



**Universidad Nacional Autónoma
de México**

FACULTAD DE CIENCIAS

ANATOMIA DEL GENERO OPSIANDRA

**Opsiandra maya O. F. Cook
Opsiandra gomez-pompae Quero**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A:

ESTHELA SANDOVAL ZAPOTITLA



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.

C O N T E N I D O

	PAGINA
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCION	2
A) Características generales de la Familia Palmae	2
B) Las Palmas de México	5
C) Descripción del género <u>Opsiandra</u> O. F. Cook	7
- <u>O. maya</u> O. F. Cook	8
- <u>O. gomez-pompae</u> Quero	9
D) Importancia de la Anatomía Vegetal	10
E) Antecedentes en el estudio anatómico de las Palmas	12
F) Anatomía Sistemática de las Palmas	17
III. OBJETIVOS	22
IV. MATERIALES Y METODOS	22
V. RESULTADOS	31
A) Descripción anatómica del género <u>Opsiandra</u> O.F.Cook	31
1. Hoja	31
a) Lámina foliar	31
b) Pecíolo	32
2. Tallo	33
3. Rafz	33
4. Inclusiones Celulares	34
B) Descripción anatómica de <u>O. maya</u> O. F. Cook	35
1. Hoja	35
- Lámina foliar	35
- Pecíolo	40
2. Tallo	42
3. Rafz	43

PAGINA

C) Descripción anatómica de <u>O. gomez-pompae</u> Quero	44
1. Hoja	44
- Lámina Foliar	44
- Pecíolo	50
2. Tallo	52
3. Raíz	53
D) Tabla I. Diferencias anatómicas observadas entre las especies estudiadas	55
VI. DISCUSION Y CONCLUSIONES.	62
VII. BIBLIOGRAFIA	69
A) Citada	69
B) Consultada	71
VIII. FIGURAS Y FOTOGRAFIAS	78

I. RESUMEN

En el presente trabajo, se hace un análisis comparativo desde el punto de vista anatómico, de dos especies de palmas mexicanas pertenecientes al género Opsian O. F. Cook.

A manera de introducción se incluyen algunos datos generales de las principales características de la Familia Palmae, así como la distribución de los representantes mexicanos.

En particular, se presenta la descripción y distribución detallada del género, junto con las descripciones morfológicas de cada una de sus dos especies.

Se menciona la importancia de la Anatomía Vegetal y se presenta una recopilación sobre los antecedentes que se tienen respecto a la Anatomía de las palmas mencionando los autores y el alcance de sus trabajos. Por otra parte, también se incluye un análisis sobre el papel de los caracteres anatómicos dentro de la Sistemática de las palmas, resaltando las estructuras que son más importantes en la descripción de las mismas.

Para el análisis anatómico, se colectaron muestras equivalentes de los órganos vegetativos correspondientes a cada una de las especies, se fijaron en F.A.A., posteriormente se hicieron cordes de cada uno de los órganos vegetativos utilizando navajas de rasurar y microtomo de congelación, se tiñeron con safranina y verde rápido. A través de técnicas de eliminación del mesófilo, se hicieron preparaciones de la epidermis de lámina y pecíolo. Todas las observaciones fueron hechas en microscopio óptico.

Como resultados se presentan, las descripciones anatómicas del género Opsian, de O. maya y de O. gomez-pompa, así como una tabla comparativa de las diferencias anatómicas observadas entre las dos especies (Tabla I).

De los resultados obtenidos se hace una discusión analizando cada uno de los órganos vegetativos, de donde se concluye que aún cuando no todas son reveladoras, existen diferencias que nos llevan a distinguirlas y que estas diferencias están más acentuadas a nivel de la hoja.

Las descripciones anatómicas de cada una de las especies, están apoyadas en esquemas hechos utilizando la cámara lúcida, además de fotografías

tomadas con el fotomicroscopio.

II. INTRODUCCION

A) CARACTERISTICAS GENERALES DE LA FAMILIA PALMAE

La Familia Palmae o Arecaceae, tiene más de 200 géneros y alrededor de 2,800 especies presentes en casi todas las partes del mundo, son más abundantes en las zonas húmedas de los trópicos, disminuyendo el número de representantes en las zonas lejanas al ecuador, (Blombery y Rodd, 1982).

Las palmas parecen haberse originado en las zonas cálidas, de donde han evolucionado asentándose en diferentes hábitats que las han adaptado a muchos ecosistemas especializados tales como áreas pobremente drenadas, áreas de baja precipitación, regiones muy frías, lugares con poca intensidad luminosa, zonas expuestas a incendios durante las estaciones secas, medios ambientes salinos, etc. Por lo mismo, sus caracteres morfológicos son tan variados, que podemos encontrar una amplia gama de apariencias dentro de las palmas, (Blombery y Rodd, loc cit.).

El tallo de las palmas es perenne y generalmente tiene una apariencia leñosa, con entrenudos poco o muy distanciados; puede ser columnar, rastro, postrado o trepador alcanzando más de 100 m de largo; delgado a muy grueso, solitario o agrupado; su superficie puede ser lisa o rugosa por la presencia de fibras o espinas; presenta sólo un punto de crecimiento, (Moore, 1973).

Las hojas son alternas, compuestas de lámina, ráquis y pecíolo, con una vaina envolvente que puede o no ser perenne. El tamaño de la lámina va desde unos pocos cm hasta más de 20 m, pueden ser palmadas, costapalmadas o pinnadas, con su lámina parcial o completamente dividida. Los segmentos o pinnas son induplicados o reduplicados según la posición de la costilla central en el punto de inserción sobre el raquis. Generalmente presentan una costilla central junto con numerosas venas secundarias que corren paralelas al eje longitudinal de la pinna. La forma de la pinna es muy variada y al igual que el raquis y el pecíolo puede o no estar armada con espinas, (Moore, loc cit.)

Las palmas son hermafroditas, polígamas, monóicas o dióicas, con una o varias inflorescencias protegidas dentro de una o más brácteas, cuando están muy ramificadas, incluyen pedúnculo, raquis, raquillas y numerosas brácteas; cuando son simples además del pedúnculo, presentan algunas brácteas. Su posición puede ser interfoliar, infrafoliar o suprafoliar; las palmas son monocárpicas o policárpicas, dependiendo del número de veces que florecen en su vida.

Las flores son bisexuales o más frecuentemente unisexuales, similares o dimórficas; principalmente sésiles e individuales, agrupadas o con arreglos especializados. Perianto formado por sépalos y pétalos, raramente uniseriado; sépalos y pétalos de dos a tres, libres, imbricados o connatos. Androceo con 6 o más estambres, filamentos connatos o adnatos a los pétalos; anteras basifijas o dorsifijas, rectas o raramente torcidas, estaminodios presentes o ausentes en flores pistiladas pudiendo ser desde dentiformes a subulados y estar parcial o totalmente fusionados entre sí. Gineceo apocárpico con 1 o 3 carpelos o sincárpico con tres o más lóculos o pseudomonómero con dos lóculos abortivos y uno fértil. Carpelos glabros o cubiertos con pelos o escamas; estilos libres o fusionados, estigmas rectos o recurvados. Ovulos anátropos, hemianátropos, campilótropos u ortótropos; unidos basal, lateral o apicalmente, solitarios en cada lóculo. Pistilodio presente o ausente en flores estaminadas y de tamaño muy variado, (Moore, loc cit.).

Frutos generalmente con una sola semilla, pero a veces más de tres, su tamaño va desde muy pequeñas 0.5 cm, hasta de unos 30 cm de diámetro; residuo estigmático basal, apical o lateral; epicarpio liso, cubierto con pelos, fibras o escamas; mesocarpio carnoso, fibroso o seco; endocarpio poco diferenciado.

Semilla adherente a las capas del fruto, o libre y con una testa lisa o en ocasiones carnosa; endospermo homogéneo o ruminado; embrión apical, lateral o basal; germinación remota tubular, remota ligular o adyacente ligular, (Moore, loc cit.).

La Familia de las palmas es una de las más apreciadas por el hombre ya que proporciona todo tipo de materiales indispensables en su vida

diaria. La importancia de las palmas también radica en el hecho de que son el sustento económico de muchos pueblos rurales, sobre todo en zonas tropicales alejadas de las grandes ciudades. A excepción de unos cuantos géneros, en muchas regiones no se conoce la utilidad de las palmas, por lo que muchas de ellas aunque presentan potencialidades de explotación a escala comercial, llegan a tener un uso local.

Otro carácter importante, es que muchas palmas ofrecen la oportunidad de utilizarlas completamente, es decir, que todas sus partes son aprovechables. Los productos económicos de las palmas, como los de todas las demás plantas, caen dentro de dos categorías principales. Una comprende el material derivado de partes estructurales o elementos de la planta, tales como leño, pinnas de las hojas, fibras y similares. La otra categoría incluye sustancias elaboradas por procesos metabólicos, tales como azúcar de la savia, almidón y aceites almacenados en la planta, alcaloides, ceras, gomas y resinas. Los materiales más comunes son aquellos del primer grupo; algunos de la segunda categoría no son esencialmente diferentes a los obtenidos por otra clase de plantas. Unos pocos alcaloides, ceras y resinas son característicos de ciertos géneros y especies, más que de las palmas en general. Algunos frutos tales como el coco proporcionan ambas clases de materiales. Estas categorías suministran materia prima para convertirla en formas más útiles por medio de destilación y otros procesos físicos o químicos, (Blombery y Rodd, loc cit.).

Las principales aplicaciones que han tenido las palmas son como alimento tanto para el hombre como para animales silvestres domésticos, como materiales para pequeñas o grandes construcciones; varios tipos de bebidas son obtenidos a partir de la savia; dentro de la medicina natural las palmas también han sido utilizadas; así como también en el arte popular de muchos pueblos indígenas; a nivel industrial podemos mencionar la obtención de ceras, aceites, gomas, resinas, etc.; no menos importante es la interacción que el hombre ha tenido con las palmas a través de ceremonias mágico-religiosas, además de que, por su porte y elegancia, son muy estimadas como plantas ornamentales.

Dentro de los usos regionales podemos mencionar que las hojas son comúnmente usadas como material para techado o para construir muros de ca-

sas; las pinnas y el eje de la hoja son usados para tejerlos y elaborar varios artículos tales como tapetes, cestos y bolsas de muchos tipos, para hacer gorras y asún como materiales sobre los cuales se puede escribir. Los troncos son usados en formas muy diferentes, por ejemplo como material de construcción, como pipas de irrigación, canales o zanjas y para hacer implementos tales como arpones, arcos y flechas. La parte fibrosa interna del tallo de algunas palmas proporciona grandes cantidades de carbohidratos en forma de sago, el cual es almidón puro; la savia azucarada de tallos e inflorescencias cortados de algunas palmas son usados para producir azúcar o jarabe, y fermentado produce - unas bebidas alcohólicas tales como tepache o vino de palma, o una bebida espiritual como el "arrack". El gran tallo flexible de las palmas trepadoras tales como Calamus y géneros relacionados, comúnmente conocidos como cañas de rattán, también han sido usados para construcción, para propósitos estructurales y como un material para embalar y amarrar bultos, son usados extensivamente para fabricar muebles de caña de varios tipos y para tejerlos como cestos, asientos de sillas y varios artículos más.

La yema apical o punto activo de crecimiento de muchas especies, es comestible y son conocidas como "col de palma", "palmito" o "corazón de palma". Como el remover el ápice de crecimiento provoca la muerte de la palma, el término "ensalada de millonarios" es aveces aplicado, particularmente como especies de alto valor comercial e industrial tales como el còco. El fruto de muchas palmas es usado como alimento, por ejemplo, el dátil y el coco. Muchos frutos también proporcionan aceite, - que puede ser usado para cocinar. Las fibras de la vaina de las hojas de un gran número de palmas son usadas para varios propósitos tales como escobas, sogas y material para techar.

B) LAS PALMAS DE MEXICO

Las palmas mexicanas incluyen 21 géneros con aproximadamente 100 especies que prosperan en su mayoría en zonas de clima caliente y húmedo a semihúmedo, tanto en la vertiente del Pacífico como en la del Golfo y también en el Caribe, (Quero, comunicación personal). Su distribución geográfica es a manera de manchones, la superficie total que ocupan los

palmares no llega al 1% del área total del País y en su gran mayoría se concentran al sur del paralelo 23°Nte. Muchos se localizan a altitudes menores de 300 m, pero pueden encontrarse por arriba de los 2 000m.s.n.m.

Los palmares pueden alcanzar hasta 40 m de altura o bien matorrales de 50 - 80 cm. Algunas comunidades ofrecen una condición curiosa, pues al mismo tiempo se presentan en ellas individuos arborescentes y otros bajos, sin troncos definidos o con troncos rastreros, pertenecientes a la misma especie. Pueden ser muy densos y sombríos al nivel del suelo, pero hay otros abiertos y ralos con las palmas esparcidas, (Rzedowski, 1978).

En muchos casos son comunidades determinadas por características del suelo. Los suelos de los palmares son de naturaleza muy diversa, a menudo son profundos y más o menos inundables, otras veces presentan muy buen drenaje. Ciertos palmares se desarrollan sobre tierras arenosas cercanas a las costas que tienen agua freática disponible para las raíces de la planta. El hábitat preferido de otras comunidades lo constituyen las laderas calizas, con suelos someros y pedregosos. Otras veces, puede observarse que los palmares prosperan en función de diversos tipos de perturbaciones a las que se ve sometida la vegetación; aparentemente en ninguna parte de México representan un verdadero clímax climático, (Rzedowski, loc cit.).

La presencia y distribución actual de muchos palmares de México están ligadas a las actividades humanas. Así, muchos son francamente secundarios, substituyendo al bosque tropical perennifolio, subcaducifolio o caducifolio. Debido a los grandes beneficios que las palmas aportan al hombre, éste ha favorecido en muchas partes el establecimiento, la permanencia y extensión de los palmares, a expensas de otras comunidades vegetales que le son menos útiles; por otro lado, debemos notar que últimamente también su extensión se ha visto disminuida a consecuencia de un acelerado manejo tecnificado de los ecosistemas, además de que se han venido abandonando las costumbres, técnicas y actividades tradicionales que mantenían a muchos palmares.

C) DESCRIPCION DEL GENERO OPSIANDRA O. F. COOK

El género Opsiandra pertenece a la Familia Palmae, está ubicado en el grupo de las palmas Chamaedoroideas (Moore, loc cit.), que incluye además los géneros: Chamaedorea, Synechanthus, Gaussia, Hyophorbe y Wendlandiella, haciendo un total de aproximadamente 146 especies.

Este género fué descrito en 1923 por O. F. Cook, quien lo consideró monoespecífico. Recientemente se ha visto que el género comprende dos especies, Opsiandra maya O. F. Cook y Opsiandra gomez-pompae Quero. Las dos especies descritas para este género se encuentran en México.

El nombre genérico Opsiandra está compuesto por la palabra griega "opsi" que significa -tarde- y "aner", "andra" -hombre, masculino-. Sugiere el hecho de que las flores masculinas persisten por meses sobre la inflorescencia después de que las flores femeninas se han desarrollado en fruto.

Palma solitaria, de tamaño mediano, tronco columnar erecto o decumbente con cicatrices anulares, entrenudos cortos o largos en la base y más cortos hacia el ápice; raíces adventicias gruesas y abundantes formando una masa cónica; con un regular número de hojas en la copa, de poco más o menos 3 m de largo, vaina cilíndrica poco distinguible del pecíolo, éste acanalado con extremos involutos; raquis quillado por encima y redondeado por debajo; con numerosos pares de pinnas lanceoladas arregladas en 4 hileras, 2 a cada lado del raquis, de tamaño variado; inflorescencia infrafoliar, con numerosas ramas simples o bifurcadas; espatas agrupadas, carinadas o bicarinadas; flores similares, sésiles, unisexuales, agrupadas ó solitarias, flores basales pistiladas, más pequeñas que las estaminadas, éstas a veces solitarias cerca del ápice de la raquilla; 3 sépalos y 3 pétalos; estambres con filamentos anchos, cortos, o largos como las anteras, éstas dorsifijas, tecas algo diferentes, retusas levemente bifidas en el ápice, sagitadas en la base; pistilodios presentes; ovario trigonal, estigma trifido, estaminodios rudimentarios; fruto de reniforme a globoso, sésil, epicarpio anaranjado a rojo brillante en la madurez, liso, pericarpio carnoso; semilla subglobosa o subreniforme, rafe ramificado a reticular; endospermo homogéneo intruido por las ramifi-

caciones del rafe; embrión de lateral a basal.

Opsiandra maya O. F. Cook.

Palma solitaria, tronco erecto ascendente o curvado, de 20 m de alto o más, aproximadamente 15 cm de diámetro cerca de la base, aquí los entrenudos de 12-15 cm de largo, llegando a ser más cortos hacia el ápice, soportado por una masa cónica de raíces muy gruesas; de 5-6 hojas ascendentes de 2-3 m de largo, con una vaina cilíndrica en su base, la porción de ésta de 30 cm de longitud, el peciolo de 65 cm de largo y 3 cm de grosor; pinnas numerosas, alrededor de 38 pares, lanceoladas, no agrupadas, las más cortas de 41 cm de largo y 2.2 cm de ancho, las más largas, un poco abajo de la mitad de la hoja con 61 cm de largo y 3.8 cm de ancho, una vena más prominente que las otras a cada lado de la costilla central; inflorescencia infrafoliar de 75 cm de largo, con numerosas terminaciones, ramificaciones simples, unas pocas de las ramas inferiores bifidas cerca de la base, la porción ramificada de 34 cm de largo, con - - 17-18 ramas de 30 cm de largo o menos y 4-5 cm de grosor; espatas 4, delgadas e incompletas, la inferior de 9.5 cm de largo y 5.5 cm de ancho, distintivamente carinadas sobre cada lado, la superior de 19 cm de largo y 2 cm de ancho; flores dimórficas, distribuidas en hileras longitudinales de 2 ó 3, las flores inferiores de cada grupo, pistiladas y algo más pequeñas que las estaminadas, unas pocas flores estaminadas solitarias presentes cerca del ápice de las ramas; sépalos orbiculares, ampliamente imbricados, de 1 mm de longitud en anthesis, ligeramente acrescentes; estambres 6, los filamentos cortos y anchos; fruto globoso reniforme, de 1-1.5 cm de diámetro, con un claro canal sobre la cara media por encima del estigma, liso, el pericarpio rojo, suave y carnoso, el mesocarpio mucilaginoso y muy pegajoso; semilla deprimida o subreniforme, alrededor de 1 cm de diámetro, casi lisa, someramente gravada con 5-7 fibras ramificadas simples o esparcidas radiando desde el lado interno del hilum, el endospermo uniforme, embrión casi intermedio entre basal y lateral, (Cook, 1923).

Esta especie ha sido encontrada en el norte de el Petén, Guatemala a 150 m.s.n.m. o menos; en Belice y en México en la parte sur de la penín-

sula de Yucatán en el estado de Quintana Roo, ocupando el estrato medio de la selva alta subperennifolia del sur del estado, hacia los límites con Belice y Guatemala, (Sousa, Téllez, et al., 1982., Quero comunicación personal).

Opsiantra gomez-pompa Quero

Palma solitaria, frecuentemente de 10-14 m de alto, a veces más alta; tronco columnar con cicatrices anulares, erecto o a veces decumbente con 30 cm de diámetro hacia la base, entrenudos muy cortos en la base del tallo, cada uno de 3 cm de largo incrementándose de 6-10 cm en la parte media, comenzando a ser más cortos hacia el ápice, con abundantes y gruesas raíces adventicias; hojas pinnadas, alrededor de 10 en la copa, de 2-3 m de largo; pecíolo acanalado, no se distingue de la vaina, con extremos involutos, cerrándose más allá de la inserción de la primera pinna; raquis quillado por encima y redondeado por debajo; con 85-100 pares de pinnas, arregladas en cuatro hileras, dos a lo largo de cada lado del raquis, la base de la pinna formando protuberancias o callosidades muy cercanas unas a otras, pinnas proximales más o menos en el mismo plano pero dirigidas a diferentes puntos, 33-45 cm de largo, 1-1.5 cm de ancho, las más largas hacia la región media de la hoja, 70-75 cm de longitud y 4-4.6 cm de ancho, las apicales alrededor de 20 cm de largo y 1 cm de ancho, con una costilla central amarillenta muy prominente, una vena prominente a cada lado de ésta y otras venillas secundarias entre las venas. Inflorescencia infrafoliar en la madurez, algo robusta, 90-100 cm de largo, con 30-40 ramas primarias, la más proximal de 40-50 cm de largo, raquillas delgadas, 20-30 cm de largo, las ramificaciones primarias medias, principalmente bifurcadas, alrededor de 30 cm de largo, las ramificaciones apicales simples, de 15-20 cm de largo; 5 brácteas pedunculares, cada una tubular, aplanada, abriéndose en un ápice triangular; profila bicarinada, 8-13 cm de largo, 3.5-5 cm de ancho hacia la base, la segunda bráctea levemente bicarinada, 21-25 cm de largo, 2-2.6 cm de ancho, la quinta no quillada, no aplanada, papirácea, 16-21 cm de largo, 1.8-2.5 cm de ancho; flores blanco cremosas, sésiles, unisexuales, principalmente

en grupos de 3, pero a veces en grupos de 2-4 o solitarias, las flores basales usualmente pistiladas, unas solitarias siempre estaminadas cerca del extremo de la raquilla o entre los grupos, las flores estaminadas ligeramente más largas que las pistiladas, pero similares, con 3 sépalos imbricados y 3 pétalos valvados; flores estaminadas con sépalos orbiculares algo más anchos que largos, pétalos angostamente triangulares, alrededor de 4.5 mm de largo y 2.2 mm de ancho; estambres con filamentos anchos casi tan largos como las anteras, anteras dorsifijas, alrededor de 1.2-1.4 mm de largo, tecas someramente diferentes, retusas levemente bifidas en el ápice, sagitadas en la base; pistilodios piramidales a columnares, cada uno de 2 mm de largo; flores pistiladas con sépalos similares a los de las flores estaminadas, pétalos angostos y triangulares, alrededor de 2.5 mm de largo, estigma trifido, estaminodios rudimentarios, menos de 0.5 mm de largo; fruto globoso a ligeramente subgloboso, sésil, 1.4-1.6 cm de diámetro, amarillento cuando inmaduro, tornándose rojo brillante en la madurez con un remanente estigmático basal, pericarpio carnoso, menos de 1 mm de grosor, epicarpio liso; semilla subglobosa, 1.3-1.5 cm de diámetro, someramente comprimida hacia la base cerca del embrión, rafe ramificado a reticular, la semilla por lo tanto, algo cerebriforme; endospermo homogéneo, algo intruido por las ramificaciones del rafe, con una cavidad central; embrión lateral a sub-basal, (Quero, 1982).

Esta especie ha sido encontrada en lugares cercanos a Tuxtepec, Oaxaca hacia la región del Valle Nacional, sobre la carretera a Matías Romero, además de Chiapas y Tabasco creciendo sobre suelo calizo y siendo un elemento importante de la selva alta subperennifolia de esa región, (Quero, comunicación personal).

D) IMPORTANCIA DE LA ANATOMIA VEGETAL

La Anatomía Vegetal es una ciencia básica que tiene gran importancia para todo aquel que estudia cualquier aspecto botánico, fisiológico, o ecológico. Históricamente comienza siendo una ciencia puramente descriptiva basada en observaciones e interpretaciones, hoy en día es una valiosa herramienta que ayuda a resolver problemas de valor económico y/o de interés científico; entre otras cosas su importancia se manifiesta en los siguientes puntos:

- Las estructuras anatómicas proporcionan un criterio útil que contribuye a la identificación de algunos de los principales grupos taxonómicos.

- Permite, en algunas ocasiones establecer separaciones entre grupos, en y por encima del nivel de especie.

- Ayuda a establecer relaciones filogenéticas claras cuando existe confusión a partir de otros caracteres.

- Para situar grupos anómalos en una posición correcta dentro de las clasificaciones.

- Permite, en algunos casos, la identificación de material fragmentado

- Contribuye a la interpretación de los fenómenos evolutivos, explica cómo se presentan en los diferentes grupos, de donde provienen y cuales son sus tendencias.

- Permite conocer la estructura interna de una planta proporcionando parte de los conocimientos básicos para otros aspectos del estudio de las plantas.

- Al conocer los caracteres anatómicos de una planta, podemos entender su fisiología y su organogénesis.

- Ayuda a entender las adaptaciones ecológicas de una planta relacionando la estructura interna con el medio ambiente.

- Permite un control de calidad en los productos derivados a partir de vegetales, tales como maderas, drogas, medicamentos, alimentos, etc.

E) ANTECEDENTES EN EL ESTUDIO ANATOMICO DE LAS PALMAS.

A pesar de que por mucho tiempo las palmas han atraído la atención de muchos investigadores, el estudio de la anatomía de tales plantas realmente se inició en 1824, con la publicación de Von Mohl' "De Structura Palmarum" como una contribución a la publicación de Martius "Historia Naturalis Palmarum". El trabajo de Mohl' es notable por los avances logrados, aún considerando todas sus limitaciones, particularmente por la excelencia y exactitud de sus ilustraciones. Aparte de la anatomía descriptiva de la raíz, tallo y lámina foliar, Von Mohl' fué el primero en resaltar que la hoja de las palmas se desarrolla en una forma que es bastante diferente a la hoja de muchas otras Angiospermas, también describió claramente las peculiaridades estructurales del tallo de las palmas, (Martius, 1823-50).

Karsten en 1847 en su libro "Los órganos vegetativos de las palmas" proporciona un amplio conocimiento sobre la anatomía de la raíz, explicando el origen de las raíces adventicias, además de mostrar la presencia de un solo grupo de células iniciales como meristemo apical.

Von Tieghem (1870), en su primera monografía sobre la "Simetría de la estructura de las plantas vasculares", describe las raíces de Phoenix dactylifera y Seaforthia elegans, (citado por Drabble, 1904).

Los trabajos de Flahault sobre el ápice de la raíz primaria de Phoenix dactylifera, describen a esta especie como poseedora de un pleroma bien definido como grupo meristemático inicial, y un segundo grupo común a las otras capas meristemáticas. También se ha descrito y citado una zona de esclerénquima en la porción interna del córtex parenquimatoso, inmediatamente externo a la endodermis, (citado por Drabble, loc cit.).

Mangin (1882), en su artículo "Origen e inserción de las raíces adventicias de las Monocotiledóneas" da un informe de la conexión de los haces de las raíces adventicias con aquellos del tallo.

El conocimiento de la organización del tallo de la palma no se vió incrementado hasta la aparición del trabajo de Branner (1884), quien aclaró algunos detalles sobre dicho órgano e hizo el primer intento para relacionar el curso y desarrollo de los haces vasculares del tallo a su

organización madura.

Drude (1889), da un informe sobre las raíces de apoyo, así como de las raíces contráctiles de algunas palmas, (citado por Drabble, loc cit).

Dos amplias publicaciones, Pfister (1892) y Zawada (1890), abordaron la anatomía de la lámina foliar desde un punto de vista sistemático, (citado por Tomlinson, 1961).

Cormack (1896) y Drabble (1904) mostraron que la complejidad estelar en las palmas, además de ser proporcional al diámetro de la raíz, está relacionada al modo de inserción de sus trasas dentro del tallo y es de poca importancia para la sistemática del grupo. De acuerdo a esto establecen cinco tipos principales de raíces según su complejidad estelar, aunque reconocen que existe una amplia variación dentro de estos tipos, además de que es posible encontrar todos los tipos dentro de una sola raíz.

Por otra parte, Cormack demostró que el tipo de estele encontrado en las raíces de las palmas Iriartea y Vershaffeltia, además de otros géneros, corresponde al tipo polistélico el cual es completamente primario y difiere enteramente de los tejidos del mesistema en el ápice de la raíz.

Gillain (1900), describe la estructura de las raíces en un gran número de palmas aunque muy curiosamente, él no encontró alguna que presentara un cilindro estelar lobulado o dividido. Notó que las raíces laterales, en ciertos casos, crecen a través del córtex de la raíz progenitora por alguna distancia antes de emerger. Encontró además tres partes meristemáticas en el ápice de la raíz de Kentia forsteriana, el pleroma, periblema y dermatógeno que corresponden a los histógenos propuestos por Hanstein, en su "Teoría del histógeno", además de un caliptrógeno para la cofia de la raíz.

Winton (1901), publicó su trabajo sobre la anatomía del fruto de Cocos nucifera. Lloyd (1910), escribió sobre el desarrollo y nutrición del embrión, semilla y carpelo en el dátil, (citado por Murray, 1971).

El trabajo de Schoute (1912), sobre el tallo de las palmas es notable porque mostró concluyentemente que el tallo puede presentar un tipo de engrosamiento secundario propio de su grupo.

El registro de la anatomía de las palmas dado por Solereder y Meyer (1928), en su "Systematische Anatomie der Monokotyledonen" fué el primer y único intento de examinar la anatomía vegetativa de toda la familia, donde además de la información ya existente, se han incluido muchas observaciones originales. Este trabajo tiene la desventaja de estar pobremente ilustrado, además de que no presenta conclusiones sistemáticas. A partir de éste, existen pocos trabajos enfocados a algún aspecto de la anatomía descriptiva de las palmas, lo cual resulta ser sorprendente porque los registros de Solereder y Meyer han puesto de manifiesto que los conocimientos sobre el tema son inadecuados y que el aspecto sobre el desenvolvimiento de la anatomía de las palmas debe alcanzar mayores niveles, de tal manera que las observaciones que se realicen sean bien interpretadas. Los trabajos de Helm (1936), y particularmente Ball (1941), sobre el ápice del brote y desarrollo del tallo de las palmas han dado buenas aportaciones sobre estos temas, (citado por Tomlinson, loc cit.).

Tammes (1958), estudió el flujo de la savia para la obtención de azúcares a partir de las palmas y cómo es el transporte de los micro y macro nutrientes en sus tubos cribosos.

Davis (1961), estudió algunos de los procesos fisiológicos de las palmas, especialmente la presión que se ejerce en la raíz durante la absorción de agua y nutrientes y transporte de los mismos por el xilema, análisis que se ha visto muy relacionado con los estudios anatómicos. Esto mismo fué hecho por Scholander, et al (1961), quienes demostraron experimentalmente la tensión negativa que se presenta en Calamus, en este género también demostraron que los vasos xilemáticos tienen una longitud y diámetro muy grande.

Murray (1971), hace un análisis anatómico de la formación del endocarpio en el fruto de las palmas, distinguiendo tres tipos de endocarpio según el tipo de diferenciación así como su edad, las capas celulares incluidas y el modo de desarrollo. También discute la caracterización de los tipos de endocarpio y su posible significado en la taxonomía del grupo. La anatomía y el desarrollo del fruto han sido estudiados sólo en dos frutos, el coco y el dátil.

Glassman (1972), hizo un estudio sistemático sobre la anatomía de la hoja del género Syagrus.

Read (1975), hace un estudio taxonómico del género Thrinax, entre otras cosas pudo establecer una clave anatómica para distinguir las especies del género, usando los caracteres de la lámina foliar.

Klotz (1977, 1978), a partir del número de vasos metaxilemáticos del pecíolo, menciona las características que presentan los principales grupos taxonómicos de las palmas y propone algunas relaciones filogenéticas, siguiendo el mismo criterio. Establece que los grupos más primitivos presentan mayor variabilidad en el número de los vasos metaxilemáticos, que van desde dos a más, mientras que los grupos más avanzados son más uniformes, presentando un solo vaso metaxilemático.

Zimmermann (1966), ha estudiado el transporte del agua y nutrientes en toda la planta a través del análisis del tejido vascular de las palmas. Ha establecido que el arreglo del xilema y floema en el tallo de las palmas es muy diferente al de las dicotiledóneas. Ha descrito la distribución y el curso de los haces vasculares en las palmas.

Desde 1966, N. Uhl ha estudiado la anatomía floral de las palmas, a partir de lo cual, junto con H. E. Moore, han logrado establecer algunas tendencias evolutivas de las palmas así como la clasificación correcta de las mismas.

El trabajo de Tomlinson (1961), merece un gran reconocimiento por la labor que implica el estudiar la anatomía de un grupo como las palmas, además de tratar de ubicar los géneros dentro de grandes grupos de acuerdo a su similitud de caracteres anatómicos, sin embargo, se debe mencionar que en muchas ocasiones, para poder describir a un género o especie, sólo analizó un ejemplar, por lo que su trabajo únicamente incluye el estudio anatómico de un grupo de palmas, además de que en ocasiones no presenta la descripción anatómica de todos los órganos vegetativos o cuando los presenta no es una descripción detallada.

Tomlinson, basándose en sus propias observaciones y en registros tomados en la literatura, ha podido enfatizar el valor taxonómico que tienen ciertos caracteres anatómicos de las palmas y al mismo tiempo ha podido relacionar los géneros dentro de grupos taxonómicos superiores en los -

uales están agrupados. Encontró en general, que los grupos establecidos a partir de características anatómicas, corresponden con aquellos establecidos sobre bases morfológicas, aunque se mencionan ciertas diferencias que podrían aclararse al estudiar evidencias basadas en otras disciplinas.

El trabajo de Tomlinson incluye sólo un número relativamente pequeño de palmas estudiadas anatómicamente. Entre otras, las causas de esto son: Las palmas son casi enteramente tropicales y frecuentemente crecen en lugares inaccesibles, el gran tamaño de muchas palmas, más que el número total de sus especies resultan ser varias más de las dificultades por las que las palmas no están bien representadas en los herbarios, y por lo tanto, su morfología así como su sistemática, son poco conocidas.

Otra desventaja es que aún no se ha podido hacer un inventario que incluya a todas las palmas existentes, con el propósito de conocer todos los géneros y de esta manera poder estudiarlos. Todo esto aunado a los pocos conocimientos de su anatomía, proporcionan una amplia justificación para su estudio.

Estas son sin duda algunas de las razones del por qué existe tan poco acerca de la anatomía de un grupo tan versátil como lo son las palmas y el por qué todavía existe mucho por descubrir sobre ellas.

Aún cuando se disponga de material para realizar estudios anatómicos en el laboratorio, las palmas resultan difíciles de manejar, debido a sus características anatómicas tan peculiares, tales como la organización de sus tejidos, la presencia de cristales de sílice y taninos, entre otras.

A pesar de que el valor de los caracteres histológicos para resolver las afinidades de otros grupos vegetales está ya reconocido, se ha hecho escaso uso del mismo criterio en la clasificación de las palmas. Por lo anterior, aún reconociendo los méritos y las limitaciones de las aproximaciones anatómicas para la taxonomía de las palmas, podemos decir que muchas de las conclusiones logradas por Tomlinson confirman los puntos de vista comunes, sobre la clasificación de las palmas, basada sobre los

caracteres morfológicos tradicionales.

Lo más relevante del trabajo de este autor es que contiene tal abundancia de información, aún cuando no en todos los casos esté completa, que marca el comienzo de una nueva época en el estudio de la anatomía de la Familia Palmae.

Como se ha visto, cualquier intento para estudiar la anatomía de una familia tan grande y tan importante, resulta por demás muy provechoso.

F) ANATOMIA SISTEMATICA DE LAS PALMAS.

Desde Linnaeus, se ha reconocido que las palmas son un grupo morfológicamente aislado dentro de las monocotiledóneas, y que también poseen rasgos anatómicos distintivos por medio de los cuales pueden ser reconocidas, (Moore, 1973).

El objeto de la Anatomía Sistemática no es hacer una clasificación de las palmas a partir de sus estructuras anatómicas, pero indica en qué forma la clasificación basada en la morfología, además de otros caracteres, se vé reforzada por las estructuras microscópicas internas, (Tomlinson, 1957).

Aunque en la actualidad es relativamente fácil la identificación de cualquier órgano vegetal, se ha dado mayor atención a ciertos órganos que proporcionan más información de utilidad taxonómica.

Entre las diferentes partes vegetativas de las palmas, se ha reportado que no todas presentan igual número de caracteres microscópicos, a partir de los cuales se pueda establecer o hacer un diagnóstico.

La hoja exhibe más rasgos de valor en el diagnóstico, porque ésta posee un mayor rango de estructuras a diferencia de otros órganos. Sin embargo, la lámina de las hojas de las palmas es muy larga y algunos de los rasgos anatómicos varían aún dentro de una sola hoja, por lo que su valor taxonómico no debe ser sobreestimado, (Tomlinson, loc cit.). Por otra parte, se ha visto que algunas estructuras se ven alteradas por cambios en el ambiente en el que habita la planta. Bobisut (1904), por comparación de la anatomía de las hojas de palmas que crecían en un ambiente natural con la de hojas de la misma especie que crecía en inverna

dero, demostró algunas de las estructuras más plásticas en la lámina de la hoja. Estas incluyen la estructura del mesófilo, la profundidad de las células oclusivas, la frecuencia de los sacos de rafidios y detalles de tamaño, forma y engrosamiento de las paredes celulares.

El eje de la hoja (pecíolo y raquis), es anatómicamente muy uniforme y exhibe pocos rasgos de diagnóstico.

La estructura del tallo de las palmas es muy uniforme entre las especies, por lo que proporciona poca información taxonómica. Cuando existen rasgos anatómicos notables, es porque están relacionados principalmente con el hábitat de la palma, más que con su posición taxonómica; consecuentemente, como Drude (1839) indicó, especies relacionadas cercanamente con hábitat contrastantes pueden diferir apreciablemente en la anatomía de su tallo, mientras que especies de hábitat similares, de géneros no relacionados, pueden tener virtualmente, idéntica estructura en el tallo.

