

163
24^o

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD DE CIENCIAS

ULTRAESTRUCTURA DEL CITOPLASMA
DE *Lacandonia schismatica*

T E S I S

Que para obtener el título de
B I O L O G O
P r e s e n t a

RAFAEL REYNOSO ROBLES

Dir. Dr. Luis Felipe Jiménez García



México, D. F.



1996

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

" ULTRAESTRUCTURA DEL CITOPLASMA DE *Lacandonia schismatica* "
realizado por RAFAEL REYNOSO ROBLES.

con número de cuenta 8219186-9 , pasante de la carrera de BIOLOGIA.

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

Dr. LUIS FELIPE JIMENEZ GARCIA. *J. Jiménez*

Propietario

M en C. LOURDES TERESA AGREDANO MORENO. *Agredano Moreno J.T.*

Propietario

BIOLOGO Y ESP en M.E. MARCO ANTONIO GONZALEZ JIMENEZ. *M.A. González*

Suplente

Dra. MARIA DE LOURDES SEGURA VALDEZ. *M. Segura*

Suplente

Dra. GUADALUPE TRINIDAD ZAVALA PABIELA. *G. Zavala*

Consejo Departamental de Biología

M. en C. ALEJANDRO MARTINEZ MENA. *A. Martínez*

COORDINACION GENERAL
DE BIOLOGIA

AGRADECIMIENTOS

- AI Dr. LUIS FELIPE JIMENEZ GARCIA POR PERMITIRME TRABAJAR BAJO SU DIRECCION EN LA REALIZACION DE ESTA TESIS.
- AI BIOLOGO MARCO ANTONIO GONZALEZ JIMENEZ POR ENSEÑARME LO QUE SE DE MICROSCOPIA ELECTRONICA.
- A ESTEBAN MARTINEZ Y CLARA HILDA RAMOS POR EL DESCUBRIMIENTO DE LA PLANTA.
- A LOS DOCTORES OLGA M. ECHEVERRIA Y GERARDO H. VAZQUEZ NIN, POR LAS FACILIDADES OTORGADAS EN EL LABORATORIO DE MICROSCOPIA ELECTRONICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS.
- A LOS COMPAÑEROS DEL LABORATORIO DE MICROSCOPIA ELECTRONICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS : LUPITA, ERNESTINA, LOURDES, FRANCIS, ELIZABETH, ANGELICA, ROSARIO, GABRIEL, RAFAEL.
- A MIS PADRES Y HERMANOS POR EL APOYO BRINDADO.
- A LA Dra. M.L. ARGUINZONIZ Y BARRAGAN POR SU APOYO.
- A TODOS MIS PARIENTES Y AMIGOS QUE SIEMPRE ME APOYARON EN ESTE TRABAJO DE TESIS.

DEDICATORIA

A MIS HIJOS : ANDREA MARIA Y RAFAEL.

A MI ESPOSA MARIA, POR SU COMPRESION Y GRAN AMOR.

GRACIAS ABBA POR DEJARME CONTINUAR EN ESTE CAMINO.
(RAFAEL, R. R.) 1996.

I.-	RESUMEN.	1
I.1.-	INTRODUCCION.	3
1.2.-	ESTUDIOS SOBRE LA BIOLOGIA DE <i>LACANDONIA</i> .	7
II.-	OBJETIVO.	14
III.-	METODOLOGIA.	15
IV.-	RESULTADOS.	18
V.-	DISCUSION.	29
VI.-	CONCLUSIONES.	35
VII.-	REFERENCIAS.	36

I.- RESUMEN.

En el presente trabajo se estudió la ultraestructura del citoplasma de *Lacandonia schismatica*, especie vegetal que presenta los verticilos sexuales invertidos. Anteriormente se ha descrito el núcleo de esta especie por microscopía electrónica de transmisión. Se fijaron botones florales con glutaraldehído al 2.5% en buffer de fosfatos 0.16 M a pH 7.2 o con una mezcla de glutaraldehído al 2.5% y paraformaldehído al 4 % en el mismo buffer durante 2 hs. Las muestras se postfijaron con tetraóxido de osmio al 1% por 24 hs. Los fragmentos se deshidrataron y se incluyeron en una resina epóxica y se polimerizaron a 60 ° C. Se obtuvieron cortes ultrafinos de 60 a 90 nm de grosor y se analizaron en un microscopio electrónico de transmisión Carl Zeiss EM 10 operado a 80 Kv. Los resultados obtenidos muestran que el citoplasma de las células de los tegumentos y del receptáculo floral de *Lacandonia*, presenta aparatos de Golgi que se observa como pequeños dictiosomas, su número varía de 1 a 3 por célula y en ocasiones puede ser 4 a 5. El número de cisternas varía de 3 a 7 \pm 1 por dictiosoma. Las cisternas miden 0.14 μ m de espesor y 0.81 μ m de longitud; en algunos casos se pueden distinguir claramente los componentes cis, medio y trans, así como la C.G.N. o T.G.N.(cis golgi network, trans golgi network) y vesículas asociadas con un diámetro de 0.04 μ m. Las mitocondrias se presentan alargadas o redondas dependiendo del plano del corte.

También se observan estructuras semejantes a plastos con inclusiones densas a los electrones pero sin tilacoides o estructuras membranosas internas. Estos organelos tienen dos membranas y en ocasiones se presentan en forma de reloj de arena. El retículo endoplásmico rugoso es similar al de otros organismos y el tamaño de los ribosomas es de unos 15 nm de diámetro. En las células se presenta una gran vacuola que, por el tamaño grande del núcleo, restringen el citoplasma a una delgada porción de la célula, en donde se observan las estructuras descritas.

I.1.- INTRODUCCION.

En México existen descripciones del bosque tropical perennifolio realizadas por Miranda (1952) y por Sarukhán (1968). Este último autor incluye gran número de datos provenientes de diversos estudios. Entre ellos destacan muchos trabajos realizados por el personal de la Comisión de Estudios sobre la Ecología de Dioscóreas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales .

Ante la complejidad del conjunto de asociaciones vegetales que integran el bosque tropical perennifolio, diversos investigadores nacionales y extranjeros han propuesto subdivisiones del mismo, basadas en el grado de exuberancia y en la proporción de plantas de hoja decidua.

México posee una de las floras más variadas de América, debido a la circunstancia de que su territorio se encuentra situado entre la zona templada del norte y la zona tropical con bastante extensión hacia la zona subtropical. La variedad de la flora mexicana refleja en cierto modo la increíble diversidad de climas y suelos, causada por la accidentada topografía y la compleja estructura geológica de su suelo. Los tipos de vegetación que cubren el multiforme territorio de la República van desde las selvas altas de las

regiones muy húmedas del sureste y vertiente del Atlántico hasta la vegetación de las zonas de desiertos áridos(Miranda y Hernández X, 1963).

