehgan, 1983). Esto permite que la planta tenga mejor absorción de los nutrientes y agua, resultando en un buen crecimiento.

Para su germinación es importante tener humedad en el medio germinativo y una temperatura de 21-27 °C con sombra parcial (Vovides, 1992) y una humedad relativa de 60-70% (Giddy, 1990). Esta temperatura puede lograrse fácilmente en regiones más cálidas, no obstante, en regiones más frías, esto puede lograrse con un sistema de nebulización intermitente y cables calentadores.

Una vez germinadas, las plántulas pueden transplantarse en túneles de plástico en un ambiente controlado con un rango de temperatura de 28-30 °C. Bajo estas condiciones de cultivo, se puede aplicar regularmente cada fin de semana fertilizantes líquidos en forma de N-K-P, 3-1-5 en una dilución 1:1000 (Smith, 1978b; Smith, 19 ; Giddy, 1990). Así también, se recomienda un pH del sustrato de 6.5-7.0 (Dehgan & Almira, 1993)

GERMINACION

En *Dioon merolae*, la germinación se presenta cuando la radícula emerge (figura 16a,b, c), esta presenta un color blanco a beige de consistencia dura y con un diámetro aproximado de 5 mm (a los 24 días) (figura 16d), se engruesa y se forma un hipocótilo

(figura 16e), desde donde emerge una raíz, que se alarga llegando a medir 25 cm de largo a los 4 meses de siembra y observándose la formación de raíces laterales. El hipocótilo se va engrosando conforme se va desarrollando la plántula (figura 16f) (Pérez Farrera, 1994).

El vástago comienza a emerger a los 5 meses de siembra, este emerge de un ensanchamiento que se produce en la base del hipocótilo (figura 16f), principalmente por una abertura en donde se desarrolla una yema vellosa que al crecer se alarga (figura 17a,b, c.d) y da origen a la hoja primaria, esta hoja es aplanada y plegada de color verde claro, pubescente y flexible, a medida que crece se va abriendo y endureciendo, haciéndose coriácea (a los 6 meses de siembra). Los folíolos son opuestos a subopuestos, presentan dos a tres espínulas en cada uno de los márgenes y de una a dos espinas en el ápice (figura 16j) (Pérez Farrera, 1994).

De la misma manera se presenta la germinación en *Ceratozamia norstogii*, al mes de haberse sembrado, las semillas germinan, y a los 3 meses emergen la primera hoja con 4 o 6 folíolos.

GERMINACION RAPIDA.

Para las semillas que presentan embrión inmaduro, la germinación puede ser acelerada, tratando las semillas a un proceso de escarificación. La escarificación química con ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) ha dado muy buenos resultados, seguido por un remojo en ácido giberélico (GA_3) a 1000 ppm. El tiempo de exposición varía en cada especie. En *Z. floridana* esta requiere una exposición de 60 minutos en H_2SO_4 , seguido por un remojo de 48 horas en GA_3 (Dehgan & Johnson, 1983), mientras que *Z. furfuracea* requiere solo de 20-25 minutos de H_2SO_4 y 24 horas de remojo en GA_3 (Dehgan & schutzman, 1983). Se recomienda en general para las semillas de las cycadas, un remojo en H_2SO_4 de 20-30 minutos seguido por un remojo en GA_3 a 1000 ppm. durante 24 horas (Dehgan & Almira, 1993).

La germinación rápida puede lograrse mediante la escarificación mecánica ó química. La mecánica puede lograrse con el lijamiento de las semillas. La escarificación química, puede realizarse mediante el remojo de las semillas en ácido sulfúrico o clorhídrico. Dehgan, 1983, Dehgan & Johnson, 1983, Dehgan & Schutzman, 1989 han reportado muy buenos resultados con la escarificación química. Smith (1978a) ha reportado buenos resultado mediante la escarificación mécnica. Es importante mencionar que el

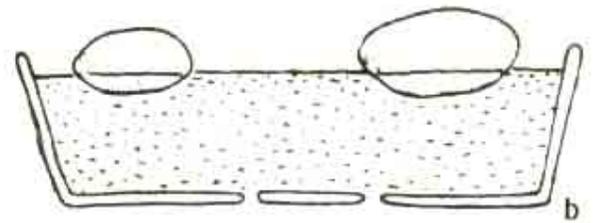
empleo de cualquier método de esscarificación nos compromete a establecer la búsqueda de un delicado punto de equilibrio en el que al mejorar la permeabilidad no se reduzca la protección natural de la semilla, ya que si se aplica más efecto del necesario podría dañar al embrión.