La raíz frecuentemente provee importantes caracteres de diagnóstico, aunque debe mencionarse que las peculiaridades anatómicas más obvias, como la complejidad estelar, dependen más del diámetro total de la raíz, que de la posición taxonómica de la especie, (Drabble, 1904).

Por todo ésto, se ha visto que la lámina de la hoja proporciona más información útil, ya que ésta suele ser muy variable entre los diferentes grupos pero más estable dentro de las especies, además de que resulta muy fácil de obtenerla y preservarla para un estudio posterior; en cambio tanto el tallo como la raíz parecen ser órganos más uniformes en estructura y son poco accesibles.

Debido a las limitaciones que se presentan para el estudio anatómico de las palmas, se han tenido que elegir ciertas regiones tipo para abordarlo, además, esto ayuda a mantener un patrón de comparación constante entre varias especies, (Tomlinson, loc cit.); las regiones tipo son:

- a) Lámina: una u otra, ya sea una pinna en el nivel medio de una hoja pinnada, o la porción de un segmento medio de una hoja palmeada
- b) Pecíolo: justo por debajo de la inserción de la lámina o pinna más baja.
- c) Vaina de la hoja: en un nivel menos preciso, pero usualmente justo por encima de su inserción sobre el tallo

- d) Tallo maduro: incluyendo una porción de la región interna y externa
- e) Raíz madura: incluyendo la porción de la región interna y externa.

Antes de elegir las regiones a estudiar se debe cuidar de que no se trate de estructuras "plásticas", ésto es, que no se vean modificadas por cambios ambientales. Por ejemplo, se sabe que el mesófilo en la hoja de una especie tiene una apariencia diferente en una hoja que crece en un medio soleado, que en una que se desarrolla en la sombra, la estructura de los tricomas no debería alterarse por un cambio ambiental semejante, por lo tanto, el mesófilo es mucho menos útil como un rasgo diagnóstico en comparación con los tricomas. Es por esto que los órganos florales y reproductivos, siendo tan constantes en su apariencia dentro de una especie, son tan útiles en la taxonomía.

De acuerdo a Tomlinson (loc cit.), las siguientes estructuras resultan ser las más importantes en la descripción de la anatomía de las palmas:

Lámina:

Condición del mesófilo, según se la lámina es isolateral o dorsiventral.

Tricomas: Cuando se presentan, cómo están distribuidos con respecto a las venas, si están hundidos o no, la forma y estructura de su base; número, arreglo y forma de las células que constituyen el filamento del tricoma.

Cutícula: Engrosamiento y algunos rasgos característicos

Epidermis: profundidad de la epidermis, distribución y extensión del engrosamiento; forma y arreglo de células individuales, apariencia de sus paredes anticlinales en vista superficial tanto en epidermis adaxial, como en la abaxial; frecuencia y grosor de las bandas costales en comparación con las bandas intercostales; forma de las células costales e intercostales en vista superficial, desarrollo de papila.

Estomas: Distribución y densidad; arreglo de células especializadas alrededor de los estomas; forma de las células acompañantes; posición, tamaño y estructura de las células oclusivas.

Hipodermis: Presencia o ausencia; presencia de capas escleróticas y

engrosamientos de sus paredes; número de capas por debajo de la superficie adaxial y abaxial; arreglo de las células hipodérmicas alrededor de las cámaras subestomáticas.

Mesófilo: Número de capas en empalizada; arreglo de las células del mesófilo alrededor de las venas más pequeñas; número de capas de todo el mesófilo.

Fibras no vasculares: Septadas o no; si están solitarias o agrupadas; distribución en relación a las capas superficiales y a las venas, tamaño y forma de los paquetes fibrosos en sección transversal.

Nervaduras longitudinales: Frecuencia, posición en relación a las capas superficiales; modo de unión a las capas superficiales; estructura de las venas individuales; forma de las células de la vaina parenquimatosa externa y grado de extensión; distribución de fibras de la vaina interna; distribución de los elementos escleróticos en el floema.

Venas transversales: Frecuencia; posición en relación a las capas superficiales y a las venas longitudinales; anchura; si están envueltas por fibras o no; grado de extensión de la terminación de las fibras envueltas; alguna distribución peculiar de los tejidos vasculares.

Costilla central: Grado de prominencia; distribución de haces vasculares y si están incluidos en un cilindro esclerótico o no; presencia de fibras periféricas o pequeños haces vasculares.

Células de expansión: Distribución particularmente en relación a la costilla central; presencia de paquetes fibrosos incluidos.

Eje de la Hoja:

Tricomas: Si se presentan, cómo es su estructura en relación con los de la lámina.

Epidermis: Extensión y distribución del engrosamiento; si las paredes anticlinales son sinuosas o no, en vista superficial; forma de las células en vista superficial.

Estomas: Estructura en comparación con los de la lámina.

Hipodermis: Cuando se presenta, cómo es su engrosamiento.

Nervaduras: Presencia de nervaduras periféricas, intermedias y cen-

trales; arreglo y distribución de cada tipo de nervadura; distribución de xilema y floema en cada haz vascular individual.

Parénquima fundamental: Presencia de paquetes fibrosos incluidos.

Tallo:

Epidermis: Extensión y distribución de las paredes engrosadas.

Peridermis: Si se presenta, si está o no desarrollada a partir de una capa cambial.

Córtex: Anchura; presencia de fibras y haces vasculares.

Cilindro central: Estructura y extensión de la zona esclerótica periférica; densidad de los haces vasculares individuales centrales.

Parénquima fundamental: Si es lagunoso o no; si muestra evidencias de haber sufrido expansión posterior; presencia de paquetes fibrosos esparcidos.

Raíz:

Peridermis: Engrosamiento y rasgos característicos.

Córtex: Presencia de paquetes fibrosos esparcidos; distribución y grado de desarrollo de espacios aéreos; presencia de capas de tejido fundamental esclerótico.

Endodermis: Distribución de los engrosamientos de las paredes celulares.

Estele: Contorno en sección transversal y su grado de complejidad; distribución de los vasos proto y metaxilemáticos; distribución de los paquetes floemáticos.

Inclusiones celulares:

Stegmata: Frecuencia y distribución; si están en filas continuas o no; si están asociados a las venas transversales; forma del cuerpo de silicato incluido; grado de engrosamiento de las paredes celulares que incluyen los cuerpos de silicato.

Taninos o mucílago: Presencia de sacos especializados o canales; abundancia y distribución.

Cristales: O bien otras sustancias ergásticas que muestren alguna distribución especializada, forma y tamaño.

III. OBJETIVOS.

Las palmas son un elemento importante dentro de las comunidades vegetales de México, además de ser importantes para el hombre por proporcionar diversos tipos de materiales necesarios en su vida diaria. Esto, entre otras cosas, es una de las razones del por qué las palmas deben ser ampliamente estudiadas, no sólo en el aspecto de su distribución, abundancia, taxonomía y morfología, sino también desde el punto de vista anatómico.

México cuenta con un buen número de representantes, 21 géneros con más de 100 especies que no están completamente definidas.

El presente trabajo se ha planteado como inicio de un programa encaminado a conocer y estudiar la anatomía de las palmas mexicanas. Los caracteres anatómicos han proporcionado evidencias que ayudan a resolver problemas taxonómicos y contribuyen en la clasificación de las palmas.

En particular, en este estudio se plantean los siguientes objetivos:

- Conocer la estructura anatómica de las partes vegetativas de cada una de las especies del género Opsiandra.
- Complementar la descripción anatómica del género Opsiandra y de cada una de sus dos especies.
- Resaltar las principales diferencias anatómicas observadas entre Opsiandra maya y Opsiandra gomez-pompae.

IV. MATERIALES Y METODOS.

El material biológico utilizado en este trabajo fué colectado por el M. en C. Hermilo Quero. Para O. maya se incluyen cuatro ejemplares con números de colecta: 3066, 3117, 3282 y 1815 respectivamente, éste último colectado por la M. en C. Rosaura Grether; la población muestreada se localiza a 14-15 1/2 km al N. E. de La Unión, camino a Ucum, en el estado de Quintana Roo. Para O. gomez-pompae los números colectados fueron: H. Quero 3026, 3109 y 3260; R. Grether 1509; se muestreó la población ubicada a los 22-23 Km al S. E. de Tuxtepec, carretera a Matías Romero, en el estado de Oaxaca.

Cada colecta está apoyada con material de herbario previamente identificado y depositado en el Jardín Botánico, del Instituto de Biología de la U.N.A.M.

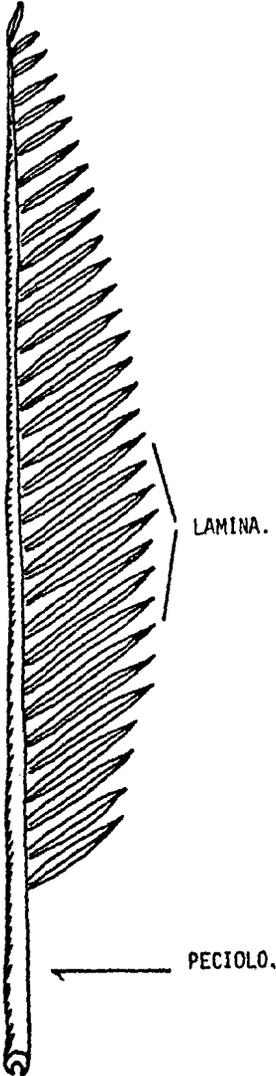
Los ejemplares para el estudio fueron seleccionados al azar dentro de una misma población para cada una de las especies, todos los individuos muestreados fueron adultos. Con el propósito de mantener homogeneidad en el material muestreado, se seleccionaron las pinnas centrales de las hojas de cada especie, amén de ser las más grandes dentro de la hoja; cada una de ellas a su vez, estuvo dividida en 18 secciones paralelas entre sí y perpendiculares al eje longitudinal de la pinna abarcando el nivel basal, nivel medio y nivel apical de la pinna, (ver esquema), esto con el propósito de observar las variaciones estructurales a lo largo de la pinna y reunir más evidencias para una correcta descripción de la lámina. Cada una de las 18 submuestras se subdividió en forma paralela al eje longitudinal de la pinna, de tal manera que las secciones obtenidas fueran: la zonamarginal, la zona que incluye la vena principal y la zona que incluye la costilla central; puesto en ambos lados de la costilla central el arreglo estructural es el mismo, sólo se trabajó con el lado derecho de cada submuestra.

Las muestras de pecíolo se tomaron justo por debajo de la inserción de la última pinna basal de la lámina.

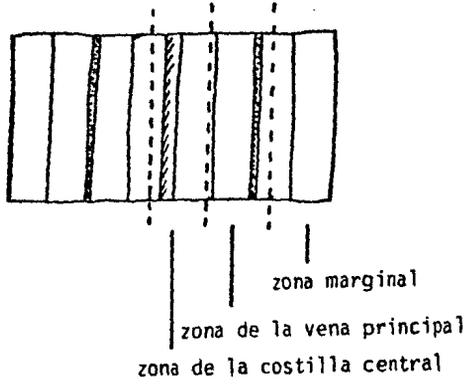
Para el tallo de O. maya se colectaron muestras que incluyen principalmente la parte cortical del mismo, ya que no fue posible introducir el taladro de Presler, debido a que el tejido periférico del tallo está muy esclerotizado. En el tallo de O. gomez-pompae, sí fue posible introducir el taladro, por lo que en las muestras se contaba con más tejido central. Las secciones muestreadas se obtuvieron a 1.5 m de altura del suelo para ambas especies.

El arreglo estructural de la raíz está relacionado directamente con su grosor, por lo que se buscó que las raíces colectadas mantuvieran un grosor similar entre las dos especies, 1.5 cm de diámetro en ambas, la elección de las secciones se hizo al azar en cada uno de los individuos de las dos especies, cuidando que fueran solamente raíces maduras.

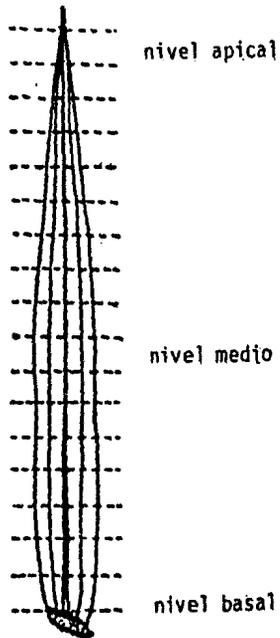
HOJA.



SUBMUESTRA.



PINNA CENTRAL.



Las secciones procesadas para la epidermis adaxial y abaxial de la lámina (2 X 1 cm), fueron tomadas sólo del nivel medio de cada pinna para cada uno de los cuatro ejemplares de cada especie; la epidermis del peciolo se obtuvo de las mismas secciones trabajadas para los cortes anatómicos de cada especie.

Todo el material fué fijado en F.A.A. pudiéndolo así transportar y conservar indefinidamente antes de su análisis.

F. A. A. (Sass, 1961).

Alcohol etilo absoluto	50 ml
Acido acético glacial	5 ml
Formol comercial (al 40%)	10 ml
Agua destilada	35 ml

La técnica de tinción con safranina y verde rápido, elegida para los tejidos vegetales, incluye colorantes selectivos para determinadas estructuras; la safranina actúa como un colorante básico siendo selectivo para las estructuras nucleares, paredes celulares lignificadas y paredes cutinizadas, mientras que el verde rápido es un colorante ácido que tiñe estructuras citoplasmáticas y paredes celulósicas. Esta técnica dicrómica proporciona una doble coloración en los tejidos, logrando un buen contraste entre los mismos.

Preparación de colorantes:

Safranina:	
Safranina "O"	1 gr
Metilcelosolve	50 ml
Alcohol 96%	25 ml
Agua destilada	25 ml
Acetato de sodio	1 gr
Formol comercial	2 ml

Disolver la safranina en el metilcelosolve, agregar el alcohol y el agua, en seguida el acetato y el formol.

Verde rápido:

Sol. "A"

Solución saturada de verde rápido en

alcohol absoluto 1 parte

Metilcelosolve en igual canti-

dad de alcohol absoluto 1 parte

Sol. "B"

Alcohol absoluto 25 partes

Aceite de clavo 75 partes.

Mezclar las soluciones.

Técnica de tinción safranina - verde rápido:

1. Añadir safranina "O" al 1% (15-17 min. según el material).
2. Lavar el exceso de colorante con agua destilada.
3. Dos cambios de alcohol al 30%, 1 min. en cada cambio.
4. Dos cambios de alcohol al 50%, 1 min. en cada cambio.
5. Dos cambios de alcohol al 70%, 1 min. en cada cambio.
6. Dos cambios de alcohol al 95%, 1 min. en cada cambio.
7. Opcional, un cambio rápido de alcohol acidulado - cuando el corte se ve sobreteñido.
8. Añadir verde rápido alcohólico (5-30 seg. según el material).
9. Tres cambios de alcohol etílico absoluto, 1 min. en cada cambio.
10. Un cambio de aceite de clavo, 2 min.
11. Tres cambios de xilol, 1 min. en cada cambio.
12. Montar en bálsamo de Canadá.

Los tiempos para cada colorante dependen mucho del material, para este caso particular los tiempos dados resultan ser los más convenientes. Del punto 10 al 12 con cambios rápidos evitando la rehidratación del material. El alcohol acidulado se puede preparar mezclando una gota de ácido clorhídrico por cada 10 ml de alcohol etilo absoluto. (Sass, loc cit., Johansen, 1940).

El material biológico almacenado en F.A.A. fue lavado por lo menos durante una hora antes de ser teñido para evitar algún efecto de interferencia del fijador con los colorantes. Una vez lavado el material, cada una de sus partes fue procesada de la siguiente manera, utilizando la técnica de tinción con safranina y verde rápido:

Lámina foliar:

De cada una de las zonas (marginal, vena principal y costilla central) de las 18 submuestras, se hicieron cortes a mano utilizando navajas de afeitar para obtener cortes longitudinales y transversales de la lámina, posteriormente se siguió la técnica de tinción y se hicieron preparaciones permanentes.

Pecíolo:

Las muestras de pecíolo fueron cortadas longitudinalmente obteniendo dos secciones, una adaxial acanalada y una abaxial curvada, esto se hizo debido a que el pecíolo es lo suficientemente grueso como para poder cortarlo con la navaja, una vez dividido se hicieron cortes transversales (Fotos No. IX y X). Ambas secciones fueron teñidas y montadas.

Tallo:

Los cortes de tallo fueron hechos con el microtomo de congelación, debido a la abundante cantidad de fibras y a la concentración de los haces vasculares periféricos. También se tiñeron e hicieron preparaciones permanentes.

Raíz:

Los cortes de la raíz, al igual que los de lámina y pecíolo, fueron hechos a mano y teñidos con la técnica mencionada, de la misma manera se hicieron preparaciones con las siguientes técnicas:

Técnica para obtener epidermis: (Roman, 1971).

1. Sacar el material del F.A.A. y cortarlo en secciones de 2 X 1 cm.
2. Lavar con agua corriente de 1-6 horas.
3. Introducir los cortes en hipoclorito sódico al 10% para destruir el contenido celular, conservándose las membranas celulósicas, la duración del tratamiento varía dependiendo del material. Se recomienda poner los cortes en baño maría a una temperatura de 25°C durante 2 días.
4. Lavar los cortes repetidas veces, con agua destilada.
5. Neutralizar la acción del hipoclorito sumergiendo las secciones en ácido acético glacial al 20% de 5 a 10 min.
6. Lavar los cortes con agua destilada.
7. Una vez destruido todo el contenido celular, separar las capas epidérmicas.
8. Eliminar el tejido adherido a las capas epidérmicas con la ayuda de un pincel de cerda fina.
9. Cuando la epidermis esté completamente limpia, se procede a la tinción.

Técnica de tinción: (Sass, loc. cit.).

1. Teñir la epidermis con safranina "O" al 1% durante 15 min.
2. Lavar con agua destilada el exceso de colorante.
3. Deshidratar con alcoholes de 30%, 50%, 70%, 95% y absoluto un solo cambio rápido (1 min. en cada cambio).
4. Aclarar con aceite de clavo, 5 min.
5. Tres cambios de xilol, 1 min. en cada cambio.
6. Montar en bálsamo de Canadá.

Para la identificación de los taninos, se colocaron algunas secciones de tejido fresco en una solución acuosa de cloruro férrico al 10% más un poco de carbonato de sodio; los taninos toman un color azul verde haciéndose más evidentes. Los taninos son fácilmente oxidados, por lo que en muchas preparaciones, la presencia de acumulaciones pardorrojizas u obscuras, más o menos aisladas, indican la presencia de flobáfenos que resultan de la oxidación de los taninos, (Johansen, loc cit.).

Por otra parte, dado que es difícil señalar diferencias a nivel de especie, sólo a partir de apreciaciones cualitativas, se buscaron algunas de tipo cuantitativo, que proporcionarían evidencias de apoyo a partir de las cuales se pudiera conocer qué tan diferentes son las dos especies estudiadas; los parámetros elegidos son: tamaño de células costales e intercostales de epidermis adaxial y abaxial tanto de la lámina como del pecíolo; tamaño de las células que componen el complejo estomático, células oclusivas, células acompañantes laterales, y células acompañantes terminales, también para lámina y pecíolo en epidermis adaxial y abaxial; frecuencia de los estomas en cada una de las epidermis de lámina y pecíolo, obtenida a partir del índice estomático:

$$I. e. = \frac{E}{E + C.E.} \times 100$$

Donde: E. = No. de estomas por campo

C. E. = No. de células epidérmicas por campo

Tanto el número de estomas, como de células epidérmicas se obtiene, contando cuántas de cada una de ellas aparecen en un campo visual (40X) elegido en el microscopio óptico, (Radford, et al., 1974).

Los valores o parámetros incluidos son básicamente epidérmicos, los cuales se obtuvieron eligiendo al azar 5 distintas preparaciones de cada una de las epidermis de lámina y pecíolo de los cuatro ejemplares que incluían cada una de las especies, es decir un total de 20 preparaciones para cada especie.

Las mediciones de longitud y anchura de las células fueron tomadas con el ocular micrométrico y los resultados son valores promedio de 20 mediciones tomadas al azar para cada una de las especies.

V RESULTADOS

A) Descripción anatómica del género Opsiandra O. F. Cook.

1. HOJA

a) Lámina foliar

Epidermis completamente cutinizada, paredes anticlinales nunca sinuosas, la cutícula como una capa continua persistente, más engrosada en la superficie adaxial; tricomas ausentes en ambas superficies. Epidermis adaxial con filas regulares de células, poco o muy diferenciadas en bandas costales e intercostales, éstas últimas más anchas. Epidermis abaxial con células más pequeñas que las adaxiales, también distribuidas en hileras, diferenciadas en bandas costales e intercostales. Ambas superficies con células costales en forma semirectangular, células intercostales rectangulares o rombohédricas y oblicuamente extendidas. Estomas más abundantes en la superficie abaxial, pero presentes también en la superficie adaxial, aunque restringidos a la región intercostal y ordenados en hileras estomáticas más o menos regulares, excepto en la superficie adaxial en donde son escasos. Complejo estomático formado por cuatro células acompañantes, dos laterales y dos terminales; las terminales, de paredes delgadas poco diferenciadas de las restantes células epidérmicas y sobrearqueando a las oclusivas. Células acompañantes laterales de paredes delgadas, marcadamente diferentes de las restantes células epidérmicas, de longitud similar al poro estomático. Células oclusivas con apertura estomática paralela al eje longitudinal de la pinna, semi hundidas; cada célula con dos bordes igualmente cutinizados, cámara subestomática pequeña, rodeada por células parenquimáticas.

Hipodermis ausente. Mesófilo diferenciado en parénquima en empalizada con capas celulares compactas y columnares; esponjoso con células isodiamétricas y numerosos espacios intercelulares hacia la mitad inferior del mesófilo. Células del mesófilo, sin arreglo definido alrededor de las nervaduras. Fibras no vasculares asociadas en paquetes, presentes a ambos lados de la costilla central. Venación paralela con nervaduras principales, secundarias y terciarias, conectadas por venas transversales muy pequeñas. Las venas secundarias son muy escasas, siempre unidas a ambas su-

perfiles y proyectadas hacia la superficie abaxial, esparcidas entre numerosas venas terciarias, éstas equidistantes e independientes de ambas superficies. Todas las venas envueltas por dos vainas, la exterior parenquimatosa, compacta y uniseriada con células diferentes a las del mesófilo, envolviendo completamente sólo a las venas terciarias; la interior esclerótica, multiseriada, más desarrollada por encima y por debajo de las venas, lateralmente unida por células parenquimáticas. Xilema situado adaxialmente; las venas terciarias con protoxilema obliterado, las venas secundarias y principales con elementos protoxilemáticos presentes. Floema abaxial con amplios tubos cribosos, células acompañantes y células parenquimáticas angostas, a veces dividido por tabiques escleróticos. Venas transversales de curso irregular, insertadas en las venas longitudinales a nivel del metaxilema, más comúnmente en contacto con las venas terciarias.

Costilla central prominente hacia la superficie abaxial, con paquetes fibrosos asociados a cada lado de la costilla, la mayor parte de la costilla ocupada por un cilindro fibroso complejo, envuelto por una capa de células parenquimáticas incoloras. Dentro del cilindro se presenta un haz vascular abaxial junto con numerosos haces vasculares pequeños situados adaxialmente, éstos últimos incluidos en el tejido fibroso periférico. Células de expansión incoloras, en posición hipodermal y por debajo de la superficie abaxial, muy conspicuas a cada lado de la costilla central, y aunque menos evidentes, también se presentan en otras zonas de la hoja, nunca acompañadas por paquetes fibrosos.

b) Pecfolo

Epidermis completamente cutinizada, de paredes anticlinales lineales. Tricomas ausentes. Células epidérmicas distribuidas en filas longitudinales regulares, de forma rectangular o rombohédrica, más grandes en la superficie abaxial. Estomas presentes en ambas superficies, complejo estomático similar al de la lámina. Hipodermis ausente. Presente una franja parenquimática periférica inmediatamente por debajo de la epidermis, con células más pequeñas que las del parénquima fundamental y sin fibras. Parénquima fundamental con haces vasculares longitudinales de distintos tamaños; los haces periféricos son más pequeños y los más congregados, incluyen una vaina fibrosa más gruesa en comparación a la vaina de los haces vasculares

centrales. Haces vasculares periféricos parcial o totalmente fusionados a través de un tejido esclerótico casi contínuo. Haces vasculares centrales formando arcos en forma de "V", con una vaina fibrosa poco desarrollada reemplazada por parénquima, cada uno con vasos metaxilemáticos y floema no dividido. Tejido central muy uniforme, células adyacentes a las venas, más pequeñas que las restantes; no presenta paquetes de fibras, con o sin canales aéreos.

2. TALLO

Peridermis formada a partir de la suberización de las capas celulares más externas, las capas internas que forman la peridermis, son células de paredes engrosadas y lúmen reducido.

Células del parénquima cortical periférico pequeñas, de paredes delgadas, con cloroplastos, con numerosos paquetes fibrosos longitudinales. Cilindro central abruptamente demarcado del córtex por una zona esclerótica continua o discontinua, formada por haces vasculares congregados que tienen una vaina fibrosa radialmente extendida y tejido vascular muy reducido, además del tejido esclerótico. Parte interna del cilindro central con haces vasculares muy esparcidos existiendo una gradual transición desde los haces periféricos congregados hasta los centrales muy esparcidos. Cada haz vascular central compuesto de xilema y floema; externo al floema, presenta una vaina fibrosa menos extendida substituída por células de paredes delgadas; xilema envuelto por parénquima, con vasos metaxilemáticos; floema no dividido; el parénquima de expansión, localizado hacia la parte central del tallo con abundantes espacios aéreos y sin fibras.

3. RAIZ

Capa externa de protección similar a la peridermis del tallo, formada por células de paredes suberizadas.

Zona cortical delimitada externamente a través de una franja de células parenquimáticas pequeñas, hacia adentro, el córtex está formado por una zona parcial o totalmente esclerotizada, con células de paredes engrosadas y lúmen celular reducido; la parte media del córtex, contiene células parenquimáticas más grandes que las de la zona periférica, fibras solitarias

distribuidas irregularmente con paredes engrosadas y muy amplio lumen celular, en ocasiones se presentan espacios aéreos amplios o angostos, éstos menos abundantes hacia la zona interna del córtex, aquí, las células parenquimáticas son pequeñas isodiamétricas y están distribuidas más regularmente, a veces, también se presenta un tejido esclerótico discontinuo.

Estele de contorno cilíndrico, con tejido vascular poliárquico. Endodermis uniseriada, con bandas de Caspary bien definidas, células de paso poco comunes. Periciclo presente. Tejido vascular incluido en un tejido formado por fibras con paredes celulares muy engrosadas. Elementos xilemáticos rodeados por células parenquimáticas cortas. Numerosos paquetes xilemáticos con vasos metaxilemáticos internos y elementos protoxilemáticos externos. Paquetes floemáticos alternos a los xilemáticos, radialmente extendidos, adyacentes o remotos al periciclo. Zona central formada por células parenquimáticas de paredes delgadas, incluye algunos paquetes aislados de xilema y floema, canales aéreos, fibras similares a las que se presentan en la parte media del córtex.

4. INCLUSIONES CELULARES

Cuerpos de sílice incluidos en células llamadas "stegmata", adyacentes a las fibras vasculares de la hoja y las no vasculares del tallo, arregladas en hileras longitudinales. Cuerpos de forma cónica con base aplanada incluidos en células de paredes delgadas, la pared basal ligeramente engrosada y lisa.

Oxalato de calcio presente en forma de rafidios agrupados en sacos, abundantes en el mesófilo de la hoja, equidistantes a ambas superficies. Sacos de rafidios cilíndricos con su eje longitudinal paralelo a la superficie, anchos y de paredes delgadas, cada uno con un solo paquete de cristales de rafidios de gran tamaño. Cristales aislados más pequeños, poco frecuentes, presentes en las células del mesófilo de la lámina.

Material tanínfero presente en la lámina como depósito de células especializadas dentro del parénquima o dentro de las células oclusivas del estoma, cuando es muy abundante llega a invadir a las cámaras subestomáticas.

B) Descripción anatómica de Opsiandra maya O. F. Cook

1. HOJA

- LAMINA FOLIAR (Fig. I-a).

A) Epidermis adaxial

a) Vista superficial

Con dos tipos de células, costales e intercostales. Las costales más cortas que las intercostales, las primeras más evidentes en la zona que corresponde a la costilla central, su forma es rectangular con bordes redondeados y paredes anticlinales algo más engrosadas, miden alrededor de 25.58μ de largo y 18.94μ de ancho, distribuidas en hileras con su eje longitudinal paralelo al eje longitudinal de la pinna (Fig. IV-a). Células intercostales de forma irregular, desde rectangulares a rombohédricas, oblicuamente extendidas, más grandes que las células costales, cerca de 44.15μ de largo y 7.38μ de ancho, también distribuidas en hileras (Fig. IV-b). Bandas costales poco evidentes, se distinguen de 7-8 con estomas concentrados a cada lado de ellas.

Complejo estomático formado por dos células oclusivas, dos acompañantes laterales y dos acompañantes terminales. Pocos estomas sin orden definido, la mayoría concentrados hacia los márgenes de la lámina y a cada lado de la zona costal central. Índice estomático aproximadamente de 1.13 (40X). Células oclusivas alargadas y arriñonadas, su eje longitudinal paralelo al eje longitudinal de la pinna, con engrosamientos en sus paredes anticlinales internas que delimitan el poro estomático. Miden en torno a 27.45μ de largo y 4.49μ de ancho. Células acompañantes laterales más o menos rectangulares, paralelas a las oclusivas y más cortas que éstas, de 24.19μ de largo y 9.51μ de ancho. Células acompañantes terminales semicuadradas, con bordes redondeados, sobrepasando a las células oclusivas, miden cerca de 21.00μ de largo y 25.54μ de ancho, (Fig. V).

b) Vista transversal

Epidermis monoestratificada, células epidérmicas visiblemente más grandes que las de la epidermis abaxial, excepto las costales que son más pequeñas sobre todo encima de la costilla central. Cutícula muy gruesa sin estriaciones. Estomas semi hundidos, células oclusivas con engrosamientos en los extremos interior y exterior proyectados a manera de ganchos, células acompañantes laterales con cutícula muy delgada, ligeramente sobrepasando

queadas cubriendo parcialmente a las oclusivas, (Fig. VI). Una pequeña cámara subestomática presente, (Fig. VII).

B) Epidermis abaxial

a) Vista superficial

Células epidérmicas distribuidas en líneas paralelas al eje longitudinal de la hoja, diferenciadas en bandas costales e intercostales. Las bandas costales más angostas que las intercostales, la más ancha de las costales corresponde a la costilla central. El número de bandas costales coincide con el de las venas más evidentes. Células costales rectangulares, con forma más regular y más cortas que las intercostales, miden alrededor de 30.51μ de largo y 17.14μ de ancho (Fig. IV-c). Células intercostales de forma variada, desde rectangulares con bordes curvados a rombohédricas y oblicuamente extendidas, de aproximadamente 39.84μ de largo y 16.55μ de ancho, (Fig. IV-d).

Estomas distribuidos en hileras paralelas al eje longitudinal de la pinna dentro de las bandas intercostales, alternos de una hilera a otra. Complejo estomático formado por dos células oclusivas, dos células acompañantes laterales y dos acompañantes terminales. Índice estomático de hacia 6.57 (40X). Células oclusivas arriñonadas y alargadas, paralelas al eje longitudinal de la pinna con engrosamientos en sus paredes anticlinales internas delimitando el poro estomático, miden en torno a 28.32μ de largo y 5.34μ de ancho. Células acompañantes laterales paralelas a las oclusivas, de forma semirectangular y más cortas que las oclusivas, cerca de 4.36μ de largo y 7.26μ de ancho. Células acompañantes terminales de forma irregular, y de tamaño variable, mayores que las acompañantes laterales y que las oclusivas, poco diferenciadas de otras células epidérmicas, distinguibles por envolver parcialmente a las células oclusivas, miden hacia 32.16μ de largo y 19.48μ de ancho.

b) Vista transversal

Epidermis monoestratificada. Cutícula más delgada que la de la epidermis adaxial, excepto en la zona marginal de la pinna donde incluso es mayor a esta en el engrosamiento. Células epidérmicas menores a las adaxiales, las costales más pequeñas.

Estomas semi hundidos, células oclusivas con engrosamientos en los bor-

des externo e interno proyectados a manera de ganchos, células acompañantes laterales con una fina cutícula, someramente sobrearqueadas cubriendo parcialmente a las oclusivas. A veces, las oclusivas completamente engrosadas, pequeña cámara subestomática presente.

C) Mesófilo

Mesófilo formado por parénquima en empalizada y parénquima esponjoso. Hipodermis ausente, el total del mesófilo es aproximadamente de 128μ hacia el margen y de 225μ hacia la zona central.

Parénquima de empalizada con células alargadas y columnares, grosor cerca de 51.20μ - 90μ con 2 a 3 capas de células continuas, la capa localizada inmediatamente por debajo de la epidermis adaxial tiene células más cortas que miden en torno a 20μ de longitud mientras que las restantes miden aproximadamente 35.14μ de largo. Parénquima esponjoso con células redondeadas y claros espacios intercelulares, localizado hacia la parte abaxial de la lámina con un grosor aproximado de 76.8μ - 135μ , parénquima alrededor de las pequeñas venas, de tipo esponjoso, (Fig. VIII).

D) Fibras no vasculares

Numerosos paquetes de fibras se presentan en ambos lados de la costilla central, incluidos en el mesófilo y paralelos entre sí. Son más abundantes en el nivel basal de la lámina de cada pinna, desapareciendo gradualmente hacia el ápice, en la parte media de la lámina, sólo se presentan uno a cada lado de la costilla central, (Fig. XIII).

E) Venas terciarias

Frecuentes entre las venas principales, localizadas en el parénquima esponjoso hacia la superficie abaxial, de distribución más o menos equidistante a lo ancho de la pinna corriendo paralelas entre sí. Independientes de las capas superficiales. Las venas con un solo haz vascular, presentan dos tipos de vainas, una parenquimatosa y otra esclerótica; la vaina parenquimatosa externa tiene células redondeadas, de paredes delgadas e incoloras, la vaina es continua alrededor de las venas; la esclerótica interna solo se presenta encima y abajo de las venas, completada lateralmente con células parenquimáticas; xilema compuesto sólo por elementos metaxilemáticos; floema hacia la parte abaxial de la vena, sin elementos escleróticos que lo dividan, (Figs. VIII, IX y X).

F) Venas secundarias

Diferentes a las venas terciarias, poco frecuentes, colocadas dentro del parénquima esponjoso, proyectadas ligeramente hacia la superficie abaxial, unidas a ambas superficies a través de células esclerenquimatosas diferentes a las de la vaina interna del haz. Un solo haz vascular, con vaina parenquimatosa externa y vaina esclerótica interna. Vaina parenquimatosa externa con células redondeadas, de paredes delgadas e incoloras, evidente sólo a ambos lados de la vena. Vaina esclerótica interna gruesa, continúa alrededor del haz vascular, con más capas de fibras que las que presentan las venas terciarias; xilema adaxial con 2 - 3 vasos metaxilemáticos grandes, el número de vasos metaxilemáticos es menor hacia la parte apical de la pinna; floema abaxial no dividido, (Fig. XI).

G) Venas principales

Una a cada lado de la costilla central, proyectada más notoriamente hacia la parte abaxial, unida a ambas superficies por medio de células escleróticas diferentes a las del haz vascular. Vena con un solo haz vascular, presenta una vaina parenquimatosa externa similar a la de otras venas, sólo evidente a ambos lados de la vena; vaina esclerótica interna continúa alrededor de la vena, con más capas celulares hacia los polos; xilema adaxial con 2 - 4 vasos metaxilemáticos grandes; floema abaxial con 3 - 4 paquetes floemáticos parcialmente divididos por elementos escleróticos no bien formados, (Fig. XII).

H) Venas transversales

Poco frecuentes, presentes entre el parénquima en empalizada y el esponjoso, comúnmente entre dos venas pequeñas surgiendo del metaxilema, miden 12.5μ de ancho aproximadamente, parecen estar formadas por un solo elemento vascular conductor sin mostrar algún tipo de vaina, (Fig. XI).

I) Costilla central

La más prominente de la lámina, proyectada hacia la superficie abaxial de donde sobresale aproximadamente 2000μ en la parte basal de cada pinna, haciéndose menos evidente hacia el ápice. Presenta alrededor de 19 haces vasculares de distintos tamaños, uno central grande y bien desarrollado, cerca de 15 periféricos poco desarrollados y 2 - 3 de tamaño mediano. El número y dimensiones de los haces vasculares va disminuyendo gradualmente desde la base hasta la parte apical de la pinna, tanto que en la parte api

cal sólo encontramos un haz vascular. La costilla central también muestra una vaina parenquimatosa externa, con células redondeadas, incoloras y de paredes delgadas, más evidente a cada lado de la costilla. Todos los haces vasculares están incluidos dentro de un grueso cilindro compuesto por fibras escleróticas que en conjunto forman la vaina interna, esta vaina es más gruesa abaxialmente. Costilla unida a ambas superficies a través de una o dos capas de células esclerotizadas, (Fotos I, III, y V).