La Selva Lacandona es catalogada por algunos autores como selva alta perenifolia o selva pluvial; dominada por árboles altos, de más de 30 m, que permanece verde todo el año, aunque en ocasiones algunos árboles aparecen desnudos de follaje durante la fase de la floración. Este tipo de selva se desarrolla en tierras calientes húmedas, con temperatura media anual superior a los 20 ° C, precipitación media anual superior a 1500 mm y temporada seca nula o muy corta.

Se encuentra en las vertientes y planicies del Golfo: Suroeste de Campeche, Tabasco, Norte de Chiapas, Veracruz (hasta la huasteca Potosina), Norte de Oaxaca y sobre la vertiente del Pacífico en la región del Soconusco hasta Pijijiapan, Chiapas (Miranda y Hernández X, 1963).

Lacandonia schismatica E.Martínez & C.H.Ramos (Lacandoniaceae : Triuridales) es una planta de la selva alta perenifolia cuyo rasgo más característico lo constituye la posición de los verticilos sexuales: el androceo en el centro de la flor , rodeado por el gineceo apocárpico. Tal disposición no había sido descrita antes para angiospermas, lo que generó la descripción de una nueva especie y familia vegetal para la ciencia. Está especie es una hierba saprófita, áfila , blanquecina. Presenta un rizoma horizontal de crecimiento indefinido, con raíces fibrosas .

Los tallos son aéreos simples y glabros. Presenta una inflorescencia racemosa, bracteada, de crecimiento simpodial (Martínez y Ramos, 1989) .

Tiene flores perfectas con 4 a 6 tépalos densamente papilosos cuando frescos, cada uno con una cauda linear laminar en el ápice. El gineceo tiene de 60 a 80 carpelos papilosos y un estilo subapical.

Presenta tres estambres generalmente centrales, persistentes, insertos en el borde de la depresión del receptáculo; anteras biloculares con dehiscencia introrsa . El gineceo es apocárpico. Cada carpelo contiene un solo óvulo sésil, basal, anátropo y bitégmico; el tegumento interno forma el micrópilo.

El endospermo es de tipo nuclear. El embrión en la semilla madura es poco desarrollado. El fruto es indehisciente.

Su número cromosómico es nueve, con cuatro pares de cromosomas largos y cinco más pequeños (Davidse y Martínez, 1990) .

La nueva familia *Lacandoniaceae* ha sido ubicada taxonómicamente en el orden Triuridales junto a las familias Petrosaviaceae Hutchinson y Triuridaceae Gardner (Cronquist, 1981).

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Subclase: Alismatidae

Orden : Triuridales

Familia : Lacandoniaceae

Género : *Lacandonia*

Especie : *L. schismatica*

Lacandonia vive sobre substratos de materia orgánica muy húmedos, pero no inundados, en lugares muy sombreados con poca oscilación de temperatura. Florece todo el año si las condiciones de humedad son adecuadas y es muy abundante en noviembre y diciembre, después de la temporada de lluvias. Sólo se ha encontrado en la localidad tipo que se sitúa en el exterior del borde de la reserva de Montes Azules; en el municipio de Ocosingo, Crucero Corozal, 170 Km al S E de Palenque, camino a Boca Lacantum, sobre la carretera fronteriza del sur, Chiapas, México (Martínez y Ramos, 1989).

1.2 ESTUDIOS SOBRE LA BIOLOGIA DE *L. schismatica*.

El primer trabajo sobre esta planta es el que la describe taxonómicamente como una nueva familia vegetal denominada Lacandoniaceae (Triuridales), realizado por Esteban Martínez y Clara Hilda Ramos en 1989; quienes la describen como una familia, un género y una especie nuevos para la ciencia que es afín a Triuridaceae Gardner, la cual se diferencia porque en Lacandoniaceae el gineceo rodea al androceo. Esta posición es insólita y se describió por primera vez. Además, la dehiscencia de las anteras es introrsa. Los autores resaltan el hecho de que este es el primer registro del orden para México.

Otros estudios realizados son el de la anatomía reproductiva de *L. schismatica* hecha por Márquez-Guzmán y colaboradores en el mismo año de 1989. En ese estudio se realizó una descripción de las estructuras reproductoras de la planta y se encontró que son semejantes a las mencionadas por Tomlinson (1982), Maas y Rübsamen (1986) para la familia Triuridaceae.

1.2 ESTUDIOS SOBRE LA BIOLOGIA DE *L. schismatica*.

El primer trabajo sobre esta planta es el que la describe taxonómicamente como una nueva familia vegetal denominada Lacandoniaceae (Triuridales), realizado por Esteban Martínez y Clara Hilda Ramos en 1989; quienes la describen como una familia, un género y una especie nuevos para la ciencia que es afín a Triuridaceae Gardner, la cual se diferencia porque en Lacandoniaceae el gineceo rodea al androceo. Esta posición es insólita y se describió por primera vez. Además, la dehiscencia de las anteras es introrsa. Los autores resaltan el hecho de que este es el primer registro del orden para México.

Otros estudios realizados son el de la anatomía reproductiva de *L. schismatica* hecha por Márquez-Guzmán y colaboradores en el mismo año de 1989. En ese estudio se realizó una descripción de las estructuras reproductoras de la planta y se encontró que son semejantes a las mencionadas por Tomlinson (1982), Maas y Rübsamen (1986) para la familia Triuridaceae.

También se encontró que la dehiscencia introrsa de las anteras es una característica que define a esta especie. Ambas publicaciones de 1989 lograron establecer claramente la posición invertida de los verticilos sexuales.

En el año de 1990 Gerrit Davidse y Esteban Martínez estudiaron el número cromosómico de *Lacandonia*. *Lacandonia* tiene 9 cromosomas, con cuatro pares largos y cinco pequeños.

Jiménez-García y colaboradores en 1992 estudiaron el núcleo interfásico de *Lacandonia* y lo comparan con el de *Triuris alata* Brade (Triuridales: Triuridaceae). Estudios posteriores demostraron que *T. alata* en realidad corresponde a *T. brevistylis* (Gómez y Martínez 1994).

En aquel estudio se encontró que los núcleos celulares de *L. schismatica* y *T. alata* son reticulados y contienen gránulos presentes en el espacio intercromatiniano, denominados "gránulos de *Lacandonia*".

Los gránulos observados en el espacio intercromatiniano de *L. schismatica* y *T. alata* no corresponden por su abundancia y tamaño a los llamados gránulos intercromatinianos descritos en plantas por Medina y colaboradores en 1989. El tamaño de los gránulos es intermedio al de los gránulos intercromatinianos y pericromatinianos (Puvion y Fakan 1981). Los gránulos de *L. schismatica* y *T. alata* son ribonucleoproteínas (Agredano-Moreno, 1991; Agredano-Moreno y col., 1993).

