

78  
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DESARROLLO E HISTOQUIMICA DE LAS  
ESTRUCTURAS REPRODUCTIVAS DE  
LAS FLORES MASCULINAS DE  
*Chamaedorea elegans* (ARECACEAE)**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**B I O L O G A**

P R E S E N T A :

**ENRIQUETA GONZALEZ CERVANTES**

MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## INDICE

	PAG.
LISTA DE FIGURAS Y CUADROS-----	1
RESUMEN -----	1
I. INTRODUCCION-----	2
II. ANTECEDENTES-----	6
II.1 Clasificación de la especie-----	9
II.2 Descripción del género-----	9
II.3 Descripción de la especie-----	12
II.4 Distribución del género-----	13
II.5 Distribución de la especie-----	14
II.6 Biología Reproductiva en palmas-----	14
II.7 Características del desarrollo de las estructuras reproductivas en palmas: Desarrollo de la pared de antera y Microesporogénesis-----	21
III. OBJETIVOS-----	26
IV. MATERIAL Y METODO-----	27
V. RESULTADOS	
V.1 Morfología externa-----	30
V.2 Morfología interna-----	31
V.3 Desarrollo de la pared de antera y el grano de polen	
Anatomía-----	32

V.4 Descripción palinológica-----	35
V.5 Pruebas histoquímicas-----	42
V.6 Análisis químico del néctar-----	43
VI. DISCUSION-----	45
VII. CONCLUSIONES-----	55
VIII. BIBLIOGRAFIA-----	58

## LISTA DE FIGURAS

	PAG.
FIGURA 1. Principales tendencias evolutivas en las palmas.-----	7
FIGURA 2. Mapa de la distribución mundial del género <i>Chamaedorea</i> -----	15
FIGURA 3. Mapa de distribución de la especie <i>Ch. elegans</i> -----	16

## LISTA DE CUADROS

CUADRO COMPARATIVO 1. Características de las estructuras reproductivas de las flores masculinas de la Familia Arecaceae, el género <i>Chamaedorea</i> y la especie <i>Ch. elegans</i> -----	52
CUADRO COMPARATIVO 2. Características de las estructuras reproductivas de <i>Phoenix sylvestris</i> , <i>Livistona chinensis</i> y <i>Chamaedorea elegans</i> .-----	53
CUADRO COMPARATIVO 3. Tipos de citocinesis y arreglo de tétradas de microsporas en siete especies de palmas.-----	54

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un estudio detallado de los diferentes procesos embriológicos involucrados en el desarrollo de las estructuras reproductivas de las flores masculinas de la palma *Chamaedorea elegans*, planta de gran importancia económica y que se encuentra catalogada en peligro de extinción.

Se realizaron colectas periódicas de botones florales y flores en antesis. Se fijaron en F.A.A., se deshidrataron en alcoholes graduales y se incluyeron en parafina y JB4. Los cortes en parafina se tiñeron en safranina-verde rápido y con distintos reactivos para pruebas histoquímicas. Los cortes en plástico se tiñeron con azul de Toluidina. Para el estudio de la morfología de los granos de polen se llevó a cabo la técnica de Acetólisis. Flores en antesis y granos de polen maduros fueron analizados con Microscopía Electrónica de Barrido. Finalmente se realizó un análisis químico del néctar producido en las flores.

*Ch. elegans* presenta inflorescencia axilar, pedúnculo con tres o más brácteas envolventes, seis estambres bilobulados y tetraesporangliados que en su base se encuentran unidos a un pistilodio, presenta en la madurez flores de color amarillo, gotas de néctar sobre el ápice del pistilodio así como un orificio triangular característico de la especie formado por los pétalos durante la antesis.

El tipo de desarrollo de la pared de la antera es básico, la epidermis es persistente durante su desarrollo, el endotecio es monoestratificado con engrosamientos en sus paredes en etapa de antera dehiscente, el tapete es de tipo glandular y la división de la tétrada es tanto sucesiva como simultánea. El grano de polen maduro presenta dos células en su interior y es monosulcado semitectado-reticulado. El néctar tiene gran cantidad de hexosas reductoras.

## I. INTRODUCCION

La importancia que tienen las palmas para el hombre abarca aspectos que van desde el alimenticio hasta el ornamental siendo en este último donde *Chamaedorea elegans* o "palmita camedora" como comúnmente se le conoce, ocupa un lugar preponderante. Esta palma se distingue por ser una planta sumamente útil y hermosa, presenta un follaje característico y distintivo, un fácil manejo así como una buena tolerancia a la sombra. Estas características han permitido que sea ampliamente utilizada en la decoración de interiores y cultivada en invernaderos comerciales. Sus hojas se utilizan para la elaboración de arreglos florales, coronas, arcos, canastas de ornato y adornos para iglesias y mercados (Barry, 1957; 1961; Rzedowski, 1978) por todas estas características *Ch. elegans* tiene en México y en otros países una gran importancia económica.

La amplia utilización de la que es objeto la ha llevado a colocarse como una de las especies vegetales que sufre de una explotación indiscriminada, básicamente por el uso que se le da a los individuos completos como a su follaje. La reproducción de estas palmas en condiciones naturales se realiza únicamente por semillas (Barry, 1961; Barba y Romero, 1993).

En algunas localidades donde se extrae el follaje de las especies de camedora, se llegan a coleccionar las pinnas de las hojas más jóvenes, provocando así la muerte de los individuos. Esto ha ocasionado que algunas poblaciones de palmas ya hayan desaparecido. Saldivia y Cherbonier (1982) mencionan que en la mayoría de los estados de la República Mexicana la

extracción de las hojas se realiza en comunidades naturales, lo que ha originado el desplazamiento de la explotación a nuevas localidades donde esta palma se encuentra creciendo en forma natural (cit. en Barba y Romero, 1993).

En 1974 se vendieron 370 millones de manojos con 25 hojas individuales cada uno en los Estados Unidos (Vosters, 1975). En este mismo año, este autor considera que *Ch. elegans* se encuentra amenazada de extinción.

En algunos estados del país se han realizado cultivos intensivos para la obtención de estas palmas, en los que la germinación de las semillas se lleva a cabo en invernaderos. Estos cultivos se efectúan extrayendo las semillas e incluso transplantando individuos adultos completos de zonas naturales a otras localidades, alterando gravemente las comunidades autóctonas. También se han realizado cultivos por medio de la siembra directa en el campo, donde se corre el riesgo de la pérdida de las semillas por depredación.

Saldivia y Cherbonier (1982) indican que se han obtenido plántulas por germinación de semillas en la selva, sin embargo este método es el más costoso ya que implica gastos de colecta y una estancia en cultivo de por lo menos tres años, dos en almácigo y uno en vivero. Para la producción comercial de semillas se utilizan alrededor de 14 especies de palmas comedoras siendo *Ch. elegans* la más importante (Barry, 1961; Barba y Romero, 1993).

En la producción de semillas muchas veces se cultivan plantas que tienen que pasar del estado vegetativo al reproductor para producir semillas



siendo este proceso muy largo. Estados Unidos compra a México las plántulas de las palmas, sin embargo las semillas de donde provienen estas plántulas son originarias de la selva (Barba y Romero, 1993).

Reinert y Neel (1977) refieren que en 1975 se extrajeron de México 35,000 kilos de semillas, aproximadamente 4,000 semillas por kilo, y fueron distribuidas a todo el mundo, donde sólo el 60% de éstas germinaron; esto indica que por lo menos en 1976 se produjeron cerca de 84 millones de plántulas ( cit. en Barba y Romero 1993).

México sigue siendo el principal proveedor de semillas del mundo y desde hace 40 años el principal proveedor de palmas camedora a los Estados Unidos de Norteamérica. Se estima que las exportaciones mexicanas pasaron de 1982 a 1986 de 246 a 300 millones de hojas alcanzando un valor de 370 millones de dólares. A todo lo anterior se debe agregar la extracción "legal" o ilegal de semillas para el consumo local e internacional destinado para la germinación en viveros (Barba y Romero 1993).

Vovides (1981) y el INIREB (1986) dan una lista de plantas mexicanas de este género en diversos niveles de peligro de extinción en las que *Ch. elegans* ocupa el primer lugar. El UICN\* (1988) reporta a las especies en riesgo de desaparecer y dentro de ellas *Ch. elegans* ocupa uno de los principales lugares (cit. en Barba y Romero, 1993).

Actualmente las cantidades extraídas de palma camedora se han incrementado sorprendentemente; aunado a toda esta problemática se debe considerar que hay muy pocos estudios sobre la biología reproductiva de las palmas en general y menos aún del género *Chamaedorea* en particular. En la

literatura consultada no se encuentra hasta ahora, ningún estudio embriológico de *Chamaedorea elegans*.

El conocimiento detallado de los principales procesos embriológicos nos permitan contar con información básica que nos ayude a implementar formas más racionales de utilización, aprovechamiento y propagación de este importante recurso natural.

- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales).

## II. ANTECEDENTES

La familia Areaceae consiste de 206 géneros y cerca de 2,700 especies, distribuidas alrededor de los trópicos (Cronquist, 1981; Takhtajan, 1980). Las palmas constituyen una familia única entre las Monocotiledóneas, distinguiéndose entre ellas por presentar un habitat arbóreo, en forma de arbustos o trepadoras no ramificadas y hojas situadas en el extremo del tallo, donde constituyen una densa corona (Cronquist, 1981; Dahlgren et al., 1985).

Se propone que este tipo de plantas tienen un origen común con las primeras angiospermas, por presentar caracteres que son considerados como primitivos. La combinación de varias tendencias evolutivas, así como las características algo especiales que presentan indican una larga trayectoria evolutiva (Fig. 1) (Cronquist, 1981; Dahlgren et al., 1985; Barba y Romero, 1993).

Se estima que las palmas se originaron hace 69 millones de años durante el período Cretácico superior, aunque otros autores indican la presencia de palmas en el Pre-cretácico, sin embargo estas evidencias se basan en estudios estratigráficos confusos (Dahlgren et al., 1985; Aguilar, 1986; Barba y Romero, 1993).

Dentro de la familia Areaceae se encuentra el género *Chamaedorea*, en el cual existen especies de gran importancia económica y de interés biológico entre las que se encuentran *Chamaedorea elegans*, *Ch. tepejilote*, *Ch. oblongata*, *Ch. arebergiana*, *Ch. concolor*, *Ch. ernesti-augusti*, *Ch. metallica* entre otras (Barba y Romero, 1993).

FIGURA 1. Principales tendencias evolutivas de las palmas.  
(Moore y Uhl, 1982).