Haz vascular central incluido en un tejido parenquimatoso parcialmente esclerotizado; xilema en posición adaxial con 4 - 7 vasos metaxilemáticos grandes; floema en posición abaxial, de 1 - 5 paquetes floemáticos divididos por elementos escleróticos, el paquete central bien definido y los laterales incluyendo más elementos escleróticos, por lo que son confusos, con un casquete de fibras a nivel del paquete floemático central. De 2 - 3 haces vasculares medianos; xilema con 1 - 3 vasos metaxilemáticos; floema no dividido y con fibras asociadas a manera de cascos. Los haces vasculares más pequeños gradualmente van desapareciendo al llegar al ápice de la pinna, en la parte basal se presentan cerca de 15 con xilema y floema bien definido, estos haces están incluidos en la periferia de la costilla, dentro de la vaina esclerótica; xilema contiene un solo vaso metaxilemático; floema no dividido.

J) Células de expansión.

Formando un paquete a cada lado de la costilla central dentro del parenquima esponjoso en posición hipodermal, células grandes redondeadas, de paredes delgadas e incoloras, sin fibras. Este grupo de células también se presenta en las zonas donde la hoja sufre algún doblez, (Fig. XIII).

K) Inclusiones celulares

a) Oxalato de calcio (rafidios)

Los sacos de rafidios están formados por células de paredes delgadas e incoloras, de tamaño considerable, muy frecuentes, equidistantes a cada superficie, la mayoría entre las venas más pequeñas y paralelas a éstas, miden $20\ \mu$ - $57\ \mu$ de diámetro, siendo redondos en sección transversal y ovalados longitudinalmente. Rafidios en paquetes formando maclas, pueden medir de $69\ \mu$ - $200\ \mu$ de largo. También se presentan rafidios dentro de algunas células parenquimáticas del mesófilo, sin arreglo definido y más pequeñas, (Fig. XIV, Foto VII).

b) Stegmata

Pequeños cuerpos de silicato incluidos en células isodiamétricas llamadas "stegmata", arreglados en filas longitudinales adyacentes a las fibras vasculares, son muy abundantes. Cuerpos de silicato, cónicos, con base plana y lisa, incluidos en células de paredes delgadas, (Fig. XII).

c) Taninos

A veces se presentan en los estomas obstruyendo los ostiolos, a las células oclusivas o en mayor grado, a las pequeñas cámaras subestomáticas. Son poco frecuentes, cuando se presentan son más abundantes en la epidermis abaxial.

- PECIOLO (Foto IX).

A) Epidermis adaxial

a) Vista superficial

Epidermis completamente cutinizada. Células epidérmicas distribuidas en hileras longitudinales conspicuas, paralelas al eje longitudinal de la pinna, forma rectangular a cuadrada con bordes redondeados, paredes celulares muy engrosadas, las anticlinales lineales. Estomas con dos células oclusivas, dos acompañantes laterales y dos acompañantes terminales poco diferenciadas de las células epidérmicas; irregularmente distribuidos; parte central adaxial del pecfolo sin estomas. Índice estomático de aproximadamente 0.72 (40X), (Fig. XV).

Células epidérmicas alrededor de 43.95μ de largo y 21.01μ de ancho.

Células oclusivas cerca de 36.36μ de largo y 9.04μ de ancho.

Células acompañantes laterales en torno a 40.04μ de largo y 11.00μ de ancho.

Células acompañantes terminales aproximadamente de 27.81μ de largo y 24.65μ de ancho.

B) Epidermis abaxial

a) Vista superficial

Epidermis completamente cutinizada. Células epidérmicas en hileras longitudinales conspicuas, paralelas al eje longitudinal de la pinna, forma cuadrada, rectangular u oblicua, con bordes redondeados y paredes celulares muy engrosadas, las anticlinales lineales. Estomas concentrados en la parte central de la cara abaxial, formado por dos células oclusivas, dos acompa-

ñantes laterales y dos acompañantes terminales poco diferenciadas de las estantes células epidérmicas; distribuidos en forma irregular. Índice estomático de hacia 0.89 (40X), (Fig. XVI).

Células epidérmicas en torno a $41.80\ \mu$ de largo y $21.71\ \mu$ de ancho.

Células oclusivas cerca de $38.96\ \mu$ de largo y $9.05\ \mu$ de ancho.

Células acompañantes laterales alrededor de $41.95\ \mu$ de largo y $12.05\ \mu$ de ancho.

Células acompañantes terminales aproximadamente de $27.01\ \mu$ de largo y $23.53\ \mu$ de ancho.

C) Cuerpo del pecfolo

a) Vista transversal

Epidermis monoestratificada y muy uniforme, células de $15\ \mu$ aproximadamente. Cutícula contfnua y muy engrosada, sólo interrumpida por los estomas que están semi hundidos, éstos muy similares a los de la lámina. Por debajo de la epidermis se presenta una franja contfnua de células parenquimáticas redondas, de paredes delgadas e incoloras más pequeñas que las que forman el tejido fundamental central, algunas células incluyen pequeños cristales en forma de rafidios. Esta banda mide aproximadamente $28.25\ \mu$ en grosor, (Fig. XX).

Numerosos haces vasculares longitudinales esparcidos en el parénquima fundamental, básicamente dos tamaños, los centrales más grandes distribuidos formando dos o tres arcos de haces vasculares en forma de "V", la mayoría con dos vasos metaxilemáticos grandes y otros elementos xilemáticos menores dirigidos hacia la parte central del pecfolo; xilema envuelto por células pequeñas de parénquima; floema no dividido; vaina de fibras escleróticas poco desarrollada, sólo a nivel del floema, (Fig. XXI, Foto IX).

Haces vasculares periféricos más pequeños, poco aglomerados fusionados al tejido esclerótico adyacente formando un cilindro mecánico rígido que envuelve al parénquima fundamental central, generalmente sólo con un vaso metaxilemático; floema no dividido y vaina fibrosa más desarrollada que en los haces vasculares centrales.

Tejido fundamental central lagunoso, formado por grandes células de parénquima, redondeadas y grandes, de paredes delgadas e incoloras. In-

cluye pequeños y numerosos espacios aéreos esparcidos en todo el tejido. Cuerpos de stegmata asociados al cilindro esclerótico periférico, similares a los de la lámina, aunque estos no están asociados a la vaina fibrosa de cada haz vascular. Este cilindro está más desarrollado, al igual que los haces vasculares están más concentrados, hacia la parte abaxial del pecíolo proporcionando mayor resistencia mecánica en esta zona, en otras zonas es muy discontinuo, (Fig. XXII).

2. TALLO, (Fig. II-a).

A) Corte transversal

Peridermis formada por la suberización de las capas celulares más externas. Hacia adentro, el tallo está formado por un tejido diferenciado como un córtex con cerca de 2000μ de grosor que delimita las capas superficiales del cilindro central. El córtex a su vez está formado por parénquima, con células grandes, de paredes delgadas, y tangencialmente extendidas, incluye numerosos paquetes de fibras, grandes y pequeños, esparcidos sin orden aparente; asociados a las fibras no vasculares, se presentan gran cantidad de stegmata distribuidos en hileras paralelas alrededor del paquete de fibras, estas acumulaciones de sílice son muy similares a las encontradas en la hoja, (Fig. XXIII).

El cilindro central está delimitado por una zona esclerótica periférica formada por numerosos haces vasculares, separados sólo por capas de células esclerenquimatosas de paredes engrosadas, cada haz vascular tiene una vaina fibrosa radialmente extendida que junto con las células esclerotizadas forman un cilindro esclerótico muy resistente de aproximadamente 1 cm de grosor. El tejido vascular de los haces periféricos está muy reducido; xilema formado por 1 - 2 vasos metaxilemáticos pequeños, el floema reducido a 2 ó 3 capas celulares. Hacia la parte central, los haces vasculares están más esparcidos, rodeados por tejido parenquimatoso constituido por células de paredes ligeramente engrosadas, (Fig. XXIV). Haces vasculares centrales incluidos en un tejido parenquimatoso muy laxo, con células grandes, de paredes delgadas. Cada haz vascular central contiene una vaina fibrosa poco desarrollada completada por células de paredes delgadas más pequeñas que las células del parénquima restante. Xilema formado por 2 - 3 vasos metaxilemáticos grandes y rodeado por células parenquimáticas; floema adyacente

a la vaina fibrosa, no dividido. El tejido fundamental es parénquima con células tangencialmente extendidas que incluyen numerosos canales aéreos dándole una apariencia lagunosa, no presenta fibras, (Fig. XXV).

3. RAIZ, (Fig. III-a).

A) Corte transversal

Las capas exteriores se muestran suberizadas adquiriendo una apariencia similar a la peridermis del tallo de las dicotiledóneas, el grosor de esta franja varía en función del grosor y edad de la raíz. Inmediatamente por debajo de las capas superficiales, en la zona exterior del córtex se presenta una franja de aproximadamente 100μ de ancho con células parenquimáticas más pequeñas que las que forman el resto de este tejido. Hacia adentro, el córtex está formado por una franja discontinua parcialmente esclerotizada, donde, las células parenquimáticas más externas han sufrido engrosamientos según un desarrollo en dirección centrífuga, (Fig. XXVI). La zona media del córtex está formada por células parenquimáticas grandes, de paredes delgadas; incluye numerosos canales aéreos esparcidos sin orden aparente siendo más numerosos hacia la parte interna del mismo; las células del parénquima adyacentes a la endodermis son más compactas y pequeñas por lo que el tejido en esta zona no es lagunoso, además este tejido presenta fibras solitarias esparcidas a través de toda su extensión, con paredes poco engrosadas y lumen celular amplio, estas fibras nunca están acompañadas de stegmata, (Fig. XXVII).

Estele de contorno cilíndrico, con sistema vascular poliárquico, centro del estele ocupado por parénquima, que incluye haces vasculares y fibras aisladas.

Endodermis uniseriada, formada por células con paredes engrosadas forman las bandas de Caspary, células de paso poco comunes. Periciclo formado por una o dos capas de células más grandes que las de la endodermis, globosas, de paredes delgadas y tangencialmente extendidas. Tejido vascular periférico incluido en un tejido con células de paredes muy engrosadas, los elementos más externos de éste tejido, con paredes más engrosadas. Numerosos paquetes xilemáticos, rodeados por una capa de células parenquimáticas pequeñas, cada uno con una serie radial de elementos traqueales de diámetros que se van disminuyendo centrífugamente hacia cada uno de los polos

xilemáticos, los vasos más grandes son los más internos, correspondientes al metaxilema. Paquetes floemáticos alternos con los xilemáticos, algunos en contacto directo con el periciclo, pequeños y grandes, radialmente extendidos, (Fig. XXVIII).

Parte central de la raíz formada por células parenquimáticas, redondeadas y de paredes delgadas, no presenta canales aéreos. Con fibras similares a las del córtex, solitarias, de paredes engrosadas y amplio lumen celular. Haces vasculares centrales formados por 1 - 2 vasos metaxilemáticos y rodeados por una vaina fibrosa poco desarrollada, algunos paquetes floemáticos se distribuyen en la zona central, también están rodeados por una vaina fibrosa, (Fig. XXIX).

C) Descripción anatómica de Opsiandra gomez-pompae Quero

1. HOJA

- LAMINA FOLIAR, (Fig. I-b).

A) Epidermis adaxial

a) Vista superficial

Presenta dos tipos de células, costales e intercostales; las costales más cortas con forma muy regular, rectangulares con bordes redondeados, distribuidas en claras hileras con el eje longitudinal de las células paralelo al eje longitudinal de la pinna, miden alrededor de 37.29μ de largo y 23.62μ de ancho, (Fig. XXX-a). Células intercostales más irregulares, desde redondeadas a rectangulares ó rombohédricas y oblicuamente alargadas, generalmente más largas que las células costales, distribuidas en hileras definidas, también paralelas al eje longitudinal de la pinna, miden en torno a 47.26μ de largo por 22.45μ de ancho, (Fig. XXX-b).

Bandas costales bien diferenciadas, 7 bandas costales más angostas que las bandas intercostales, el número de bandas corresponde con el número de venas más prominentes.

Complejo estomático formado por dos células oclusivas, dos acompañantes laterales y dos acompañantes terminales. Estomas abundantes, sin distribución definida, dispersos en toda la epidermis, la mayoría presentes a ambos lados de las bandas costales. Índice estomático de hacia 1.95 (40X). Células oclusivas ovaladas y alargadas con su eje longitudinal paralelo al eje

longitudinal de la pinna, con bordes engrosados en su pared anticlinal interna que delimitan el poro estomático, miden cerca de 29.98μ de largo por 5.97μ de ancho. Células acompañantes laterales semirectangulares con los bordes redondeados, paralelas a las células oclusivas, miden aproximadamente 25.87μ de largo por 8.57μ de ancho. Células acompañantes terminales más grandes que las laterales, semicuadradas, algo arqueadas cubriendo a las oclusivas y parcialmente a las acompañantes laterales, miden cerca de 25.37μ de largo por 26.94μ de ancho, (Fig. XXXI).

b) Vista transversal

Epidermis monoestratificada, células epidérmicas más grandes que las abaxiales, aunque más pequeñas a nivel de la zona costal central. Con cutícula muy engrosada y continua, sólo interrumpida por los estomas, éstos semi hundidos. Células oclusivas con engrosamientos en los bordes externo e interno, proyectados a manera de ganchos. Células acompañantes laterales con una fina cutícula, algo arqueadas y cubriendo a las oclusivas. Pequeña cámara subestomática presente.

B) Epidermis abaxial

a) Vista superficial

Con dos tipos de células, costales e intercostales. Células costales reunidas en bandas correspondientes a cada vena principal, la más ancha, por encima de la costilla central; células rectangulares con bordes redondeados, más largas que las intercostales, miden en torno a 48.75μ de largo y 18.66μ de ancho. Células intercostales más cortas, forma romboidal y oblicuamente extendidas, distribuidas en hileras paralelas, miden alrededor de 44.99μ de largo y 18.29μ de ancho; las bandas intercostales más anchas que las costales, (Fig. XXXII).

Estomas muy abundantes, distribuidos en bandas paralelas dentro de las zonas intercostales, paralelas al eje longitudinal de la pinna; índice estomático de hacia 7.75 (40X), complejo estomático formado por dos células oclusivas, dos acompañantes laterales y dos acompañantes terminales; células oclusivas alargadas, de forma ovalada con su eje longitudinal paralelo al eje longitudinal de la pinna, claros bordes o engrosamientos en la pared anticlinal interna, delimitando el poro estomático, miden aproximadamente 30.87μ de largo por 6.94μ de ancho; células acompañantes laterales también alargadas pero más cortas que las oclusivas, semirectangu-

tares y paralelas a la apertura estomática, miden cerca de 25.82μ de largo y 8.08μ de ancho, claramente diferentes de las demás células epidérmicas; células acompañantes terminales poco diferenciadas de las células epidérmicas, muy irregulares, desde cuadradas a rectangulares, miden alrededor de 33.18μ de largo por 22.12μ de ancho, ligeramente arqueadas cubriendo a las células oclusivas, (Fig. XXXIII-a).

b) Vista transversal

Cutícula más delgada que en la epidermis adaxial, excepto en la zona marginal donde es más gruesa que la cutícula adaxial, engrosamiento homogéneo en el resto de la pinna.

Epidermis monoestratificada, células epidérmicas menores que las adaxiales, las costales aún menores que las intercostales. Estomas semi hundidos, células oclusivas con extremos interno y externo engrosados formando ganchos; células acompañantes laterales algo triangulares, con una fina cutícula, sobrearqueadas cubriendo a las oclusivas, estas últimas, en ocasiones completamente engrosadas. Pequeña cámara subestomática presente, (Fig. XXXIII-b).

C) Mesófilo

Hipodermis ausente. Grado de extensión transversal del mesófilo de aproximadamente 156μ hacia el margen y 280μ hacia la parte media de la pinna. Mesófilo formado por parénquima en empalizada y parénquima esponjoso, el primero es compacto, de 62.4μ - 112μ de grosor, con células alargadas en dirección anticlinal, formando tres capas bien definidas, la más inmediata a la epidermis, con células más cortas. El parénquima esponjoso con 5 - 6 capas de células redondeadas, ligeramente alargadas periclinalmente, con grandes espacios intercelulares, localizándose hacia la parte abaxial de la lámina, con un grosor de 93.6μ - 168μ . Parénquima alrededor de las pequeñas venas de tipo esponjoso, (Fig. XXXIV).

D) Fibras no vasculares

Dos o tres pequeños paquetes de fibras a cada lado de la costilla central, escasos, más evidentes en la parte basal de cada pinna; en la parte media, sólo se presenta un paquete pequeño a cada lado de la costilla central, donde además son poco evidentes, (Fig. XXXIX).

E) Venas terciarias

Muy frecuentes a lo ancho de la pinna, presentes dentro del parénquima

esponjoso hacia la parte central, equidistantes de cada superficie, independientes de las capas superficiales y paralelas al eje longitudinal de la pinna; venas con un solo haz vascular, con dos tipos de vainas, una vaina parenquimatosa externa y una esclerótica interna; la vaina parenquimatosa con células redondeadas, grandes, de paredes delgadas e incoloras, continua, distribuida alrededor de las venas, en algunas venas son poco evidentes, destacando las células que se localizan a cada lado de la vena. Fibras de la vaina esclerótica sólo presentes a manera de cascos en cada polo del haz vascular, unidas a los lados por medio de células parenquimáticas similares a las células de la vaina externa, aunque más pequeñas. Xilema adaxial poco desarrollado, de 1 - 2 vasos metaxilemáticos; floema hacia la parte abaxial del haz, sin elementos escleróticos que lo dividan, (Fig. XXXV).

F) Venas secundarias

Poco frecuentes, diferentes a las venas terciarias, proyectadas ligeramente hacia la superficie abaxial, unidas a ambas superficies a través de una capa de células escleróticas diferentes a las de la vaina esclerótica del haz. Un solo haz vascular, con vaina parenquimatosa externa y vaina esclerótica interna; la parenquimatosa con células grandes, redondeadas, de paredes delgadas e incoloras, extendidas sólo a los lados de la vena, formando una sola capa; vaina esclerótica con capas de fibras más numerosas hacia los polos y con menos capas hacia los lados; xilema bien desarrollado, 2 - 3 vasos metaxilemáticos grandes y otros elementos xilemáticos menores. El número de vasos metaxilemáticos disminuye gradualmente hacia la parte distal de la pinna; floema abaxial sin elementos escleróticos, no dividido, (Fig. XXXVI).

G) Venas principales

Una a cada lado de la costilla central, proyectada hacia la superficie abaxial, unida a ambas superficies a través de una capa de células algo esclerotizadas, diferentes a las fibras de la vaina esclerótica. Un sólo haz vascular, con vaina parenquimatosa externa y vaina esclerótica interna; la parenquimatosa con células redondeadas, grandes, incoloras y de paredes delgadas, presente como una capa discontinua, sólo evidente a cada lado de la vena. Vaina esclerótica continua con fibras de paredes engrosadas, más abundantes hacia los polos; xilema con 2 - 6 vasos metaxilemáticos grandes

y otros elementos xilemáticos incluidos en tejido parenquimático; floema parcialmente dividido, de 1 - 3 paquetes floemáticos separados por elementos escleróticos ligeramente desarrollados, (Fig. XXXVII).

H) Venas transversales

Poco frecuentes, la mayoría entre dos pequeñas venas longitudinales equidistantes de ambas superficies surgiendo desde la zona metaxilemática de cada vena, grosor aproximado de $10\ \mu$, formadas por un solo elemento vascular conductor, sin vaina, (Fig. XXXVIII).

I) Costilla central

Muy prominente, proyectada hacia la parte abaxial de la lámina, con un grosor de aproximadamente $4000\ \mu$ en la parte basal de las pinnas, disminuyendo gradualmente hacia la parte distal. Incluye cerca de 27 haces vasculares en la parte basal de cada pinna, agrupados en cuatro tamaños, distinguiéndose uno central bien desarrollado, un mediano, 4 de tamaño intermedio y alrededor de 21 haces pequeños; en el ápice sólo se presenta un haz vascular.

Vaina parenquimatosa externa presente, formada por células redondeadas, más pequeñas que las células parenquimáticas del mesófilo, incoloras y de paredes delgadas, más evidentes a cada lado de la costilla. Haces vasculares rodeados por un cilindro constituyendo la vaina esclerenquimatosa interna, compuesta por fibras bien desarrolladas, de paredes más engrosadas hacia la periferia de la vaina, el lumen celular es más amplio en las fibras internas. Fibras más abundantes hacia los polos de la costilla. El cilindro esclerótico generalmente es más grueso en la parte basal de cada pinna. La parte central de la costilla presenta células de paredes poco engrosadas y amplio lumen celular. Costilla unida a ambas superficies a través de la vaina esclerótica interna. (Fotos, II, IV y VI).

Haz vascular central incluido en un tejido de células parcialmente esclerotizadas; xilema con elementos proto y metaxilemáticos bien desarrollados y en posición adaxial, de 5 - 8 vasos metaxilemáticos grandes, envueltos por células parenquimáticas; floema siempre en posición abaxial formado por 2 - 5 paquetes floemáticos, el central más grande, los periféricos pequeños separados por elementos escleróticos poco desarrollados, paquete floemático central con fibras escleróticas adyacentes a manera de cascós. Haz vascular mediano localizado hacia la parte adaxial de la costilla; xi-

lema adaxial o abaxial, de 2 - 5 vasos metaxilemáticos grandes; floema en posición abaxial o adaxial dependiendo del nivel de la pinna observado, debido a que los tejidos vasculares, tanto xilema como floema, cambian su orientación a lo largo de su curso por la pinna; con un sólo paquete floemático, fibras adyacentes sólo en la parte basal de la pinna. Haces vasculares intermedios, 3 en posición adaxial y 1 abaxial respecto a la costilla, con elementos vasculares más reducidos; xilema representado por 1 - 4 vasos metaxilemáticos reducidos, rodeados por células parenquimáticas; floema no dividido, con fibras adyacentes sólo en la parte basal de las pinnas. Haces vasculares pequeños, éstos y los haces vasculares intermedios no guardan una orientación definida, es decir, las trasas vasculares cambian a lo largo de toda la pinna tanto en su orientación como en su número y tamaño. Los haces vasculares más pequeños generalmente están incluidos en el cilindro esclerótico por lo que los elementos vasculares están envueltos por fibras; xilema con 1 - 2 vasos metaxilemáticos pequeños; floema muy poco desarrollado, nunca dividido.

J) Células de expansión

Paquete de células de expansión localizado a cada lado de la costilla central en posición hipodermal formando parte del parénquima esponjoso abaxial, con células más grandes que las de éste tejido, de redondeadas a ovaladas, de paredes delgadas e incoloras, muy extendidas periclinalmente, sin incluir fibras. Estas células también se presentan en las zonas donde la hoja sufre algún doblez, (Fig. XXXIX).

K) Inclusiones celulares

a) Oxalato de calcio (rafidios)

Sacos de rafidios formados por células de paredes delgadas e incoloras, alargadas y de tamaño considerable, poco frecuentes, distribuidos en la parte media del mesófilo entre venas pequeñas, redondos en sección transversal y ovalados en sección longitudinal, miden de $20\ \mu$ - $50\ \mu$ de diámetro, contienen rafidios agrupados en paquetes dentro del saco formando maclas, de $60\ \mu$ - $80\ \mu$ de largo. Algunas células parenquimáticas del mesófilo contienen rafidios aunque más pequeños y no agrupados en paquetes, (Fig. XL, Foto, VIII).

b) Stegmata

Acumulaciones de silicato formando cuerpos cónicos y de base aplanada, incluidos en células de paredes delgadas llamadas "stegmata", localizados sobre las fibras de la vaina esclerótica, distribuidos en hileras paralelas al eje longitudinal de la hoja, comunes en todas las venas, (Fig. XL).

c) Taninos

A veces presentes en los estomas obstruyendo los ostiolos, las células oclusivas, o en mayor grado, a las pequeñas cámaras subestomáticas; no muy frecuentes, cuando se presentan son más abundantes en la epidermis abaxial.

- PECIOLLO (Foto, X).

A) Epidermis adaxial

a) Vista superficial

Similar a la epidermis abaxial, cutícula continua, células epidérmicas distribuidas en hileras paralelas, forma rectangular o rombohédrica, paredes celulares engrosadas, las anticlinales lineales, miden alrededor de 45.83μ de largo por 23.71μ de ancho. Complejo estomático formado por dos células oclusivas de forma ovalada con bordes engrosados delimitando el poro estomático, en torno a 39.74μ de largo y 10.38μ de ancho; dos células acompañantes laterales paralelas a las oclusivas, semirectangulares y con bordes redondeados, aproximadamente de 42.91μ de largo y 12.56μ de ancho; dos células acompañantes terminales cerca de 30.01μ de largo por 32.64μ de ancho, similares a las demás células epidérmicas. Estomas distribuidos irregularmente, más abundantes que en la epidermis abaxial. Índice estomático de hacia 1.18 (40X), (Fig. XLI).

B) Epidermis abaxial

a) Vista superficial

Epidermis muy homogénea, completamente cutinizada. Células epidérmicas rombohédricas o rectangulares, con bordes redondeados y paredes celulares engrosadas, las anticlinales lineales, miden aproximadamente 47.40μ de largo y 22.26μ de ancho; células distribuidas en hileras paralelas, con su eje longitudinal paralelo al eje longitudinal de la pinna. Numerosos estomas distribuidos irregularmente; similares a los de la lámina, formados por dos células oclusivas y cuatro células acompañantes, dos laterales y dos terminales; las oclusivas con bordes engrosados en su pared anticlinal in-

terna paralelos al eje longitudinal de la pinna, delimitando el ostiolo. Cada célula oclusiva mide cerca de 41.69μ de largo y 9.75μ de ancho, con forma ovalada; células acompañantes laterales semirectangulares, de bordes redondeados, paralelas a las oclusivas, miden en torno a 44.13μ de largo y 13.46μ de ancho; células acompañantes terminales localizadas hacia los polos del complejo estomático, similares a las demás células epidérmicas, miden alrededor de 34.81μ de largo por 30.45μ de ancho, son casi cuadradas y con bordes redondeados, menos diferenciadas que las células acompañantes laterales. Índice estomático de hacia 1.06 (40X), (Fig. XLII).

C) Cuerpo del pecfolo

a) Vista transversal

Epidermis monoestratificada, muy uniforme, células de aproximadamente 15.75μ , cutícula muy engrosada y continua, estomas similares a los de la lámina, semi hundidos. Banda de células parenquimáticas inmediatamente por debajo de la epidermis, mide alrededor de 57μ de ancho con células de paredes delgadas, redondas, más pequeñas que las del tejido fundamental central. Algunas células con cristales de oxalato de calcio en forma de rafi-dios. Tejido fundamental central delimitado por una banda discontinua a tra-vés del pecfolo, de células esclerotizadas. Haces vasculares incluidos en un tejido parenquimatoso, básicamente tres tamaños, los más grandes hacia el centro, distribuidos paralelamente formando de 3 - 4 arcos en forma de "V", con sus tejidos vasculares contrariamente orientados; xilema con 2 - 4 vasos metaxilemáticos grandes, elementos protoxilemáticos presentes rodeados por células parenquimáticas pequeñas; floema bien desarrollado, no dividido, rodeado por una vaina esclerótica poco desarrollada. La parte central que forman los haces vasculares, incluye gran cantidad de haces muy reducidos; xilema con 1 - 2 vasos metaxilemáticos y envueltos por teji-do parenquimatoso; floema no dividido, envuelto por una vaina fibrosa, (Fig. XLIV, Foto, X). Los haces vasculares periféricos, muy aglomerados, tejido vascular reducido; xilema con 1 vaso metaxilemático; floema no divi-dido, ambos envueltos por células parenquimáticas parcialmente escleroti-zadas, esta misma vaina envuelve varios haces y forma una estructura compac-ta; el margen adaxial sólo incluye pocos paquetes fibrosos aislados, los haces vasculares presentan una vaina fibrosa bien desarrollada y están in-cluidos en tejido parenquimatoso, (Fig. XLIII), la zona abaxial de pecfolo

incluye haces vasculares pequeños con vaina fibrosa bien desarrollada, en esta zona la vaina fibrosa es continua y junto con el tejido esclerótico que rodea a los haces vasculares, forman una zona mecánica de resistencia, (Fig. XLV). Tejido fundamental central lagunoso, formado por grandes células parenquimáticas, de paredes delgadas, redondeadas; este tejido incluye, además de los grandes haces vasculares, pequeños haces de tejido vascular muy reducido. Numerosos canales aéreos incluidos entre los haces vasculares centrales.

Stegmata asociados al cilindro esclerótico periférico, similares a los de la lámina, no se presentan en la vaina fibrosa de los haces vasculares.

2. TALLO, (Fig. II-b)

A) Corte transversal

Epidermis ausente, substituída por un tejido suberizado similar a la peridermis de las dicotiledóneas, aproximadamente de $200\ \mu$ de grosor, la zona más interna con células de paredes engrosadas y lumen celular reducido, la zona externa con células de paredes completamente suberizadas. Córtex cerca de $5000\ \mu$ de grosor formado principalmente por células parenquimáticas, de paredes delgadas, tangencialmente extendidas, más pequeñas que las del parénquima fundamental central, con pequeños espacios aéreos; incluye numerosos paquetes de fibras grandes y pequeños, irregularmente distribuidos, se presentan gran cantidad de stegmata distribuidos en hileras paralelas alrededor de los paquetes de fibras; cuerpos de stegmata cónicos incluidos en células de paredes delgadas, (Fig. XLVI).

Cilindro central separado del córtex a través de los haces vasculares periféricos, estos aunque esparcidos, se distribuyen en forma más agrupada que los centrales; cada haz con tejido vascular poco desarrollado; xilema representado por un solo vaso metaxilemático; floema no dividido; ambos en vueltas por una vaina fibrosa muy desarrollada hacia el floema y radialmente orientada, incluidos en tejido parenquimatoso, los más externos rodeados por células de paredes algo engrosadas y lumen celular amplio, (Figs. XLVII y XLVIII). Haces vasculares centrales dispersos, incluidos en un tejido parenquimatoso de células más grandes de las del córtex y tangencialmente extendidas, cada haz con elementos vasculares más grandes que los haces vasculares periféricos; xilema con 3 - 4 vasos metaxilemáticos, algu

nos haces conservan sus elementos protoxilemáticos; floema no dividido, con una vaina de una a dos capas de fibras y completada con células parenquimáticas más pequeñas que las que forman el tejido fundamental central, el xilema sólo está envuelto por células parenquimáticas. El parénquima fundamental central incluye numerosos canales aéreos y carece de fibras, (Fig. XLIX).

3. RAIZ, (Fig. III-b).

A) Corte transversal

Parte exterior de la raíz con células de paredes completamente suberizadas formando un tejido similar a la peridermis, grosor de la capa de 75μ aproximadamente; córtex externamente delimitado a través de una banda de parénquima con células pequeñas, irregulares, de paredes delgadas que incluye algunos espacios aéreos, su grosor aproximado es de 50μ ; hacia adentro del córtex, se presenta una zona de tejido esclerenquimatoso formado por células de paredes engrosadas y lumen celular angosto, (Fig. L); cerca de la zona media del córtex las células tienen paredes menos engrosadas y lumen celular amplio; la parte media del córtex está formada por células parenquimáticas de paredes delgadas, que incluyen numerosas fibras aisladas, de paredes poco engrosadas y amplio lumen celular, éstas fibras nunca presentan stegmatas, también dentro de esta zona encontramos numerosos y grandes canales aéreos, (Fig. LI). La parte interna del córtex con células más pequeñas que las de la parte media, sin espacios aéreos y con algunas fibras similares a las que se presentan en la parte media del córtex.

Cilindro estelar continuo, sistema vascular poliárquico, parte central ocupada por haces vasculares y fibras aisladas.

Endodermis uniseriada, células endodermiales de paredes tangenciales internas muy engrosadas, formando las bandas de Caspary, células de paso ausentes. Periciclo de una sola capa celular, células más grandes que las de la endodermis, infladas, tangencialmente extendidas y de paredes delgadas. Tejidos vasculares periféricos incluidos en un tejido esclerotizado, formado por fibras periféricas de paredes más engrosadas, el engrosamiento de las paredes disminuye gradualmente hacia el centro. Xilema principalmente representado por vasos metaxilemáticos grandes; numerosos ele-

mentos xilemáticos no bien definidos como paquetes, cada uno rodeado por células parenquimáticas pequeñas. Paquetes floemáticos grandes y pequeños, alternos con los vasos metaxilemáticos, algunos adyacentes al periciclo, los grandes, radialmente extendidos, (Fig. LII).

Haces xilemáticos centrales con un vaso metaxilemático grande rodeado por células parenquimáticas pequeñas; paquetes floemáticos poco numerosos, ambos envueltos en una vaina de células parcialmente esclerotizadas, a veces, la vaina incluye más de dos vasos metaxilemáticos y uno o varios paquetes floemáticos. Tejido fundamental formado por células parenquimáticas de paredes delgadas, de tamaño y forma muy similar a las del córtex, incluye numerosas fibras solitarias, no presenta canales aéreos, (Fig. LIII).

D) T A B L A I. DIFERENCIAS ANATOMICAS OBSERVADAS ENTRE LAS ESPECIES ESTUDIADAS.

E S T R U C T U R A S	<u>Opsiandra maya.</u>	<u>Opsiandra gomez-pompe.</u>
<u>H O J A</u>		
<u>A). Lámina foliar</u>		
I. <u>Epidermis adaxial:</u>		
Bandas costales	Poco evidentes	Muy evidentes
Largo de c. costales	14.50 μ - 40.50 μ	17.00 μ - 50.00 μ
Ancho de c. costales	15.25 μ - 23.25 μ	20.00 μ - 27.25 μ
Largo de c. intercostales	33.25 μ - 56.00 μ	35.50 μ - 70.00 μ
Ancho de c. intercostales	14.50 μ - 20.00 μ	19.00 μ - 26.75 μ
Largo de c. oclusivas	24.10 μ - 32.10 μ	27.20 μ - 33.00 μ
Ancho de c. oclusivas	3.28 μ - 5.84 μ	5.05 μ - 6.75 μ
Largo de C. acomp. laterales	16.40 μ - 29.85 μ	20.00 μ - 38.10 μ
Ancho de c. acomp. laterales	7.35 μ - 11.23 μ	6.80 μ - 11.75 μ
Largo de c. acomp. terminales	14.18 μ - 27.00 μ	18.60 μ - 34.60 μ
Ancho de c. acomp. terminales	20.70 μ - 28.77 μ	23.30 μ - 33.55 μ
Índice estomático	0.28 - 3.13	

T A B L A I. Continuación

E S T R U C T U R A S	<u>Opsiandra maya.</u>	<u>Opsiandra gomez-pompaе.</u>
<p>II. <u>Epidermis abaxial:</u></p> <p>Largo de c. costales</p> <p>Ancho de c. costales</p> <p>Largo de c. intercostales</p> <p>Ancho de c. intercostales</p> <p>Largo de c. oclusivas</p> <p>Ancho de c. oclusivas</p> <p>Largo de c. acomp. laterales</p> <p>Ancho de c. acomp. laterales</p> <p>Largo de c. acomp. terminales</p> <p>Ancho de c. acomp. terminales</p> <p>Indice estomático</p>	<p>18.25 μ - 46.00 μ</p> <p>12.75 μ - 20.25 μ</p> <p>27.00 μ - 50.00 μ</p> <p>12.75 μ - 20.50 μ</p> <p>24.70 μ - 33.40 μ</p> <p>4.40 μ - 6.30 μ</p> <p>19.50 μ - 30.40 μ</p> <p>4.90 μ - 7.26 μ</p> <p>23.20 μ - 43.50 μ</p> <p>14.90 μ - 24.50 μ</p> <p>4.11 - 8.87</p>	<p>25.00 μ - 62.25 μ</p> <p>17.25 μ - 21.50 μ</p> <p>28.75 μ - 68.00 μ</p> <p>16.00 μ - 20.50 μ</p> <p>27.70 μ - 34.70 μ</p> <p>5.95 μ - 6.94 μ</p> <p>21.70 μ - 28.60 μ</p> <p>6.00 μ - 9.45 μ</p> <p>23.20 μ - 44.70 μ</p> <p>19.10 μ - 27.70 μ</p> <p>6.33 - 9.06</p>
<p>III. <u>Mesófilo:</u></p> <p>1. Grosor del parénquima:</p> <p> a) en empalizada</p> <p> b) esponjoso</p> <p>2. Grosor total:</p> <p> a) hacia el márgen</p> <p> b) hacia la zona media de la pinna</p>	<p>Angosto</p> <p>51.20 μ - 90.00 μ</p> <p>72.80 μ - 135 μ</p> <p>± 128 μ</p> <p>± 225 μ</p>	<p>Ancho</p> <p>62.40 μ - 112 μ</p> <p>93.60 μ - 168 μ</p> <p>± 156 μ</p> <p>± 280 μ</p>

T A B L A I. Continuación

E S T R U C T U R A S	<u>Opsiandra maya.</u>	<u>Opsiandra gomez-pompa.</u>
3. Fibras no vasculares en la base de las pinnas:	más de 3 paquetes	2 ó 3 paquetes
4. Venas terciarias:		
a) vasos metaxilemáticos	1	1 ó 2
5. Venas principales:		
a) vasos metaxilemáticos	2 - 4	2 - 6
b) paquetes floemáticos	3 - 4	1 - 3
6. Costilla central:		
a) grosor en la base de las pinnas	± 2000 μ	± 4000 μ
b) cantidad de paquetes de fibras en la base de las pinnas	mayor	menor
c) cilindro esclerótico	delgado	grueso
d) No. de haces vasculares	± 19	± 27
e) Tamaños:		
.) grande	1 central y bien desarrollado	1 central y bien desarrollado
.) mediano	2 - 3	1
.) intermedio	- - -	4
.) pequeños	± 15 periféricos, poco desarrollados.	± 21 periféricos, poco desarrollados.