Márquez-Guzmán y colaboradores en 1993 estudian el desarrollo del polen y la fertilización en *L. schismatica*. Ellos aportan lo siguiente:

La germinación de los granos de polen dentro del saco de la antera en *Lacandonia* aparecen como característica única en Triuridales y en consecuencia tiene una reproducción cleistogámica. *L. schismatica* entra dentro de la categoría de cleistogamia-preantesis en la cual la polinización y la fertilización ocurre dentro de las flores; las cuales florecen y abren más tarde.

Gerardo Coello y colaboradores en 1993 realizan un estudio sobre la variación genética en *Lacandonia schismatica*.

Con este estudio demuestran que *Lacandonia* tiene poca variabilidad genética; esto es explicado por el tipo de fertilización autogámica reportado por Márquez-Guzmán y colaboradores en 1993.

En 1993, Palacios-Mayorga y colaboradores estudian la Micorriza endotrófica de *Lacandonia*. Ellos encontraron que la micorriza es similar a la de algunas orquideas; sin embargo, el diámetro de las hifas y la ausencia de septos hifales, así como el desarrollo de vesículas sugiere una semejanza con la micorriza vesículoarbuscular.

El hecho de no haberse observado arbuscúlos, hace pensar en una variante o forma atípica. Al comparar la micorriza de *L. schismatica* con la de *Triuris brevistylis* - ambas de áreas vecinas- se encontró gran afinidad entre ellas.

Agredano-Moreno y colaboradores en 1994 realizan un estudio citoquímico e inmunocitoquímico de las estructuras nucleares de *Lacandonia*.

Ellos llegan a la conclusión de que los gránulos de *Lacandonia* no son estructuras equivalentes a los gránulos intercromatinianos universalmente presentes en animales, plantas y hongos (Jiménez-García y col., 1989), ya que su comportamiento citoquímico e inmunocitoquímico no corresponde al de estas partículas ribonucleoproteicas, por lo que refuerza el descubrimiento de que representan estructuras nucleares no observadas anteriormente en ningún eucarionte (Jiménez-García y col., 1992).

A continuación se presenta una tabla donde se muestran los estudios que se han realizado a la fecha sobre esta especie.

AUTOR	AÑO	CONTRIBUCION
Esteban Martínez y Clara Hilda Ramos.	1989	<p data-bbox="611 308 1066 380">" Lacandoniaceae (Triuridales) : Una Nueva Familia de México "</p> <p data-bbox="611 421 1097 666">Describen una Nueva Familia de angiospermas, la cual tiene cierta afinidad con las Triuridales. Y una nueva especie con verticilos sexuales en posición invertida descrita por primera vez y dehiscencia introrsa de las anteras</p>
Márquez-Guzmán J., Engleman M., Martínez-Mena A., Esteban Martínez y Clara Ramos.	1989	<p data-bbox="611 741 1122 813">"Anatomía Reproductiva de <i>Lacandonia schismatica</i> (LACANDONIACEAE)"</p> <p data-bbox="611 854 1122 1175">Se hace una descripción de las estructuras de la planta y se encontró que son semejantes a las mencionadas por Tomlinson (1982), RübSamen (1986) para la familia Triuridaceae. La dehiscencia introrsa es característica que define a esta especie. Se demostró la inversión de los verticilos sexuales por medio de técnicas histológicas.</p>

Davidse, G. y Esteban
Martínez.

1990 " The Chromosome Number of *Lacandonia schismatica* (Lacandoniaceae) "
Número cromosómico = 9 haploide

Jiménez-García, L.F.,
Agredano-Moreno, L.T.,
Segura-Valdez, M.L.,
Echeverría O.M., Esteban
Martínez., Clara Hilda
Ramos and Vázquez-
Nin, G.H.

1992 " The Ultrastructural study of the interphase cell nucleus of *Lacandonia schismatica* (Lacandoniaceae : Triuridales) reveals a non-typical extranucleolar particle "
Se describen por primera vez los gránulos de *Lacandonia* y se comparan con los de *Triuris brevistylis*. Estos gránulos no habían sido observados antes en ningún eucarionte.

Márquez-Guzmán, J.,
Vázquez-Santana, S.,
Engleman, E.M.,
Martínez-Mena, A. and
Martínez E.

1993 " Pollen Development and Fertilization in *Lacandonia schismatica* (Lacandoniaceae) "

Se describe la germinación de los granos de polen dentro de la antera; la reproducción es Cleistogámica pre-antesis.

Coello G., Escalante A.
and Soberón J.

1993 " Lack of Genetic Variation in *Lacandonia schismatica* (Lacandoniaceae: Triuridales) in its only Known Locality "

Describen la poca variación genética de la planta debido quizás a la fecundación autogámica reportado por Márquez-Guzmán y colaboradores en 1993.

Palacios-Mayorga,S. and 1993 " Endotrophic Mycorrhiza in *Lacandonia schismatica*, Lacandoniaceae, a New Saprophytic Angiospermae Family "

Describen la micorriza de *Lacandonia* como una variante de la micorriza vesículoarbuscular; debido a que no se observaron arbusculos. Al compararla con la micorriza de *Triuris brevistylis* se encontro gran afinidad entre ambas.

Agredano-Moreno,L., Jiméneez-Garcia,L.F., Echeverría,O.M. , Esteban Martínez., Clara Ramos. and Vázquez-Nin,G.H. 1994 " Cytochemical and Immunocytochemical study of nuclear structures of *Lacandonia schismatica* " Los gránulos de *Lacandonia* no son equivalentes a los intercromatinianos universalmente presentes en animales, plantas y hongos.

Por la importancia que representa *L. schismatica* dentro del reino Plantae y en el origen de la flor, así como por ser una especie rara y endémica (Diario oficial de la Federación, 1994), es necesario conocer lo más posible su biología sin que ello lleve a una colecta desmedida que propicie su desaparición.

En este trabajo, se realiza una descripción del citoplasma de la especie, que junto con estudios previos de microscopía electrónica sobre su núcleo, brindan un conocimiento un poco más completo sobre su biología celular y molecular.

II.- OBJETIVO

CONOCER LA ULTRAESTRUCTURA DEL CITOPLASMA DE *Lacandonia schismatica*.

I.I.I.- METODOLOGIA

Se fijaron botones florales con glutaraldehído al 2.5% o con una mezcla glutaraldehído al 2% y paraformaldehído al 4% en buffer de fosfatos PBS a pH 7.3 por 2 horas. Posteriormente se realizaron tres enjuagues de diez minutos cada uno , con buffer PBS .

Las muestras se postfijaron con tetraóxido de osmio al 1 % por 24 horas. Posteriormente se hicieron tres enjuagues de diez minutos cada uno con buffer PBS .