- HABITO:**  
De simpodial (en las menos evolucionadas) a monopodial (en las mas evolucionadas).
- TAMAÑO:**  
De moderado al gigantismo y enanismo.
- TALLO:**  
De no ramificado a ramificado dicotómicamente.  
De corto a internodos delgados.
- HOJA:**  
De una eufilia no dividida a bandas palmadas, costapalmadas o láminas pinnadas.  
De hojas no divididas e induplicadas a divididas a lo largo de la banda adaxial (induplicadas) o a lo largo de la banda abaxial (reduplicadas).  
De pinnadas a bipinnadas o con pinnas mono o bidivididas longitudinalmente.  
De vainas hendidas opuestas al peciolo o vainas tubulares.  
De perennes a deciduas.  
De peciolo con una cadena de floema a dos ramas de floema.
- INFLORESCENCIA:**  
De moderadamente ramificada a espigas o, menos frecuentemente, a mas difusamente ramificada.  
De una por axila a mas de una por axila.  
De entre las hojas a debajo o por encima de ellas en una inflorescencia terminal compuesta.  
De pleonántica a hapaxántica.
- BRÁCTEAS:**  
La primera bráctea peduncular de tubular y abierta en el apice a completamente encerrado en la yema de la inflorescencia.
- ARREGLO FLORAL:**  
De flores solitarias, pediceladas, bracteoladas a cincinnus simpodiales de 2, 3 o mas; o a ejes monopodia-cortos de 2 - 4 o mas.
- FLORES:**  
De bisexuales a unisexuales.  
De Monoicas a dílicas.
- PERIANTO:**  
De trimero a dímero, o de tetramero a decamero o reducido.
- SEPALOS:**  
De distintivos e imbricados a connados o separados.
- PETALOS:**  
De diferentes e imbricados, a valvados, o fuertemente imbricados o connados.
- ESTAMBRES:**  
De 6 a 3 o mas de 6 (a 900 +).
- FILAMENTOS:**  
De relativamente delgados y distintivos a anchos y gruesos, y con frecuencia connados o adnados al perianto o ambos.
- ESTANIMODIOS:**  
De parecidos a los estambres con solo anteras abortivas, a cortos y dentados o a cupulados en la base del filo o ausentes.

**POLLEN:**

De monesulcado a tricesonesulcado a dicolpado a monocolpado, diporado, o triporado.

**GINECIO:**

De apocarpio a sincarpio.

**CARPELOS O LOCULOS:**

De 3 a 2 - 1 o 4 - 10.

**OVULOS:**

De moderados a pequeños o grandes.

De anátropo a hemianátropo, a campilotropo, a ortótropo.

**PISTILOS:**

De solo, ligeramente modificados a vestigiales o ausentes o raramente prominentes.

**FRUTO:**

De carnoso a seco y fibroso.

**SEMILLA:**

De moderada a pequeña o muy grandes. De entera a disectada, bilobada, o perforada.

**ENDOSPERMO:**

De homogéneo a invaginado o ruminado.

**COMPLEMENTO CROMOSOMICO:**

De  $n=18$  a  $n=17$ , 16, 14 y 13.

Cit. en Barba y Romero, 1993.

## II.1 CLASIFICACION DE LA ESPECIE

Moore (1973) ordena a las palmas en cinco líneas evolutivas y reconoce quince grupos principales basándose en caracteres morfológicos y de especialización (Takhtajan, 1980; Barba y Romero, 1993).

Dransfield y Uhl (1986) se basan en la ordenación de Moore (1973) para designar los nombres en el Código Internacional de Nomenclatura Botánica y dan la siguiente clasificación:

Clase: Monocotiledóneas  
Superorden: Areciflorae  
Orden: Principes  
Familia: Arecaceae  
Subfamilia: Ceroyloideae  
Supragénero: Hyophorbeae  
Género: *Chamaedorea*  
Especie: *Chamaedorea elegans*

## II.2 DESCRIPCION DEL GENERO *Chamaedorea* Willd (Arecaceae) Standley y Steyermark (1958), Aguilar (1986).

Las especies del género *Chamaedorea* Willd son plantas herbáceas o arbustivas, perennes, erectas y en ocasiones subtrepadoras, escandentes o procumbentes. Presentan tallos de diferentes tipos que se pueden clasificar de acuerdo a las características que presentan: tallos solitarios, múltiples, erectos, largos y algunas veces rizomatosos. Existen especies donde el tallo puede ser acaule en estados juveniles. Raíz fulcrante; Hojas simples o bífidas en el ápice, raramente redondeadas, pinnatisectas o pariplnnadas como lo presenta la mayoría, peciolos delgados y cilíndricos, largos o cortos.

Las hojas presentan una vaina en la base del peciolo que rodea al tallo, esta puede ser corta o elongada y encontrarse muy cerrada o abierta casi en su totalidad. Foliolos alternos y opuestos, anchos y angostos, oblicuos o sigmoideos, epeciolulados, con margen entero, acuminados, nervoplegados, con venación paralela.

Las hojas simples pueden ser de forma cuneado-obovada hasta ligeramente elípticas. Los foliolos pueden presentar formas lineares, lanceolados, oblongos y trapezoidales o rómbicos. En algunas especies el número de los foliolos es constante. El tamaño de las hojas puede ser desde muy pequeño (17.5 cm de largo) hasta muy grandes (1.80m de largo). Su color puede variar de un verde lustroso a un verde opaco.

La inflorescencia nace entre o debajo de las hojas, simple o ramificada, con un eje o raquis que se subdivide en raquillas. Pedúnculo corto o alargado. Las ramas escasas y densamente floridas, de color anaranjado cuando el fruto está maduro. Brácteas en número de tres o más, elongadas, envolventes, hendidas en el ápice, coriáceas o membranosas más o menos persistentes. Algunas especies pueden presentar los dos tipos de inflorescencias, mientras que en otras las raquillas inferiores pueden presentar ramas secundarias.

El tipo y forma de la inflorescencia se consideran características secundarias, que pueden ser utilizadas en forma auxiliar para la identificación de algunas taxa .

Flores dioicas, submersas en las raquillas, pequeñas, sésiles, ebracteadas y ebracteoladas, trímeras con 3 sépalos, 3 pétalos, 3 carpelos

sincárpico, uniloculados o con 6 estambres. Generalmente numerosas, arregladas en forma densa o aglomerada y menos densa y/o laxa en raquis o raquillas.

Flores estaminadas con cáliz cupuliforme o anular, entero, trilobado o tripartido. Los lóbulos o segmentos valvados, corola algunas veces estipitada, estambres generalmente incluidos, epipétalos de filamentos cortos, separados o connados, anchos o subulados. Anteras dorsifijas, incluidas, diátecas con dehiscencia lateral y longitudinal, pistilodio columnar con ápice expandido, truncado, atenuado o lobulado.

Flores pistiladas con cáliz semejante al de las flores estaminadas corola con pétalos usualmente connados (gamfillos), valvados, separados o imbricados. Gineceo sincárpico, tres carpelos, estilo ausente, ovario súpero, trilocular, estigmas sésiles recurvados, óvulos solitarios, axilares, basales y erectos. Estaminodios presentes o ausentes.

El fruto es una pseudodrupa, pequeño, de uno o algunas veces 2-3 carpelar, globoso u oblongo, el pericarpio coriáceo o carnoso, escasamente fibroso. La forma, tamaño y color son características que pueden servir para diferenciar especies. Semilla única erecta o globosa o elipsoide, hilum basal, las ramificaciones del rafe obscuras. Endospermo albuminoso, sólido, de cartilaginoso a óseo uniforme no ruminado. Embrión rudimentario de lateral a poco basal.



II. 3 DESCRIPCION DE *Chamaedorea elegans* Mart. (Arecaceae) Standley (1920),  
Standley y Steyermark (1958), Aguilar (1986).

Son plantas pequeñas, dióicas con tallos erectos o decumbentes de 8 a 16 mm de diámetro y de 2 a 3 m de largo, verde, anulado con internodos cortos pueden ser acaules en estados juveniles, presentan pocas hojas simples, pinnadas y bifidas en el ápice, peciolo de 12 a 27 cm de largo, pinnas de 11 a 20 de cada lado del raquis, el raquis muy delgado, foliolos alternos u opuestos, lineares o lanceolados, nervadura central prominente, miden de 1 a 1.5 cm de ancho y 15 cm de largo.

Inflorescencia axilar, pedúnculo de 10 a 13 cm de largo o más, sostenida por 4 a 7 brácteas envolventes en las inflorescencias masculinas y de 6 a 9 en las femeninas, coriáceas y generalmente caedizas. Las raquillas inferiores de la inflorescencia pueden presentar ramas secundarias por lo que se les considera como inflorescencias poco paniculadas.

Flores pistiladas y estaminadas, sésiles, arregladas en espiral sobre las raquillas, gamopétalas con un orificio triangular. Flores pistiladas 2.5 mm de alto, profundamente trilobuladas, estaminodios ausentes, ovario depresivo y con estigmas sésiles, separados y recurvados. Fruto globoso, negro cuando madura, mide 6 mm de diámetro.

Corola de las flores pistiladas fuertemente nervadas, sépalos poco connados en la base. La raquilla pistilada llega a ser de color naranja cuando sostiene a los frutos.

Flores estaminadas de 2 mm de alto de color amarillo, presentan 6 estambres con filamentos cortos y anteras completas, raramente visibles debajo del pistilodio; éste, 6 angulado, truncado y expandido. Anteras adheridas a la base de la columna del pistilodio.

Presencia de rafidios, especialmente abundantes en todos los órganos florales.

#### 11.4 DISTRIBUCION DEL GENERO

El género *Chamaedorea* es endémico de América, se extiende desde México hasta Brasil y Bolivia ocupando principalmente las regiones tropicales y templadas. (Fig. 2 ) El género se encuentra formado por aproximadamente 112 especies de las cuales la mayoría se encuentran en Centroamérica, especialmente en México (49 especies), Guatemala (35 especies), Costa Rica (29 especies), y Panamá (30 especies) (Barba y Romero, 1993).

En México las especies de palma comedora se distribuyen en zonas de selva alta y selva baja perennifolia. Se encuentran en áreas de la serranía de los estados de Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Veracruz, Campeche y Quintana Roo entre los 750 y 1800 m. s. n. m. También se han encontrado dentro de una selva virgen a 95 m. s. n. m. en Santo Domingo, Oaxaca (Saldívia y Cherbonier, 1982; cit. en Barba y Romero, 1993).

Las palmas comedoras se desarrollan en el estrato inferior del bosque tropical perennifolio en condiciones de escasa luminosidad y alta humedad relativa.