T A B L A I. Continuación

E S T R U C T U R A S	<u>Opständra maya.</u>	<u>Opständra gomez-pompae.</u>
f) Haz vascular central:		
.) vasos metaxilemáticos	4 - 7	5 - 8
.) paquetes floemáticos	1 - 5	2 - 5
g) Haces vasculares medianos:		
.) vasos metaxilemáticos	1 - 3	2 - 5
h) Haces vasculares intermedios:		
.) vasos metaxilemáticos	- - -	1 - 4
i) Haces vasculares pequeños:		
.) vasos metaxilemáticos	sólo 1	1 - 2
7. Rafidios:	frecuentes	poco frecuentes
a) diámetro del saco	20 μ - 57 μ	20 μ - 50 μ
b) largo de cristales	69 μ - 200 μ	60 μ - 80 μ
<u>B). Pecfolo</u>		
I. <u>Epidermis adaxial</u>		
Largo de c. epidérmicas	21.50 μ - 62.50 μ	29.50 μ - 71.00 μ
Ancho de c. epidérmicas	16.75 μ - 25.00 μ	13.00 μ - 28.25 μ
Largo de c. oclusivas	32.00 μ - 41.25 μ	31.75 μ - 44.75 μ
Ancho de c. oclusivas	7.00 μ - 10.50 μ	8.50 μ - 12.75 μ

T A B L A I. Continuación

E S T R U C T U R A S	<u>Opsitandra maya.</u>	<u>Opsitandra gomez-pompa.</u>
Largo de c. acomp. laterales	33.25 μ - 50.00 μ	34.75 μ - 47.50 μ
Ancho de c. acomp. laterales	9.25 μ - 13.50 μ	10.00 μ - 16.50 μ
Largo de c. acomp. terminales	18.25 μ - 36.75 μ	20.25 μ - 37.25 μ
Ancho de c. acomp. terminales	20.00 μ - 32.50 μ	25.00 μ - 42.00 μ
Indice estomático	0.34 - 1.22	0.80 - 1.58
<u>II. Epidermis abaxial</u>		
Largo de c. epidérmicas	25.00 μ - 54.75 μ	33.75 μ - 67.50 μ
Ancho de c. epidérmicas	17.25 μ - 29.75 μ	16.25 μ - 29.50 μ
Largo de c. oclusivas	33.50 μ - 45.75 μ	32.75 μ - 48.00 μ
Ancho de c. oclusivas	7.00 μ - 11.25 μ	6.75 μ - 11.50 μ
Largo de c. acomp. laterales	35.50 μ - 26.25 μ	35.25 μ - 50.00 μ
Ancho de c. acomp. laterales	10.25 μ - 15.25 μ	10.00 μ - 19.25 μ
Largo de c. acomp. terminales	21.25 μ - 35.50 μ	28.00 μ - 48.25 μ
Ancho de c. acomp. terminales	18.75 μ - 41.50 μ	17.50 μ - 39.75 μ
Indice estomático	0.41 - 1.39	0.43 - 1.41
<u>III. Cuerpo del pecfelo:</u>		
1. Zona parenquimática marginal	‡ 28.25 μ de grosor	‡ 57 μ de grosor
2. Banda esclerótica periférica: a) adaxial	continua, conspicua	discontinua, poco conspicua

T A B L A I. Continuación

E S T R U C T U R A S	<u>Opsiandra maya.</u>	<u>Opsiandra gomez-pompe.</u>
b) abaxial 3. No. de arcos formados por los haces vasculares centrales 4. Haces vasculares a) centrales b) intermedios c) periféricos	continua, conspicua 2 - 3 de dos tamaños 2 vasos metaxilemáticos grandes - - - poco aglomerados	discontinua, poco conspicua 3 - 4 de tres tamaños 2 - 4 vasos metaxilemáticos grandes 1 - 2 vasos metaxilemáticos muy aglomerados
<p><u>T A L L O</u></p>		
1. Grosor del córtex 2. Cilindro esclerótico periférico 3. Haces vasculares a) periféricos b) centrales	$\pm 2000 \mu$ continuo, bien desarrollado congregados 1 - 2 vasos metaxilemáticos 2 - 3 vasos metaxilemáticos grandes	$\pm 5000 \mu$ discontinuo, poco desarrollado dispersos sólo 1 vaso metaxilemático 3 - 4 vasos metaxilemáticos grandes
<p><u>R A I Z</u></p>		
1. Córtex a) zona del parénquima cortical externo b) zona de esclerénquima c) zona interna del córtex	$\pm 100 \mu$ de grosor discontinua con pocas células esclerotizadas	$\pm 50 \mu$ de grosor continua, muy ancha con numerosas células esclerotizadas

T A B L A I: Continuación

E S T R U C T U R A S	<u>Opsiandra maya.</u>	<u>Opsiandra gomez-pompa.</u>
<p>2. Periciclo</p> <p>3. Elementos vasculares, distribución y arreglo</p>	<p>1 - 2 capas celulares</p> <p>congregados y radiales</p>	<p>sólo 1 capa celular</p> <p>dispersos e irregulares</p>

VI. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Como se ha mencionado anteriormente, las palmas comunmente crecen en lugares poco accesibles, siendo plantas difíciles de coleccionar, por lo que frecuentemente sólo se cuenta con un número reducido de ejemplares para el estudio anatómico de las especies. Las especies aquí estudiadas estuvieron representadas por un número reducido de ejemplares, además de que generalmente siempre resulta difícil manejar en el laboratorio un tamaño de muestra idealmente representativo de la población de cada una de las especies a estudiar; por otro lado en la práctica, durante el manejo de las muestras en el laboratorio sólo es posible el estudio detallado de un número de plantas relativamente pequeño.

A partir del análisis microscópico de hoja, tallo y raíz, es posible reconocer cada una de las especies incluidas dentro del género Opsiandra.

El criterio de separación establecido, no es resultado de unos cuantos rasgos anatómicos aislados sino de la suma total de los mismos. De acuerdo con los resultados obtenidos (Tabla I.), se observa que existen diferencias notables, entre las dos especies del género Opsiandra. La hoja, incluyendo lámina y pecíolo, contiene mayor cantidad de rasgos anatómicos constantes y de valor taxonómico para cada una de las especies, en comparación con el tallo y la raíz.

1. HOJA

A) Lámina foliar

a) Epidermis

En una primera estimación, la epidermis de ambas especies es similar, siendo una de las principales diferencias el tamaño celular. Tomando en cuenta los valores promedio obtenidos en cada uno de los parámetros analizados (Tabla I), O. gomez-pompa muestra células epidérmicas de mayor tamaño en ambas superficies, comparada con el tamaño que presentan las células epidérmicas de O. maya. Las células oclusivas y acompañantes del complejo estomático siguen un patrón similar en ambas especies, donde también se observa que los valores promedio de las células de O. gomez-pompa son mayores. En la epidermis abaxial, a pesar de que el tamaño celular es mayor en O. gomez-pompa, las diferencias en el largo de las

células del complejo estomático son pocas, por lo que podemos decir que estas especies difieren sólo en el ancho de las mismas células.

Además del tamaño celular, otros caracteres que permiten distinguir-las, por ser los más evidentes son: la epidermis adaxial de O. gomez-pompae muestra bandas costales bien definidas, además de presentar mayor cantidad de estomas por unidad de área, reflejado a través del índice estomático, mientras que en O. maya las bandas costales no son tan evidentes y su índice estomático es menor; también en la epidermis abaxial, el índice estomático de O. maya es menor, pero a diferencia de la epidermis adaxial, el índice estomático de la epidermis abaxial no es muy diferente entre las dos especies.

En general, dentro de la epidermis de la lámina foliar, se encontró que aún cuando existen diferencias notables en la superficie abaxial de ambas especies, éstas están más asentuadas en la superficie adaxial.

Considerando que O. gomez-pompae tiene estructuras vegetativas más grandes, es de esperar que exista una relación directa con el desarrollo y tamaño de sus estructuras anatómicas.

Tomlinson (1961), ha reportado que el género Gaussia con dos especies, G. attenuata (O. F. Cook) Beccari y G. princeps Wendl., el cual está estrechamente relacionado con el género Opsiandra, muestra numerosos estomas uniformemente esparcidos en la superficie adaxial; considerando que O. gomez-pompae presenta un mayor índice estomático en la superficie adaxial con respecto a O. maya se puede pensar que existe una mayor afinidad de O. gomez-pompae con el género Gaussia y en especial con G. princeps. Otro punto que las hace afines es el hecho de que en éstas dos últimas especies, las bandas costales de la superficie adaxial son más evidentes, que en O. maya.

b) Mesófilo

Aún cuando la estructura del mesófilo varía dependiendo de condiciones ambientales que afecten a la planta, se observa que ambas especies presentan dos tipos de parénquima dentro del mesófilo. Sin embargo, en O. gomez-pompae tanto el grosor del parénquima esponjoso como del mesófilo completo es mayor. Por otra parte, analizando el tejido conductor de las especies, O. maya presenta menor número de vasos metaxilemáticos tanto en las venas terciarias como en las principales a lo largo de toda la pinna, con res-

pecto a los encontrados en O. gomez-pompae, mientras que el número de paquetes floemáticos es mayor en O. maya.

c) Costilla central

La costilla central es una estructura muy importante en la descripción de cada una de las especies. Como se ha venido mencionando, el tamaño de las estructuras anatómicas de O. gomez-pompae está muy relacionado con su complejidad morfológica, esto se manifiesta en la mayor prominencia de la costilla, tanto en la base, como a lo largo de toda la pinna, además de presentar al igual que en las venas del mesófilo, un mayor y más variado tamaño de haces vasculares incluidos, el número de vasos metaxilemáticos y de paquetes floemáticos es mayor en O. gomez-pompae, todo esto junto con un acentuado desarrollo del cilindro esclerótico periférico permite que O. gomez-pompae se reconozca fácilmente de O. maya.

Una forma por la cual O. maya puede ser reconocida es el hecho de que presenta mayor cantidad de paquetes de fibras asociados a cada lado de la costilla central, además de un cilindro esclerótico delgado; aún cuando en O. gomez-pompae se presentan algunos paquetes de fibras, éstos son poco evidentes. La presencia de paquetes de fibras asociados a la costilla central de O. maya puede explicarse como un reforzamiento mecánico de esta zona central, mientras que en O. gomez-pompae, esta zona se ve reforzada a través del desarrollo de un cilindro esclerótico grueso.

Por otra parte, los cristales de oxalato de calcio en forma de rafidios se encuentran como una respuesta relacionada directamente con el metabolismo de la planta y con el medio externo a ella, éstos sólo son evidentes en la lámina por estar asociados a los tejidos de asimilación. A pesar de que difieren en cuanto a tamaño y abundancia, en ambas especies, no es una peculiaridad constante, por lo que no se puede establecer una distinción taxonómica a partir de ellos.

B) Pecfolo

a) Epidermis

Con respecto a la epidermis del pecfolo, también se observan diferencias elocuentes entre ambas especies. A partir de los valores promedio de cada una de las mediciones, encontramos que tanto la epidermis adaxial como la abaxial de O. gomez-pompae muestra células epidérmicas de mayor tamaño, observándose la misma tendencia en las células oclusivas y acompañantes del

complejo estomático; la diferencia en cuanto a la abundancia de estomas, reflejada a través del índice estomático, está más asentuada en la epidermis adaxial de ambas especies.

b)Cuerpo del pecfolo

El pecfolo, al igual que el tallo y la raíz a pesar de ser órganos con estructuras anatómicas más comunes entre distintas especies, en comparación con la lámina, presenta caracteres muy particulares que en conjunto permiten distinguir una y otra especie.

O. maya presenta una franja parenquimática marginal muy angosta en comparación con la de O. gomez-pompae, mientras que el tejido esclerótico de ésta última es discontinuo y poco evidente en comparación con el observado en O. maya.

En O. maya las zonas periféricas del pecfolo se ven muy reforzadas por el tejido esclerótico y las vainas fibrosas de los haces vasculares periféricos, mientras que en O. gomez-pompae éstas mismas sólo presentan unos cuantos paquetes de fibras aislados, a pesar de que los haces vasculares periféricos están muy congregados y presentan una vaina fibrosa bien desarrollada.

Una de las peculiaridades anatómicas más distintivas del género se manifiestan en el arreglo de sus haces vasculares centrales, las especies se pueden reconocer por el número de arcos que presentan además del número y tamaño de los haces vasculares. O. maya presenta haces vasculares centrales de un solo tamaño, la mayoría con dos vasos metaxilemáticos; O. gomez-pompae muestra haces vasculares centrales de dos tamaños, de estos, los más grandes con tres vasos metaxilemáticos amplios, los pequeños con uno o dos vasos metaxilemáticos de lumen más reducido.

De acuerdo a Klotz (1978), las especies que presentan un mayor número de vasos metaxilemáticos en el pecfolo, son más primitivas, por lo que la presencia de un menor número de vasos, así como una menor complejidad en la estructura del pecfolo se considera como carácter más avanzado de O. maya, con respecto a O. gomez-pompae, según la tendencia hacia la reducción de las partes estructurales.

Con respecto a los canales aéreos, O. maya presenta mayor cantidad de ellos en su pecfolo con respecto al pecfolo de O. gomez-pompae.

2. TALLO

Drude (1889), establece que especies relacionadas cercanamente y con hábitat diferentes, pueden tener estructuras anatómicas también diferentes, mientras que grupos no relacionados filogenéticamente, pero con hábitat similares muestran una mayor similitud en sus estructuras anatómicas con respecto al tallo y la raíz. Los resultados obtenidos para el género Opsiandra, nos muestran que dos especies directamente relacionadas que comparten hábitat similares, pueden presentar suficientes diferencias en el tallo como para distinguirlas. Además, que el arreglo de los tejidos del tallo, dependen directamente de caracteres morfológicos tales como: longitud del tallo, diámetro del tronco, distancia entre los nudos, y que éstos a su vez, dependen de la relación de equilibrio fisiológico que establezcan con el clima en que habita cada especie.

O. maya presenta un córtex angosto debido a que la vaina esclerótica de los haces vasculares periféricos en esta especie, está más desarrollada y se encuentra radialmente extendida hacia la zona correspondiente al córtex; por otra parte, el córtex de O. gomez-pompae es más grueso, más evidente y la vaina esclerótica de los haces vasculares periféricos no se encuentra muy desarrollada. La presencia de un soporte mecánico más compacto en O. maya formado por tejido esclerótico bien desarrollado y haces vasculares periféricos abundantes, con vaina fibrosa muy extendida, se explica como una adaptación ecológica de un tallo relativamente delgado, con nudos muy separados, que alcanza grandes alturas. El tallo de O. gomez-pompae no requiere del desarrollo de este soporte mecánico ya que tiene un tronco de mayor diámetro con entrenudos más cortos, aún cuando la longitud de su tallo sea mayor que la de O. maya.

Una diferencia notable es el hecho de que O. gomez-pompae cuenta con 3 ó 4 vasos metaxilemáticos en la mayorfa de sus haces vasculares centrales mientras que los de O. maya tienen 2 ó 3. No obstante que los haces vasculares centrales de O. maya presenten elementos más grandes y una vaina parenquimática más pequeña respecto a O. gomez-pompae, no se pueden considerar como caracteres distintivos hasta no estar completamente seguros de que se están comparando los mismos niveles en los tejidos vasculares de los tallos.

3. RAIZ

Las peculiaridades anatómicas de la raíz dependen más de su diámetro que de la posición taxonómica de las especies a las que pertenecen. En este caso siempre se mantuvieron los mismos diámetros en las dos especies. Al comparar las raíces surgen diferencias tales como el grosor del parénquima cortical externo relacionado directamente con el grado de desarrollo del tejido esclerótico; generalmente a un menor grosor del parénquima le corresponde un esclerénquima continuo y bien desarrollado como se presenta en O. gomez-pompae, a diferencia de O. maya, en donde la banda que forma el parénquima cortical es más gruesa, además de que el esclerénquima está poco desarrollado y es discontinuo. Cabe señalar que la apariencia y situación del tejido esclerotizado varía considerablemente aún en raíces de una misma especie, por lo que a pesar de que existen diferencias a este nivel, no podemos considerarlas como notables. El cilindro central muestra peculiaridades propias de cada especie, como se observa en la Tabla I. O. maya presenta un periciclo de una a dos capas de células además de que los elementos vasculares periféricos están más congregados y los paquetes xilemáticos son muy evidentes, mientras que en O. gomez-pompae el periciclo está constituido por una capa celular en forma constante, los elementos vasculares están dispersos y los paquetes xilemáticos aún cuando están delimitados no guardan un arreglo radial definido.

Los caracteres anatómicos que se consideran de valor taxonómico, por ser los más constantes en cada una de las especies del género Opsiandra son:

HOJA:

Lámina foliar.- Tamaño de las células epidérmicas, evidencia de las bandas costales, índice estomático, abundancia de fibras no vasculares, número de vasos metaxilemáticos y prominencia de la costilla central.

Pecíolo.- Tamaño de las células epidérmicas, índice estomático, número de arcos formados por los haces vasculares centrales y número de vasos metaxilemáticos.

TALLO:

Grosor de la franja esclerótica periférica y número de vasos metaxilemá

ticos.

RAIZ:

Número de capas celulares en el periciclo, arreglo del tejido vascular.

La plasticidad de algunos rasgos anatómicos no permite que se conozcan con exactitud los caracteres anatómicos propios de una especie, sin embargo, algunos otros permanecen constantes y reflejan más cercanamente las características internas de la especie, por lo que aún cuando la estructura anatómica de ambas especies es muy similar, existen diferencias, que en conjunto nos llevan a distinguirlas.

Dado que una especie está representada por varios individuos y tomando en cuenta que existe una variabilidad fenotípica entre ellos, también reflejada en su anatomía, es indispensable llegar a conocer el rango de variabilidad intraespecífica, al igual que detectar con exactitud cuáles son las estructuras anatómicas plásticas de los géneros, para intentar establecer criterios de características anatómicas que determinan a una especie.

Al analizar en conjunto todos los caracteres anatómicos de cada una de las especies, se observa que O. maya presenta una menor complejidad y menor tamaño de sus estructuras anatómicas, comparadas con las que presenta O. gomez-pompa. La apariencia morfológica de cada una de las especies está directamente relacionada con su estructura anatómica interna.

Si bien los caracteres anatómicos por sí solos no definen con exactitud los límites entre una y otra especie, sí contribuyen a su identificación y clasificación. El criterio de separación de estas dos especies, primeramente establecido a partir de evidencias morfológicas, corresponde y está reforzado por las evidencias dadas a partir de un criterio anatómico.

VII. BIBLIOGRAFIA

A) Citada

1. BLOMBERG, A. and T. RODD. 1982. Palmas: An informative, practical guide to palms of the world: their cultivation, care and landscape use. 1a. ed. p. 199. Angus and Robertson Publishers, London.
2. BOBISUT, D. 1904. Zur Anatomie einiger Palmenblätter. S. B. Akad. Wiss. Wien., 113: 345-78.
3. BRANNER, J.C. 1884. The course and growth of the fibro-vascular bundles in Palms. Proc. Amer. Phil. Soc. 21: 459-83.
4. BRIGGS, D. 1975. "Genecological studies of lead tolerance in groundsel (Senecio vulgaris L.)". New Phytol (1976) 77 (1): 173- 186.
5. COOK, O. F. 1923. Opsiandra maya. J. Wash. Acad. Sci. 13: 179- 184.
6. CORMACK, B. G. 1896. On polystelic roots of certain palms. Trans. Linn. Soc. Lond. Bot. 5: 275- 86.
7. DAVIS, T. A. 1961. High root pressure in palms. Nature., 192: 277-278.
8. DRABBLE, E. 1904. On the anatomy of the roots of palms. Trans. Linn. Soc. Lond. Bot. 6: 427- 90.
9. DRUDE, O. 1889. Palmae, En: Engler and Prantl, Die Natürlichen Pflanzenfamilien, 1a. ed. Teil 2, Abt. 3; 1- 93. Leipzig.
10. GILLAIN, G. 1900. Beiträge zur Anatomie der Palmen und Pandanaceen Wurzeln. Bot. Zbl. 83: 337- 412.
11. GLASSMAN, S. F. 1972. Systematic studies in the leaf anatomy of palm genus Syagrus. J. Amer. Bot. 59: 775- 788.
12. HELM, J. 1936. Das Erstarkungswachstum der Palmen und einiger anderer Monokotylen, zugleich ein Beitrag zur Frage des Erstarkungswachstums der Monokotylen überhaupt. Planta 26: 319- 64.
13. JOHANSEN, D. A. 1940. Plant Microtechnique. 1a. ed. Mc. Graw Hill., New York. 503 pp.

14. KARSTEN, H. 1847. Die Vegetationsorgane der Palmen. 1a. ed. p. 163. Berlin.
15. KLOTZ, L. H. 1977. A systematic survey of the morphology of tra-
cheary elements in palms. Ph. D. Thesis. Cornell
University Ithaca, New York. 229 p.
16. KLOTZ, L. H. 1978. The number of wide vessels in petiolar vascu-
lar bundles of palms: an anatomical feature of sys-
tematic significance. Principes 22: 64- 9.
17. MANGIN, L. 1882. Origine et insertion des racines adventives et
modifications corélatives de la tige chez les Mo-
nocotylédones. Ann. Sci. Nat. 14: 216- 363.
18. MARTIUS, C. F. P. 1823-50. "Historia Naturalis Palmarum". 3 vols.,
Munich.
19. MOORE, H. E. Jr. 1973. The major groups of palms and their distri-
bution. p. 115., L. H. Bailey Hortorium of the New
York State College of Agriculture and life Scien-
ces, Cornell University, Ithaca, New York 14850.
115 pp.
20. MURRAY, S. G. 1971. The developmental anatomy of certain palm fru-
its. Ph. D. Thesis. Cornell University, Ithaca.,
New York.
21. QUERO, H. J. 1982. Opsiandra gomez-pompa, a new species from
Oaxaca, México. Principes 26 (3): 144- 149.
22. RADFORD, A. E., DICKISON, W. C., MASSEY, J. R., and BELL, R. C.
1974. Vascular Plant Systematics. 1a. ed. p. 891.
Harper and Row. New York, Evanston, San Francisco,
London.
23. READ, R. W. 1975. The Genus Thrinax (Palmae: Coryphoideae). Smith-
sonian Contributions to Botany. 19: 41- 44. Washing-
ton.
24. ROMAN, B. 1971. Tejidos Vegetales. 2a. ed. Bruño, Madrid España,
61 pp.
25. RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. 1a. ed. Limusa, México.
432 pp.

26. SASS, J. E. 1961. Botanical Microtechnique. 3a. ed. The Iowa State University Press., Ames Iowa. 221 pp.
27. SCHOUTE, J. C. 1912. Uber das Dickenwachstum der Palmen. Ann. Jard. Bot. Buitenz 11 ser. 2(26): 1- 209.
28. SOKAL, R. R. and F. J. ROHLF. 1969. Biometry. ed. W. H. Freeman and Company, San Francisco. p. 387- 395.
29. SOLEREDER, H. and F. J. MEYER. 1928. Systematische Anatomie der Monocotyledonen. Berlin. 85 pp.
30. SOUSA, S. M., O. V. TELLEZ, et al. 1982. Imágenes de la Flora Quintanarroense. 1a. ed. CIQRO, México. 224 pp.
31. TAMMES, P. M. L. 1958. Micro and Macro nutrients in sieve-tube sap of palms. Acta Bot. Neerl. 7: 233- 234.
32. TOMLINSON, P. B. 1957. Current Work on the Systematic Anatomy of Palms. Principes 1: 163- 173.
33. TOMLINSON, P. B. 1961. Anatomy of the Monocotyledons. II Palmae. Oxford University Press., Great Britain. 453 pp.
34. UHL, N. W. 1966. Morphology and anatomy of the inflorescence axis and flowers of a new palm Aristeyera spicata. J. Arnold Arbor. 47: 9- 22.
35. UHL, N. W. 1972. Floral Anatomy of Chelyocarpus, Cryosophila and Itaya, Palmae. Principes 16 (3): 89- 100.
36. UHL, N. W. 1972. Leaf anatomy in the Chelyocarpus alliance. Principes 16 (3): 101- 110.
37. ZIMMERMANN, M. H. 1966. Translocation of water and nutrients in Palms. Principes 10: 105- 114.

B) Consultada

1. ANDERSON, A. B. 1976. "In Search of wax Palms". Principes 20: 127- 135.
2. ANDERSON, A. B. 1978. "The names and uses of palms among a Tribe of Yanomama Indians". Principes. 22: 30- 41.
3. BAILEY, I. W. 1964. Contributions to Plant Anatomy. Chronica Botanica Company., Waltham, Mass., U. S. A.

4. BALICK, M. J. 1976. "The Palm heart as a new commercial crop from Tropical America". Principes 20: 25- 28.
5. BALL, E. 1941. The development of the shoot apex and of the primary thickening meristem in Phoenix canariensis Chaub., with comparison to Washingtonia filifera Wats. and Trachycarpus excelsa Wendl. Amer. J. Bot. 28: 820-32.
6. BARRY, D. Jr. 1961. Palms for home and greenhouse. Principes 5: 13- 20.
7. BECKERMAN, S. 1977. "The use of palms by the Barí Indians of the Maracaibo Basin". Principes 21: 143- 154.
8. BURRET, M. 1953-1956. "Systematische uebersicht ueber die gruppen der Palmen". Mitt. Bot. Gart. Mus. Berlin 1 (1): 59-74; 1953; (3): 350- 358, 1956.
9. BUTTENSCHAW, W. R. 1906. "The economic uses of Palms". Agr. News. 5 (119-120): 366- 382.
10. CARLQUIST, S. 1961. Comparative Plant Anatomy. Holt, Rinehart and Winston., New York.
11. CHALK, L. 1944. "On the taxonomic value of the anatomical structure of the vegetative organs of the dicotyledons. 2. The taxonomic value of wood anatomy. Proceedings inn. Soc. of London. 155: 214- 218.
12. CHOWBURY, K. A. 1961. Limitations of anatomical aid to taxonomy of Angiosperms. Recent Advances in Botany. 1: 150-155.
13. CONSTANTIN, J. 1885. "Recherches sur l'influence qu'exerce le milliev sur la structure des rasines. Ann. Sci. Nat. 1: 135- 82.
14. CORNER, E. J. H. 1966. The Natural History of Palms. 1a. ed. University of California Press. Los Angeles. 393 pp.
15. CORTES, F. 1980. Histología Vegetal Básica. 1a. ed., R. Blume., Madrid España. 125 pp.
16. CUTLER, D. F. 1970. New research in plant anatomy. N. K. B. Robson D. F. Academic Press., London 250 pp.

17. CUTLER, D. F. 1978. Applied Plant Anatomy. Longman Group Limited London. 260 pp.
18. CUTTER, G. E. 1969. Plant Anatomy: Experiment and Interpretation. Part. I, Cells and Tissues. 1a. ed. Edward Arnold. Great Britain. 168 pp.
19. CUTTER, G. E. 1971. Plant Anatomy: Experiment and Interpretation. Part. II, Organs. 1a. ed. Edward Arnold. Great Britain. 343 pp.
20. DAHLGREN, B. E. 1944. Economic products of Palms. Trop. Woods., 78: 10- 35.
21. DRANSFIELD, J. 1976. "Palm Sugar in East Madura". Principes 20: 83- 90.
22. DRANSFIELD, J. 1976. "Palm in the everyday life of west Indonesia". Principes 20: 39- 47.
23. DUKE, J. A. 1977. "Palms as Energy Sources: A Solicitation". Principes 21: 60- 62.
24. DULTA, B. 1961. "Some interesting features in the root anatomy of the seedling of Borassus flabellifer". Linn. Sci. Cult., 27: 578- 579.
25. DUNN, D. B., G. K. SHARMA y C. C. CAMPBELL. 1965. Stomatal patterns in dicotyledons and monocotyledons. Amer. Midl. Nat. 74: 185- 195.
26. ESAU, K. 1965. Plant Anatomy. 2a. ed. John Wiley and Sons, Inc., New York. 779 pp.
27. FAHN, A. 1974. Plant Anatomy. 1a. ed. H. Blume., Madrid España. 643 pp.
28. FLORESTA, R. 1905. Ricerche sul periderma delle Palme. Contr. Biol. Veg., Palermo, 3: 333- 354.
29. FOSTER, A. S. 1949. Practical Plant Anatomy. 2a. ed. D., Van-Nosstrand Company., New York. 597 pp.
30. FOSTER, A. S. y E. M. GIFFORD. 1959. Comparative Morphology of vascular Plants. W. H. Freeman and Company., San Fco. and London. 555 pp.
31. FREGOSO, G. 1946. "Las palmas de México". Indust. For. 1 (9): 19- 21; 1 (10): 15- 27.

32. FRITSCH, F. E. 1903. The use of anatomical characters for systematic purposes. *New Phytol.* 2: 177- 184.
33. GOMEZ_POMPA, A. 1963. El género "Opsiantra" en México. *Bol. Soc. Bot. México* 28: 23 - 27
34. GROOT, J. 1969. The use of silicone rubber plastic for replicating leaf surfaces. *Acta Bot. Neerl.* 18 (6): 703 - 708.
35. HABERLANDT, G. F. J. 1965. Physiological Plant Anatomy. From the 4a. ed. by Montagu Drummond., New Delhi., Today and Tomorrow's Book. 777 p.
36. HODGE, W. H. 1965. "Palm Cabbage". *Principes* 9: 124. 131.
37. JOHNSON, D. 1975. "Some Palm products of the Peruvian Amazon". *Principes* 19: 78 - 79.
38. JOHNSON, D. 1982. "Commercial Palm products of Brazil". *Principes* 26: 141 - 143.
39. KITZKE, D. E. and D. JOHNSON. 1975. "Commercial Palm products other than oils". *Principes* 19: 3 - 26.
40. LEVI-STRAUSS, C. 1952. The use of wild plants in Tropical South America. *Economic Bot.* 6: 255- 258.
41. METCALFE, C. R. 1962. Comparative anatomy as a modern botanical discipline with special reference to recent advances in the systematic anatomy of the monocotyledons. En: R. D. Preston (ed.) *Advances in Botanical Research I*. Academic Press., New York. p. 101 - 147.
42. MILLER, R. H. 1964. "The versatile sugar Palm". *Principes* 8: 115- 147.
43. MIRANDA, F. y E. X. HERNANDEZ. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. p. 29 - 179. *Bol. Soc. Bot. de México* 28: 29 - 179.
44. MOHL, H. 1824. De structura Palmarum. En: Martius, Historia Naturalis Palmarum., 3 vols. Munich.
45. MOORE, H. E. Jr. y N. W. UHL. 1973. The monocotyledons: their evolution and comparative biology, IV Palms and the origin and evolution of monocotyledons. *Q. Rev. Biol.* 48: 414 - 36.

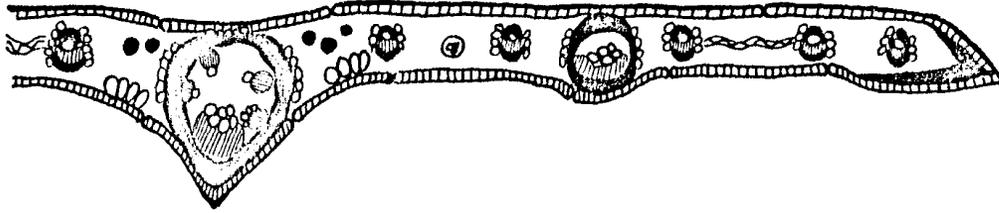
46. MOORE, H. E. Jr. y N. W. UHL. 1982. Major trends of evolution in Palms. Bot. Rev. 48: 1 - 69.
47. NAUMANN, A. 1887. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Palmenblätter. Flora Jena 70: 193 - 253.
48. PALIWAL, G. S. 1969. Stomatal ontogeny and phylogeny. I Monocotyledons. Acta Bot. Neerl. 18 (5): 654 - 668.
49. PARTHASARATHY, M. V. 1968. Observations on metaphloem in the vegetative parts of palms. Amer J. Bot. 55: 1140-68.
50. PARTHASARATHY, M. V. 1974. Ultrastructure of phloem in palms. I, II, III. Protoplasma 79: 59 - 315.
51. PARTHASARATHY, M. V. 1980. Mature phloem of perennial Monocotyledons. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 93: 57 - 70.
52. PARTHASARATHY, M. V. y P. B. TOMLINSON. 1967. Anatomical Features of metaphloem in stems of Sabal, Cocos y two other palms. Amer. J. Bot. 54: 1143 - 51.
53. PFISTER, R. 1892. Beitrag zur vergleichender Anatomie der Sabaleenblätter. Diss. Zurich. 51 pp.
54. PHILIPP, M. 1923. Über die verkorkten Abschlussgewebe der Monocotylen. Bibl. Bot. Stuttgart, 92: 1 - 27.
55. RAMIREZ, C. D. 1943. "Algunas palmas útiles". Esta Sem. 9(420): 21 - 24.
56. ROBERTSON, B. L. 1978. "Raphide sacs as epidermal appendages in Jubaeopsis caffra. Palmae". Ann. Bot. Lond. 42(178): 489 - 490.
57. ROTH, I. 1968. Organografía comparada de las plantas superiores. Universidad Central de Venezuela., Caracas Ven. 229 pp.
58. SATAKE, T. 1962. A new system of the classification of Palmae. Hikobia 3: 112 - 133.
59. SCHOLANDER, P. F., E. HEMMINGSEN and W. GAREY. 1961. Cohesive lift of sap in the rattan vine. Science 134: 1835 - 1838.

60. SCHULTES, R. E. 1974. "Palms and Religion in the Northwest Amazon". *Principes* 18: 3 -21.
61. STANDLEY, P. C. 1923. Trees and Shrubs of México. 23(1): 848. United States National Herbarium, Smithsonian Press. Washin^gton.
62. STANDLEY, P. C. and J. A. STEYERMARK. 1958. Flora de Guatemala. *Fieldiana Botany* 24(1): 478.
63. STEBBINS, G. L. y G. S. KHUSH. 1961. Variation in the organization of the stomatal complex in the leaf epidermis of monocotyledons and its bearing on their phylogeny. *Amer. J. Bot.* 48: 51 - 59.
64. STEBBINS, G. L. y G. S. KHUSH. 1961. Variation in the organization of the stomatal complex in the leaf epidermis of monocotyledons. II Cytological features of stomatal development in Gramineae. *Develop. Biol.* 2: 477 - 500.
65. TOMLINSON, P. B. 1959. Rapid dehydration for celloidin embedding by means of azeotropic distillation. *Stain Technol.* 34: 15 - 18.
66. TOMLINSON, P. B. 1959. Structure and distribution of sclereids in the leaves of palms. *New Phytol.* 58: 253 - 66.
67. TOMLINSON, P. B. 1960. Essays on the Morphology of Palms. I Germination and the Seedling. *Principes* 4: 56 - 61.
68. TOMLINSON, P. B. 1960. Essays on the Morphology of Palms. II The Early Growth of the Palms. *Principes* 4: 140 - 142.
69. TOMLINSON, P. B. and H. E. MOORE. 1966. Dichotomous branching in Palms. *Principes* 10: 21 - 29.
70. TOMLINSON, P. B. and M. H. ZIMMERMANN. 1966. Vascular bundles in Palms' stems their bibliographic evolution. *Proc. Amer. Phil. Soc.* 110: 174 - 81.
71. TRINEDI, B. S. and N. UPADHYAY. 1979. Epidermal structure in Palms. *Biol. Mem. (India)* 4: 83 - 116.
72. WEISSE, A. 1897. Ueber Lenticellen und verwandte Durchlüftungseinrichtungen bei Monocotylen. *Ber, dtsh. Bot. Ges.* 15: 303 - 20.