En general, todas las semillas de cycadas maduras, parecen responder positivamente a la exposición del GA₃, no obstante en *Dioon merolae* este parece tener un efecto negativo, no así la esscarificación (Pérez Farrera, 1994).

Figura 13. a) semilla madura *D. merolae*, con su capa carnosa o sarcotesta, b) semillas maduras de *D. merolae*, con la capa dura ó esclerotesta, c) semillas de *Ceratozamia norstogii*.



a



b

Figura 14. método de siembra de las semillas. a) en almácigos, - b) en maceteras (Vovides,1992).

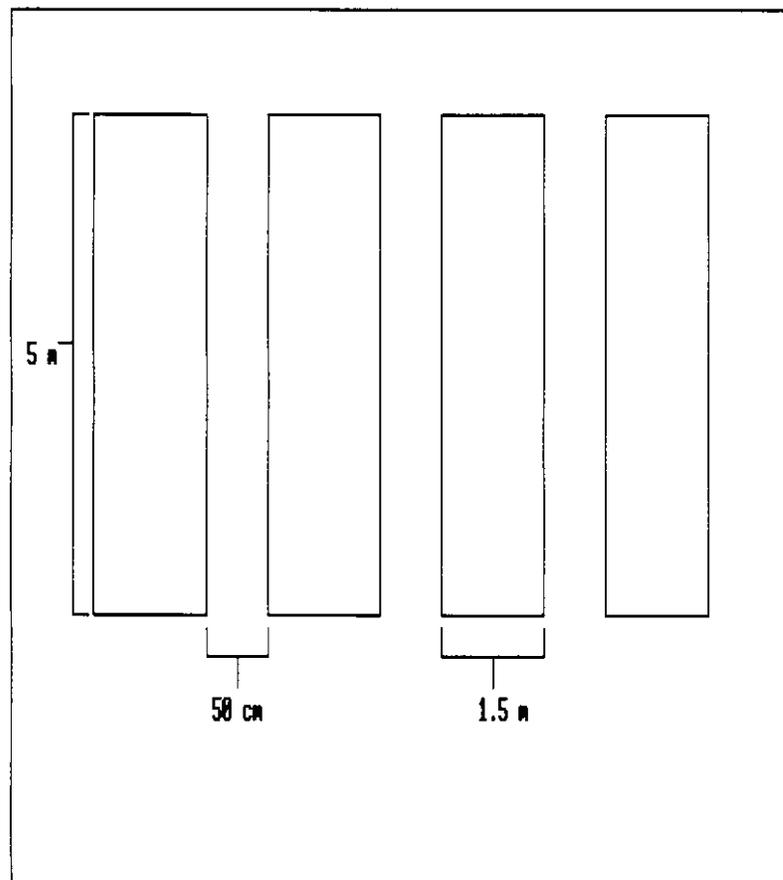


Figura 15. Medidas de almacigos o camas germinativas.