En lo referente al clima, se circunscribe al área delimitada por García (1983), como la zona calido-húmeda de México con tipos de climas calidos (A) y semiáridos (A)C y (A)'C en sus diferentes subtipos en cuanto a regímenes de humedad, que van desde lugares con lluvia todo el año, hasta regiones subhúmedas en donde llueve únicamente en verano (Rzedowski, 1978; Barba y Romero, 1993).

#### II.5 DISTRIBUCION DE LA ESPECIE

De acuerdo a la revisión de ejemplares de herbario\* de *Ch. elegans* esta especie se encuentra distribuida en los estados de Hidalgo, Veracruz, Oaxaca, San Luis Potosí, Chiapas, Tabasco y Puebla. Dentro de una vegetación de bosque tropical secundario, selva alta perennifolia y selva mediana- alta perennifolia (Fig. 3).

#### II.6 BIOLOGIA REPRODUCTIVA EN PALMAS

Las investigaciones realizadas sobre la Biología reproductiva de las palmas son escasas, los pocos estudios efectuados dentro de este grupo abarcan aspectos de producción, manejo y germinación de semillas, condiciones ambientales de cultivo, plagas y enfermedades, y sólo con especies que son económicamente importantes (Barba y Romero, 1993).

Las características de las estructuras reproductivas han sido descritas para el orden y la familia en general, abarcando sin embargo solo aspectos de organogénesis y morfología externa (Uhl, 1969; Uhl, 1976a y b,

\* Herbario Nacional de México (MEXU), Instituto de Biología.

\* Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), Instituto Politécnico Nacional.



Fig. 2 Distribución mundial del género *Chamaedorea* (Moore, 1973).

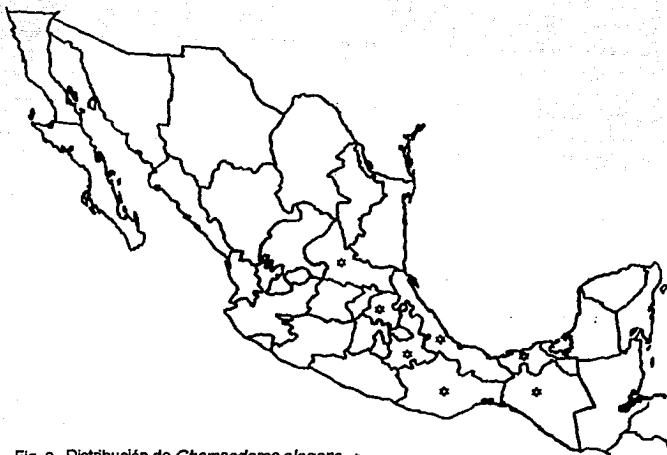


Fig. 3. Distribución de *Chamaedorea elegans*. \*

1977, 1978a y b; Uhl y Moore, 1977, 1980; Cronquist, 1981; Dahlgren et al, 1985).

Como características generales de la familia, las flores masculinas presentan de 3, 6, 9, 900 o más estambres (Uhl y Moore, 1977, 1980; Cronquist, 1981) con filamentos libres, adnados o adheridos al perianto. Las flores multiestaminadas algunas veces con estambres arreglados centrifugamente. Las anteras con dehiscencia longitudinal, rara vez con poros apicales. La microsporogénesis es sucesiva, simultánea o ambas (Dahlgren et al, 1985).

Davis (1966) reporta para la familia la presencia de anteras tetraesporangliadas con epidermis persistente. El endotecio desarrolla engrosamientos fibrosos. De dos a seis estratos de células forman la capa media y el tapete es de tipo glandular. Citocinesis simultánea en las células madres de las microsporas. Excepto para *Nypa fruticans* y *Pinanga disticha* donde el tipo sucesivo ha sido descrito.

Tétradas de microsporas isobilaterales, tetrahédricas y ocasionalmente en forma de T o lineal. Granos de polen maduros con dos células en su interior (Davis, 1966).

Kuprina (1948) describe granos de polen que presentan características que van desde bisulcados, aporados o sulcado en espiral. Palliassou (1957) considera granos de polen monosulcados, bisulcados, con ulcos y bisulcos, los tipos de ornamentaciones predominantes en los granos de polen son exinas lisas, escabrosas, vermiculadas y reticuladas. Exinas equinuladas, clavos y verruga (cits. en Thanikaimoni, 1970).

Mahabalé (1967) describe granos de polen de ciertos grupos de la familia según la clasificación de Drude (1889) y Moore (1960) y encuentra granos de polen monosulcados con exina lisa como más común aunque también puede ser ornamentada; considera que dentro de los miembros de la familia existen características sumamente heterogéneas, granos de polen sin sulco como en *Nypa* hasta granos de polen con sulcos trirradiados como en *Cocos schizophylla*.

Sharma (1968) describe para especies de palmas la presencia de granos de polen monosulcados, reticulados y dicolpados. (Thanikaimoni, 1970).

Thanikaimoni (1970) describe para la familia granos de polen monosulcados, elípticos o circulares o elípticos dilatados en un extremo en vista polar. Abertura elíptica, margen difuso, membrana lisa, verruqueada o areolada. Para miembros de la tribu Chamaedoreae a la que pertenece el género *Chamaedorea* describe un tipo de exina semitectada, reticulada o areolada.

Este mismo autor discute las principales características que los investigadores han tomado en cuenta para realizar las diferentes descripciones de los granos de polen en palmas. Da la descripción palinológica detallada de 800 especies que pertenecen a 192 géneros, de los 225 géneros de palmas que se reconocen. Considera como las características más importantes en la descripción del grano de polen el número de células en su interior y el tipo de abertura que presenta, dejando en segundo plano la ornamentación que desarrolla la exina.

Describe el tipo de polen monosulcado en 167 géneros de 192 que han sido estudiados. Exina lisa o finamente perforada en 136 géneros. El tamaño del grano de polen de 130 géneros varía de 30 - 50 micras.

Parthasarathy (1970) describe las características de los granos de polen en diferentes especies de palmas, entre las que se encuentran *Chamaedorea brachypoda*, *Ch. oblongata*, *Hyphaene schattan*, *Mascarena lagenicaulis*, *Phoenix* sp, *Arenga pinnata*, *Nipa fruticans* y *Phycosperma*, los cuales presentan superficies lisas, reticuladas, finamente reticuladas, con espinas o pequeñas protuberancias, en general presentan aberturas monosulcadas.

Takhtajan (1980) describe para el grupo de las palmas *Chamaedoreoide* (seis géneros y 146 especies) la presencia de un grano de polen monosulcado con exina reticulada o finamente reticulada.

Cronquist (1981) describe para la familia granos de polen bicelulares comúnmente monosulcados, sin embargo menciona que pueden existir variaciones que van desde granos de polen unilucrados, tricotomosulcados, tetracotomosulcados, triporados, dicolpados, diporados o bisulcados, como una excepción en *Sclerosperma* se encuentran granos de polen triporados.

Otro de los trabajos palinológicos más importantes con miembros de las *Arecaceae* es el de Ferguson *et al* (1983). Estos autores describen los tipos de granos de polen en el género *Pinanga* y particularmente en *P. aristata* y *P. pilosa*, mencionando la presencia de cinco tipos morfológicos de la pared del grano de polen: a) intectado-gemado, b) semitectado-clavado, c)



simple-per-reticulado, d) anulado complejo-multi-columelado y e) tectado equinado.

Dahlgren et al (1985) describen para el orden Arecales granos de polen usualmente sulcados o tricotomosulcados rara vez ulcerados, bisulcados, annulosulcados y triaperturados. Lisos o algunas veces reticulados. Granos de polen maduros binucleados.

Harley et al (1991) consideran que el estudio de la morfología de los granos de polen en los últimos años se ha visto sumamente favorecido con la ayuda de los microscopios electrónicos de barrido (MEB) y de transmisión (MET). Estos autores realizan un estudio comparativo de las características morfológicas de los granos de polen fósil de *Spinizocolpites*, actualmente considerada como *Nypa* y de los granos de polen fósil de *Monocolpollenites*, actualmente considerada como *Catekentic liukivensis* Hatusima.

Consideran a los granos de polen del género *Nypa* como el grano-tipo-palma, por ser los más antiguos registrados hasta el momento. A las *Monocolpollenites* pertenecientes al grupo de palmas Coryphoide las considera el grupo de palmas más especializado, los registros fósiles de este tipo de polen se sitúan en el Norte de Europa.

Otro de los aspectos de suma importancia en el estudio de la familia ha sido la determinación, localización y función de ciertas sustancias químicas que se encuentran estrechamente relacionadas con los factores adaptativos, de defensa y reproducción de estas plantas.

Dahlgren *et al* (1985) describen las principales sustancias químicas presentes en palmas entre las que se encuentran el silice y el oxalato de calcio en forma de rafidios. La presencia de saponina esteroidal conocida en pocas especies, compuestos cianogénicos, taninos en diversas partes de la planta, flavonoides y ceras como otros de los compuestos mas abundantes.

La presencia de estos compuestos se encuentra estrechamente relacionada con el fenómeno de la polinización en palmas, este ha sido uno de los aspectos que más han llamado la atención de los investigadores por formar parte importante del proceso reproductivo de estas plantas, se considera que la polinización puede ser llevada a cabo por insectos o por el viento (Essig, 1971; Uhl y Moore, 1973; Uhl, 1977; Cronquist, 1981; Dahlgren, 1985; Henderson, 1986), asimismo en estos trabajos se discute la relación que existe entre las características de la planta, los mecanismos de protección y el tipo de polinización involucrado.

La presencia de nectarlos septales en flores de ciertos miembros de la familia ha sido descrita (Cronquist, 1981; Schmid, 1983; Dahlgren *et al*, 1985).

#### 11.7 CARACTERÍSTICAS DEL DESARROLLO DE LAS ESTRUCTURAS REPRODUCTIVAS EN PALMAS

##### Desarrollo de la pared de antera y Microesporogénesis

Mahabalé y Biradar (1968) describen para *Phoenix sylvestris* Roxb la presencia de seis estambres en una flor masculina con filamentos cortos y libres. Anteras adnadas mas cortas que los pétalos. Las flores presentan tres pistilodios y son polinizadas por insectos.

En *Phoenix sylvestris* la pared de antera esta formada por 4 - 5 capas totales. La epidermis es persistente y desarrolla una cuticula. El endotecio es monoestratificado y la capa media adyacente a este presenta células adelgazadas, la capa mas interna funciona como tapete y las células que la forman son binucleadas.