Los fragmentos se deshidrataron en alcoholes etílicos de concentraciones graduales, iniciando con alcohol al 30,50,60,70,80,90,96 % por diez minutos en cada cambio y alcohol absoluto en el cual se realizaron tres cambios de diez minutos en cada uno.

Posteriormente se realizaron 3 cambios con el agente intermediario óxido de propileno , de diez minutos cada una.

Después se realizó una pre-inclusión en óxido de propileno y resina epóxica en relación 1: 1 por 24 horas.

Posteriormente las muestras se incluyeron en resina epóxica y se polimerizó en una estufa a 60 °C por 24 horas.

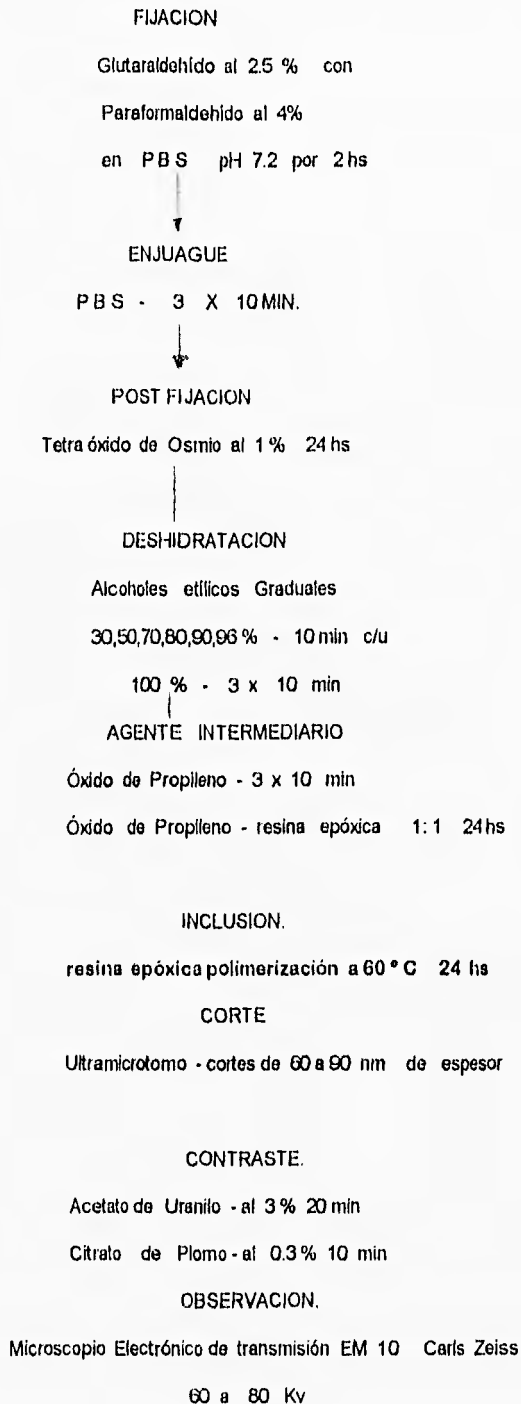
Después de analizar las muestras en cortes semifinos de 0.5 μm se hicieron cortes ultrafinos de 60 a 90 nm de grosor en un ultramicrotomo Porter-Blum (MT 2).

Los cortes se contrastaron con la técnica convencional para microscopía electrónica, que consiste en colocar las rejillas en contacto con la solución contrastante por flotación en cámara húmeda. Se utilizó acetato de uranilo al 3 % por 20 minutos y citrato de plomo al 3 % por 10 minutos, con enjuagues con agua bidestilada al final de cada solución.

Las muestras se analizaron en un microscopio electrónico de transmisión Carl-Zeiss EM 10 operado a 60 u 80 Kv.

Las estructuras celulares fueron medidas con una reglilla graduada en milímetros, sobre electromicrografías tomadas a diferentes aumentos.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS



IV.- RESULTADOS

Los resultados obtenidos muestran la presencia de Aparato de Golgi, Mitocondrias, Ribosomas, Retículo Endoplasmico Rugoso, Vacuolas, Estructuras semejantes a Plastos en el citoplasma de las células de los tegumentos y del receptáculo floral de *Lacandonia*.

APARATO DE GOLGI.

El complejo de Golgi se presenta como pequeños dictiosomas de 1 a 3 por célula , en ocasiones pueden ser 4 a 5 . El número de cisternas varía de 3 a 7 por dictiosoma (fig 1a,c). Las cisternas miden en promedio 0.14 μm de espesor y 0.81 μm de longitud promedio; en algunos casos se pueden distinguir claramente los componentes cis, media y trans, así como la Cis Golgi Network (C G N) Y Trans Golgi Network (T G N) fig 1b , y vesículas asociadas con un diámetro promedio de 0.04 μm (fig 1a,b,c).

MITOCONDRIAS.

Las mitocondrias se presentan alargadas o redondas dependiendo del plano del corte (fig. 2a,b,c). Tienen una longitud promedio de $0.90 \mu\text{m}$ y un espesor promedio $0.35 \mu\text{m}$, fig 2a. Dentro de estas se distinguen ribosomas intramitocondriales (Flechas pequeñas).

En el interior de estas se observan fibras semejantes a D N A mitocondrial (Flecha grande), así como la presencia de sus crestas mitocondriales.

RIBOSOMAS.

Los ribosomas presentan un diámetro promedio de $0.013 \mu\text{m}$ y pueden estar libres o asociados a membrana formando retículo endoplasmico rugoso, fig 3 (Flechas).

PLASTOS.

También se observan estructuras semejantes a plastos (Fig. 4a,b,c). Estos organelos tienen dos membranas una externa y una interna (Flechas pequeñas), en su interior se encuentran distribuidas inclusiones densas a los electrones (Flechas grandes).

La forma de estos plastos asemeja un reloj de arena. Tienen una longitud promedio de $2.4 \mu\text{m}$ y un espesor promedio de $0.37, 0.12, 0.35 \mu\text{m}$ (Figura 4b,c.).

FIGURA 1.- Aparato de Golgi de *Lacandonia schismatica*.

En A se observan vesículas asociadas a Golgi con un diámetro promedio $0.04 \mu\text{m}$ (V). Ur-Pb 129 150 X.

En B se distinguen los componentes Cis, Media y Trans (C,M,T). También se observan ribosomas (R). Ur-Pb 120 000 X

En C se observan 7 cisternas; las cuales miden $0.14 \mu\text{m}$ de espesor y $0.81 \mu\text{m}$ de longitud .

Se observa también el Retículo Endoplásmico Rugoso (R.E.R).