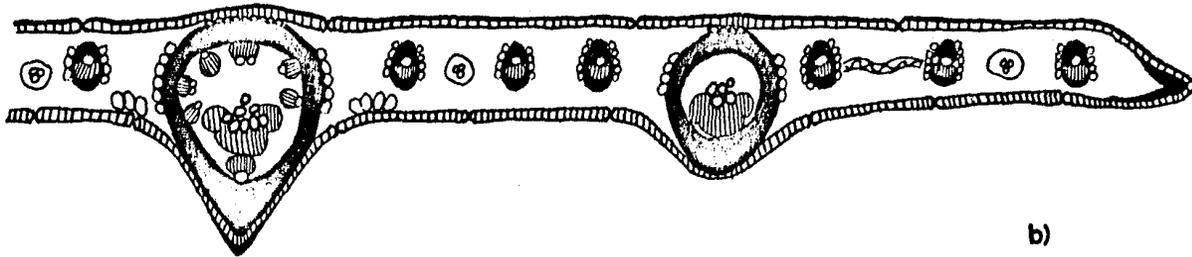
73. WHITTEN, A. J. and J. E. J. WHITTEN. 1981. "The sago Palm and its exploitation on Siberut Island, Indonesia". *Principes* 25: 91 - 100.
74. ZAWADA, K. 1890. Das Anatomische Verhalten der Palmenblätter dem System dieser Familie. See *Beih. Bot. Zbl.* 1: 517 - 19.
75. ZIMMERMANN, M. H. and P. B. TOMLINSON. 1965. Anatomy of the Palm Rhapis excelsa. I Mature vegetative axis. *J. Arn. Arbor.* 46: 160 - 178.
76. ZIMMERMANN, M. H. and P. B. TOMLINSON. 1974. Vascular Patterns in Palm Stems Variations of the Rhapis principle. *J. Arn. Arbor.* 55 (3): 402 - 424.

VIII. FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS

Fig.1
LAMINA FOLIAR.



a)

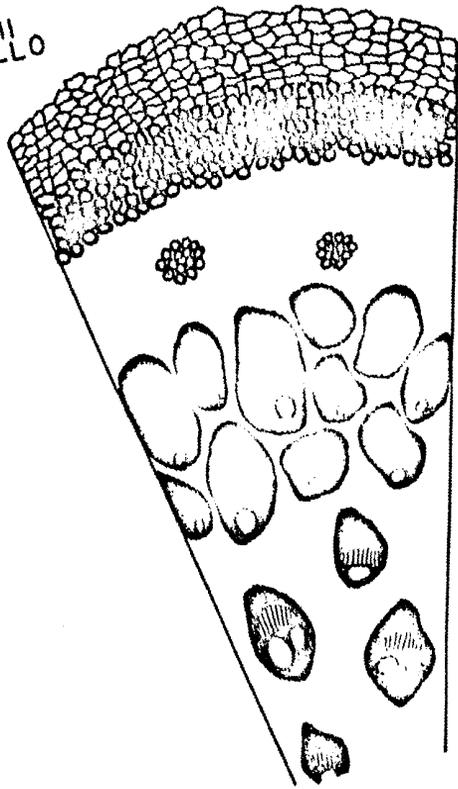


b)

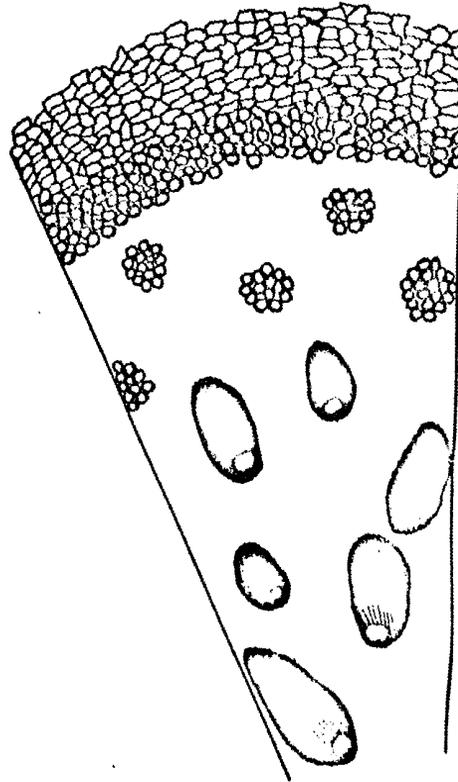
a) Corte transversal de lámina, *O. naya*; incluye costilla central, venas secundarias, venas terciarias y venas transversales.

b) Corte transversal de lámina, *O. gomez-pompa*; incluye costilla central, venas secundarias, venas terciarias y venas transversales.

Fig. 1
TALLO

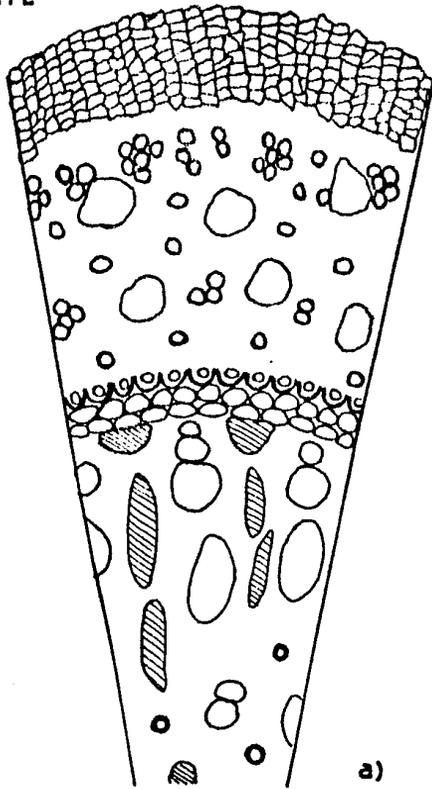


a)

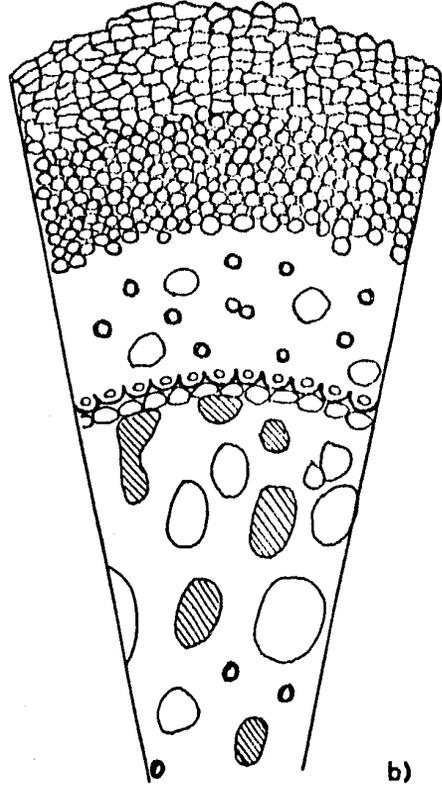


b)

a) Corte transversal, tallo de U. maya.
b) Corte transversal, tallo de U. gomez-pompa.



a)

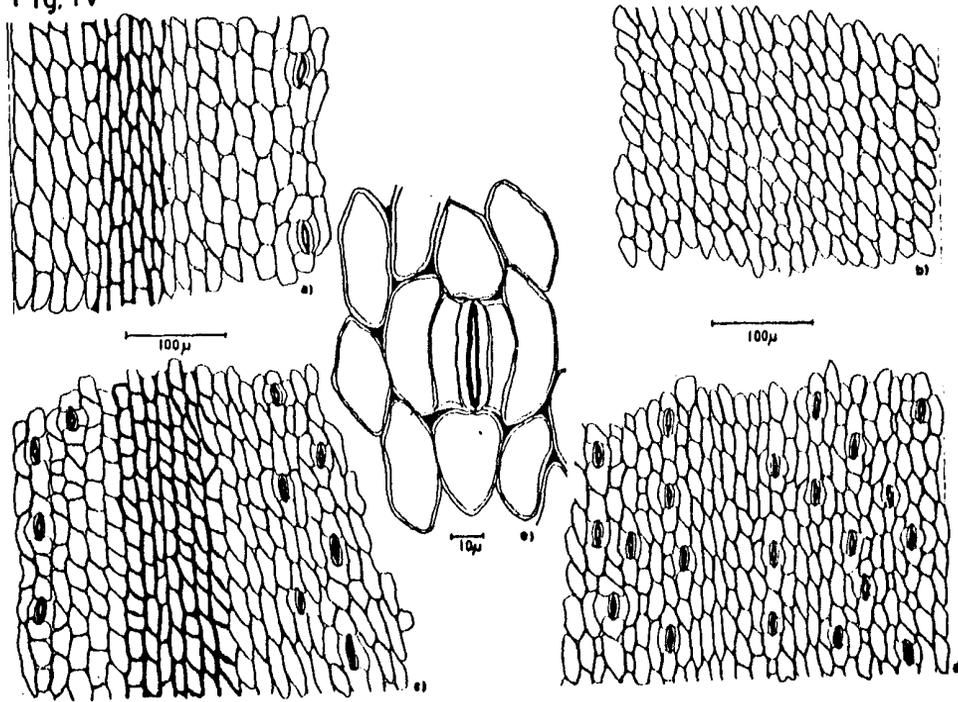


b)

a) Corte transversal, raíz de O. maya.

b) Corte transversal, raíz de O. yomez-pompoe.

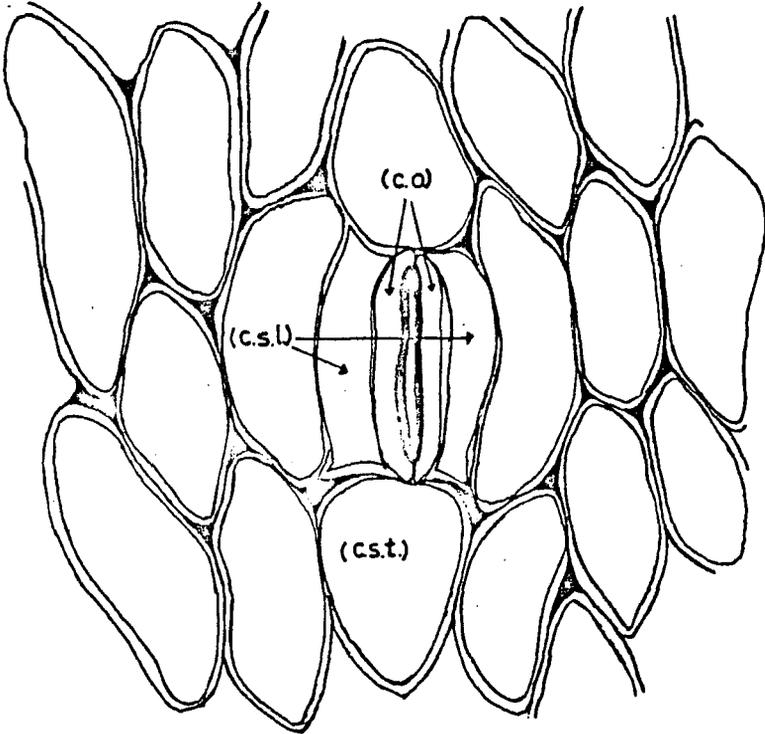
Fig. IV



Epidermis, lámina de Opsiantra maya; vista superficial.

- a) X 400 E. adaxial, zona costal
- b) X 240 E. adaxial, zona intercostal
- c) X 240 E. abaxial, zona costal
- d) X 240 E. abaxial, zona intercostal
- e) X 945 Complejo estomático

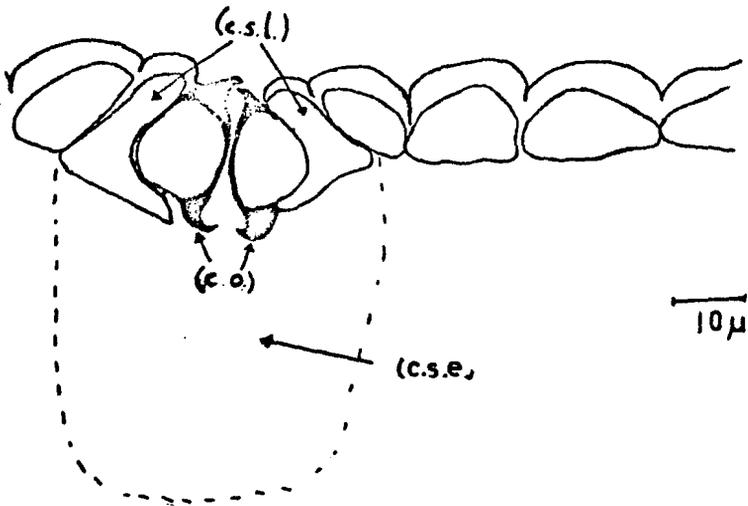
Fig. V



10 μ

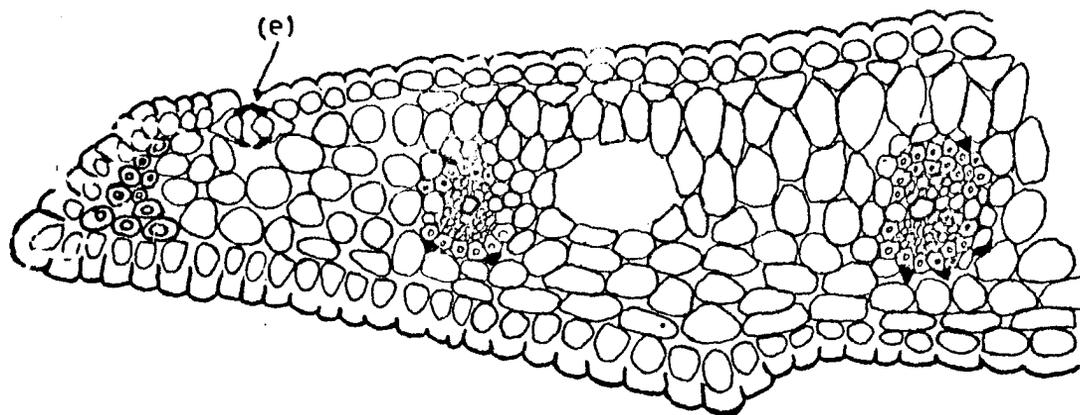
X 945 Complejo estomático de Opsiandra maya,
 vista superficial; células oclusivas (c.o.),
 células acomp. laterales (c.s.l.), células
 acomp. terminales (c.s.t.).

Fig.VI



X 945 Estoma y epidermis de Onsiandra maya,
 vista transversal; células oclusivas (c.o.),
 células acomp. laterales (c.s.l.), cámara
 subestomática (c.s.e.).

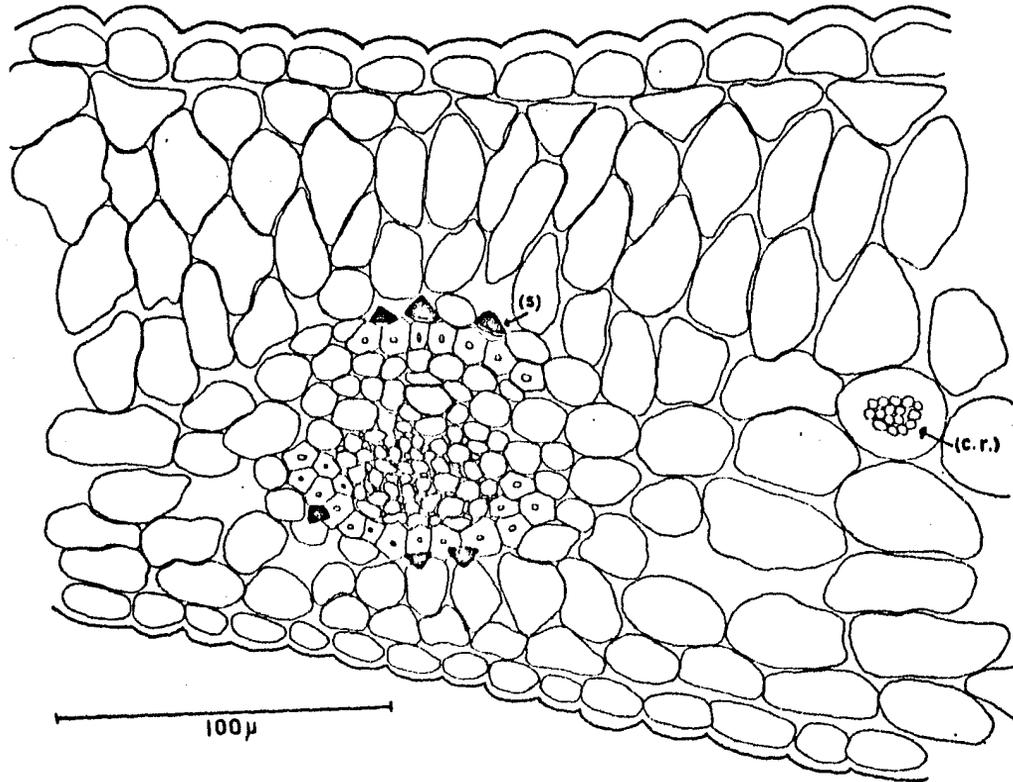
Fig.VII



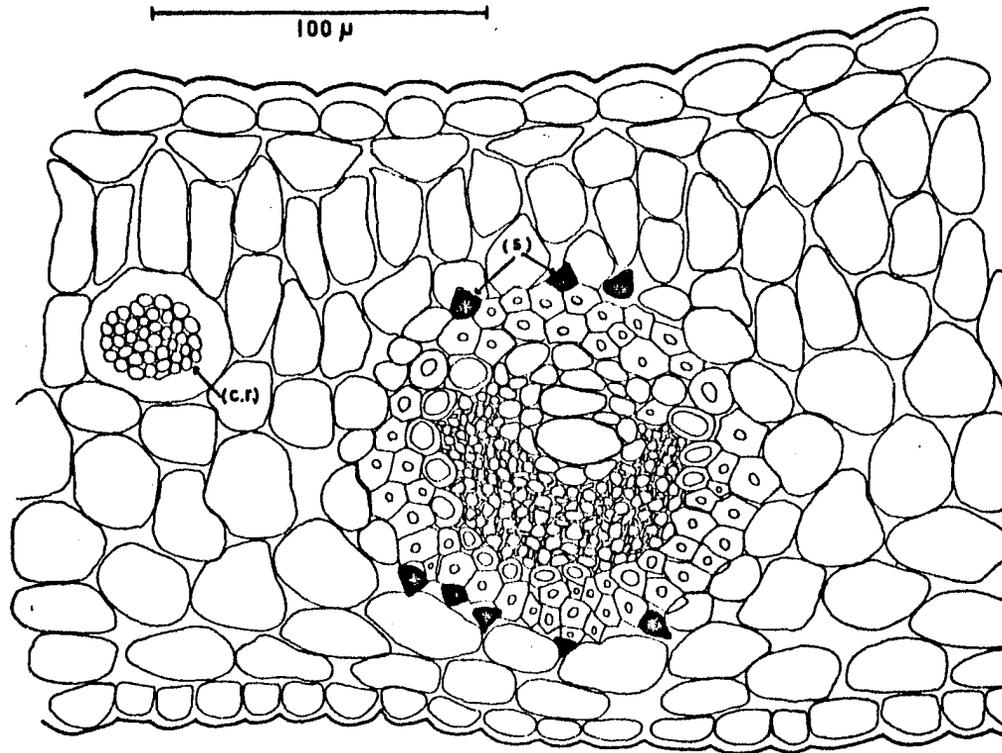
100 μ

X 240 Lámina de Opsiantra maya, vista transversal; zona marginal, estoma (e).

Fig.VIII

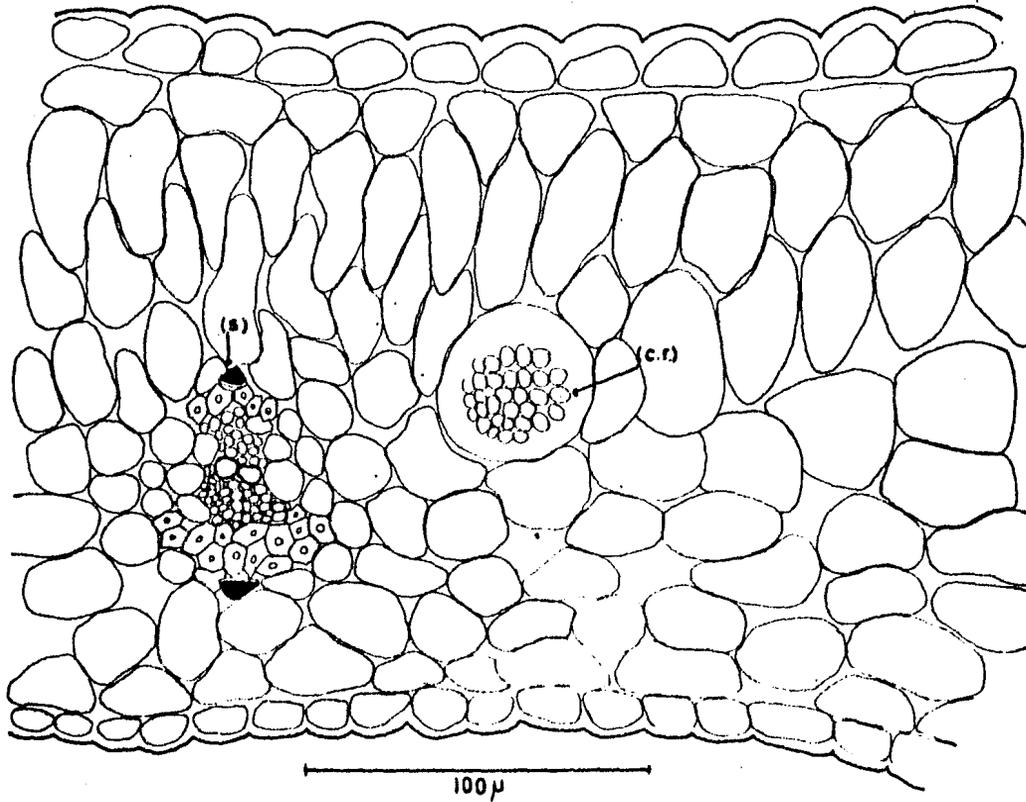


X 600 Lámina de Opsiantra maya, vista transversal; mesófilo con vena terciaria, cristales de rafidios (c.r.), cuerpos de stegmata (s).



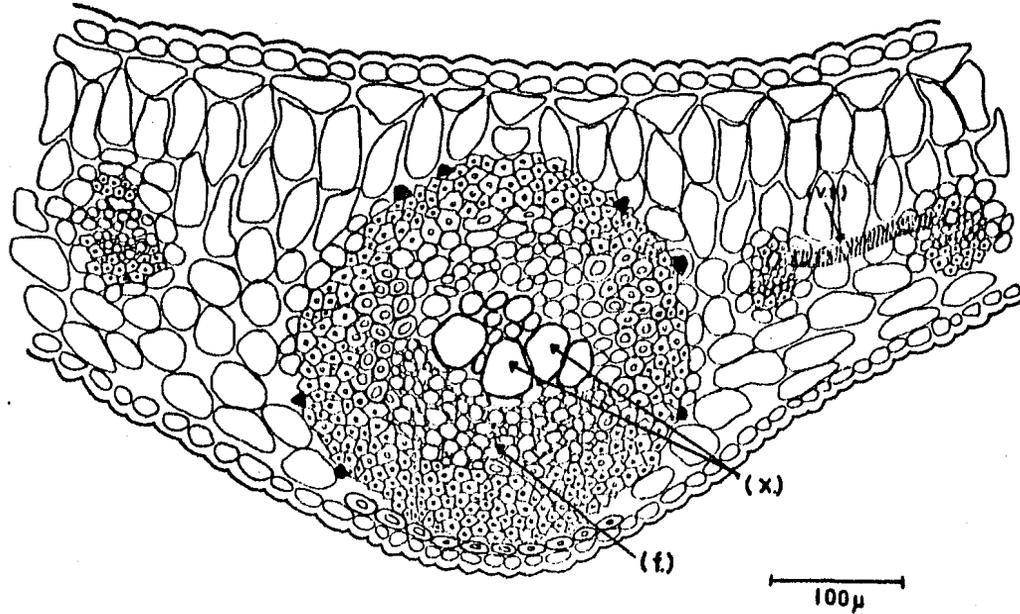
X 600 Lámina de Opsiandra maya, vista transversal; vena terciaria, cristales de rafidios (c.r.), cuerpos de stegmata (s).

Fig. X



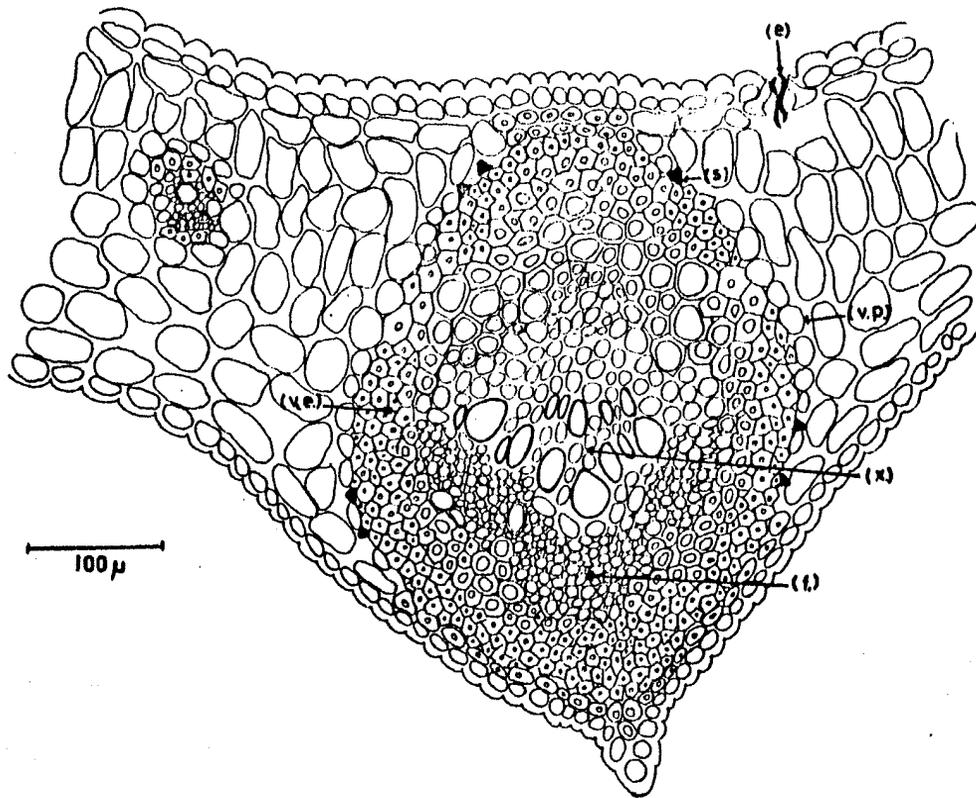
X 600 Lámina de *Opsiandra maya*, vista transversal; vena terciaria, cristales de rafidios (c.r.), cuerpos de stegmata (s).

Fig. XI



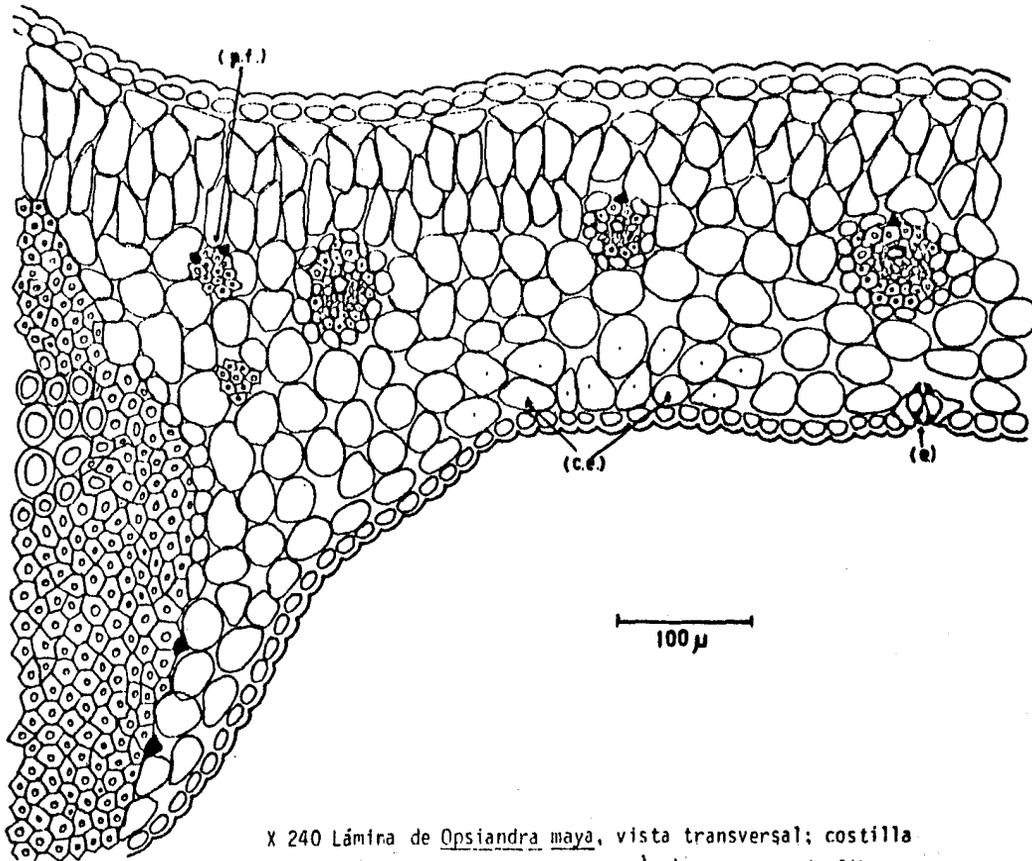
X 240 Lámina de *Opsiandra maya*, vista transversal; vena secundaria, vena transversal (v.t.), venas terciarias, xilema (x.), floema (f.).

Fig. XII



X 240 Lámina de *Opsiantra maya*, vista transversal; vena principal con xilema (x.), floema (f.), vaina esclerótica interna (v.e.), vaina parenquimatosa externa (v.p.), stegmata (s), estoma (e).

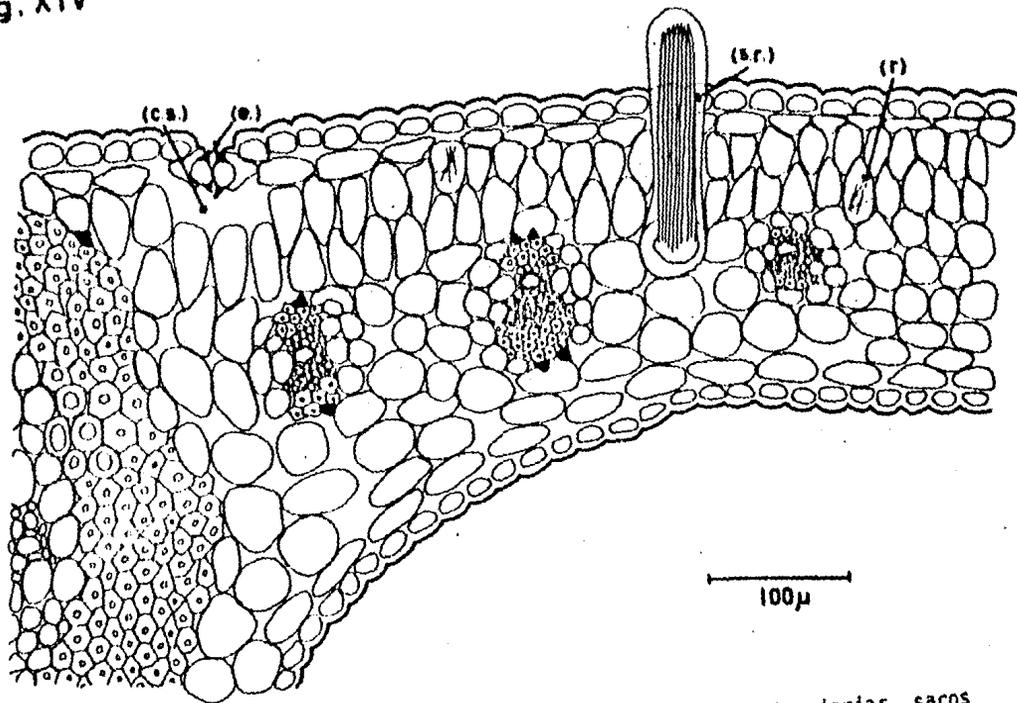
Fig.XIII



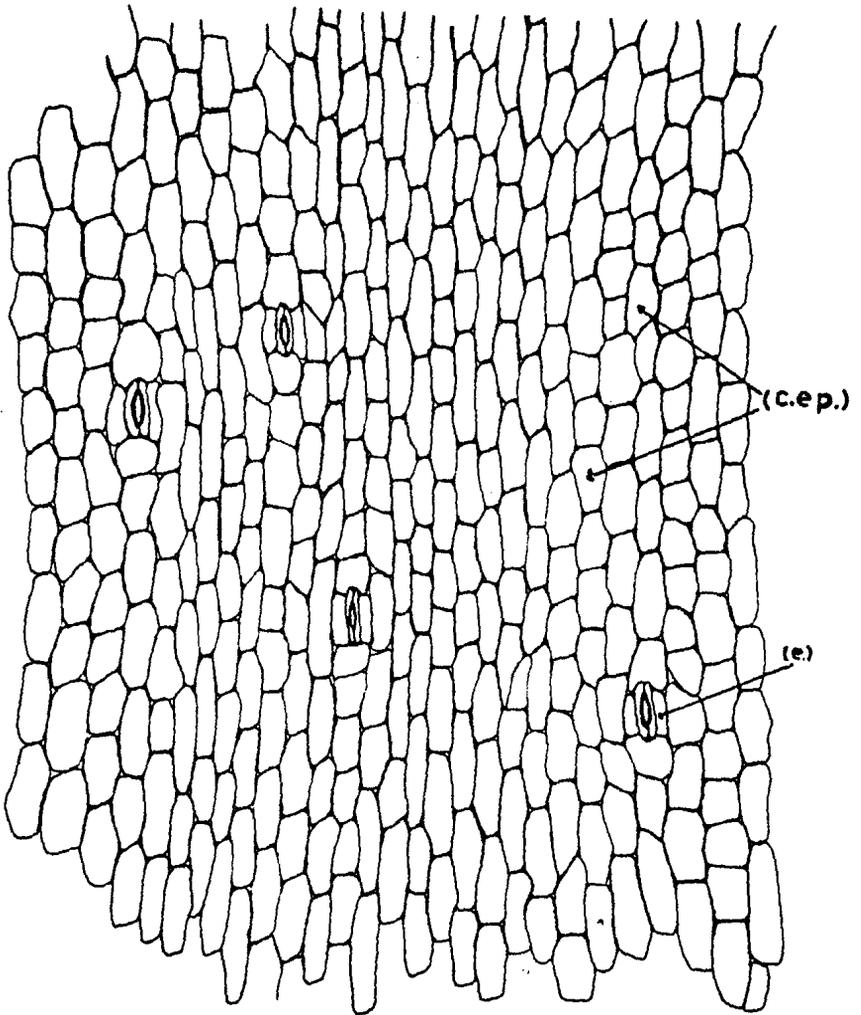
16

X 240 Lámina de Opsiantra maya, vista transversal; costilla central, venas terciarias, estoma (e.), paquetes de fibras (p.f.), células de expansión (c.e.).

Fig. XIV



X 240 Lámina de Opsiandra maya, vista transversal; venas terciarias, sacos con rafidios (s.r.), rafidios (r.), estoma (e.), cámara subestomática (c.s.).

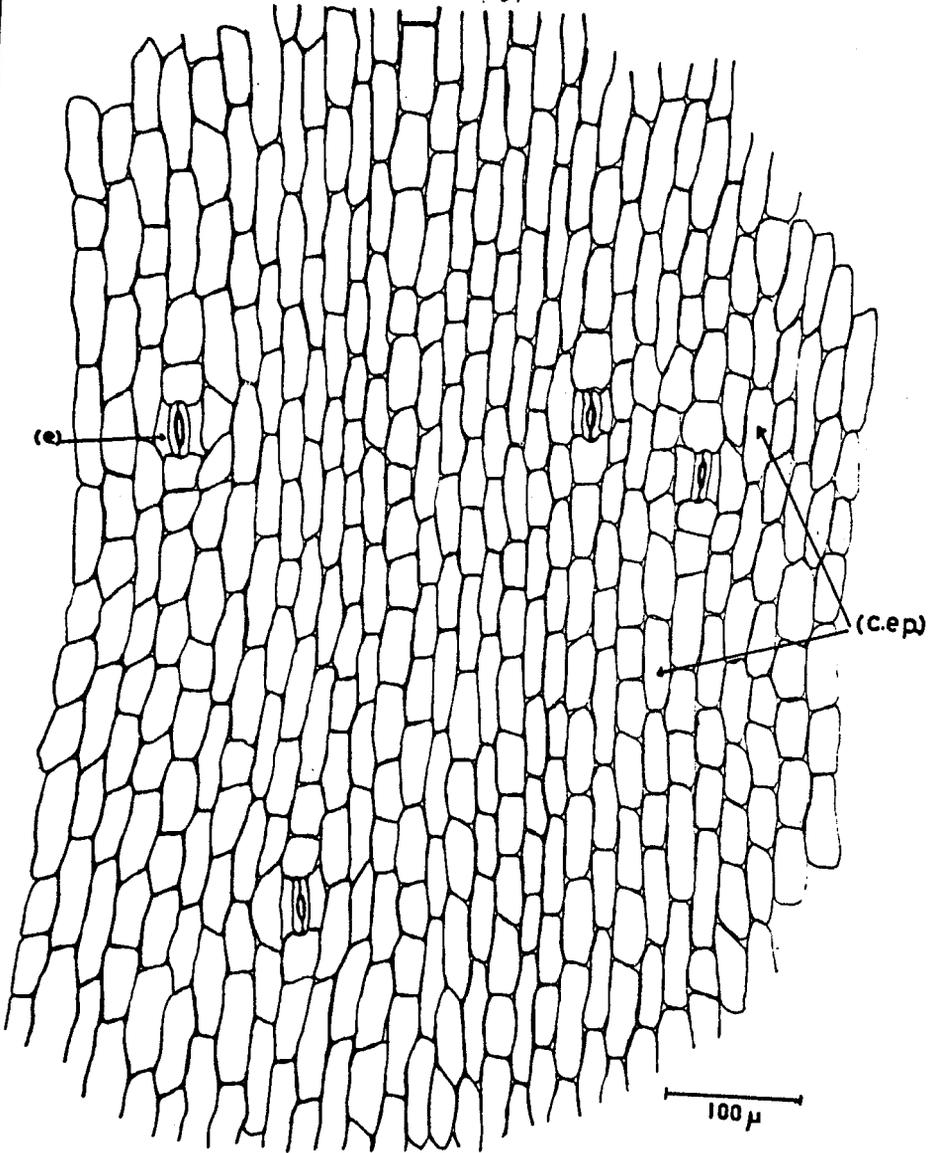


100 μ

X 240 Epidermis adaxil de pecíolo de Opsiantra
maya, vista superficial; estomas (e.), células
epidérmicas (c.ep.).