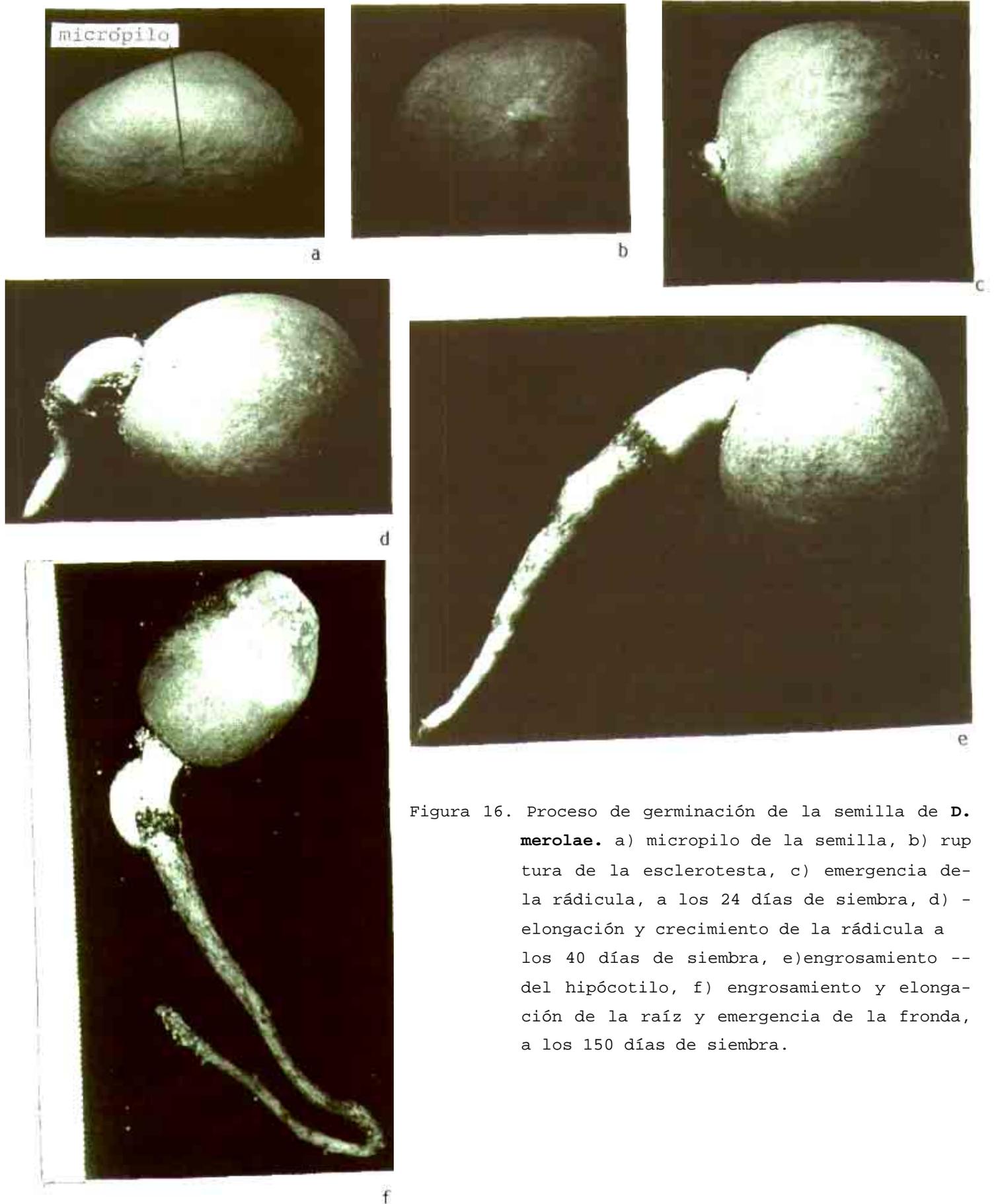


Figura 16. Proceso de germinación de la semilla de *D. merolae*. a) micropilo de la semilla, b) ruptura de la esclerotesta, c) emergencia de la radícula, a los 24 días de siembra, d) -elongación y crecimiento de la radícula a los 40 días de siembra, e)engrosamiento -- del hipocotilo, f) engrosamiento y elongación de la raíz y emergencia de la fronda, a los 150 días de siembra.