La división de las células madres de las microsporas es de tipo sucesivo con arreglo de tétradas isobilaterales y tetrahédricas. Los granos de polen tienen un tamaño de 13 X 13 micras, son expulsados en el estado bicelular, presentan una forma esférica, son monocarpados con exina lisa y paredes delgadas.

La célula vegetativa mide 2.4 X 3.7 micras y la generatriz 2.5 X 6.0 micras. La célula generativa se divide para formar dos gametos masculinos, ovalados o elípticos de 2 X 3 micras.

Juliano y Quisumbing (1931) describen para *Cocos nucifera* la presencia de 6 - 8 capas celulares formando a la pared de la antera, de las cuales la capa subepidérmica desarrolla fibras y constituye al endotecio, las mas internas de 2 - 4 estratos funcionan como tapete. La presencia de citocinesis simultánea ha sido observada para esta especie y para *Nypa fruticans*. Süssenguth (1921) encuentra divisiones simultáneas en las células madres de las microsporas de *Chamaedorea sartinii*; *Chamaedorea glaucophylla* y *Chamaedorea karwinskiana*. Schnartf (1931) encuentra la misma condición para *Chamaedorea corollina*, *Areca triandra*, *Caryota* y *Pterigospermum* (cits. en Mahabalé y Biradar, 1968).

Mahabalé y Chennaveeraiah (1957) encuentran de 5 - 6 capas en la pared de la antera de *Hyphaene indica* así como células tapetales binucleadas. En miembros de las *Arecineae*, *Coccolneae* y *Sabalae*, Rao (1959a y b) observa la misma condición. (Cits. en Mahabalé y Biradar, 1968).

En relación al tipo de división de las células madres de las microsporas en *Hyphaene indica* estos mismos autores describen el tipo de citocinesis sucesivo, presencia de tétradas con arreglo en T y linear además de isobilaterales y tetrahédricas. Describen a los granos de polen como reticulados en esta especie y Ertzman (1952) da la misma condición para *Borassus flabellifer* (Mahabalé y Biradar, 1968).

Rao (1959b) observó de 4 - 5 capas en la pared de la antera en especies de *Borassus*, *Pritchardia*, *Licuala* y *Livistona*. Describe la existencia de tétradas isobilaterales, decusadas y tetrahédricas en *Areca catechu* y *Chrysalidocarpus lutescens*, en esta última especie encuentra tétradas isobilaterales y tetrahédricas. En especies de *Areca* y *Caryota* observa el desarrollo de engrosamientos reticulados sobre los granos de polen.

Biradar (1968) realiza estudios embriológicos en *Phoenix pusilla* Gaertn. y *Ph. acaulis* Buch. Describe para estas especies la presencia de una pared de antera madura compuesta de 4 - 5 capas. La más externa que forma la epidermis, el endotecio y 1-2 capas medias, la capa más interna adyacente al tejido esporógeno funciona como tapete, que en estos casos es de tipo secretor. En la pared de la antera de *Ph. pusilla* encuentra bandas elongadas radialmente y abundante cantidad de taninos.

Los granos de polen son de 12x11 micras, monocarpados y aporados, son liberados al exterior con dos células en ambas especies. Presentan una pared de exina lisa y delgada.

Biradar y Mahabalé (1968) mencionan para *Phoenix robusta* la presencia de granos de polen redondos, monocarpados con paredes gruesas y lisas. Al ser expulsados presentan dos células en su interior.

Kulkarni y Mahabalé (1974) describen para *Livistona chinensis* el desarrollo de las células madres de las microsporas y el desarrollo de la pared de la antera que está formada de 4 - 5 capas celulares.

Durante este proceso la epidermis persiste y presenta una cutícula. Las células que forman al endotecio llegan a desarrollar engrosamientos; de dos a tres estratos celulares funcionan como capa media, mismos que son degradados hacia el final de las divisiones meióticas. El tapete consta de dos estratos celulares, es de tipo secretor y presenta dos núcleos en sus células.

El tejido esporógeno sufre divisiones mitóticas e incrementa su número para dar lugar a la formación de las células madres de las microsporas, las cuales al iniciarse la meiosis desarrollan una gruesa pared. Las tétradas de microsporas tienen un arreglo tetrahédrico, más tarde se separan y muestran un sulco. Los granos de polen maduros son monosulcados, aporado y tienen una exina lisa. Presentan dos células en su interior.

Mahabalé y Chennaveeiah (1957) describen para *Hyaphaene indica* la presencia de células tapetales binucleadas y consideran esta característica como común en palmas. Mahabalé y Biradar (1968) mencionan la misma condición para miembros del género *Phoenix* y Rao (1959b) para miembros de las Sabalaceae (cit. en Kulkarni y Mahabalé, 1974).

De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, queda de manifiesto que los trabajos embriológicos en el género *Chamaedorea* y en *Chamaedorea elegans* son inexistentes.

### III. OBJETIVOS

#### *Objetivo General:*

Conocer la embriología e histoquímica de las estructuras reproductivas de las flores masculinas de *Chamaedorea elegans*, conocer las características morfológicas del grano de polen y determinar la composición química del néctar.

#### *Objetivos particulares:*

- 1.- Determinar la estructura de los estambres durante el desarrollo del botón floral hasta flores en anthesis, haciendo énfasis en el desarrollo de la pared de la antera y la relación de los estambres con el pistilodio.
- 2.- Establecer los principales procesos que se presentan en el desarrollo de los granos de polen desde células madres de las microsporas hasta granos de polen maduros.
- 3.- Conocer las características morfológicas del grano de polen con base en un estudio palinológico.
- 4.- Conocer através de un análisis químico preliminar la composición química del néctar.

#### IV. MATERIAL Y METODO

En el presente estudio se utilizaron botones florales en diferentes etapas de desarrollo considerando como la etapa más temprana el momento en el que la inflorescencia se abre de entre las brácteas hasta flores en antesis de individuos masculinos de *Ch. elegans*.

Las colectas se realizaron periódicamente cada cinco días por un lapso de tres meses que es aproximadamente el tiempo que tarda la inflorescencia en madurar desde botones florales hasta flores en antesis.

Durante el desarrollo de la inflorescencia fueron perceptibles los cambios en tamaño y color que presentaban las flores, variables que sirvieron como criterios para definir tentativamente en colectas posteriores, la etapa en la que se encontraban las estructuras reproductivas.

El material colectado fue fijado en F.A.A. (Formol-Alcohol-Acido acético) para su posterior inclusión en parafina (Johansen, 1940) y en JB4 (Valley, 1976).

Se realizaron cortes transversales y longitudinales de las estructuras florales; los cortes en parafina de 8 a 10 micras de grosor, se obtuvieron mediante un microtomo de rotación. Los cortes en JB4 se realizaron con navajas de vidrio en un ultramicrotomo; estos cortes fueron de 0.8 a 2 micras de grosor.

Una parte de los cortes incluidos en parafina se tñeron con la tinción safranina - verde rápido para el posterior análisis de las estructura celulares y la otra parte se utilizó para realizar distintas pruebas histoquímicas:



- a) Negro de Naftol para proteínas (M. E. Engleman com. pers.)
- b) Rojo "O" de Aceite para lípidos (Curtis, 1986; M.E. Engleman com. pers.).
- c) Acido peryódico reactivo de Schiff para polisacáridos insolubles (M.E. Engleman com. pers.).
- d) Azul de anilina para callosa (Currier y Strugger, 1956).
- e) Vainillina y Sulfato férrico para taninos (Johansen, 1940).
- f) Fluoroglucina-Acido clorhídrico para lignina (Curtis, 1986).

Los cortes incluidos en la resina JB4 se tifieron con azul de Toluidina al 1% en una solución de Borax al 1% para su posterior análisis y observación mediante microscopia fotónica.

Para el estudio de la morfología de los granos de polen, se realizó la técnica de acetólisis (Erdtman, 1952). Los granos de polen acetolizados fueron analizados mediante microscopia de luz.

Flores en antesis y granos de polen maduros fueron fijados en F.A.A., deshidratados en series graduales de alcoholes (30% - 100%), mas un cambio en acetona absoluta. El material se desecó a punto critico de 2 (Campana de presión Chamber C.P.A. II), se colocó en un portamuestras dentro de una campana de ionización (Joel-JFC 1100) y se bañaron con oro durante 5 minutos.

Posteriormente se observaron al microscopio electrónico de Barrido (M.E.B.-Joel JMS-35) y se tomaron fotografias.

#### *Análisis Químico*

Para el análisis químico del néctar producido durante el periodo de antesis se efectuaron las siguientes pruebas:

- a) Pruebas coloridas para detección de Alcaloides, Terpenos y Esteroides, Flavonoides y Glucósidos (Dominguez, 1973).
- b) Método de Oxidación con dicromato de potasio para cuantificación de azúcares (Jung, 1975). En este caso se colectó el néctar de las flores de *Ch. elegans* durante la antesis, se preparó una solución de néctar de 27.7 mg/1.385 ml de agua destilada.

Se realizaron tres submuestras de las siguientes concentraciones: 3 mg/ml, 4.7 mg/ml y 20.0 mg/ml, y se determinó la concentración de azúcares. Los resultados se compararon con una curva patrón de glucosa.

Las fotomicrografías que ilustran la secuencia de las diferentes etapas de desarrollo fueron tomadas en un fotomicroscopio zeiss.

## V. RESULTADOS

La inflorescencia de *Ch. elegans* surge completa y con gran número de pequeños botones florales cubierta parcialmente por las brácteas. Durante su desarrollo no se observó alguna diferencia significativa en el tamaño de las flores.

El cambio de color de los botones florales se inicia en su base y va de verde claro, verde oscuro hasta amarillo. En el momento en el cual la base del botón floral se torna amarilla, se observaron granos de polen ya desarrollados. Una vez que aparece el color amarillo la maduración de las flores es más rápida. Todas las flores adquieren al mismo tiempo el color amarillo a la madurez y puede observarse sobre sus ápices pequeñas gotas de néctar.

### V.1 Morfología Externa

*Chamaedorea elegans* es una especie dioica, los individuos masculinos presentan inflorescencias axilares, sostenidas por un pedicelo de aproximadamente 35 cm de largo. Las flores son de color amarillo cadmio (2A8) (Kornerup y Wanscher, 1978).

El perianto de las flores masculinas se encuentra formado por tres sépalos de color verde claramente definidos y tres pétalos adnatos que durante la antesis forman una pequeña abertura triangular en la parte apical de la flor, a través de la cual se observa el ápice del pistilodio. (Fig. 1).