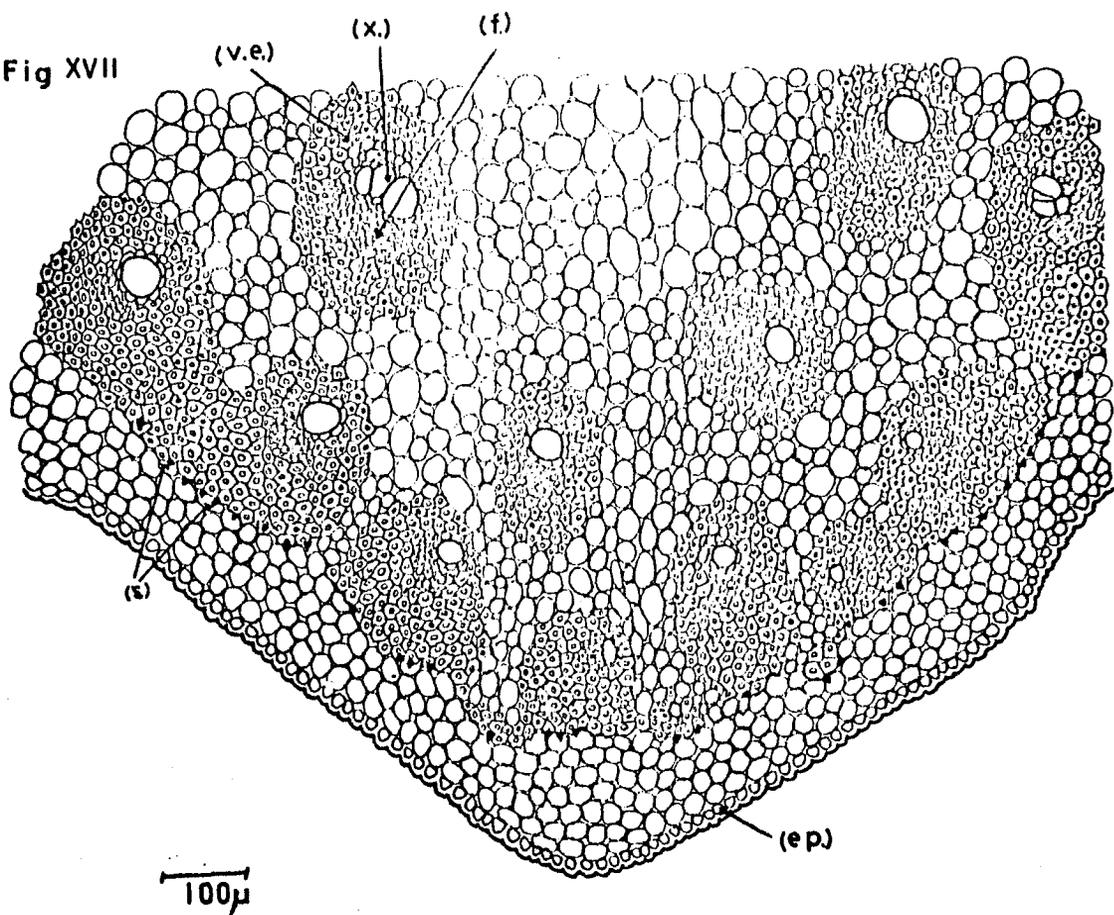
Fig. XVI

94



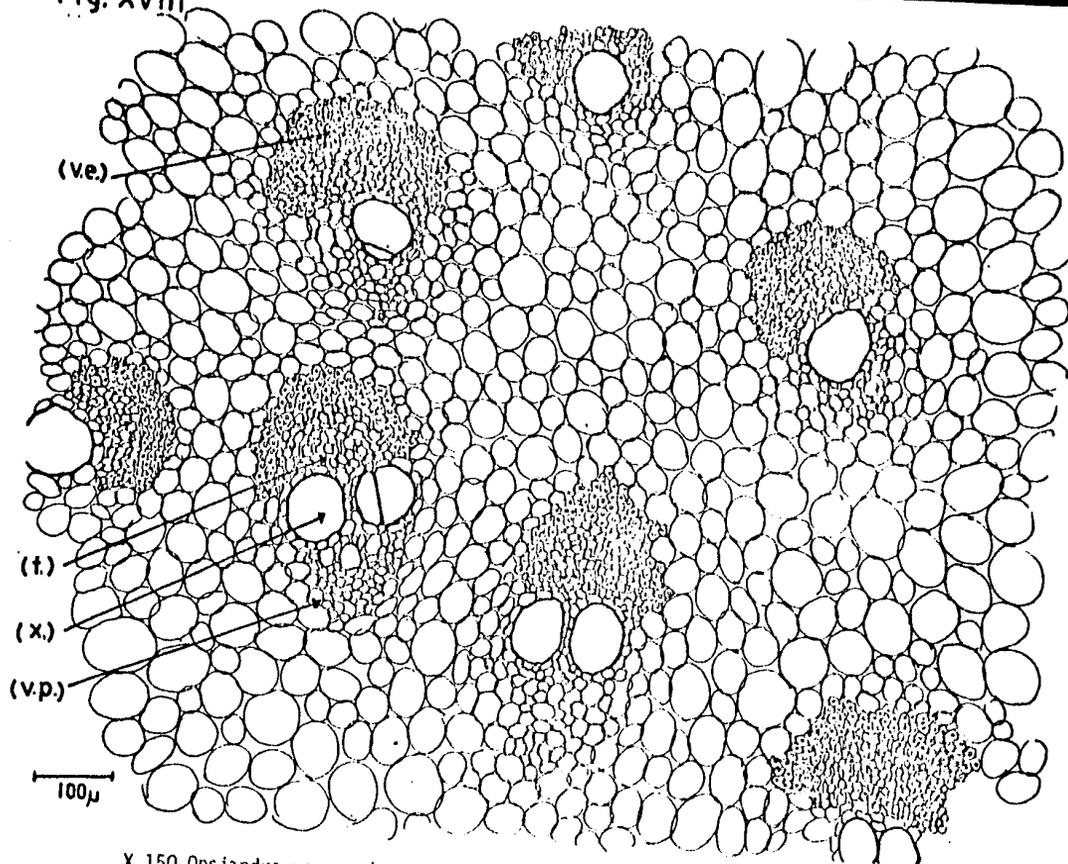
X 240 Epidermis abaxial de peciolo de *Opсияandra* *maya*, vista superficial; estomas (e.), células epidérmicas (c. ep.).

Fig XVII



X 150 *Opuntia maya*, vista transversal; zona marginal adaxial de raquis, haces vasculares periféricos, stegmata (s), xilema (x.), floema (f.), vaina esclerótica (v.e.), epidermis (ep.).

Fig. XVIII



(v.e.)

(f.)

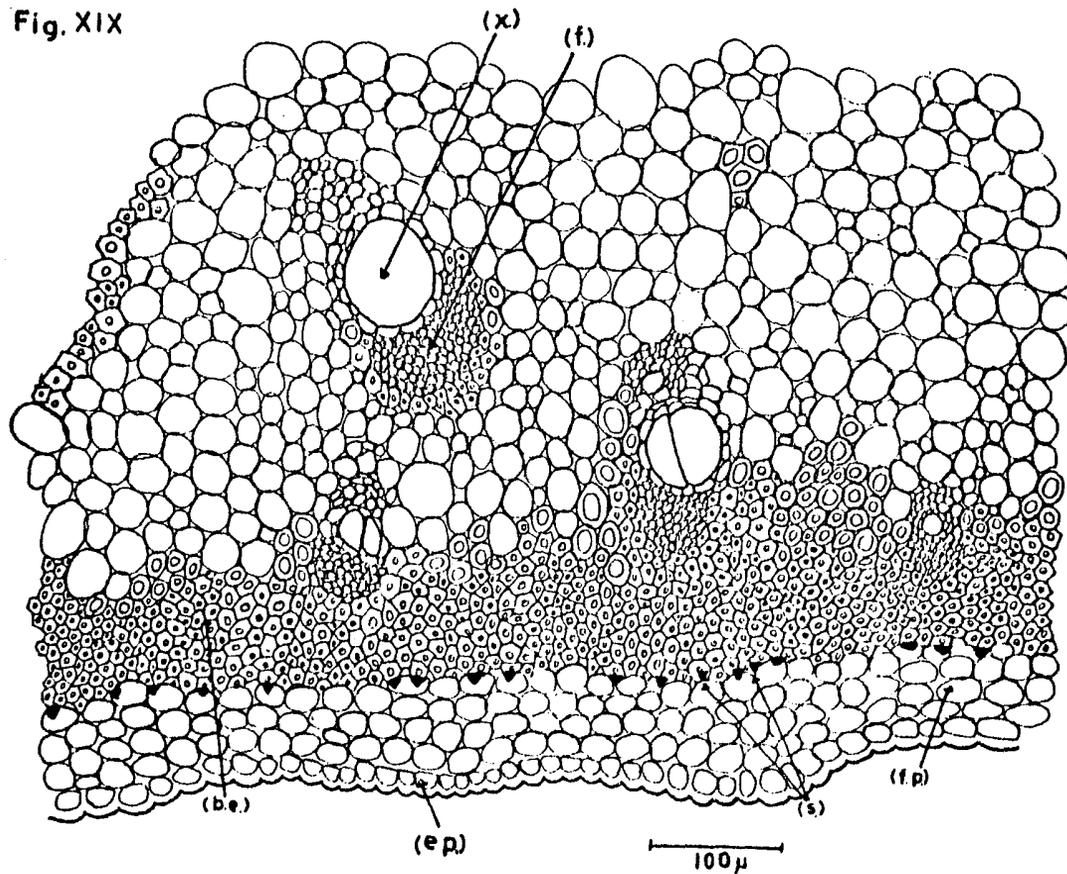
(x.)

(v.p.)

100 μ

X 150 *Opsiandra maya*, vista transversal; zona media del raquis, haces vasculares centrales, xilema (x.), floema (f.), vaina esclerótica (v.e.), vaina parenquimatosa (v.p.).

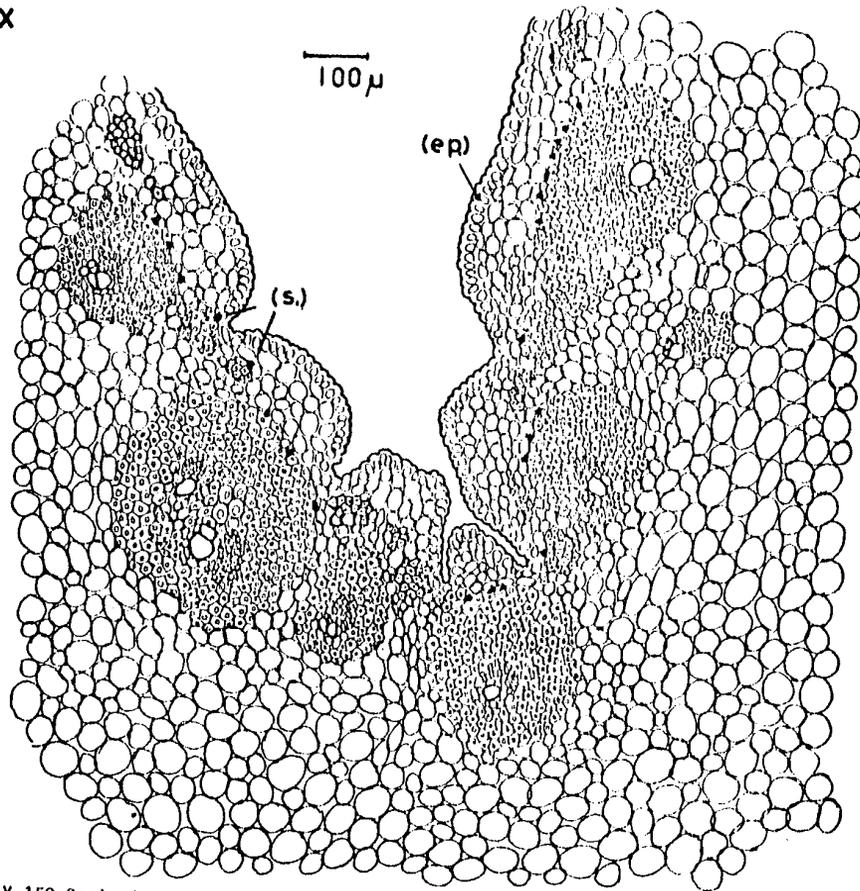
Fig. XIX



97

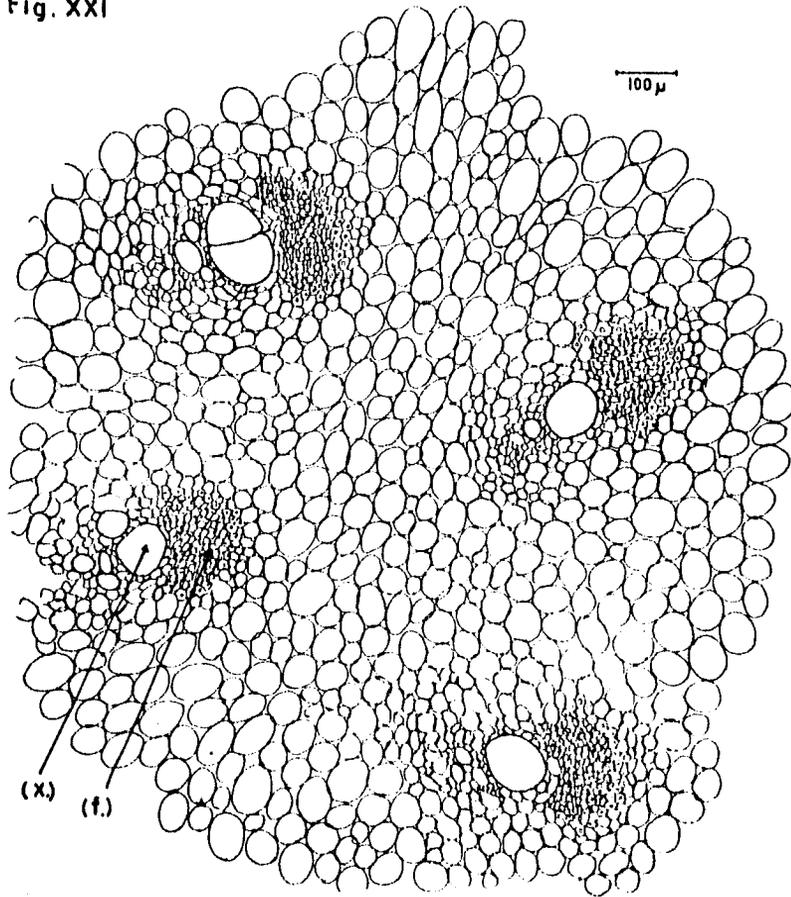
X 240 *Opsiandra maya*, vista transversal; zona marginal abaxial del raquis, haces vasculares periféricos, franja parenquimática (f.p.), banda esclerótica (b.e.), stigmata (s.), xilema (x.), floema (f.), epidermis (ep.).

Fig. XX



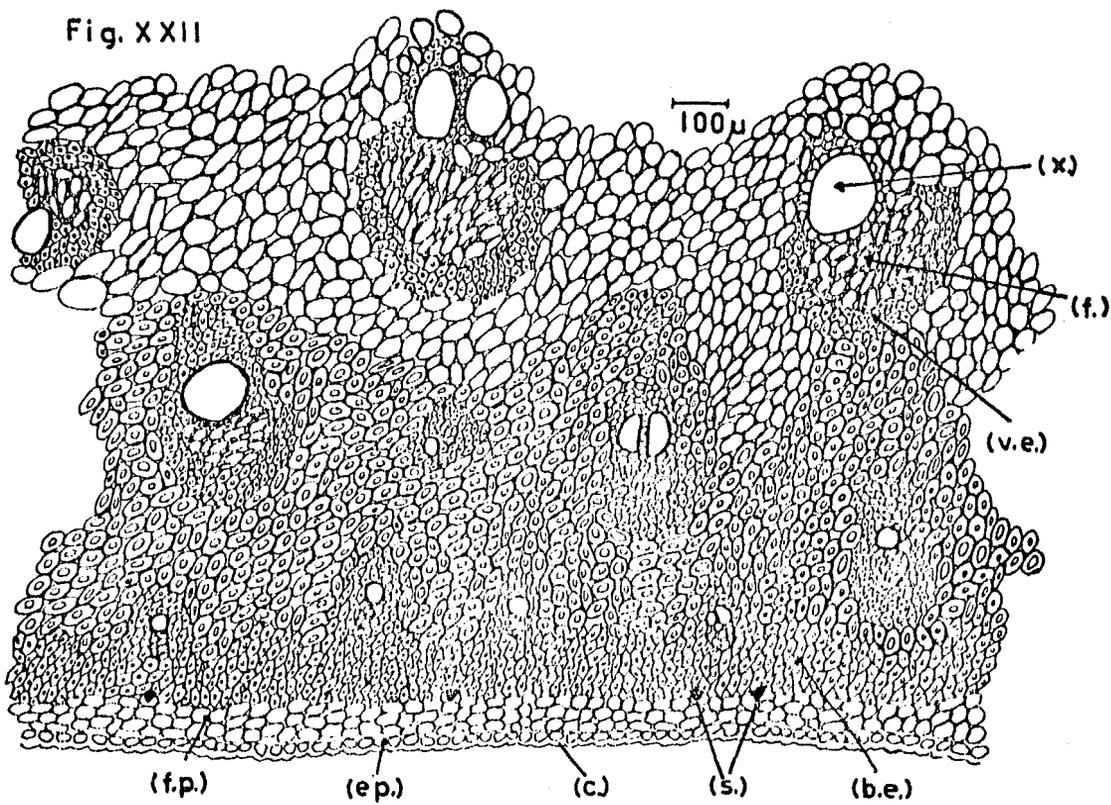
X 150 *Opsiantra maya*, vista transversal; zona marginal adaxial de peciolo, epidermis (ep.), haces vasculares periféricos, stejmata (s.).

Fig. XXI



Xibu upsianora maya, vista transversal, zona media del peciolo, haces vasculares centrales, xilema (x.), floema (f.).

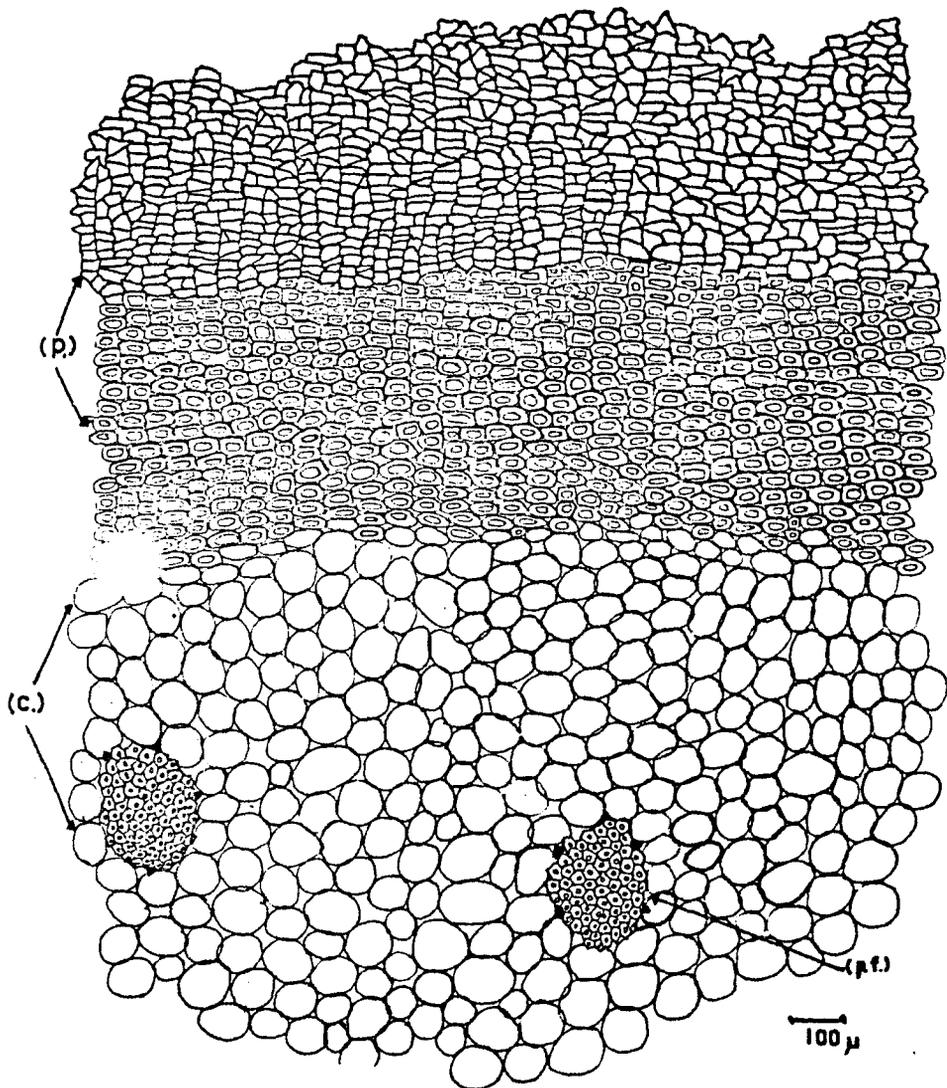
Fig. XXII



X 150 *Opsiantra maya*, vista transversal; zona marginal abaxial de pecíolo, haças vasculares periféricos, epidermis (ep.), cutícula (c.), franja pa renquimática (f.p.), banda esclerótica (b.e.), xilema (x.), floema (f.), stegmata (s.), vaina esclerótica (v.e.).

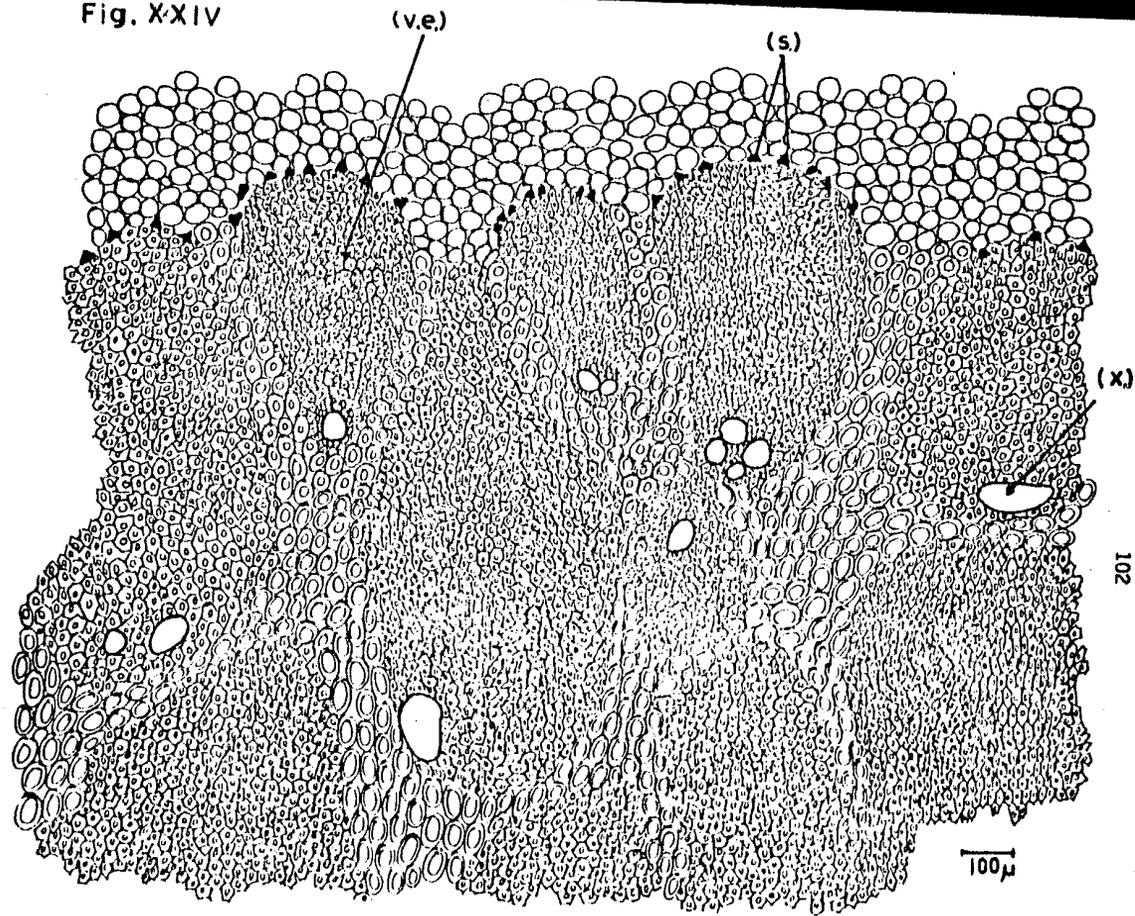
Fig. XXIII

101



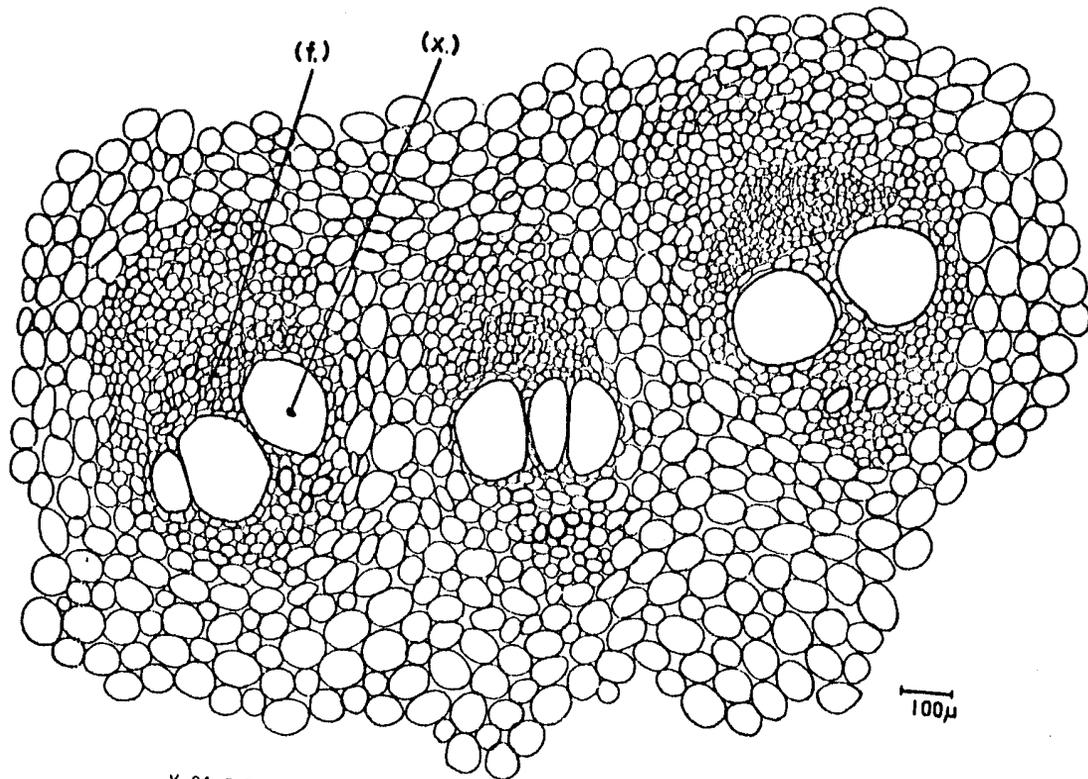
X 94.5 Tallo de *Opsiantra maya*, vista transversal;
peridermis (p.), c6rtex (c.), paquetes de fibras (p.f.).

Fig. X-XIV



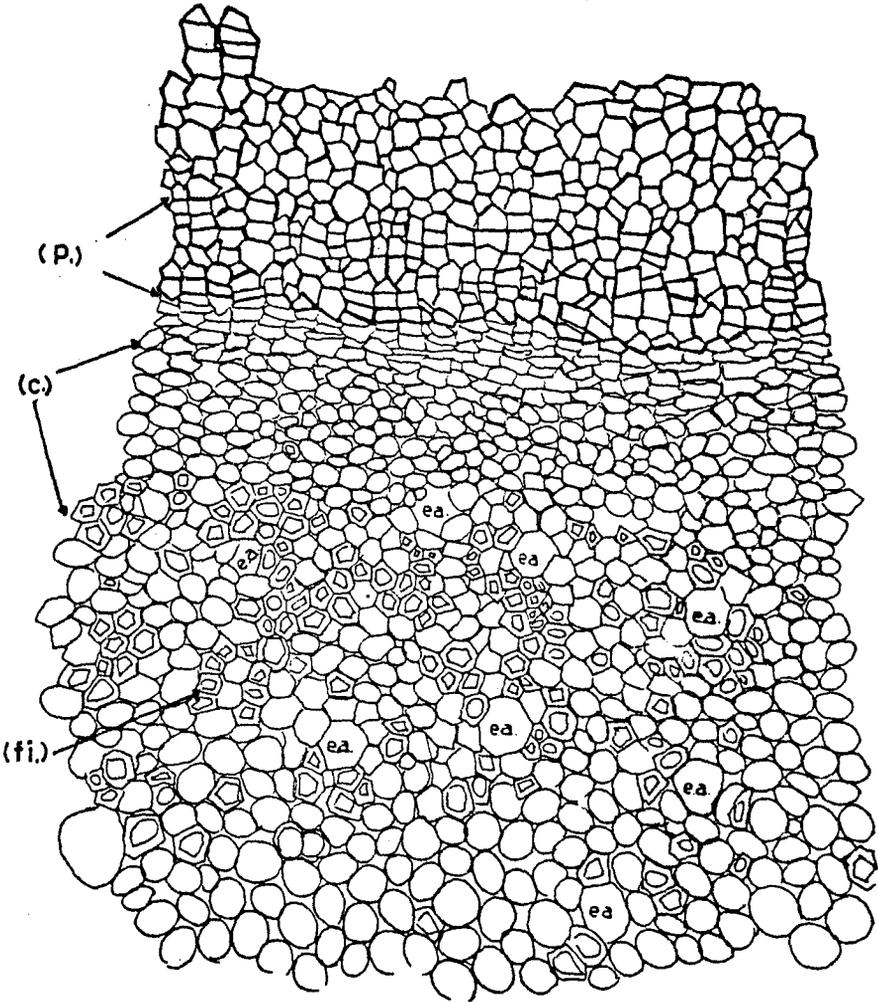
X 94.5 Tallo de *Opsiantha naya*, vista transversal; haces vasculares periféricos, vaina esclerótica (v.e.), estomas (s.), xilema (x.).

Fig. XXV



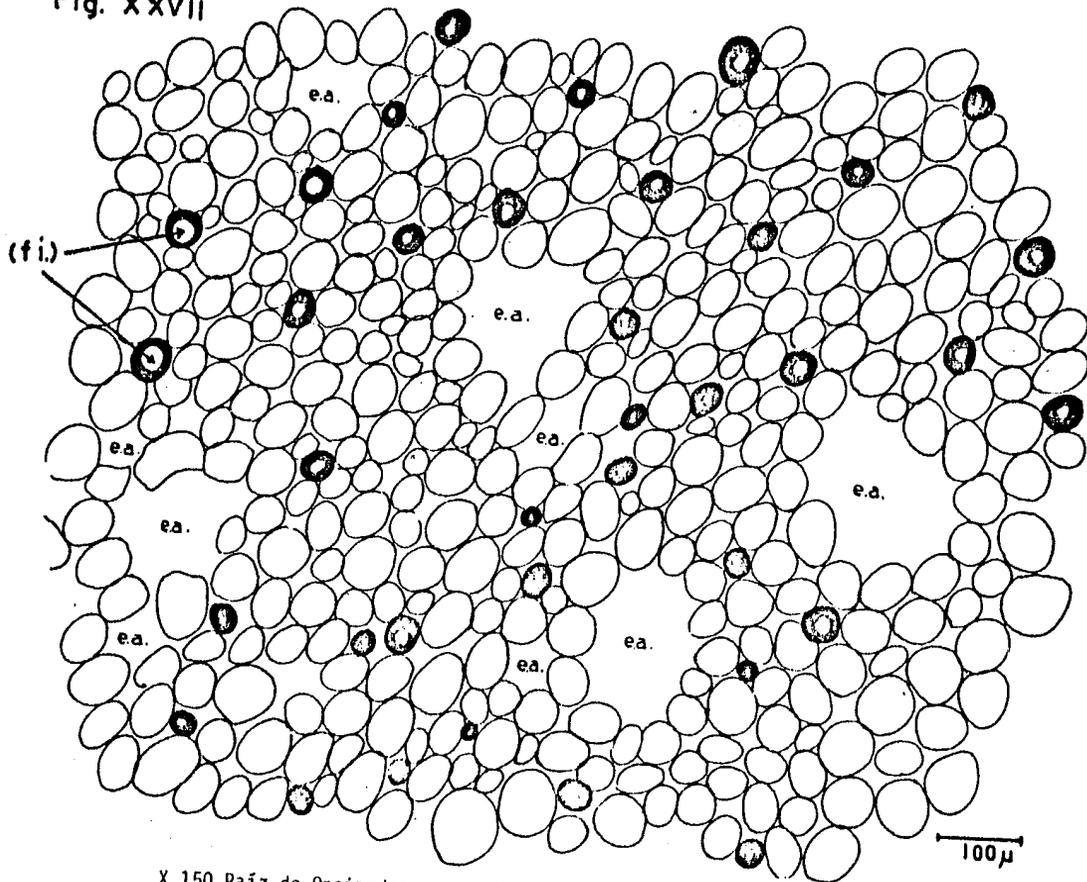
X 94.5 Tallo de *Opsiandra maya*, vista transversal; haces vasculares centrales, xilema (x.), floema (f.).

100 μ



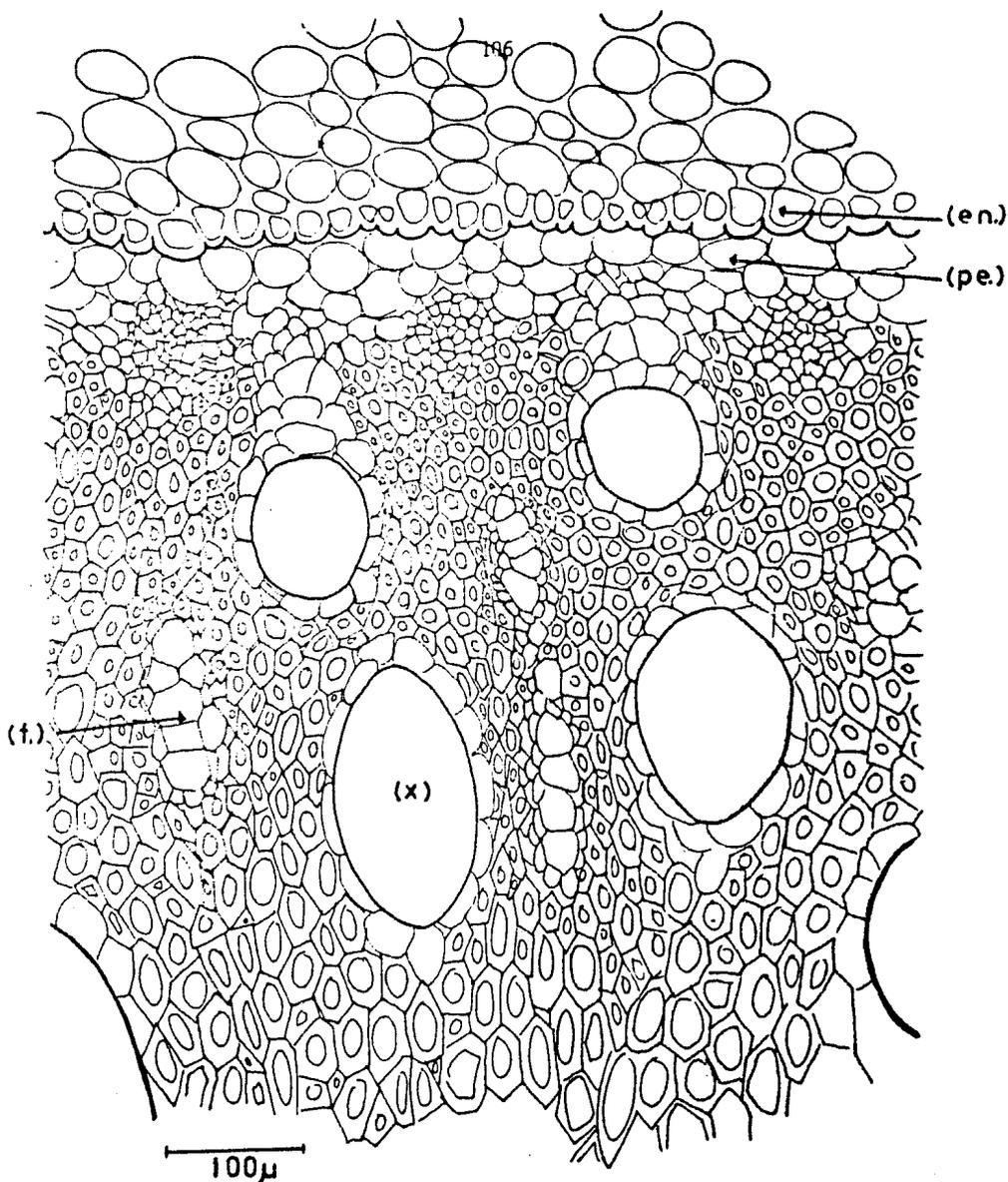
X 150 Raíz de Opsiandra maya, vista transversal;
peridermis (p.), córtex (c.), fibras aisladas (fi.),
espacios aéreos (e.a.).