Ur-Pb 200 000 X



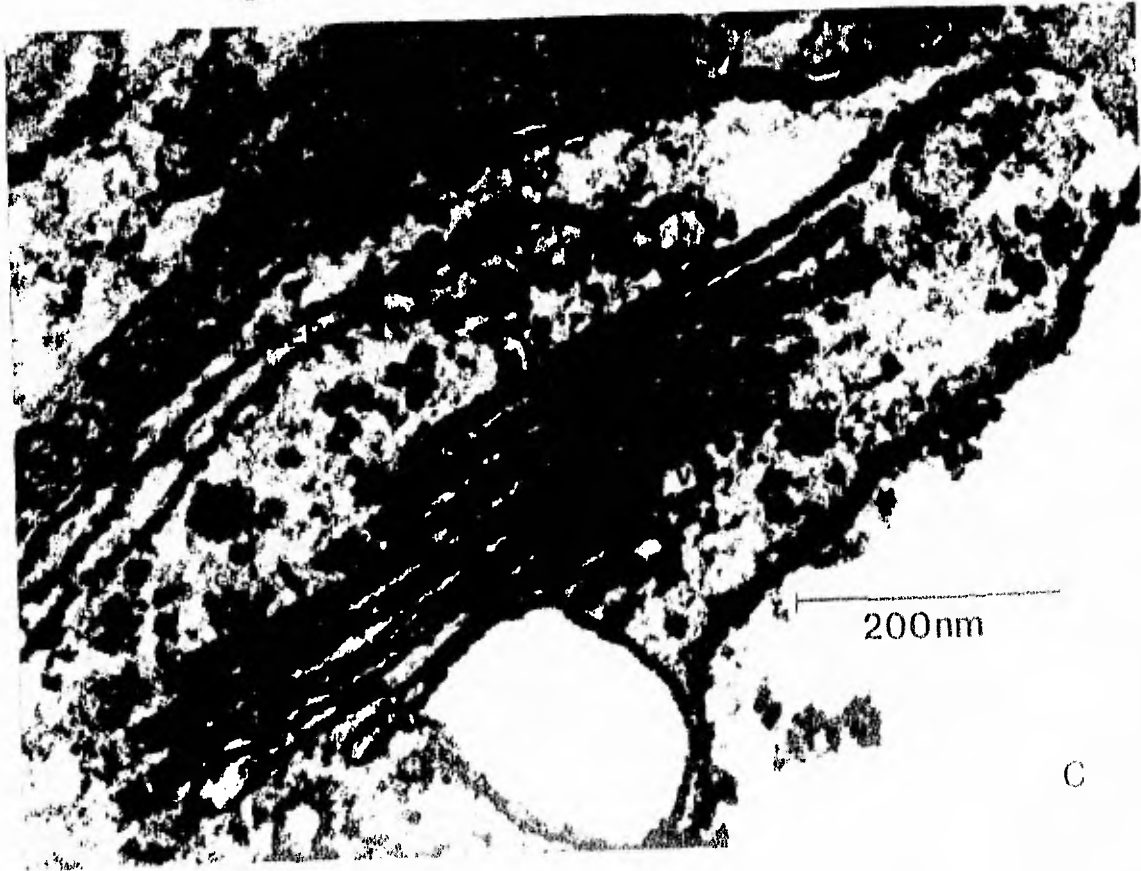


FIGURA 2.- Mitocondrias de *Lacandonia schismatica*.

En A se observan mitocondrias alargadas con una longitud promedio de $0.90 \mu\text{m}$ y un espesor promedio $0.35 \mu\text{m}$, Dentro de estas se distinguen fibras semejantes a D N A mitocondrial (Flecha grande) y ribosomas intramitocondriales (Flechas pequeñas). Ur-Pb 50 000 X

En B se observan tres mitocondrias alargadas, se distinguen en la periferia las crestas mitocondriales. Ur-Pb 50 000 X

En C una mitocondria de forma redonda . Ur-Pb 85 000 X

FIGURA 3.- Retículo Endoplásmico Rugoso de *Lacandonia schismatica*.

Se pueden observar los ribosomas unidos a membrana del retículo endoplásmico; el diámetro promedio de los ribosomas es de $0.013 \mu\text{m}$ (Flechas). Ur-Pb 85 050 X



FIGURA 4.- Estructuras semejantes a plastos de *Lacandonia schismatica*.

En A se observan abundantes inclusiones electrón densas (Flechas).
Ur-Pb 66 000 X

En B se observa la doble membrana (Flechas pequeñas). Se presentan inclusiones electrón-densas (Flechas grandes). Ur-Pb 92 500 X

En C se observan las estructuras semejantes a plastos en la que los extremos son ensanchados y están unidos por una prolongación delgada. Tienen una longitud promedio de 2.4 μm , un espesor de 0.37,0.12,0.35 μm . Al centro se observan mitocandrias alargadas (M). Ur-Pb 31 250 X