Una inflorescencia produce en cada floración un promedio de 1400 flores, estas se forman sobre aproximadamente 65-70 raquillas que se unen al

raquis (Fig. 2). Las raquillas de la base de la inflorescencia pueden presentar a su vez ramificaciones. No se observaron flores en el ápice de las raquillas (Fig. 3). Las flores maduran, envejecen y caen dejando a las raquillas desnudas (Fig. 4).

En las condiciones de laboratorio en las que se mantuvo a la planta, la floración se presentó aproximadamente cada tres meses durante todo el año, madurando sólo una inflorescencia a la vez.

## V.2 Morfología interna

Una flor masculina en antesis está constituida por seis estambres que presentan anteras bilobuladas, dorsifijas con línea de dehiscencia longitudinal y latrorsa. Los filamentos que sostienen a las anteras son cortos, anchos y se encuentran unidos por su base al pistilodio (Fig. 5).

El pistilodio es una estructura globosa en su base que se adelgaza hacia el ápice, terminando en una estructura trilobulada. El androceo nunca queda expuesto al ambiente, y la dehiscencia de las anteras ocurre en el interior de la flor durante la antesis.

En un botón floral se observa el arreglo de los estambres con anteras bilobuladas y tetraesporangliadas y en el centro el pistilodio (Fig. 6).

En pétalos, sépalos, filamentos, anteras y pistilodio se encuentran presentes gran cantidad de rafidios (Fig. 7, 8).

Los pétalos y los sépalos desarrollan paquetes de fibras arregladas longitudinalmente en estas estructuras (Fig. 9, 10).

### V.3 DESARROLLO DE LA PARED DE LA ANTERA Y EL GRANO DE POLEN

#### *Anatomía*

En la etapa más temprana observada del desarrollo de un botón floral (1.0 mm). Cortes longitudinales muestran que los sépalos cubren por completo a los pétalos y estos a su vez a los primordios de estambres y pistilodio.

Los primordios de los estambres se desarrollan a partir del meristemo floral externamente al pistilodio, cuyo origen es central. La región del filamento del estambre es ligeramente más angosta que la región de la antera. En esta etapa se puede observar un tejido provascular diferenciándose tanto en el primordio del estambre como en el pistilodio (Fig. 11).

En esta misma etapa en un corte transversal de antera se observa la presencia de una protodermis y de dos capas de células subepidérmicas. La capa adyacente a la protodermis es la parietal primaria y la interna es la que dará lugar al tejido esporógeno.

La capa de células parietales primarias sufre una división periclinal para dar lugar a dos estratos celulares, que forman a la capa parietal secundaria externa y la capa parietal secundaria interna (Fig. 12), ambas capas a su vez se dividen en forma simultánea periclinamente para originar, la primera al endotecio y a una capa media y la segunda a una capa media y al tapete (Fig. 13, 14).

En esta etapa la pared de la antera está constituida por una epidermis, un endotecio monoestratificado, capa de células medias

biestratificada y un tapete monoestratificado (Fig. 15).

El estrato de células medias adyacente al tapete se divide periclinalmente para dar origen a dos estratos celulares. Al final del desarrollo de la pared de la antera se observa una capa media formada por tres estratos celulares. En la capa media se almacena almidón y otras reservas que son movilizadas hacia los granos de polen durante su desarrollo (Fig. 16).

La epidermis y el endotecio se dividen anticlinalmente para permitir el aumento en volumen de la antera.

El tipo de desarrollo que se observó en la pared de la antera de *Chamaedorea elegans* es de tipo básico.

El tejido esporógeno se divide mitóticamente varias veces para formar a las células madres de las microsporas que se distinguen de las células de la pared por su mayor volumen, núcleo conspicuo y forma isodiamétrica (Fig. 17).

Las células madres de las microsporas entran en meiosis rodeándose de una pared de callosa (Fig. 18). En esta etapa los estratos de la capa media, al no tener ninguna división, son aplastados por el crecimiento de las otras capas de la pared de la antera (Fig. 19). Las células tapetales poseen características que nos permiten suponer un metabolismo activo como son la presencia de dos núcleos voluminosos y citoplasma denso (Fig. 20).

La meiosis de las células madres de las microsporas da como resultado la formación de tétradas cuya formación de paredes es simultánea y cuyo arreglo es tetrahédrico, sin embargo dentro de un mismo esporangio se ha podido observar la producción de tétradas con citocinesis sucesiva y arreglo isobilateral (Figs. 21, 22, 23, 24, 25). La frecuencia de producción de este tipo de tétradas es del 10% aproximadamente con respecto al anteriormente descrito.

En la etapa de tétrada de microspora, el tapete presenta su máximo volumen, mientras que la capa media ha desaparecido casi por completo (Fig. 26). El tapete proporciona distintos materiales al tejido esporógeno y realiza una importante función fisiológica durante la formación del grano de polen.

Las células del endotecio aumentan de volumen, mientras que la epidermis persiste sin cambio. La pared de callosa que rodea a las tétradas comienza a adelgazarse, lo mismo que la pared que rodea a las células tapetales. En este momento se observa la liberación de los cuerpos de Ubisch de las células tapetales asimismo también se observa el inicio de la formación de la pared del grano de polen.

Las microsporas o granos de polen jóvenes se liberan al lóculo de la antera individualmente con su pared de exina formada (Figs. 27). En esta etapa son visibles restos de la capa media y del tapete, el endotecio inicia el engrosamiento de sus paredes y la epidermis persiste (Fig. 28).

Las características del tapete para *Ch. elegans* corresponden al tipo glandular o secretor.

Antes del momento de la dehiscencia de la antera fué claramente perceptible la región del estomio, constituida por un solo estrato de células que más tarde se rompen para permitir la salida de los granos de polen (Fig. 29). El grano de polen maduro es bicelular (Fig. 30), el endotecio presenta engrosamientos anticlinales en barra y las células del tapete han desaparecido, las células epidérmicas persisten aunque más pequeñas que las del endotecio (Fig. 31).

#### V. 4 DESCRIPCION PALINOLOGICA

POLEN: Heteropolar; vista polar, eje mayor 34 (36.3) 38 micras y eje menor 18 (22.2) 26 micras.

Exina de 2 micras de grosor, sexina y nexina de igual espesor. Semitectada - reticulada, muros de 1 micra de ancho y lumen 1 (2) 3 micras de diámetro. Grano de polen Monosulcado (Fig. 32).



**LAHINA I**

**Fig. 1.- Flor masculina en antesis.**

**Fig. 2.- Inflorescencia masculina.**

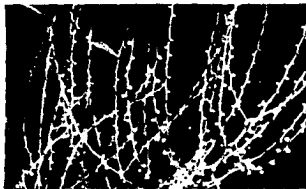
**Fig. 3.- Raquillas con botones florales.**

**Fig. 4.- Inflorescencia con raquillas desnudas.**

LAMINA I



1



2



3



4

LAMINA II

Fig. 5.- Corte longitudinal de flor masculina. Pistilodio (P1). Anteras (An). Filamento (F1). H.E.B. 20X.

Fig. 6.- Corte transversal de botón floral. Sépalos (Se). Pétalos (Pe). Anteras (An). Pistilodio (P1). 22.5X.

Fig. 7.- Corte longitudinal de botón floral. Pétalos (Pe). Pistilodio (P1). Anteras (An). Rafidios (Rf). 57X.

Fig. 8.- Corte transversal de Rafidios. Rafidios (Rf). 1440X.

Fig. 9.- Corte transversal de paquetes de fibras en sépalos y pétalos. Paquetes de fibras (Pf). 960X.

Fig. 10.- Flor masculina en antesis mostrando los paquetes de fibras longitudinales en pétalos. Paquetes de fibras (Pf). Pistilodio (P1). 30X.

LAMINA II.



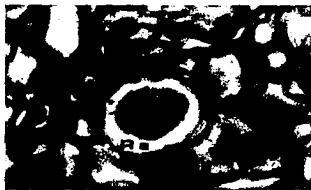
5



6



7



8



9



10

LAMINA III

Fig. 11.- Corte longitudinal de botón floral en una etapa temprana del desarrollo. Pistilodio (Pl). Anteras (An). Filamento (F1). Haces vasculares (Hv). 254X.

Fig. 12.- Corte transversal de antera. Epidermis (Ep). Capa parietal secundaria externa (Cpe). Capa parietal secundaria interna (Cpi). esporógeno (Te). 384X.

Fig. 13.- Corte transversal de la pared de antera. La flecha señala divisiones periclinales de las capas parietales secundarias. Epidermis (Ep). Capa parietal secundaria externa (Cpe). Capa parietal secundaria interna (Cpi). 472X.

Fig. 14.- Corte transversal de la pared de antera, la flecha señala una división periclinal de la capa parietal secundaria interna. Epidermis (Ep). Capa parietal secundaria interna (Cpi). Tejido esporógeno (Te). 674X.

Fig. 15.- Corte transversal de antera. Epidermis (Ep). Endotecio (En). Capa media biestratificada (Cm). Tapete (Ta) Tejido esporógeno (Te). 880X.

Fig. 16.- Corte transversal de antera con número de capas completas. Epidermis (Ep). Endotecio (En). Capa media triestratificada (Cm). Tapete (Ta). Tejido esporógeno (Te). 960X.

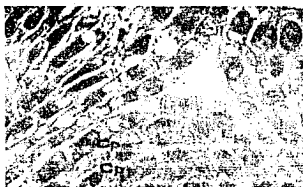
LAMINA III



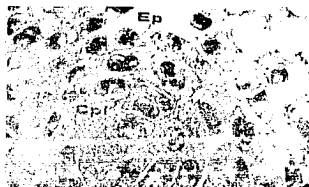
11



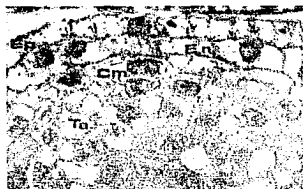
12



13



14



15



16

#### LAMINA IV

Fig. 17.- Corte transversal de antera, se observa las divisiones mitóticas del Tejido esporógeno. Tejido esporógeno (Te). 1266X.

Fig. 18.- Corte transversal de antera. Divisiones meioticas de las células madres de las microsporas. Células madres de las microsporas (Cmm). Pared de callosa (Pc). 950X.

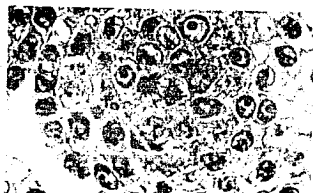
Fig. 19.- Corte transversal de la pared de antera donde se observa la degradación de la capa media. Epidermis (Ep). Endotecio (En). Capa media triestratificada (Cm). Tapete (Ta). 972X.

Fig. 20.- Corte transversal de la pared de antera donde se observa célula tapetal binucleada. Epidermis (Ep). Endotecio (En). Capa media (Cm). Tapete (Ta). 1040X.