Fig. XXVII



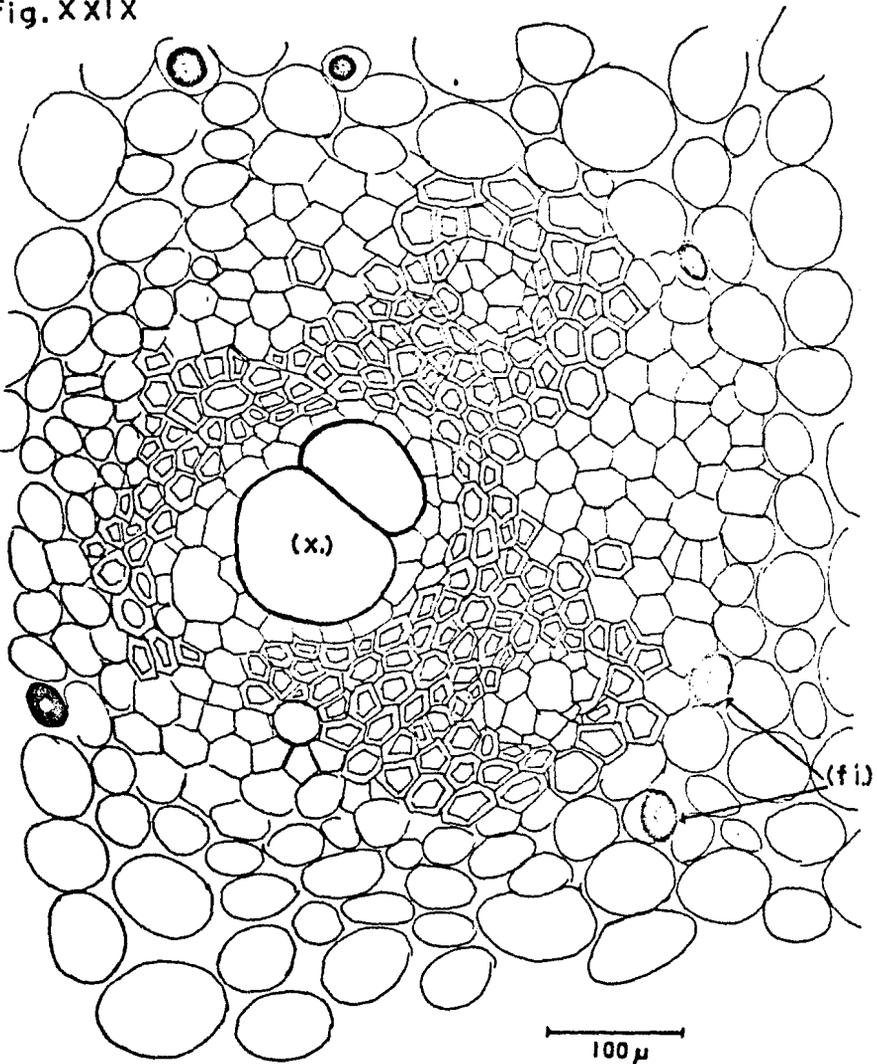
X 150 Raíz de *Opsiandra maya*, vista transversal; zona media del córtex, fibras aisladas (fi.), espacios aéreos (e.a.).

FIG. XXVIII



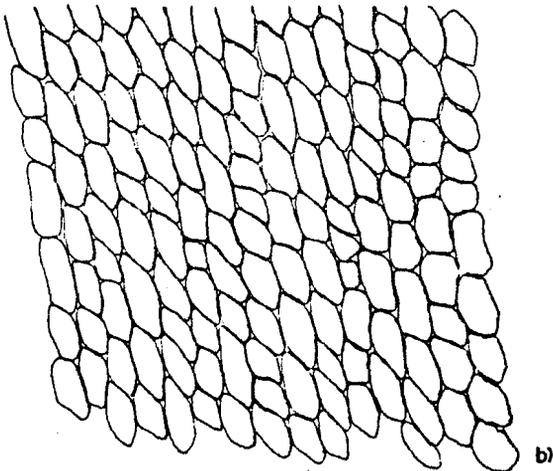
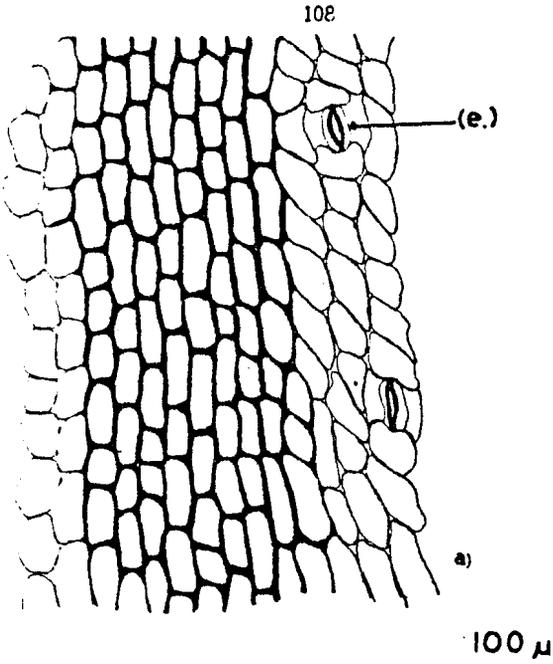
X 240 Raíz de *Opuntia maya*, vista transversal;
endodermis (en.), periciclo (pe.), haces vasculares,
xilema (x.), floema.).

Fig. XXIX

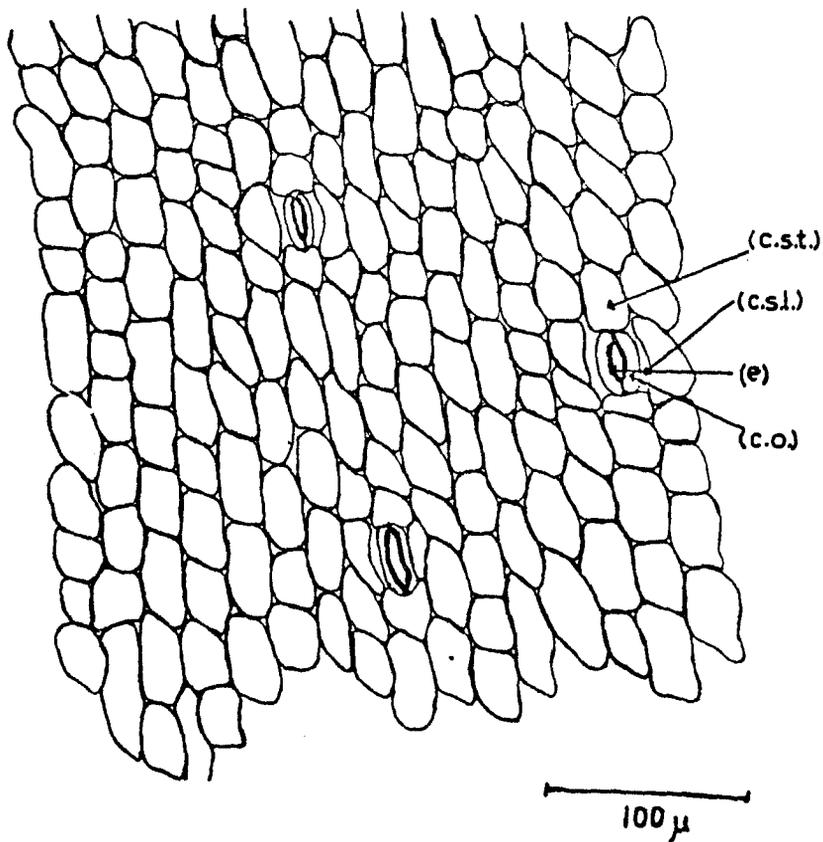


X 240 Raíz de *Opsiandra maya*, vista transversal; zona central, haz vascular, xilema (x.), fibras individuales (fi.).

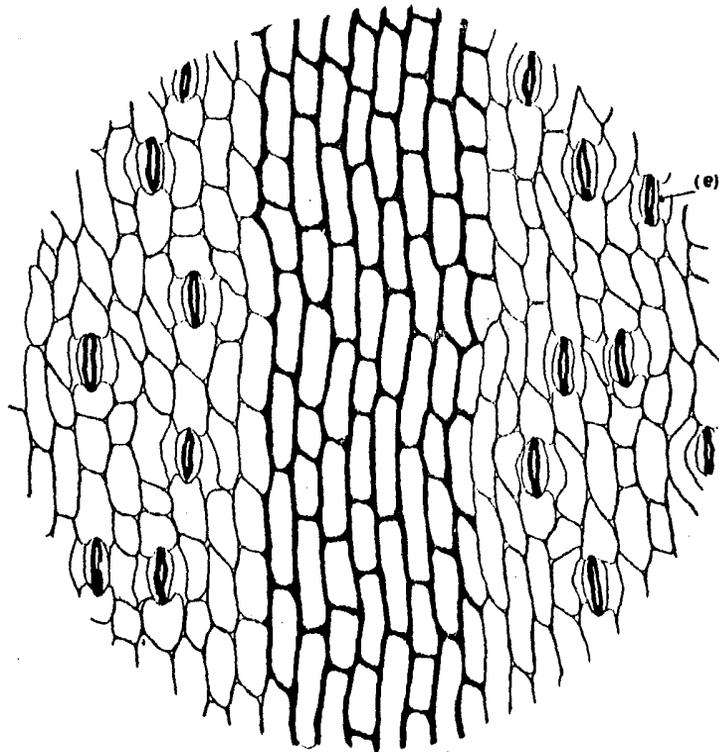
Fig. XXX



X 240 Lámina de Opsiandra gomez-pompaе, vista superficial;
a) Epidermis adaxial, zona costal, estoma (e).
b) Epidermis adaxial, zona intercostal

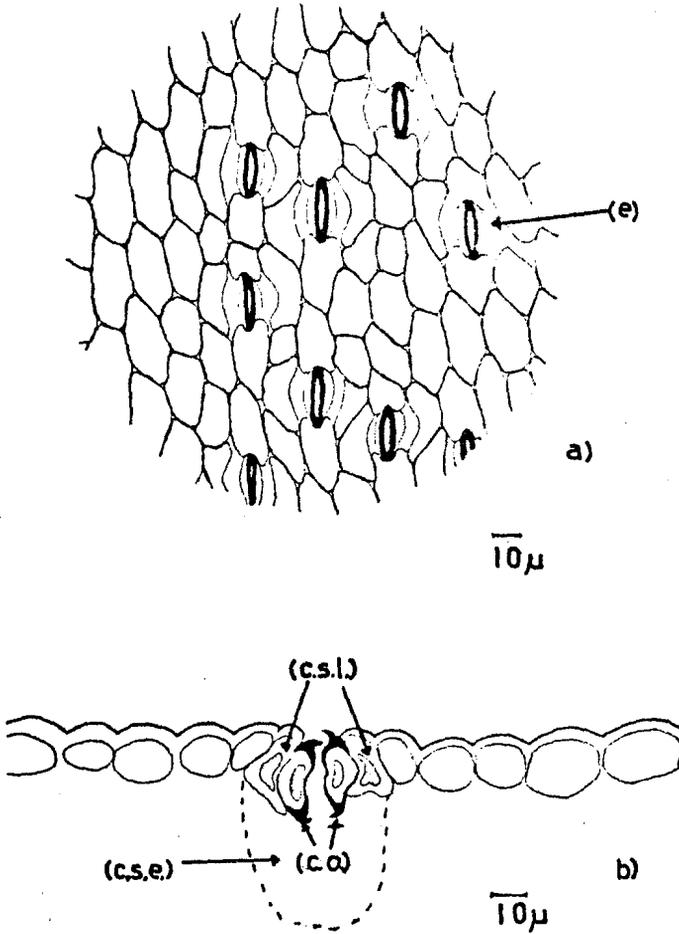


X 240 *Opsiandra gomez-pompae*, vista superficial:
epidermis adaxial de lâmina, zona intercostal,
estomas (e.), células oclusivas (c.o.), células
acomp. laterales (c.s.l.), células acum. terminales
(c.s.t.).



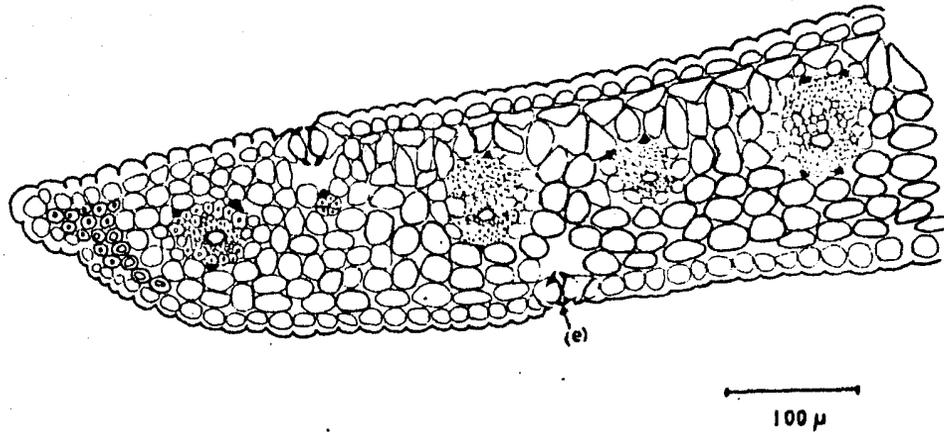
x 480 *Opсияndra gomez-pompaе*, vista superficial; epidermis abaxial de lámina, zona costal, zona intercostal, estomas (e.).

Fig. XXXIII



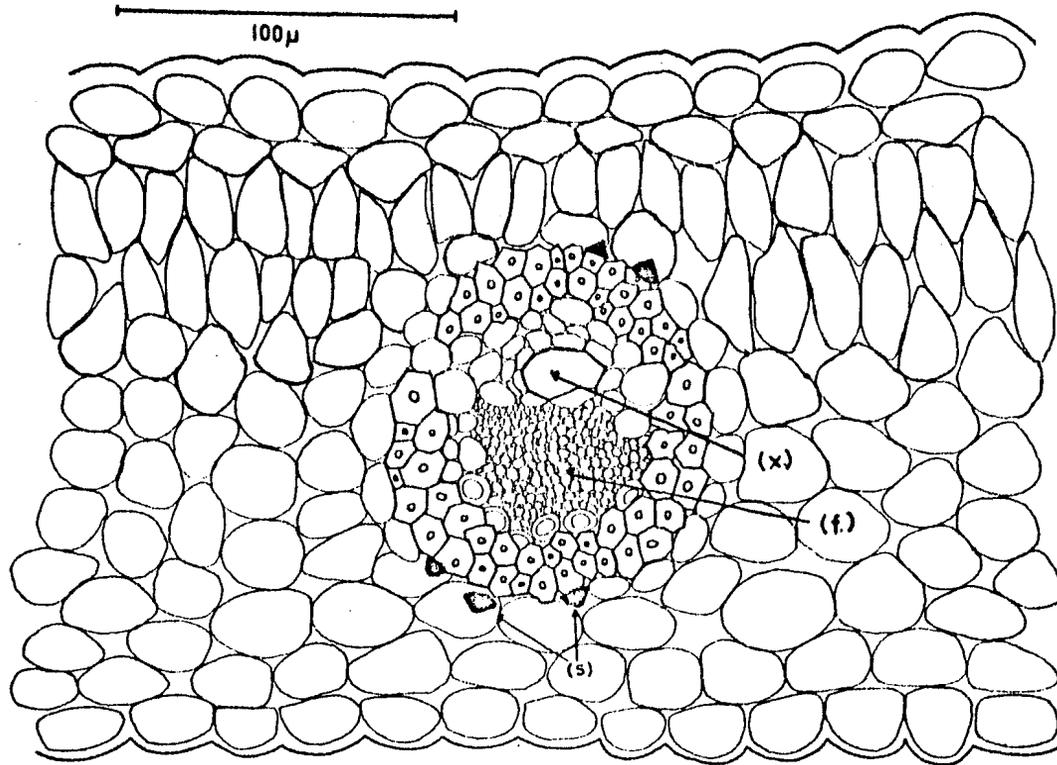
Opsiandra gomez-pompa, complejo estomático
 a) X 756 estomas (e.); vista superficial.
 b) X 945 células oclusivas (c.o.), células
 acomp. laterales (c.s.l.), cámara subes-
 tomática (c.s.e.).

Fig. XXXIV



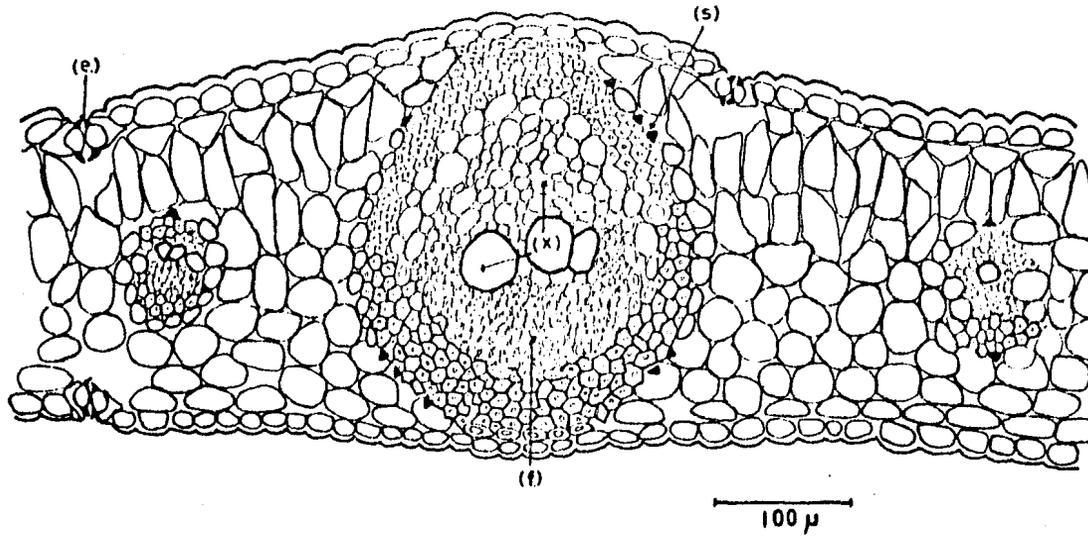
112

X 240 Lámina de *Opstandra gomez-pompa*, vista transversal; zona marginal, venas terciarias, estomas (e.).

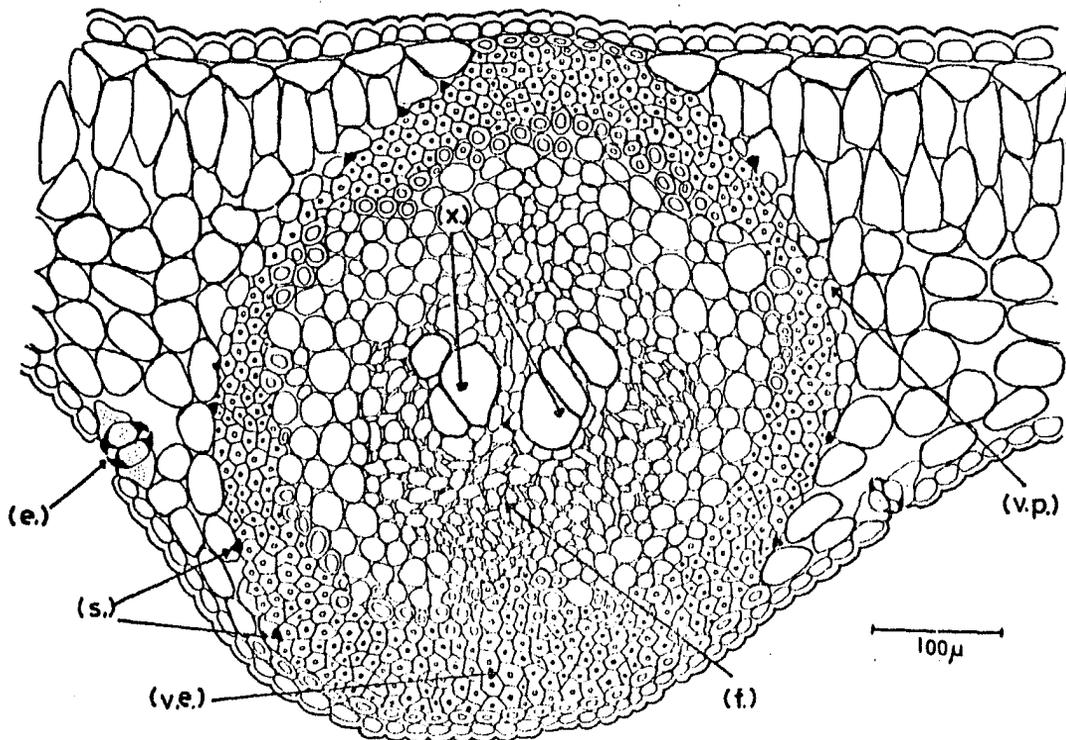


X 600 Lámina de *Opsiantra gomez-pominae*, vista transversal; venas terciarias, stegmata (s.), xilema (x.), floema (f.).

Fig. XXXVI

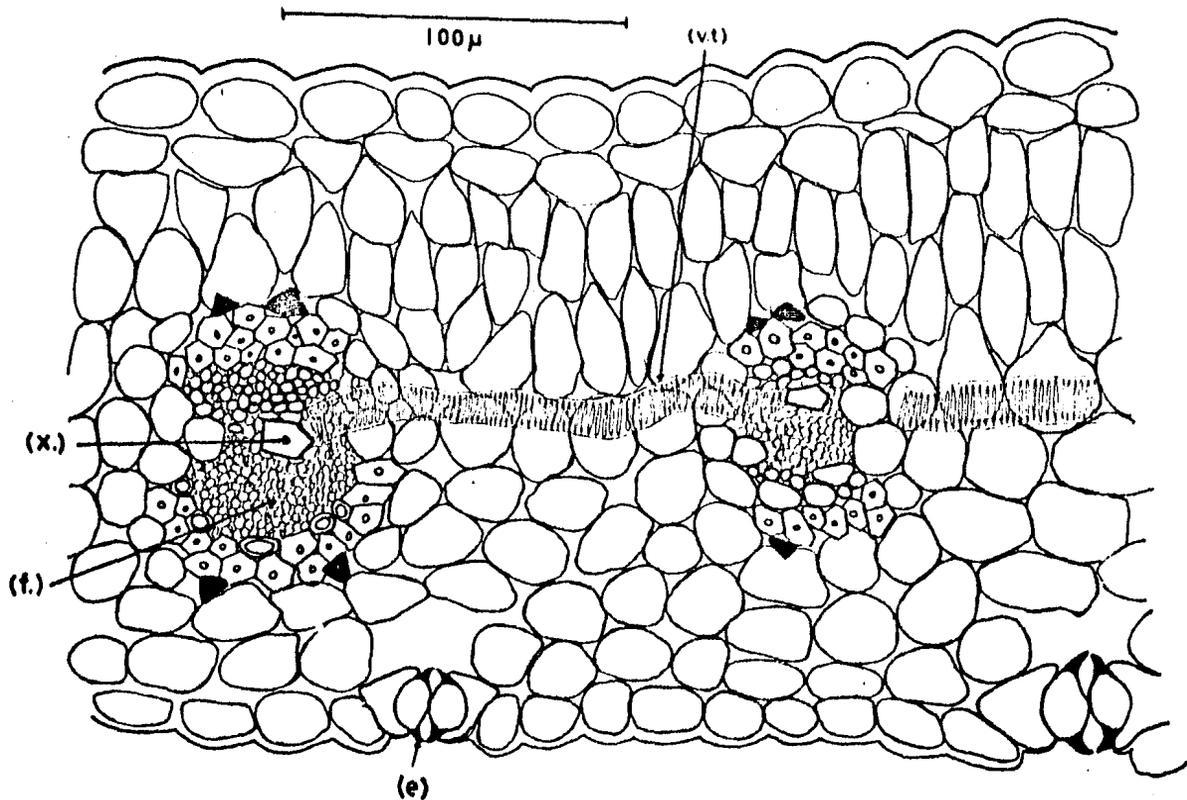


X 240 Lámina de Opsiandra gonzalez-pompaе, vista transversal; vena secundaria, venas terciarias, xilema (x.), floema (f.), estomas (e.), stegmata (s.).

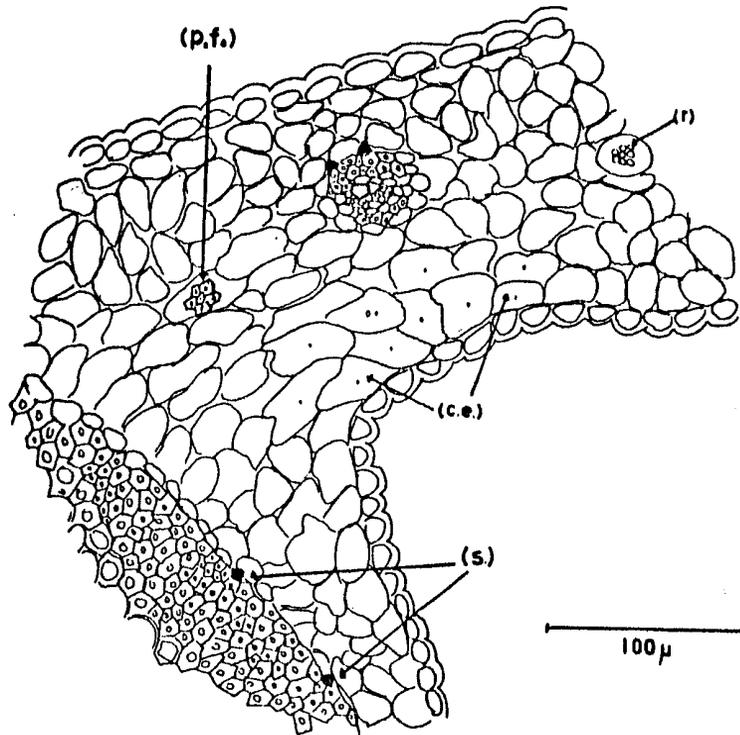


240 Lámina de *Opilandra gomez-pompa*, vista transversal; venas principales, xilema (x.), floema (f.), vaina parenquimática externa (v.p.), vaina esclerótica externa (v.e.), stigmata (s.), estoma (e.).

Fig. XX XVIII

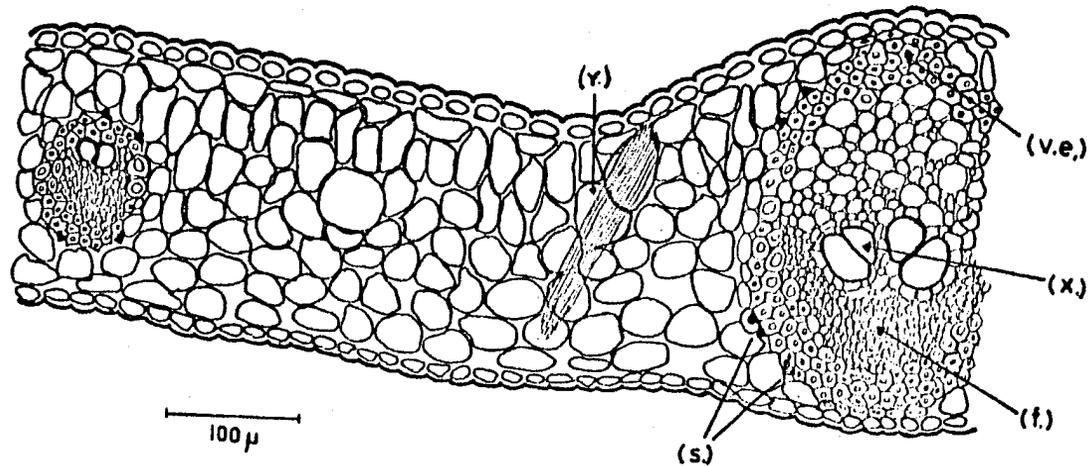


X 600 Lámina de Opsandra gomez-pompaе, vista transversal; venas terciarias, venas transversales, xilema (x.), floema (f.), estoma (e.).



X 375 Lámina de *Opsiantra gomez-pompae*, vista transversal; vena terciaria, rafidios (r.), paquetes de fibras (p.f.), células de expansión (c.e.), stegmata (s.).

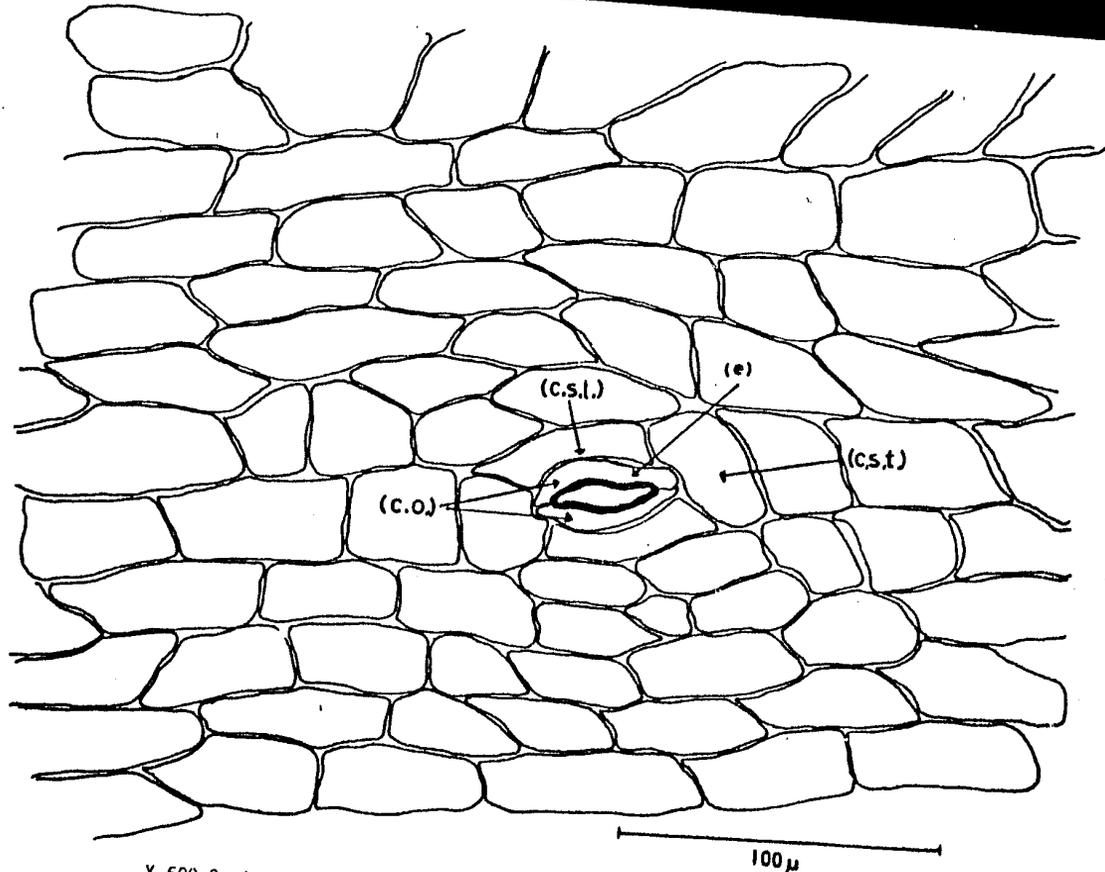
Fig.XL



118

X 240 Lámina de *Opsiandra gomez-pompa*, vista transversal; vena secundaria, vena terciaria, rafidios (r.), stegmata (s.), vaina esclerótica (v.e.), xilema (x.), floema (f.).

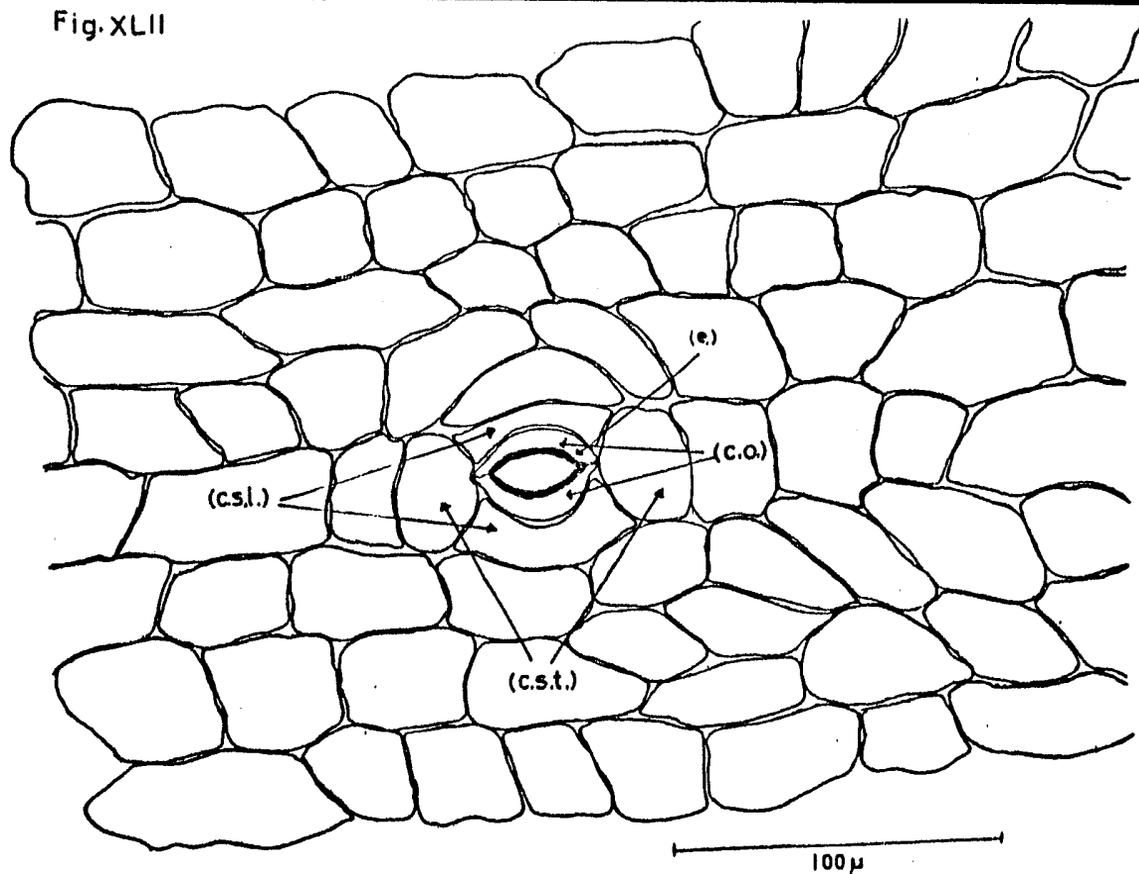
Fig.XLI



119

X 600 *Opсияndra gomez-pompaе*, vista superficial; epidermis adaxial de pecfolo, estoma (e.), células oclusivas (c.o.), células acomp. laterales (c.s.l.), células acomp. terminales (c.s.t.).