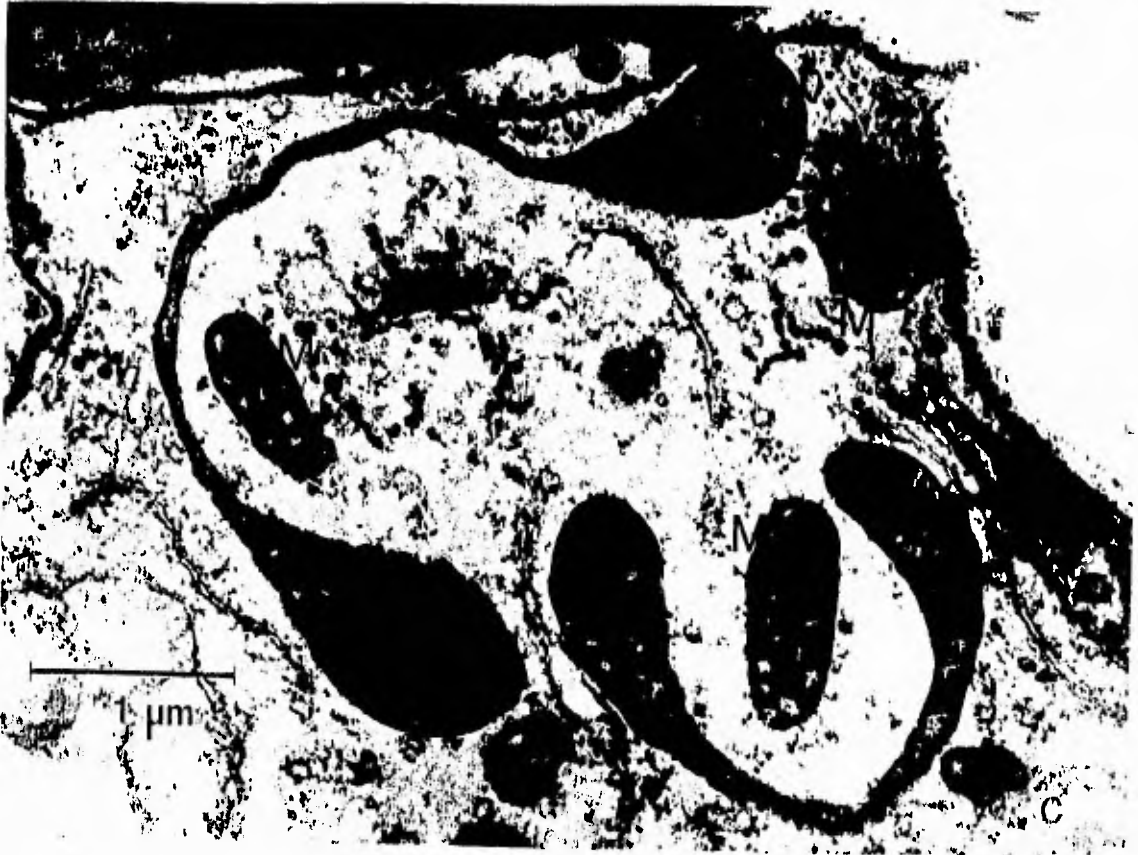
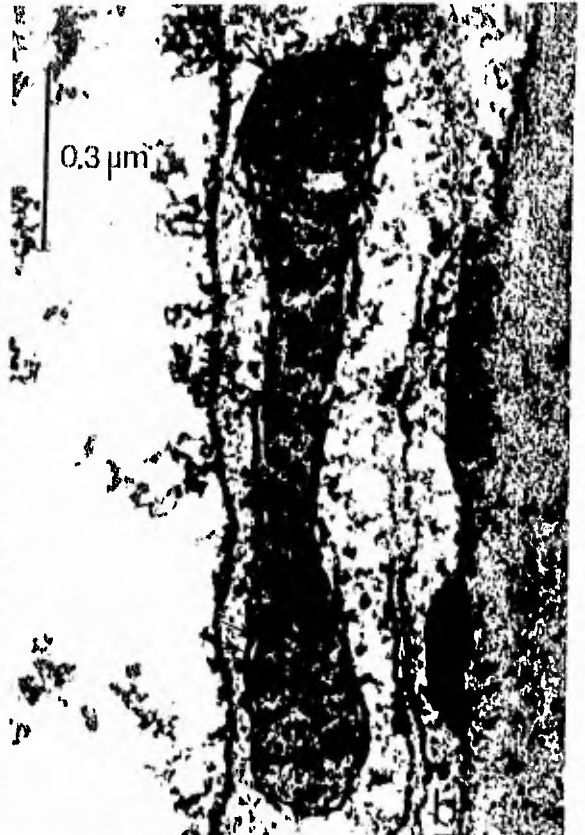


TABLA 1. MEDICIONES DEL APARATO DE GOLGI DE

Lacandonia schismatica.

LONGITUD	0.81 μm
ANCHO	0.14 μm
N-º CISTERNAS	3 - 7
VESICULAS ASOCIADAS	0.04 μm

TABLA 2.- MEDICIONES DE LOS RIBOSOMAS DE

Lacandonia schismatica.

RIBOSOMAS <i>L. schismatica</i>	
LONGITUD	0.013 μm

TABLA 3.- MEDICIONES DE LAS MITOCONDRIAS DE *Lacandonia schismatica*.

LONGITUD PROMEDIO	0.90 μm
ESPEJOR PROMEDIO	0.35 μm

TABLA 4.- MEDICIONES DE LAS ESTRUCTURAS SEMEJANTES A PLASTOS DE *Lacandonia schismatica* .

LONGITUD PROMEDIO	2.44 μm
	0.37 μm
ESPEJOR PROMEDIO	0.12 μm
	0.35 μm

V.- DISCUSION

La descripción ultraestructural del citoplasma de *L. schismatica* es una contribución al conocimiento de la biología de la especie. El citoplasma de *Lacandonia* es escaso. Las células del tegumento y del receptáculo de la flor presenta núcleos prominentes y en general una vacuola que abarca la mayor parte de la célula. En el citoplasma escaso, se observan componentes membranosos o bien organelos como en otras células vegetales. El aparato de Golgi es pequeño, las mitocondrias similares a otras plantas, animales y hongos, los ribosomas y el retículo endoplásmico; son también similares a otros organismos y se presentan estructuras similares a plastos cubiertos por una doble membrana y con inclusiones electrón-densas.

El aparato de Golgi es un componente celular que se encarga de la glicosilación de proteínas y esta involucrado en la síntesis de lípidos. Algunos de los polisacáridos celulares se producen en este compartimiento, como son la pectina y la hemi-celulosa de las paredes de las plantas y algunos glicosaminoglicanos de la matriz extracelular en animales.

Además, en el aparato de Golgi, ciertos oligosacáridos se unen a proteínas específicas, que se transportan hacia los lisosomas.

Cada saco de Golgi tiene dos fases una CIS (o de entrada) y una TRANS (o fase de salida); ambas están interconectadas por una red tubular (Cis Golgi Network CGN y Trans Golgi Network TGN). Ambas redes son de importancia para el transporte de proteínas y lípidos a través del Golgi. Las proteínas que entran en la CGN se mueven en el Golgi y regresan hacia el Retículo Endoplásmico. Las proteínas que salen de la TGN se destinan hacia los Lisosomas, las vesículas secretoras o superficie celular (Alberts y col. 1994).

En *Lacandonia*, la estructura del aparato de Golgi es similar y debe cumplir funciones de formación de pared entre otras.

Las vacuolas en plantas y hongos ocupan más del 30 % del volumen de la célula y en algunos tipos de células hasta el 90 %, en *Lacandonia* esta vacuola ocupa más del 80% del volumen total.

Las mitocondrias son organelos celulares que se encargan de llevar a cabo los procesos respiratorios y energéticos.

Estas estructuras que generalmente han sido descritas como cilindros elongados, con un diámetro de 0.5 y 1.0 μm , En una célula viva la mitocondria es un organelo plástico, es decir constantemente cambia de forma.

Posee dos membranas; una interna y una externa , ambas forman dos compartimentos mitocondriales separados (la matriz y el espacio intermembranoso).

La matriz contiene cientos de enzimas, incluyendo los que se requieren para la oxidación del piruvato y ácidos grasos y las que intervienen en el ciclo del ácido cítrico. Posee su propio DNA mitocondrial, ribosomas mitocondriales, tRNAs y varias enzimas requeridas para la expresión de los genes mitocondriales.

La membrana interna esta doblada formando numerosas crestas, las cuales incrementan notablemente el area de la superficie ; está contiene proteínas con tres tipos de funciones :

- 1) Reacciones de oxidación para la cadena respiratoria.
- 2) Complejo enzima llamado ATP sintasa que da A T P a la matriz.
- 3) Transporte específico de proteínas que regulan el paso de metabolitos dentro y fuera de la matriz.

La membrana externa contiene un canal largo formado por la proteína Porina; esta membrana es permeable a todas las moléculas de menos de 5000 daltones.