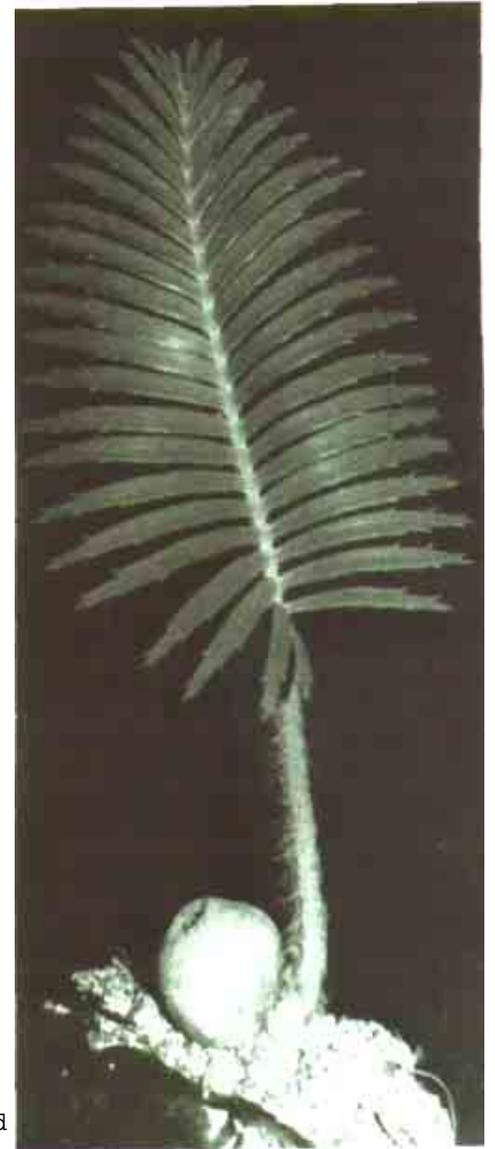
a



b



c



d

Figura 17. Proceso de crecimiento y formación de una plántula, *D. merolae*. a) elongación de la fronda, a los 160 días de siembra, b) elongación y crecimiento de la fronda, c) fronda a los 5 mese y medio de siembra, d) Plántula de *D. merolae* Desarrollo completo de la fronda a los 6 meses de siembra.

PRODUCCION DE SEMILLAS POR POLINIZACION MANUAL.

Antiguamente, se pensaba que las cycadas eran polinizados por viento. Investigaciones recientes han demostrado, que la polinización es realizado por insectos. En *Zamia* se han identificado dos grupos de insectos: curculiónidos (gorgojos) y langúridos (escarabajos) (Tang, 1987; Norstog, 1987; Norstog & Fawcett, 1989; Vovides, 1991; Norstog et al, 1992). *Dioon merolae* parece presentar este mismo patrón de polinización, no obstante en *Ceratozamia* se presentan únicamente langúridos (Pérez Farrera obs. pers; Vovides, 1991). Estos insectos se reproducen en los conos masculinos, realizando su ciclo de vida en ellos y son los responsables directos en el transporte del polen de las plantas masculinas a las femeninas. Cuando el cono masculino empieza a liberar el polen, los insectos salen del cono masculino y visitan el cono femenino, los cuales son atraídos por la alza de temperatura y algunos olores, realizando así la polinización (figura 21).

La técnica de polinización manual es fácil de aprender, la única dificultad es el tiempo de operación y adquisición del polen. Esto puede identificarse, porque, justo antes de soltar el polen, el eje de los conos masculinos empiezan a elongarse y las escamas

se separan y el cono cambia de coloración según sea la especie. En *Dioon* cuando los conos masculinos están inmaduros son de color verde-blanquecino y cambia a café-claro cuando están maduro. En *Ceratozamia*, los conos masculino son verdes cuando están inmaduros y cambia a blanco-amarillento, al madurar. En la mayoría de las especies de *Zamia*, los conos son blancos cuando están inmaduros y cambian de color café a café oscuro cuando están maduros. Los microsporangios se abren, liberando el polen (figura 18). La liberación empieza pausadamente al principio y más rápido posteriormente. La liberación puede durar de unos días hasta unas semanas, de acuerdo a la especie, pero generalmente se da en un período de 10-12 días (Giddy, 1990). En *Dioon merolae* y *Ceratozamia norstogii* suele tardarse hasta 2 semanas (Pérez Farrera obs. pers.).