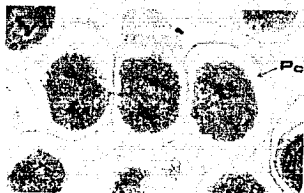
Fig. 21.- Primera división meiotica de las células madres de las microsporas. 960X.

Fig. 22.- Segunda división meiotica de las células madres de las microsporas para dar origen a tétradas con arreglo isobilateral. 880X.

LAMINA IV



17



18



19



20



21



22



LAMINA V

Fig. 23.- Segunda división meiotica para dar origen a una tétrada con arreglo tetrahédrico. División meiotica (Dm). 856X.

Fig. 24.- Tétrada de microspora con arreglo tetrahédrico. (Tt). 1000X.

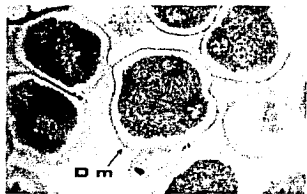
Fig. 25.- Tétradas de microsporas con arreglo isobilateral (Tl) y tetrahédrico (Tt). 1000X.

Fig. 26.- Corte transversal de antera. Tétradas de microsporas (Tm). Tapete (Ta). 960X.

Fig. 27.- Granos de polen jóvenes (Gpj). Exina (Ex). Restos de tapete (Ta). 980X.

Fig. 28.- Corte transversal de la pared de antera. Epidermis (Ep). Endotecio con engrosamientos de sus paredes (En). Restos de capa media (Cm). 1000X.

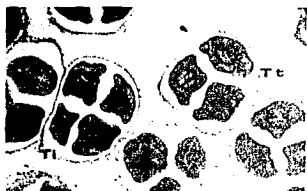
LAMINA V.



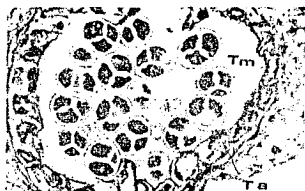
23



24



25



26



27



28

LAMINA VI

Fig. 29.- Corte transversal de antera madura dehiscente. 60X.

Fig. 30.- Grano de polen bicelular. (Gp). Abertura (Ab). 920X.

Fig. 31.- Corte transversal de antera. Epidermis (Ep). Endotecio (En).  
Región del estomio (Re). 389X.

Fig. 32.- Grano de polen maduro. Monosulcado, semitectado-reticulado.  
M. E. B. 2000X.

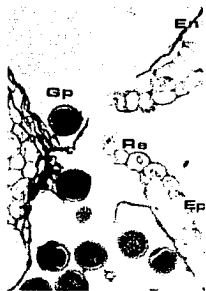
LAMINA VI.



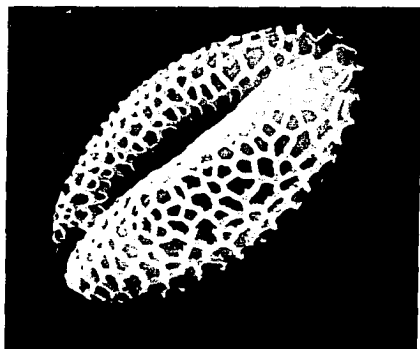
29



30



31



32

## V.5 PRUEBAS HISTOQUIMICAS

Los resultados de las pruebas histoquímicas que se utilizaron para la localización de las diferentes sustancias químicas fueron las siguientes:

### *Polisacáridos insolubles*

La prueba de APS para polisacáridos insolubles fue positiva en antera joven, en etapa de tétrada y antera madura en núcleos, citoplasma y paredes celulares del tejido parenquimatoso, en tejido esporógeno, núcleos del tapete, microsporas y pared de callosa. En pared de grano de polen así como en epidermis externa e interna del pistilodio. No se observó reacción específica en algún tejido en particular, la tinción fue homogénea en los tejidos observados.

### *Proteínas*

La prueba de Negro de Naftol para proteínas fue positiva, igual que en el caso anterior no se observó una reacción específica en algún tejido en particular.

### *Lípidos*

La presencia y localización de lípidos se observó principalmente en las cutículas de las epidermis externas de sépalos y pétalos donde la reacción es más intensa que en epidermis de anteras y pistilodio donde es más tenue en relación con las primeras.

### *Lignina*

La prueba con Fluoroglucina-Acido clorhídrico y Azul de Toluidina para lignina se aplicó a cortes de anteras en etapa de dehiscencia para determinar la naturaleza química de los engrosamientos en la pared de endotecio, presentándose negativa en estas estructuras.

### *Callosa*

En etapa de tétrada de microspora se evidenció la presencia de la pared de callosa con azul de anilina. Observada con microscopia de Fluorescencia presenta un color verde-amarillento.

### *Taninos*

Las pruebas para taninos con Sulfato férrico y Vainillina fueron negativas. En ambos casos no se observó la coloración característica en los verticilos florales analizados.

## V.6 ANALISIS QUIMICO DEL NECTAR

### PRUEBAS COLORIDAS

La aplicación de reactivos químicos específicos sobre soluciones de néctar nos permitió determinar la presencia o ausencia de compuestos químicos, que se evidenciaron por una coloración específica en cada caso. (Dominguez, 1973).

La prueba de Dragendoff y Acido Silicotúngstico para determinar la presencia de Alcaloides fue negativa, el color amarillo característico no se presentó.

La prueba con Reactivo de Lieberman-Bouchard para Terpenos y Esteroides fue positiva, se presentó un viraje de color rosa muy tenue, lo que nos permite decir que existen pero en poca proporción.

La prueba de Shinoda para Flavonoides fue negativa, el color naranja característico no se observó.

La prueba de Molish para determinar la presencia de Glúcidos fue positiva. la formación de un anillo de color morado intenso en la muestra pone de manifiesto que la cantidad de Glúcidos es muy alta.

COMPUESTO	REACCION
Alcaloides	-
Flavonoides	-
Terpenos y Esteroides	+
Glúcidos	++++

El porcentaje de hexosas reductoras presente en la muestra fue de +96.7 % en un 100 % de néctar, lo que nos indica que el contenido de éstas es muy alto.

## VI. DISCUSION

Las características de cada uno de los procesos involucrados en el desarrollo de las estructuras reproductivas se consideran de gran importancia por el valor taxómico y biológico que representan.

En las flores masculinas de *Chamaedorea elegans* estos procesos han sido establecidos. Este trabajo constituye a la vez el primer reporte embriológico para el género *Chamaedorea*, puesto que en la bibliografía consultada no hay ninguna información al respecto.

El número de estambres observados para *Chamaedorea elegans* corresponde con lo expuesto para la familia (Standley y Steyermark, 1958; Cronquist, 1981; Dahlgren *et al*, 1985; Aguilar, 1986; Tomlinson, 1990). La presencia de seis estambres para el género y la especie coincide con lo señalado para otros miembros de las Arecaceae (Kulkarni y Mahabálé, 1974; Uhl, 1978), la descripción realizada de anteras bilobuladas y teteraesporangiadas en *Ch. elegans* son características que comparte con otras palmas (Davis, 1966; Kulkarni y Mahabálé, 1974; Uhl, 1978; Cronquist, 1981), siendo este tipo de anteras las más comunes para Angiospermas. El tipo de dehiscencia es otro carácter compartido entre miembros del género y la familia (Standley y Steyermark, 1958; Dahlgren *et al*, 1985).

Standley y Steyermark (1958) mencionan la presencia de un pistilodio en las flores estaminadas con anteras adheridas a la base de la columna para *Ch. elegans*, característica que coincide con lo observado; sin embargo, la presencia de un pistilodio no es general para la familia y sólo en algunos géneros ha sido descrito (Essig, 1973; Uhl, 1976; Uhl, 1977; Uhl, 1978a; Uhl, 1980).



La producción de néctar en flores de algunos géneros de palmas es considerada por Essig (1973) como un aspecto estrechamente relacionado con el tipo de polinización por insectos. En *Ch. elegans* no se ha estudiado el tipo de polinización, sin embargo por la presencia de un pistilodio y de una gota de néctar con abundantes azúcares en la etapa de antesis, se sugiere una polinización biótica.

En la literatura consultada sobre la familia se menciona la presencia de diferentes compuestos químicos que forman parte de los mecanismos de protección de las flores y de las plantas completas, siendo principalmente acumulaciones de sílice y oxalato de calcio en forma de rafidios, los que generalmente se encuentran distribuidos de manera independiente y pocas veces combinadas (Dahlgren et al, 1985). En *Ch. elegans* se encontraron abundantes rafidios en todos los verticilos de las flores masculinas. Uhl (1978a) considera la presencia de los rafidios como una característica distintiva de las palmas comedoras.

El tipo de formación de la pared de la antera encontrado en *Ch. elegans* corresponde al básico, sin embargo para las monocotiledóneas en general la formación de la pared procede casi siempre de acuerdo al tipo Monocotiledóneo (Davis, 1966; Dahlgren et al, 1985). En los trabajos consultados sobre embriología de palmas no se define el tipo de desarrollo que sigue la pared de la antera (Davis, 1966; Biradar, 1968, Biradar y Mahabalé, 1968; Mahabalé y Biradar, 1968; Kulkarni y Mahabalé, 1974). De acuerdo a lo observado para *Ch. elegans* el número de capas totales que se forman corresponden a 6; en especies de la misma familia sólo se menciona

que puede estar formada por 4, 5, 6 u 8 capas totales, o únicamente se hace referencia al número de estratos que forman a cada capa.

Por lo anteriormente mencionado no fué posible establecer una clara comparación entre los resultados obtenidos para *Ch. elegans* y las especies descritas en la literatura, en relación al número de estratos que forman a la pared de la antera y al tipo de desarrollo que siguen en su formación.

Davis (1966) considera que aquellas paredes de la antera donde el número de capas es mayor de 4, corresponde a un carácter primitivo dentro de las Angiospermas. Asimismo menciona que el número de capas existentes no se considera un carácter de gran valor taxonómico, pero sí lo es el tipo de desarrollo que sigue.

La formación del endotecio observada en *Ch. elegans* se da por una división periclinal de la capa parietal secundaria externa, dando como resultado el desarrollo de una capa monoestratificada con engrosamientos en barra en etapa de antera dehiscente, esta característica la comparte con especies de otros géneros de palmas entre las que se encuentran *Livistona chinensis*, *Cocos nucifera*, *Caryota mitis*, *Maxburretia* y especies del género *Phoenix* (Mahabalé y Biradar, 1968; Uhl, 1969; Kulkarni y Mahabalé, 1974; Uhl, 1978a y b). En general estos datos concuerdan con lo reportado por Dahlgren (1985) para las monocotiledóneas, donde hace mención de una sola capa de endotecio en la pared de la antera con engrosamientos en espiral o en barra. Davis (1966) describe la presencia de una capa de endotecio con engrosamientos fibrosos en general para la familia y menciona la presencia de hasta dos estratos celulares en la capa del endotecio en *Wettinia*

*castanea*; *Lodoicea maldivica* y *Ceroxylon alpinum*.