Otras proteínas en esta membrana incluyen enzimas involucradas en la síntesis de lípidos mitocondriales: que convierten los sustratos lipídicos en formas que son subsecuentemente metabolizadas en la matriz.

El espacio intermembranal contiene ciertas enzimas que usan el paso del ATP fuera de la matriz para fosforilar otros nucleótidos.

En *Lacandonia* las mitocondrias observadas son similares a otras especies; su función probablemente es la misma.

LOS PLASTOS.

Son estructuras que se desarrollan de los proplastidios de acuerdo con los requerimientos y la diferenciación celular; que es mediado en parte por el genoma nuclear; si las hojas crecen en la noche el proplastidio se desarrolla como etioplasto, el cual tiene un arreglo semicristalino de las membranas internas que contienen clorofila amarilla que es un precursor de la clorofila. Cuando la planta se expone a la luz, los etioplastos rápidamente se desarrollan en cloroplastos; convirtiendo el precursor a clorofila y sintetizando nueva membrana, pigmentos, enzimas fotosintéticas y componentes de la cadena transportadora de electrones.

La forma y distribución de los cloroplastos varían en las diferentes células y con las especies, pero dentro del mismo tejido son relativamente constantes.

En las hojas de las plantas superiores, cada célula contiene un número considerable de cloroplastos de forma esférica, ovoide o discoide. El tamaño varía considerablemente pero en plantas superiores puede establecerse como término medio un diámetro de 4 a 6 μm .

Los cloroplastos tienen una estructura compuesta por dos membranas concéntricas (Externa e Interna). Consta de un sistema de sacos aplanados llamados tilacoides; los cuales se comunican entre sí por medio de una red de túbulos. Cierta número de tilacoides forman un grana. La membrana interna, los grana y los túbulos contienen el sistema fotosintético y transporte de electrones. Los cloroplastos poseen DNA, ribosomas, espacio intermembrana, espacio tilacoide.

Los leucoplastos son plastidios de algunos tejidos epidérmicos e internos que no son verdes ni fotosintéticos. La forma más común de los leucoplastos son los amiloplastos, los cuales acumulan almidón almacenándolo en tejidos. En algunas plantas como las papas, los amiloplastos crecen a tal grado que en promedio son más largos o grandes que una célula animal.

Los leucoplastos pueden acumular proteína (proteínoplastos) o lípidos (elaioplastos), algunos más especializados producen aceites esenciales. Es interesante señalar que los gránulos de almidón se depositan en la matriz o estroma del plastido, mientras que la proteína algunas veces con disposición cristalina, lo hace dentro de sacos limitados por membranas.

Los plastos en *Lacandonia* se presentan con una doble membrana, en forma de reloj de arena y presentan estructuras electrón-densas.

Se propone realizar más investigaciones sobre los plastos de *Lacandonia*.

Por ejemplo sería interesante mostrar si la estructura interna durante el desarrollo de la flor es similar a la descrita en este trabajo o si es una estructura característica de otras saprófitas.

El presente trabajo es una contribución al conocimiento de la biología celular y molecular de *Lacandonia schismatica*. El estudio de estos aspectos durante el desarrollo puede llevar al entendimiento mas profundo de su biología y eventualmente a la explicación de la estructura de la flor.

VI. CONCLUSIONES

1).- El Aparato de Golgi en *Lacandonia schismatica* se presenta como pequeños dictiosomas de 1 a 3 por célula con 3 a 7 cisternas. Las cisternas miden en promedio 0.14 μm de espesor y 0.81 μm de longitud, con vesículas asociadas que tienen un diámetro de 0.04 μm .

2).- Las mitocondrias miden en promedio 0.90 μm de longitud y 0.35 μm de espesor. Pueden presentarse en forma alargada o redonda dependiendo del plano del corte.

3).- Los Ribosomas miden en promedio 0.013 μm de diámetro, se encuentran libres o asociados a membrana formando Retículo Endoplásmico Rugoso.

4).- Las estructuras semejantes a plastos con inclusiones electrónicas tienen forma de reloj de arena. Tienen una longitud promedio de 2.4 μm y un ancho promedio en su parte más gruesa de 0.37 y 0.35 μm , en su parte más angosta miden 0.12 μm .

VII.- REFERENCIAS

- Agredano-Moreno, L.T. 1991. Estudio Ultraestructural Comparativo del Núcleo Celular Interfásico de *Lacandonia schismatica* E. Martínez y C.H. Ramos (Triuridales : *Lacandoniaceae*) y *Triuris alata* Brade (Triuridales : *Triuridaceae*). Tesis, Biología , Facultad de Ciencias, U.N.A.M. ; México.

- Agredano-Moreno, L.T. 1993. Estudio Citoquímico e Inmunocitoquímico Ultraestructural de los Gránulos de *Lacandonia* , Partículas presentes en los Núcleos de *Lacandonia schismatica* E. Martínez y C.H. Ramos (*Lacandniaceae* : Triuridales). Tesis , Especialidad en Microscopía Electrónica Aplicada a la Ciencias Biológicas , Facultad de Ciencias, U.N.A.M. ; México.

- Agredano-Moreno, L.T., Jiménez-García, L.F., Echeverría, O.M., Esteban Martínez, Clara Ramos, Vázquez-Nin, G.H. 1984. Cytochemical and immunocytochemical study of nuclear structures of *Lacandonia schismatica*. Biol Cell 82: 177-184.

- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Watson, J.D. 1994.
Molecular Biology of the Cell. Garland Publishing, Inc. New-York , N.Y.

- Coello, G., Escalante, A., Soberón, J. 1993. Lack of Genetic Variation in
Lacandonia schismatica (Lacandoniaceae: Triuridales) in its only Known
Locality. Ann. Missouri. Bot. Gard. 80: 898-901.

- Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering
Plants. Columbia Univ. Press.

- Cronquist, A. 1988. The Evolution and Classification of flowering plants.
The New York Botanical Garden, Bronx, New-York.

- Dahlgreen, M.T.R; Clifford, H.T. 1982. The Monocotyledons : A comparative Study. Academic Press INC , London.

- Dahlgreen, M.T.R; Clifford, H.T. 1985. The Families of The Monocotyledons. Spring Verlag, Berlin ; Heidelberg.

- Darnell,J., Lodish,H., Baltimore, D., 1986. Molecular Cell Biology. Sci. Ame. Books,Inc. New-York, N.Y.

- Davidse,G, Martínez,E. 1990. The Chromosome Number of *Lacandonia schismatica* (Lacandoniaceae) . Syst. Bot. 15: 635-637.

- De Candolle, A.P., 1813. Théorie Elementaire de la Botanique on Exposition des Principes de la Classification Naturelle. Déterville , Paris.

- DeRobertis y DeRobertis,H., 1986. Biología Celular Y Molecular.

El Ateneo , Argentina.