Para obtener el polen, es necesario coleccionar el cono masculino al momento de la liberación del polen. Nunca debe cortarse cuando esta inmaduro (cono pequeño con escamas cerradas), puesto que no se han desarrollado completamente los microsporangios. Al madurar el cono masculino, se puede cortar y envolverse en un pliego de papel estraza ó periódico. Se coloca dentro de una caja en un lugar seco y ventilado. Posteriormente conforme se vayan abriendo los microsporangios ó cámaras polínicas, el cono se le puede sacudir sutil y periódicamente, para ayudar a la liberación del polen. Este

puede ser almacenado en un frasco pequeño limpio, seco y de plástico. Estos frascos deben de ir etiquetados con el nombre de la especie, localidad donde se realizó la colecta del cono masculino, fecha y nombre del colector. Los frascos pueden colocarse en un caja de plástico y almacenados en el congelador del refrigerador. El polen puede mantener su viabilidad por algunos años y puede utilizarse cuando sea la época de polinización. Recientes estudios en *Encephalartos* han demostrado que el polen, puede almacenarse exitosamente en Nitrógeno líquido (-196 °C) sin perdida de viabilidad (Jones, 1993).

TECNICA DE POLINIZACION

La polinización de las cycadas, en su hábitat natural, ocurre, cuando los conos femeninos están receptivos (figura 20). Esto puede identificarse en *Ceratozamia* y *Zamia*, cuando las escamas del cono femenino se abren ligeramente a lo largo del cono. En *Dioon*, solo las escamas estériles basales del cono se hinchan y se abren ligeramente, esto puede durar una semana o dos según sea la especie. Para la polinización manual, es necesario que el cono femenino este en esta etapa receptiva (figura 20).

Existen básicamente dos técnicas de polinización artificial:
El primero, el polen colectado en seco se coloca en la parte

superior del cono femenino, después de haber quitado algunas escamas y con una pipeta se sopla para que este penetre entre los megasporofilos (Giddy, 1990). La segunda técnica consiste en colocar el polen en una tasa de agua y con una jeringa inyectarlo entre las escamas superiores y laterales en *Ceratozamia* y *Zamia* del cono. Para *Dioon* es recomendable quitar la tapa superior del cono femenino con una navaja filosa y soplar el polen desde arriba, después de polinizar, se vuelva a colocar la tapa superior del cono. Es aconsejable que se repitan los procesos de polinización artificial varias veces, durante el tiempo, en que el cono femenino esta receptivo, para asegurar la obtención de un máximo número de semillas fecundadas (Vovides, 1992).



Figura 18. Colecta de conos masculinos o microstróbilos maduros de **Ceratozamia norstogii**, para la colecta de polen.



Figura 19. Cono femenino o megastróbilos maduros de **Ceratozamia norstogii**.



Figura 20. Cono femenino receptivo de *Zamia furfuracea*.

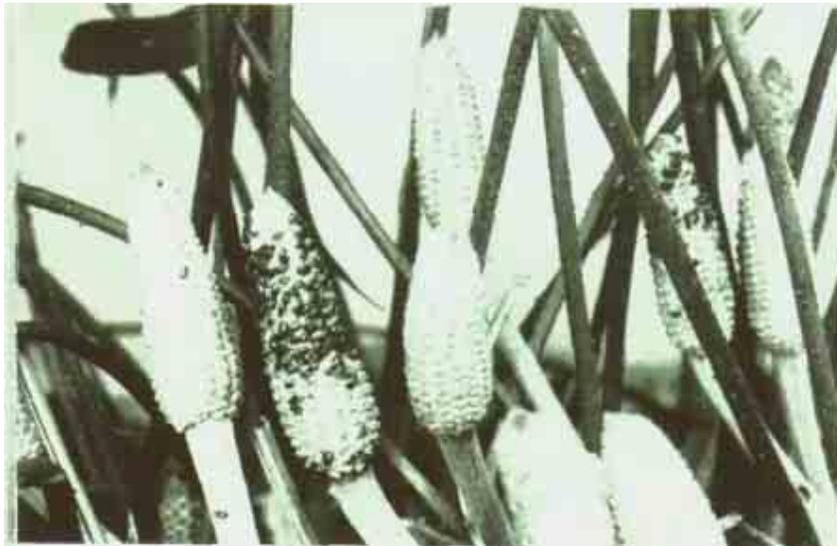


Figura 21. Insectos polinizadores de *Zamia furfuracea* sobre conos masculinos.