La capa de endotecio por sí misma parece no tener ningún valor taxonómico, sin embargo se considera que un estudio detallado de los tipos de engrosamientos que desarrollan pueden aportar interesantes resultados (Davis, 1966).

El número de estratos celulares que se forman en la capa media en *Ch. elegans* corresponde a 3; en especies como *Phoenix sylvestris* se describen 2 estratos, en *Ph. pusilla*, y *Ph. acaulis* el número de estratos es de 1 a 2 y en *Livistona chinensis* se menciona la presencia de 2 a 3 estratos formando esta capa (Biradar, 1968; Kulkarni y Mahabalé, 1974). En relación a lo anteriormente expuesto Davis (1966) describe para la familia de 2 a 6 estratos en la capa de células medias de la pared de la antera, sin embargo Dahlgren et al (1985) considera para las monocotiledóneas la presencia de un solo estrato en la capa media.

El tapete de la pared de la antera en *Ch. elegans* es de tipo glandular, bicelular y monoestratificado. En especies como *Phoenix sylvestris*, *Ph. pusilla* y *Ph. acaulis*, *Livistona chinensis*, *Hyphaene indica* y miembros de las Sabaleae, Arecineae y Cocolneae se presenta esta misma característica (Biradar, 1968 Mahabalé y Biradar, 1968; Kulkarni y Mahabalé, 1974;). Sin embargo, también se ha descrito, la presencia de una capa tapetal formada por dos a cuatro estratos celulares en *Cocos nucifera* (Juliano y Quisumbing, 1931, cit. en Mahabalé y Biradar, 1968), estos datos concuerdan con lo descrito por Davis (1966) en relación a la presencia de un tapete glandular que puede llegar a tener hasta dos capa celulares.

Dahlgren *et al* (1985) describen el tapete de tipo amoboide o plasmodial como el más común en monocotiledóneas.

En la presente investigación fué posible establecer el tipo de división que siguen las células madres de las microsporas de *Ch. elegans*. Se observó la formación de paredes durante la citocinesis simultánea y sucesiva que presentan, el arreglo de las tétradas de microsporas es isobilateral y tetrahédrico, esto concuerda con lo descrito para el orden por Dahlgren *et al* (1985). Este mismo autor describe la microesporogénesis de tipo sucesivo para las monocotiledóneas en general, y considera factible para el orden Arecales la presencia de microesporogénesis simultánea y sucesiva. Para la familia se describe la microesporogénesis de tipo simultáneo excepto para *Nypa fruticans* y *Pinanga disticha* donde el tipo sucesivo ha sido observado (Davis, 1966). Estas características han sido muy variables en las especies de palmas estudiadas. Para *Livistona chinensis* se describe la presencia de microsporas con arreglo tetrahédrico, en *Phoenix sylvestris* y *Hyphaene indica* la microesporogénesis es sucesiva (Mahabalé y Biradar, 1968) en especies como *Chrysalidocarpus lutescens* la microesporogénesis es simultánea (Rao, 1959a, cit. en Mahabalé y Biradar, 1968). Mahabalé y Chennaveeralah (Mahabalé y Biradar, 1968) observaron la presencia de tétradas con arreglo en T, linear, isobilateral y tetrahédrico en *Hyphaene indica* y Rao (1931) observa tétradas isobilaterales, decusadas y tetrahédricas en *Areca catechu* y *Chrysalidocarpus lutescens*.

El análisis realizado sobre la morfología externa de los granos de polen en *Ch. elegans* nos permite describirlos como monosulcados y

semitectados - reticulados. Cuando están maduros presentan dos células en su interior. Estas mismas características ha sido descritas para algunos miembros de la familia (Mahabalé, 1967; Parthasarathy, 1970; Takhtajan, 1980; Dahlgren et al, 1985). En otras especies del mismo género se describen granos de polen monosulcados con superficies reticuladas: *Chamaedorea brachypoda* y *Ch. oblongata* (Parthasarathy, 1970).

Estas características han sido consideradas por Thanikaimoni (1970) para la tribu Chamaedoreae dentro de la cual se encuentra el género *Chamaedorea*. Este autor realizó la medición de las estructuras que forman a la pared del grano de polen en *Chamaedorea elegans*, registros dentro de los cuales coinciden los obtenidos en este trabajo.

En relación a la presencia y localización de compuestos químicos durante el desarrollo embriológico de las estructuras reproductivas, en los trabajos consultados sólo se menciona la presencia de una cutícula en la epidermis de la pared de antera sin considerarse otros tipos de compuestos.

En *Ch. elegans* se detectó principalmente la presencia de lípidos, proteínas y polisacáridos de una manera homogénea durante el desarrollo de las estructuras reproductivas así como callosa en etapa de tétrada de microspora. Algunos autores mencionan la presencia de taninos en verticilos florales para la familia (Uhl y Moore, 1973; Dahlgren et al, 1985), sin embargo las pruebas realizadas en *Ch. elegans* fueron negativas. En general no existen reportes para el género en relación a la presencia de compuestos químicos en las estructuras florales.

Comparando los resultados obtenidos para *Chamaedorea elegans* con lo descrito en general para las palmas es evidente que existe una gran variabilidad en las características y el tipo de desarrollo que siguen las estructuras reproductivas en la familia. Se observa que no existe un patrón único que se conserve, principalmente en el número de estambres, el tipo de desarrollo de la pared de la antera, las etapas de formación de los granos de polen así como las características externas que presentan al final de su desarrollo (Cuadro 1, 2\*\* y 3).

Debe tomarse en cuenta, además, que es escaso el número de especies de palmas en las que se han descrito los principales procesos embriológicos. Por lo que se considera importante realizar este tipo de estudios que contribuyan al conocimiento biológico de las diferentes especies vegetales que forman a la familia. Los resultados de estas investigaciones proporcionarían elementos válidos para establecer claras relaciones filogenéticas entre los miembros que la constituyen. En *Ch. elegans* el conocimiento de las estructuras reproductivas determina cuales podrían ser los principales procesos que intervienen en la producción de semillas, única fuente de generación de nuevos individuos en esta especie en peligro de extinción.

\*\* Cuadro 2. *Phoenix sylvestris* y *Livistona chinensis* son especies en las que se han descrito las mismas estructuras reproductivas que se determinaron en este trabajo para *Ch. elegans*.

CUADRO COMPARATIVO 1. Características de las estructuras reproductivas de las flores masculinas de la Familia Arecaceae, el género *Chamaedorea*, y la especie *Chamaedorea elegans*.

CARACTER	FAMILIA ARECACEAE	GENERO <i>Chamaedorea</i>	ESPECIE <i>Chamaedorea elegans</i>
FLOR	Dioicas, Monoicas y Hermafroditas		Dioicas
NUMERO DE ESTAMBRES	3, 6, 9, 900 o mas		6
NUMERO DE ESPORANGIOS			Cuatro
LINEA DE DENISCIENCIA			Longitudinal
PISTILARIOS O ESTAMBROS	Presentes No en todas las niveles		Pistilado
TIPO DE DESARROLLO DE LA PARED DE LA ANTERA	_____	_____	hédica
NUMERO TOTAL DE CAPAS EN LA PARED DE LA ANTERA	_____	_____	6
EPIDERMIS	Persistente	_____	Persistente
ENDOTECIO	Engrosamientos (fibrosos)	_____	Engrosamientos en barra
NUMERO DE ESTAMITOS DE LA CAPA MEDIA	2 - 6	_____	3
TAPETE	Glandular	_____	Glandular
CITOCINESIS	Sucesiva Simultánea o ambas	_____	Simultánea y Sucesiva
TETRADAS	Isobilaterales Tetrahédricas lineares o decurvadas	_____	Tetrahédricas e isobilaterales
GRANO DE POLEN	Bicelular	_____	Bicelular

\* Características obtenidas de los resultados del presente trabajo.

CUADRO COMPARATIVO 2. Características de las estructuras reproductivas en *Phoenix sylvestris*, *Livistona chinensis* y *Chamaedorea elegans* \*

CARACTER	ESPECIE		
	<i>Phoenix sylvestris</i>	<i>Livistona chinensis</i>	<i>Chamaedorea elegans</i> *
FLOR	Dioicas	Hermafroditas	Dioicas
NÚMERO DE ESTAMBRES		6	
NÚMERO DE ESPORANGIOS		4	
LÍNEA DE DENISCENCIA	_____	_____	Longitudinal
PISTILARIOS O ESTAMINODIOS	Tres pistilodios	_____	Pistilodio
TIPO DE DESARROLLO DE LA PARED DE LA ANTERA	_____	_____	básico
NÚMERO TOTAL DE CAPAS EN LA PARED DE LA ANTERA		4 - 5	6
EPIDERMIS	Persistente		
ENDOTECIO	Engrosamientos fibrosos		Engrosamientos en barra
NÚMERO DE ESTRATOS DE LA CAPA MEDIA	2	2 - 3	3
TAPETE	Glandular		
CITOCINESIS	Sucesiva	Simultánea	Simultánea y Sucesiva
TETRADAS	Isobilaterales tetrahédricas	_____	Tetrahédricas e isobilaterales
GRANO DE POLEN	Monosulcado a porado bicelular	Monosulcado bicelular	Monosulcado bicelular
EXINA	Lisa y delgada	Lisa	Semitectada-reticulada

\* Características obtenidas de los resultados del presente trabajo.



CUADRO COMPARATIVO 3. Tipos de citocinesis y arreglo de las tétradas de microsporas en siete especies de palmas.							
ESPECIE/ CARACTER	<u>Phoenix</u> <u>sylvestris</u>	<u>Livistona</u> <u>chinensis</u>	<u>Nyphaene</u> <u>indica</u>	<u>Cocos</u> <u>nucifera</u>	<u>Areca</u> <u>catechu</u>	<u>Nypa</u> <u>fruticans</u>	<u>Chamaedorea</u> <u>elegans</u> *
CITOCINESIS	Sucesiva	Simultánea	Simultánea Sucesiva	Simultánea	—	Sucesiva	Sucesiva Simultánea
TETRADAS	Tetrahédricas isobilaterales	Tetrahédricas	Arreglo en T lineal isobilaterales Tetrahédricas	—	Decusadas Tetrahédricas isobilaterales	—	Tetrahédricas isobilaterales

\* Características obtenidas de los resultados del presente trabajo.