- Diario Oficial de la Federación (organo del gobierno constitucional de los Estados Unidos Mexicanos). Tomo CD LXXXVIII No.10 . 1994.

- Giesen, H., 1938. Triuridales. Das Pflanzenreich IV 18: 1-88.

- Goldfisher,S. 1982. The Internal Reticular Apparatus of Camilo Golgi. J. Histochem and Cytochem., 30: 717.

- Gómez ,P.L.D. y Martínez,E . 1994. Triuridaceae. En : Davidse,G., Souza,M., Chater, A.O. Flora Mesoamericana. Vol. 6 Alismataceae a Cyperaceae. U.N.A.M. , Miss. Bot. Gard., Nat.Hist. Mus. (London).

- Hutchinson, J., 1959. The Families of Flowering Plants, Vol 1.23. Clasendon Press, Oxford.

- Hutchinson J. 1969. Evolution and Phylogeny of Flowering Plants. Academic Press, London.

- Jiménez-García, L.F., Elizundia, B., López-Zamorano, A., Maciel, G. Zavala., O.M. Echeverría and Vázquez-Nin, G.H. 1989. Implications for evolution of nuclear structures of animals, plants, fungi and protocist. Bio Systems 22: 103-116.

- Jiménez-García, L.F., Agredano-Moreno, M.L.T., Segura-Valdez, M. de L., Echeverría, O.M., Martínez, E., Ramos, C.H., Vázquez-Nin, G.H. 1992. The Ultrastructural Study of The Interphase Cell Nucleus of *Lacandonia schismatica* (Lacandoniaceae: Triuridales) Reveals a non typical Extranucleolar particle. Biol Cell 75:101-110.

- Jones, S.B. 1988. Sistemática Vegetal. Mc Graw Hill, Mex.

- Maas,P.J.M. and T. RübSamen. 1986. Triuridaceae. Fl. Netrop 40: 1-55.
- Márquez-Guzmán, J., Engleman,M., Martínez-Mena,A., Martínez,E., Ramos,C.H. 1989. Anatomía Reprodutiva de *Lacandonia schismatica* (Lacandoniaceae). Ann MO Bot Gard 76, 124-127 .
- Márquez-Guzmán, J. 1990. Anatomía Reprodutiva en el Orden Triuridales. Simposio. XI Congreso Mexicano de Botánica. Oaxtepec, Morelos, México.
- Márquez-Guzmán,J., Vázquez-Santana.S., Engleman, E.M., Martínez-Mena., Martínez, E. 1993. Pollen Development and Fertilization in *Lacandonia schismatica* (Lacandniaceae) . Ann MO Bot Gard. 80: 891-897.

- Martínez,E.,Ramos,C.H. 1989. Lacandoniaceae (Triuridales) : Una Nueva Familia de México. Ann MO Bot Gard. 76: 128-135.

- Meave, J. 1990. Estructura y Composición de la Selva Alta Perenifolia de los Alrededores de Bonampak. Instituto Nacional de Antropología e Historia .

- Medina.M.A., Moreno-Díaz de la Espina,S., Fernández-Gómez,M.E., 1989. Interchromatin granules in plant nuclei. Biol Cell 67: 331-339.

- Miranda, F. y Hernández, X. 1963. Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación . Bol. Soc. Bot. Méx. 28: 29-178.

- Palacios-Mayorga, S. and Pérez-Silva, E. 1993. Endotrophic Mycorrhiza in *Lacandonia schismatica* , Lacandoniaceae a New Saprophytic Angiospermae Family. Rev. Lat -Amer. Microbiol. 35: 65-69.

- Martínez,E.,Ramos,C.H. 1989. Lacandoniaceae (Triuridales) : Una Nueva Familia de México. Ann MO Bot Gard. 76: 128-135.

- Meave, J. 1990. Estructura y Composición de la Selva Alta Perenifolia de los Alrededores de Bonampak. Instituto Nacional de Antropología e Historia .

- Medina.M.A., Moreno-Díaz de la Espina,S., Fernández-Gómez,M.E., 1989. Interchromatin granules in plant nuclei. Biol Cell 67: 331-339.

- Miranda, F. y Hernández, X. 1963. Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación . Bol. Soc. Bot. Méx. 28: 29-178.

- Palacios-Mayorga, S. and Pérez-Silva, E. 1993. Endotrophic Mycorrhiza in *Lacandonia schismatica* , Lacandoniaceae a New Saprophytic Angiospermae Family. Rev. Lat -Amer. Microbiol. 35: 65-69.

- Palade, G. 1975. Intracellular Aspects of the Process of Protein Synthesis. Science, 189: 347.

- Palade, G.E. and Farghuar, M.G. 1984. The Golgi Complex : a Current Overview. III Int. Cell. Biology Congress(S. Seno and Yokada eds). Academic Press Japan Inc.

- Puvion-Dutilleul, F., Puvion, E. 1981. Relationships between chromatin and perichromatin granules in cadmium-treated isolated hepatocytes. Journal of Ultrastructure Research. 74: 341-350.

- Quiroz-Choperena, S.P. 1990. Estudio Estructural del Desarrollo del Microsporangio de *Lacandonia schismatica* (Lacandoniaceae). Tesis, Biología. Fac. Ciencias U.N.A.M. , México.

- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. 1991. Biología de las plantas. Reverte, Barcelona, España.

- Rolond, J.C., Szöllösi, A., Szöllösi, D., 1976. Atlas de Biologie Cellulaire. Masson, Paris.

- Rothman, James. E. 1981. The Golgi Aparatus: Two Organelles in Tandem. Science,213:1212.

- Rzedowski.J. 1978. Vegetación de México. Limusa.

- Sarukhán. K; J. 1968. Análisis sinecológico de las selvas de *Terminalia amazonica* en la planicie costera del Golfo de México. Tesis Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.

- Sarukhán. K; J. 1968. Los tipos de vegetación arbórea de la zona cálido húmeda de México. In: Pennington,T.D. and J. Sarukhán. Manual para la identificación de los principales árboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y FAO. México, D.F.

- Stevens, P.F. 1991. *Lacandonia schismatica* - A challenge to some recent Theories of floral morphogenesis ? Flowering Newslett.12:32-33.

- Takhtajan, A., 1969. Flowering Plants Origin and Dispersal. Smithsonian Inst Press; Washington, D.C.

- Takhtajan, A. 1986. Floristic Regions of the World. University of California Press.

- Tomlinson, P.B. 1982. Helobiae (Alismatidae). In: Anatomy of Monocotyledons . Medcalfe, Vol 7, Clarendon Press, Oxford.

- Vázquez-Santana, S. 1992. Estudio Estructural e Histoquímico de *Lacandonia schismatica* Martínez-Ramos (Lacandoniaceae). Familia, Género y Especie Nuevos Para la Ciencia. Tesis de Maestría. Fac. Ciencias , U.N.A.M., México.