BIBLIOGRAFIA

- Crane, P. (1988) Major clades and relationships in higher gymnosperms pp 218-277 in Beck (ed.) Origin and Evolution of Gymnosperms. Columbia Univ. Press, N. Y.
- Chávez, V.M. y A.P. Vovides (1993) Regeneración *in vitro* de tres especies de *Zamia*. Boletín Amaranto 6(4):12-17.
- Dehgan B. (1983) Propagation and growth of cycads. A Conservation Strategy. Proc. Fla. State Hort. Soc. 96:137-139.
- Dehgan B. & C.R. Johnson (1983) Improved seed germination of *Zamia floridana* (*sensu lato*) with H₂SO₄ and GA₃. Scientia Hort. 19:357-361.
- Dehgan B. & B. Schutzman (1983) Effect of H₂SO₄ and GA₃ on seed germination of *Zamia furfuracea*. HortScience. vol 18(3):371-372.
- Dehgan B. & B. Schutzman (1989) Embryo development and germination of *Cycas* Seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(1):125-129.
- Dehgan B. & Fe Almira (1993) Horticultural practices and conservation of cycads in Stevenson D.W. & K. Norstog (eds.) Proceedings of Cycad '90. Second International Conference on Cycad Biology, Milton, Queensland, Australia pp 322-328.
- Eckenwalder (1980) Cycads: The prime of their lives. Fairchild Tropical Garden Bulletin. Vol 35(1):11-19.

- Giddy C. (1990) Conservation through cultivation. Memoirs of the New York Botanical Garden. 57:89-93.
- Grove T.S., A.M. O'Connell & Malajezuk (1980) Effects of fire on the growth, nutrient content and rate of nitrogen fixation of the cycad *Macrozamia riedlei*. Aust. J. Bot. 27:271-281.
- Guo Fan, L. Ting-Xiu, D., Lin, Z & Si-Yuan (1993) Root nodules and nitrogen fixation in *Cycas panzhihuaensis*. Proc. Cycads 90, 2nd International Conference on Cycad Biology. Stevenson, D.W. & K. J. Norstog (Eds) Pcsa, Milton Australia:165-168.
- Halliday J & J.S. Pate (1976) Symbiotic nitrogen fixation by coralloid roots of the cycad *Macrozamia riedlei*: Physiological characteristic and ecological significance. Aust. J. Plant Physiol. 3:349-358.
- Hubbuck C. (1987) Cycads: Propagation and container culture. Fairchild Tropical Garden Bulletin. Vol 42(3):5-8.
- Jones D.L. (1993) Cycads of the world. Ancient Plant in Today's Landscape. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. U.S.A. 312 pp.
- Moretti A., S. Sabato, Siniscalco Gigliano G. (1983) Taxonomic significance of methylazoxymethanol glycoside in the cycads. Phytochemistry 22:270-279.
- Norstog K.J. (1987) Cycads and the origin of insect pollination. American Scientist. Vol 75:270-279.
- Norstog K. J., Fawcett P. K. & A. P. Vovides (1992) Beetle

pollination of two species of *Zamia*: evolutionary and
cological considerations. *Palaeobotanist* 41:149-158.

Norstog K.J. & P.K. Fawcett (1989) Insect-Cycad symbiosis and its
relation to the pollination of *Zamia furfuracea* (Zamiaceae)
by *Rhopalotria mollis* (Curculionidae). *Amer. J. Bot.* Vol 76
(9):1380-1394.

Osborne R. (1990) Micropropagation in Cycads. *Memoirs of the New
York Botanical Garden*. 57:82-88.

Pérez Farrera M.A. y J. A. Rodríguez Garza (1992) The espadaña
Dioon merolae during Santa Cruz festivity in Suchiapa,
Chiapas. III International Congress Ethnobiology. México,
D.F. Abstracts. pp. 134.