## VII. CONCLUSIONES

-La revisión bibliográfica realizada en este trabajo puso de manifiesto la escasa información que existe sobre aspectos embriológicos en palmas en general y en el género *Chamaedorea* en particular.

-Las características embriológicas de las palmas podrían ser un elemento valioso para relacionarlas filogenéticamente, sin embargo la escases de conocimiento al respecto lo hacen hasta el momento imposible.

-La presencia de seis anteras bilobuladas y tetraesporangliadas para *Chamaedorea elegans* concuerda con lo descrito en general para la familia y el género.

-Uno de los caracteres embriológicos que más llama la atención es el tipo de desarrollo que sigue la pared de la antera, en *Ch. elegans* es de tipo básico, sin embargo para las Monocotiledóneas en general el tipo descrito es el monocotiledóneo, para la familia y el género este caracter no ha sido descrito.

-En *Ch. elegans* la presencia en la pared de antera de una epidermis persistente durante su desarrollo corresponde con lo descrito para la familia.

-El desarrollo de una capa monoestratificada de endotecio en *Ch. elegans* con engrosamientos en barra durante la dehiscencia de la antera corresponde con lo descrito para otros miembros de la familia, sin embargo en estos casos no se define claramente el tipo de engrosamientos que desarrollan.

-Existe una mayor variación en el número de estratos que forman a la capa media en general para la familia, en *Ch. elegans* se estableció que esta capa se forma de tres estratos finales sin embargo en otros miembros no se especifica este número.

-Las características que presenta el tapete en *Ch. elegans* coinciden con lo descrito para la familia en general.

-La presencia de citocinesis sucesiva y simultánea en *Ch. elegans* es otro carácter descrito para el orden y la familia, siendo posible encontrar estos dos tipos de desarrollo.

-El arreglo de las tétradas de microsporas es una de las características más variables en la familia. En *Ch. elegans* se observó la presencia de tétradas isobilaterales y tetrahédricas, en otros casos se observa el tipo de arreglo en forma de T, lineal y decusada y en otros se encuentran combinados.

-Se describe para la familia el desarrollo de un grano de polen bicelular, característica presente en *Ch. elegans* y en general para los miembros de la familia.

-Las características morfológicas del grano en palma son sumamente heterogéneas se han llegado a describir una variedad de tipos de ornamentaciones, sin embargo el tipo de grano de polen monosulcado-reticulado de *Ch. elegans* se considera el más común en palmas.

-La presencia de gran cantidad de hexosas en las gotas de néctar producidas por las flores masculinas en *Ch. elegans* así como la presencia de un pistilodio, el tamaño de las flores y su estructura nos permiten relacionarlo con el tipo de polinización entomófila.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, A.R. 1986. El género *Chamaedorea* Willd (Palmae) en el estado de Veracruz. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Veracruzana. México. 138 pp.
- BARBA, A.A. y A.J. ROMERO. 1993. La palma Camedora: Historia Evolutiva y Cultivo. En prensa. ENEP Zaragoza. 163 pp.
- BARRY, D. 1957. Comments on *Chamaedorea* palms. *Principes* 1 (3): 91-93.
- BARRY, D. 1961. Palms for home and greenhouse. *Principes*. 5: 13 - 20.
- BIRADAR, N.V. 1968. Studies on Palms: embryology of *Phoenix pusilla*, *P. acaulis* and *P. recitata*, *Proc. Ind.Acad. Sci.*, 67 (2)B: 165 - 173.
- \_\_\_\_\_, N. V. & MAHABALE T.S. 1968. Studies on Palms: Embryology of *Phoenix robusta* Hook. *Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B*. 68: 1 - 8.
- CRONQUIST, A. 1981. An Integrated System of classification of flowering plants. Columbia University. Press New York. 1077 pp.
- CURRIER, H.B., and S. STRUGGER. 1956. Aniline blue and fluorescence microscopy of callose in bulb scales of *Allium cepa* L. *Protoplasma*. 45: 552 - 559.
- CURTIIS, P. J. 1986. Microtecnia Vegetal. Trillas, México. 106 pp.
- DAHLGREN, R.M.T. & H. CLIFFORD et al. 1985. The families of the Monocotyledons. Springer Verlag. Berlin Heidelberg. New York. 503 pp.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

-DAVIS, G.L. 1966. Systematic Embriology of the Angiosperms. John Wiley & Sons. Inc. U.S.A. University of Oklahoma. 511 pp.

-DRANSFIELD, J. y N.W. UHL. 1986. An outline of classification of palms. Principes. 30 (1): 3 - 11.

-DOMINGUEZ, X.A. 1973. Investigación Fittoquímica. Ed. Limusa. México. 281 pp.

-DOUGLAS, R. 1987. Growing *Chamaedoreas*: six simple leaved ones. Principes. 3 (2): 55-63.

-ERDTMAN, G. 1952. Polen Morphology and plant taxonomy of Angiosperms. Hafner, New York 553 pp.

-ESSIG, B.F. 1971. Observations on pollination in *Bactris*. Principes. 15: 20 - 24.

-ESSIG, B.F. 1973. Pollination in some New Guinea Palms. Principes. 17: 75 - 83.

-FERGUSON, J.K., DRANSFIELS, J., Page, F.C. & TANIKAIMONI, G. 1983. Notes on the pollen morphology of *Pinanga* with special reference to *P. aristata* y *P. pilosa*. (Palmae: Arecoideae). Grana. 22: 65 - 72.

-GARCIA, E. 1983. Apuntes de climatología. México. 153 pp.

-HARLEY, M.H., KURMANN, M.H., and FERGUSON, J.K. 1991. Pollen and Spores (ed. S. Blackmore and S.H. Barnes), Systematics Association Special. 44: 225 - 238.

-INIREB. 1986. Plantas Mexicanas en peligro. INIREB Folleto.

-IUCN. 1988. Botanic garden and germoplasm conservation. Botanic Gardens Conservations News. 1 (3): 56 - 59.

-JOHANSEN, D.A. 1940. Plant microtechnique. Mc. Graw Hill Book Co. New York. 523 pp.

-JUNG, C.H. 1975. Contribución al estudio de los glucósidos de "*Dioscorea composita*". Tesis de licenciatura. Químico-Farmacológico. UNAM. 37 pp.

-KORNERUP and J.H. WANSCHER. 1978. Methuen Handbook of Colour. Eyre Methuen, London. 252 pp.

-KULKARNI, K.M. & MAHABALE, T.S. 1974. Studies on Palms: Embryology of *Livistona chinensis*. R.Br. Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B. 80: 1 - 17.

-MAHABALE, T.S. 1967. Pollen grains in the Palmae. Rev. Paleobot. Palynol. 4: 299 - 304.

-\_\_\_\_\_, T.S. & BIRADAR, N.V. 1968. Studies on Palms: Embryology of *Phoenix sylvestris* Roxb. Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B. 67: 77 - 96.

-MOORE, H.E. 1960. Botany and classifications of palms. Am. Hort. Mag. 2: 1726.

-\_\_\_\_\_. Jr. 1973. The Major Groups of Palms and their Distribution. Gentes Herbarum. 11: 27 - 141.

-PARTHASARATHY, M.V. 1970. Fine structure of pollen surface in palms. Principes. 4: 52 - 62.

-RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México. 432 pp.

-SALDIVIA, G.T. y V. CHERBONIER. 1982. De la recolección silvestre al cultivo de la palma comedor. Perspectivas de aprovechamiento. En: alternativas para el uso del suelo en áreas forestales del trópico húmedo. Publicación Especial. Número 26 INIF. p. 49 - 73.

-STANDLEY, P.C. 1920. Trees and shrubs of México. J. Cramer (Ed.). Germany. pp. 77 - 82.

-STANDLEY & J. STEYERMARK. 1958. Palmae. En Flora de Guatemala. Fieldiana. Bot. 24 (1): 196 - 299.

-SCHMID, R. 1983. Septal Nectaries of *Asterogyne martiana* and other Palmae. Principes. 27 (4): 168 - 174.

-TAKHTAJAN, A.L. 1980. Outline of the classification of flowering Plants. Bot. Rev. 16: 225 - 359.



- THANIKAIMONI, G. 1970. Les palmiers: Palynologie et systematique.- Trav. Sect. Sci. Tech. Inst. Franc. Pondiché. 11: 1 - 286.
- Tomlinson, P.B. 1990. The Structural Biology of Palms. Oxford. Science Publication. pp 463.
- UHL, N.W. 1969. Floral anatomy of *Juania*, *Ravenea* and *Ceroxyion* (Palmae-Arecoldeae). *Gentes Herb.* 10: 394 - 411.
- \_\_\_\_\_. 1976a. Developmental studies in *Ptychoperma* (Palmae) I. The Inflorescence and the flower cluster. *Amer. J. Bot.* 63 (1): 82 - 96.
- \_\_\_\_\_. 1976b. Developmental studies in *Ptychosperma* (Palmae) II. The staminate and pistillate flowers. *Amer. J. Bot.* 63: 97 - 109.
- \_\_\_\_\_. 1977. Centrifugal stamen initiation in Phytelphantoid palms. *Amer. J. Bot.* 64 (9): 1152 - 1161.
- \_\_\_\_\_. 1978a. Floral anatomy of the five species of *Hyophorbe* (Palmae). *Gentes Herb.* 11: 246 - 267.
- \_\_\_\_\_. 1978b. Floral anatomy of *Maxburretia* (Palmae). *Gentes Herbarum.* 11 (4): 200 - 211.
- \_\_\_\_\_. 1978. The structure of the acervulus the flower cluster of Chamaedoreoid palms. *Amer. J. Bot.* 65(2): 197 - 204.

- UHL, N.W. and H.E. Moore. 1973. The protection of pollen and ovules in Palms. *Principes*. 17: 111 - 149.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1977. Correlations of inflorescence flower structure and floral anatomy with polinization in some palms. *Biotrópica* 9(3): 170 - 190.
- \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_. 1980. Androecial development in six pollandrous genera representing five mayor groups of palms. *Ann. Bot.* 45: 57 - 75.
- VALLEY, P. 1976. Industrial Park JB-4 embedding Kit. Polysciences Inc. Printed in U.S.A.
- VOSTERS, J. 1975. Comercial use of *Chamaedorea elegans*. *Principes*. 19: 149 - 150.
- VOVIDES, A.P. 1981. Lista preliminar de plantas mexicanas raras o en peligro de extinción. *Biotica*. 6: 2.