Pérez Farrera M.A. (1994) Estudio sobre germinación en semillas de
espadaña *Dioon merolae* De Luca, P.S. Sabato & Vázquez Torres
(Zamiaceae). Tesis de Licenciatura. Tuxtla Gutiérrez,
Chiapas. pp 98

Pérez Farrera M.A. y M. Vázquez Torres (1995) Ethnobotany of
Chiapan Cycads. en prep.

Rothschild M., Nash R. J. & Bell E. A. (1986) Cycasin in the
endangered butterfly *Eumaeus atala florida*. *Phytochemistry*
25:1853-1854.

Scagel, R. F., G. E. Rouse, J. R. Stein, R. J. Bandoni, W. B.
Schofiola y T.M. Taylor (1980) *El Reino Vegetal. Los Grupos
de Plantas y sus Relaciones Evolutivas*. 3 ed. Edit. Omega,
S.A. Barcelona, España 472 pp.

- Schutzman (1987) Mesoamerican *Zamias*. Fairchild Tropical Garden Bulletin. Vol 42(3):16-20.
- Smith S. (1978a) Seed scarification to speed germination of ornamental cycads (*Zamia* spp.) HortScience 13(4):436-438.
- Smith S. (1978b) N and K fertilization of Florida Coontie *Zamia integrifolia* Ait. HortScience 13(4):438-439.
- Spencer P.S., Nunn P.B, Hungon J., Ludolph A.C., Ross S.M., Roy D. N. & Robertson R. C. (1987) Guam amyotrophic lateral sclerosis-parkinsonism-dementia linked to a plant excitant neurotoxin. Science 237:517-522.
- Stiassny, M.L.J. (1992) Phylogenetic analysis and the role of systematics in the biodiversity crisis. pp 109-120 in N. Eldredge (ed.) Systematics ecology and the biodiversity crisis. Columbia Univ. Press. New York.
- Tang W. (1987) Insect pollination in the cycad *Zamia pumila* (Zamiaceae). American Journal Botany 74:90-99.
- Vega A. & Bell E.A. (1967) α -amino- β -methylaminopropionic acid, a new amino acid from seed of *Cycas circinalis*. Phytochemistry 6:759-762.
- Vovides, A.P. (1978) Las Cicadáceas. Comunicado N 24. INIREB.
- Vovides, A.P. (1990) Spatial distribution, survival, and fecundity of *Dioon edule* (Zamiaceae) in a tropical deciduous forest in Veracruz, Mexico, with notes on its habitat. American J.

Botany 77(12):1532-1543.

Vovides, A.P. (1991) Insect symbionts of some mexican cycads in Their Natural Habitat. *Biotropica*. 23(1):102-104.

Vovides A. P. (1992) Polinización y producción de semillas de cicadáceas y su germinación. *Boletín Amaranto*. Año 5. No 1:13-16.

Vovides A.P. & C. G. Iglesias (1994) An intregated conservation strategy for the cycad *Dioon edule* Lindl. *Biodiversity and Conservation* 3:137-141.

Vovides A. P., J. Rees y M. Vázquez Torres (1983) Flora de Veracruz. Familia Zamiaceae. Fascículo 26. 31 pp.

Whiting, M. G. (1963) Toxicity of cycads. *Economic Botany* 17:271-302.

GLOSARIO

Semilla: es un óvulo maduro de un fruto seco, que consiste en embrión, reserva alimenticia almacenada (gametofito ó endospermo) y cubierta protectora (esclerotesta). Es la unidad de dispersión de las plantas.

Germinación: Proceso de reactivación del sistema metabólico de la semilla, que comienza con la emergencia de la radícula (raíz) y de la plúmula (tallo) hasta el desarrollo de una plántula normal.

Letargo: es la falta de crecimiento de cualquier parte de una planta resultante de factores internos o externos.

Semilla con letargo: es aquella que no llega a germinar, aunque haya absorbido agua y esté expuesta a condiciones favorables para su germinación (temperatura y oxígeno).

Posmaduración: proceso que transcurre desde el almacenamiento de semillas con embrión inmaduro hasta su completa maduración.

Escarificación: tratamiento, que se utiliza, en las semillas para acelerar su germinación.