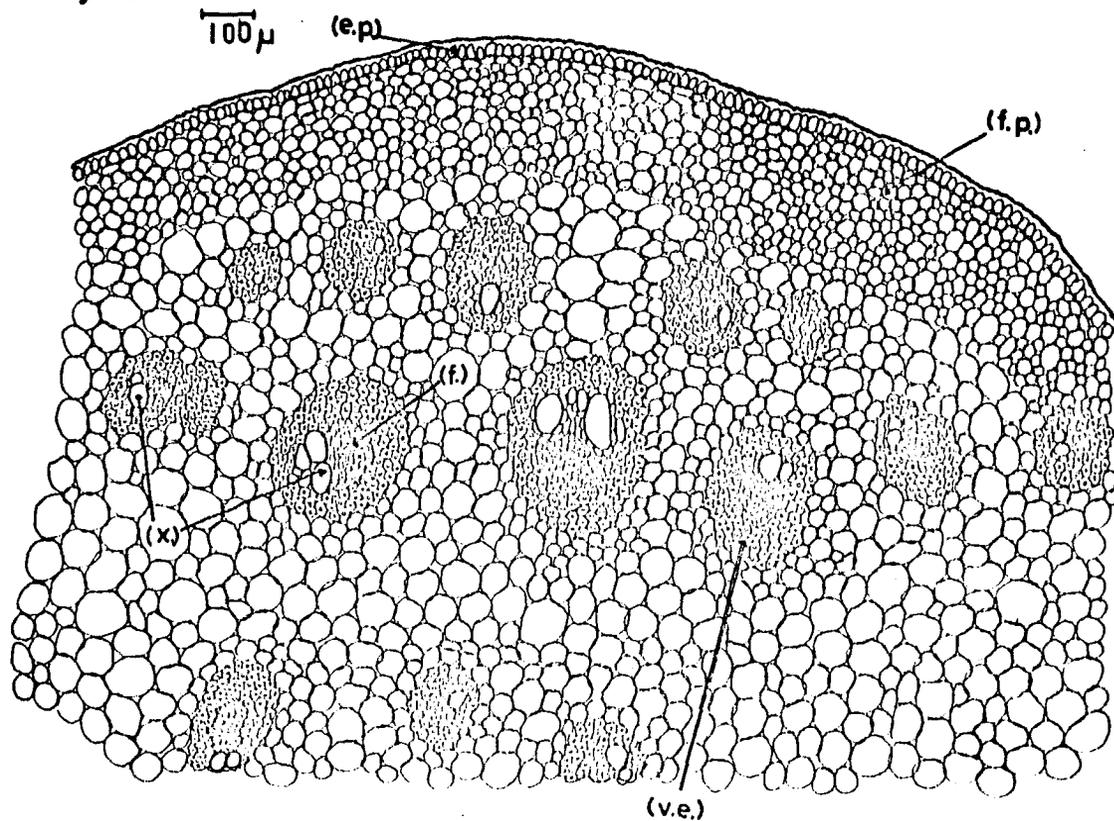
Fig. XLII



120

X 600 *Opsiantra gomez-pompaе*, vista superficial; epidermis abaxial de peciolo, estoma (e.), células oclusivas (c.o.), células acomp. laterales (c.s.l.), células acomp. terminales (c.s.t.).

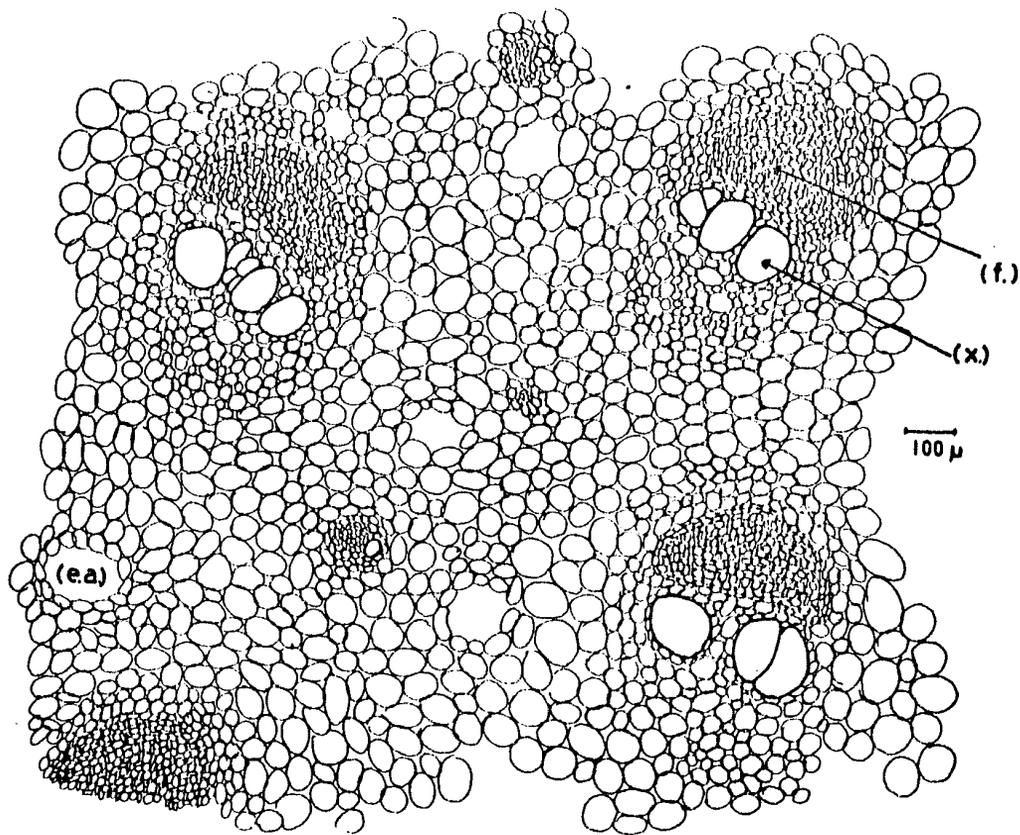
Fig. XLIII



121

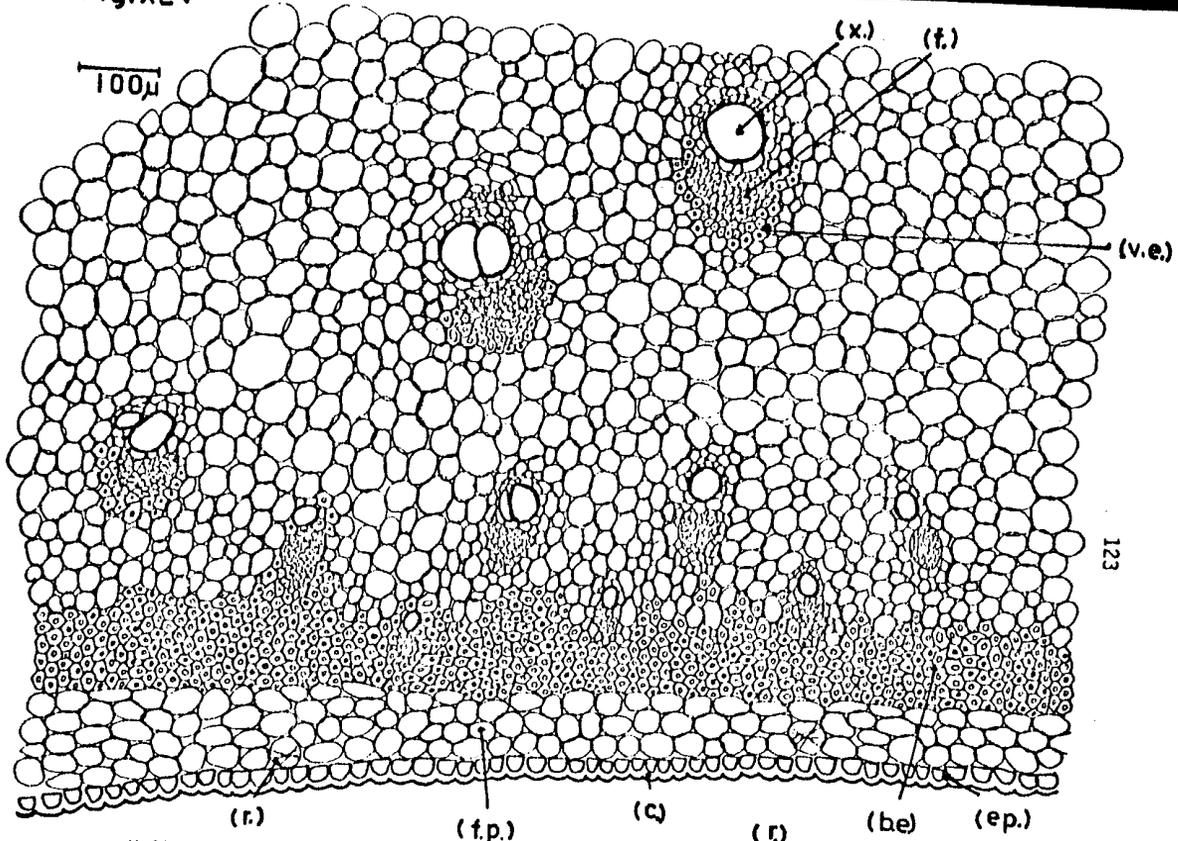
X 94.5 *Opsiantra gomez-pompaе*, vista transversal; zona marginal adaxial de peciolo, epidermis (ep.), franja parenquimática (f.p.), haces vasculares periféricos, xilema (x.), floema (f.), vaina esclerótica (v.e.).

Fig. XLIV



X 94.5 *Opsiandra gomez-pompaе*, vista transversal; zona media del peciolo, haces vasculares centrales, xilema (x.), floema (f.), espacios aéreos (e.a.).

Fig. XLV



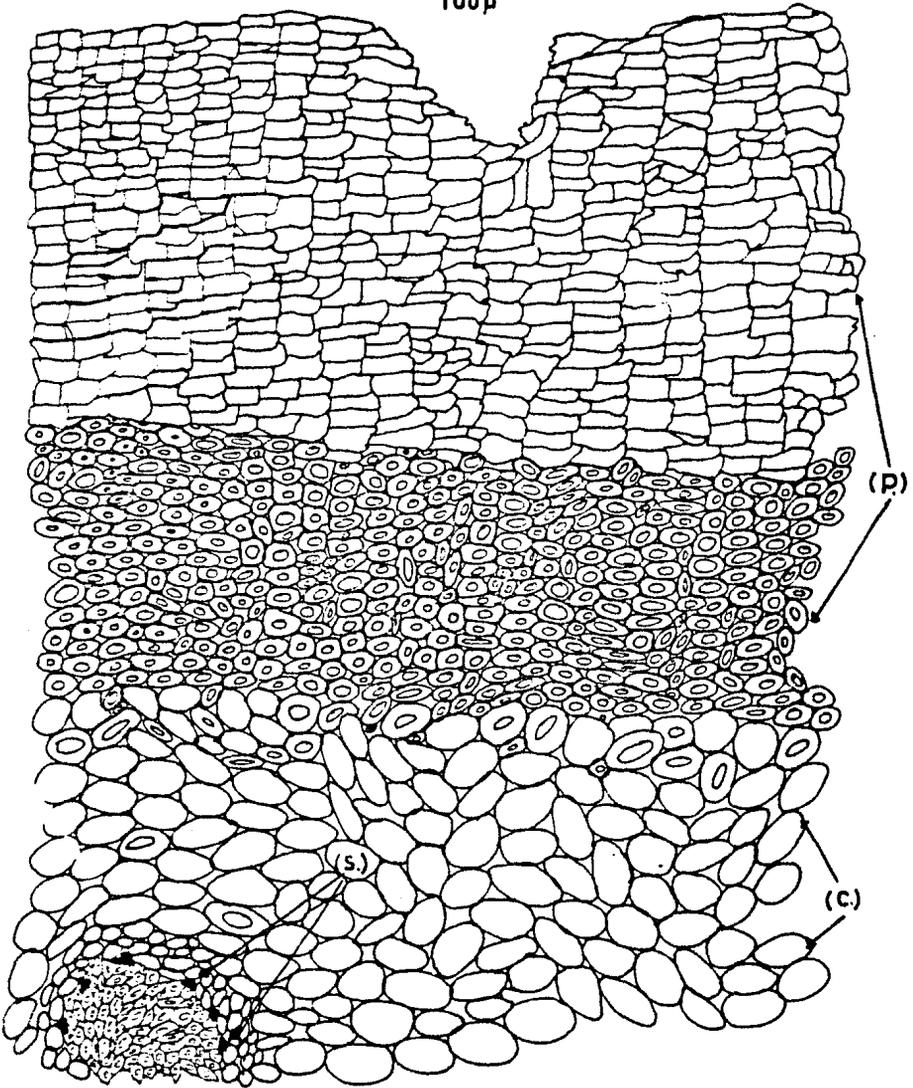
123

X 94.5 *Opsandra gomez-pompa*, vista transversal; zona marginal abaxial de pectolo, epidermis (ep.), franja parenquimática (f.p.), banda esclerótica (v.e.), naces vasculares periféricos, xilema (x.), floema (f.), vaina esclerótica (v.e.), cutícula (c.), rafidios (r.).

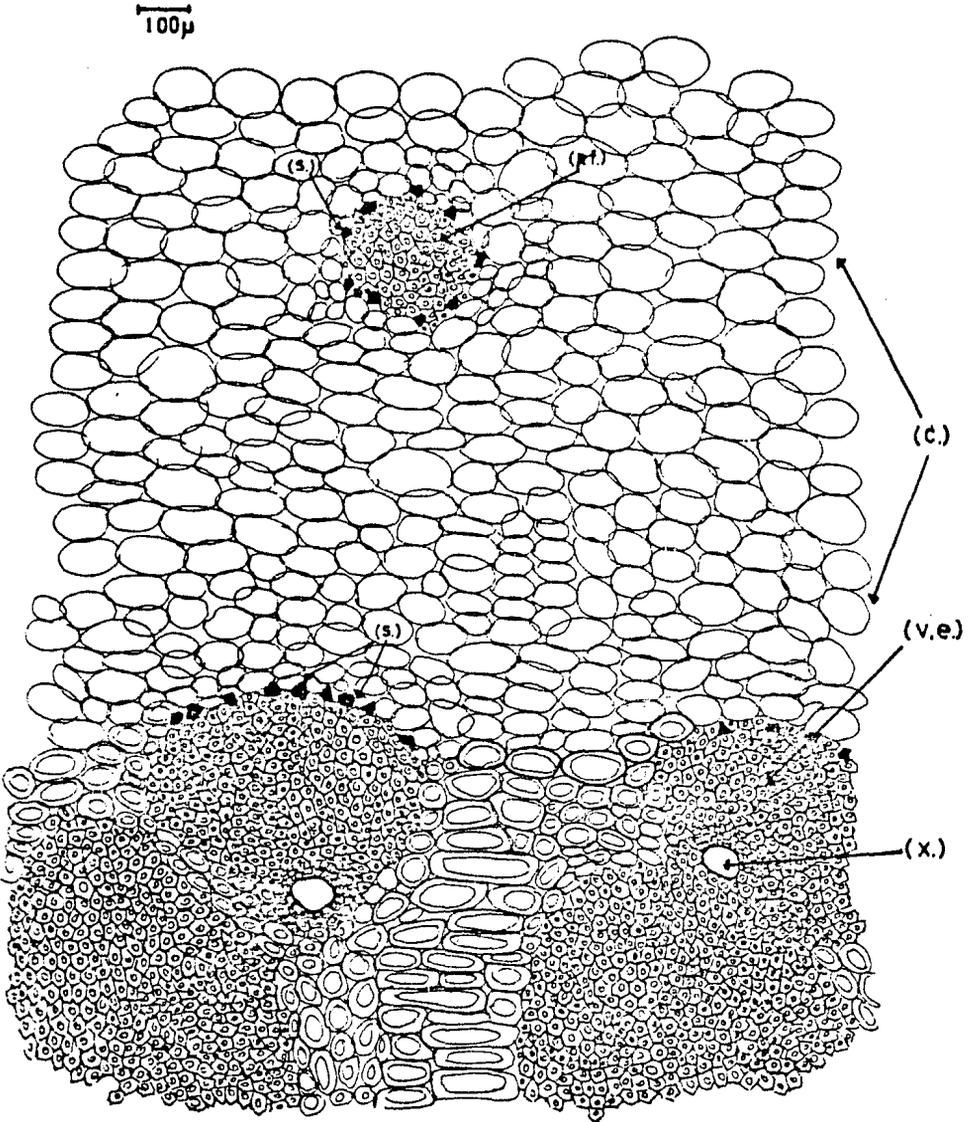
Fig, XLVI

124

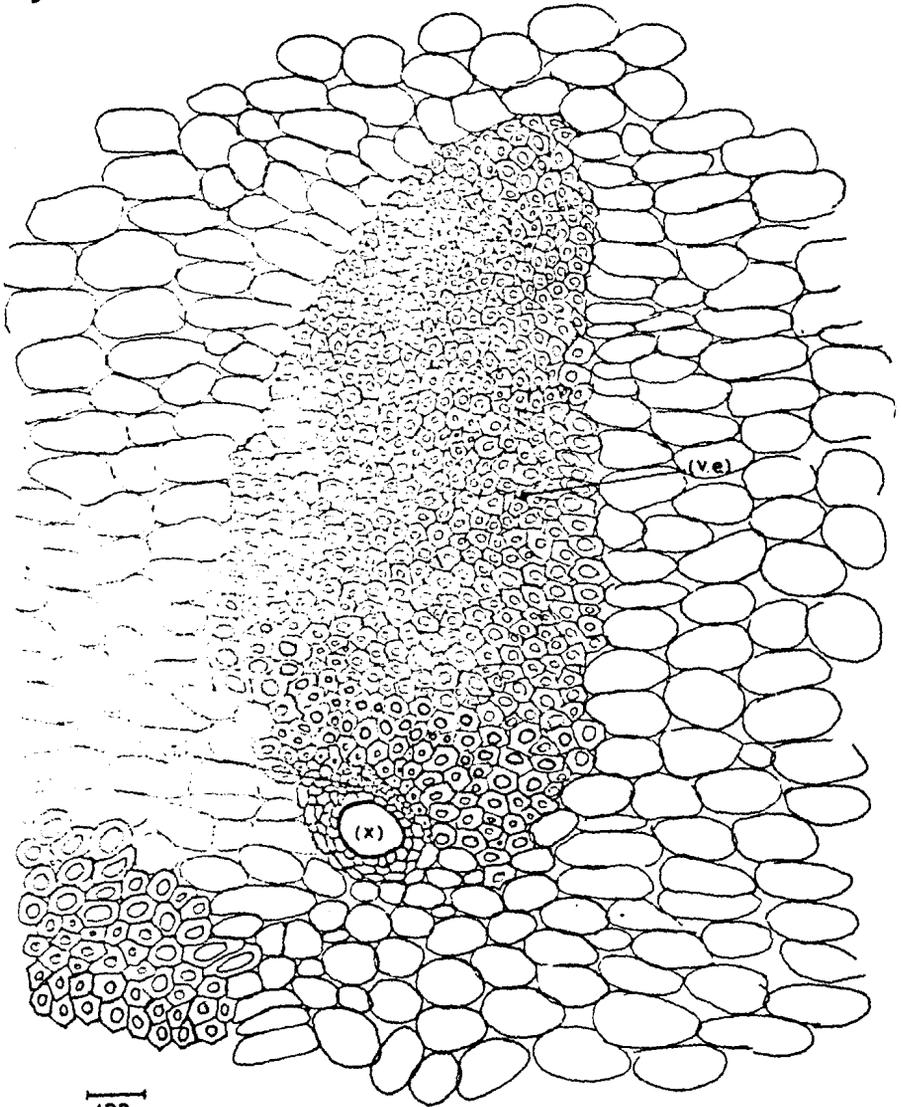
100 μ



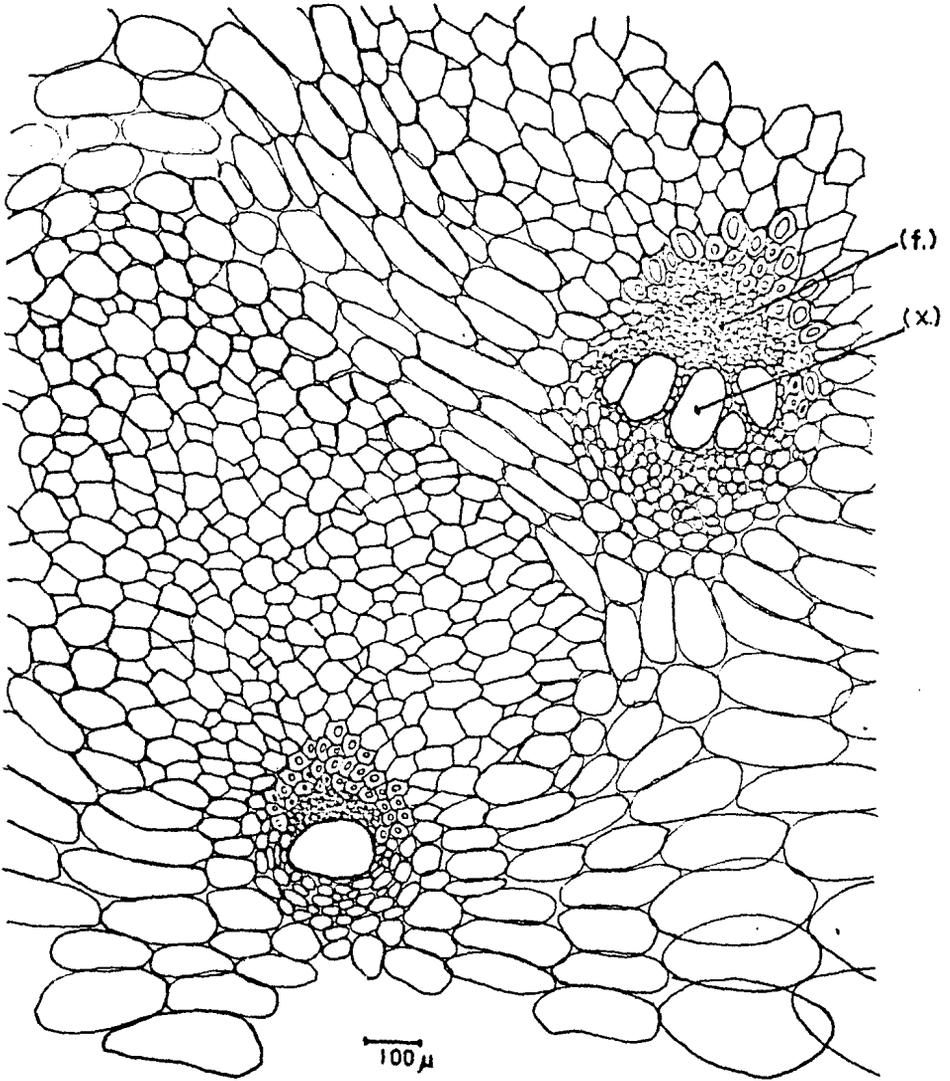
X 94.5 Tallo de *Opsiantra gomez-pompae*, vista transversal; peridermis (p.), cortex (c.), stegmata (s.).



X 94.5 Tallo de *Opsiantra gomez-pomae*, vista transversal; córtex (c.), paquetes fibrosos (p.f.), haces vasculares periféricos, xilema (x.), vaina esclerótica (v.e.), stigmata (s.).



x 94.5 Tallo de *Opsiantra gomez-pomoeae*, vista transversal; haz vascular periférico, xilema (x.), floema (f.), vaina esclerótica (v.e.).

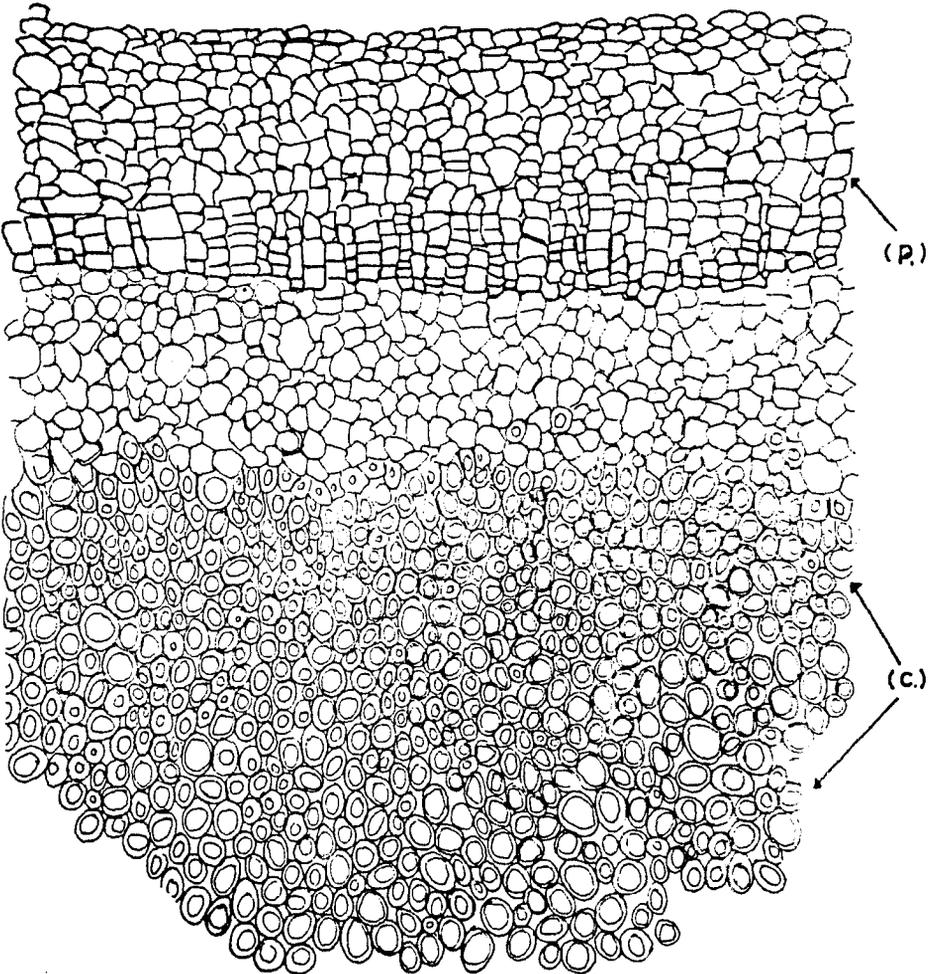


X 94.5 Tallo de *Opsiandra gomez-pompaе*, vista transversal; haces vasculares centrales, xilema (x.), floema (f.).

Fig. L

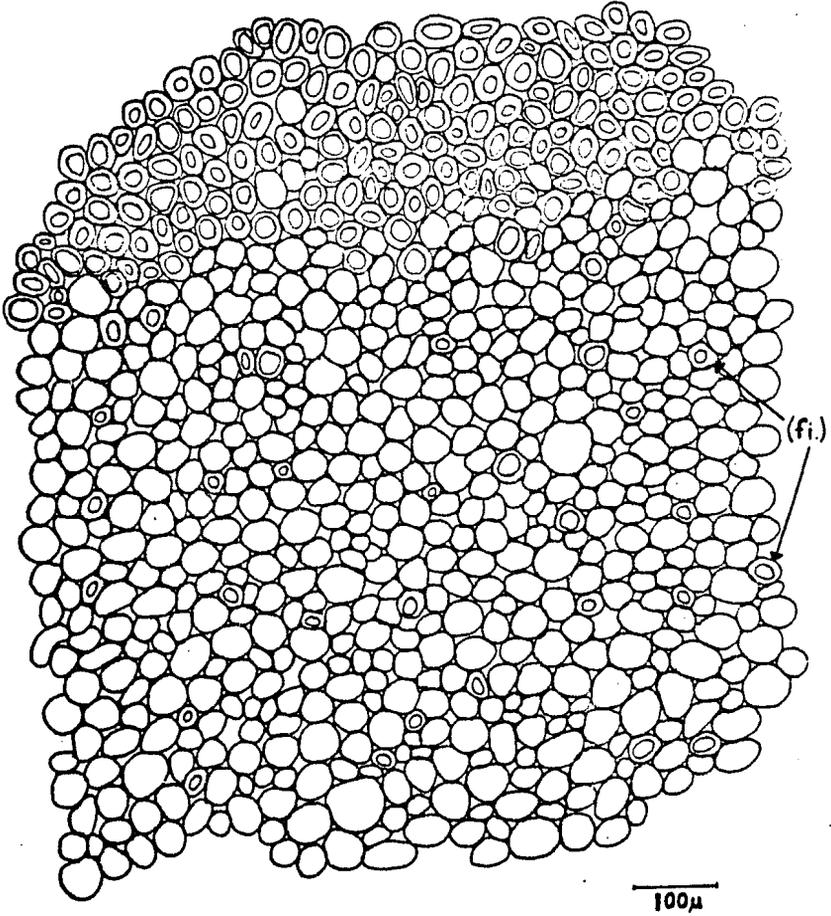
128

100 μ



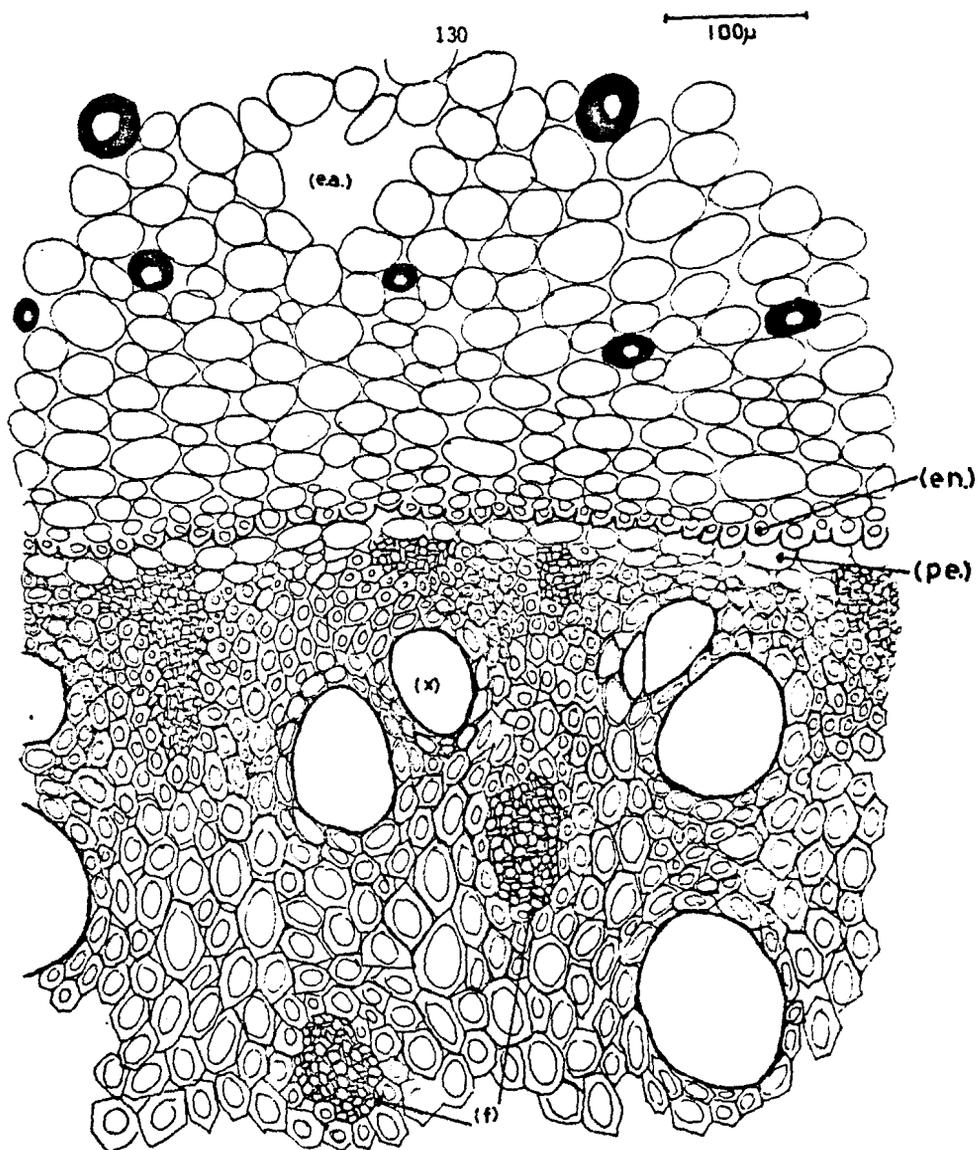
X 150 Raíz de Opsiantra gomez-pompaе, vista transversal; peridermis (p.), córtex (c.).

Fig. LI



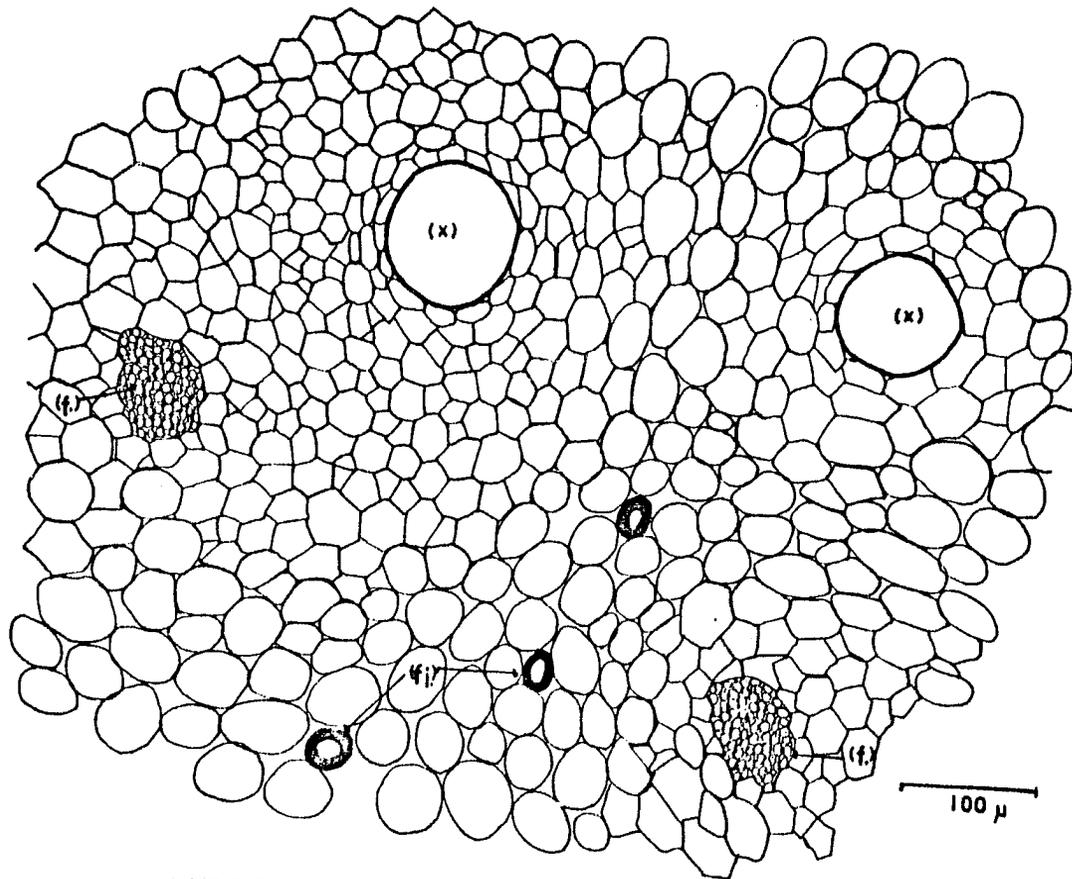
X 150 Raíz de *Opsiandra gomez-pompae*, vista transversal; zona media del córtex, fibras aisladas (fi.).

Fig LII



X 240 Raíz de Opsiantra gomez-pompaе, vista transversal; zona interna del córtex, espacios aéreos (e.a.), endodermis (en.), periciclo (pe.) haces vasculares, xilema (x.), floema (f.).

Fig. LIII



131

X 240 Rafz de *Opsiantra gomez-pompa*, vista transversal; haces vasculares centrales, xilema (x.), floema (f.), fibras (fi.).

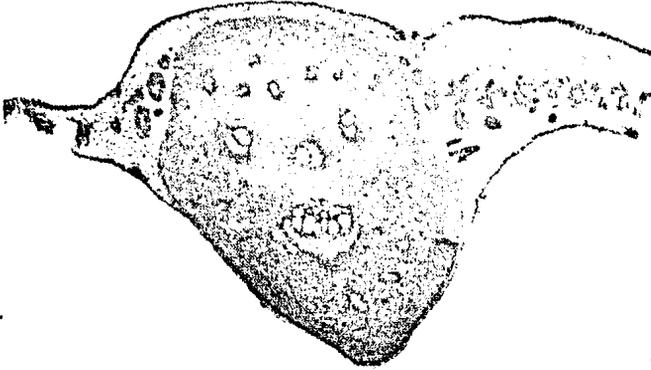


Foto I. X 10 Opsiandra maya, corte transversal; costilla central a nivel basal de la pinna.

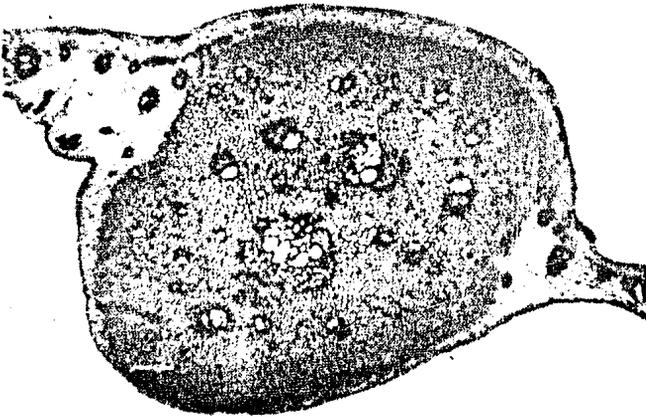


Foto II. X 10 Opsiandra gomez-pompa, corte transversal; costilla central a nivel basal de la pinna.

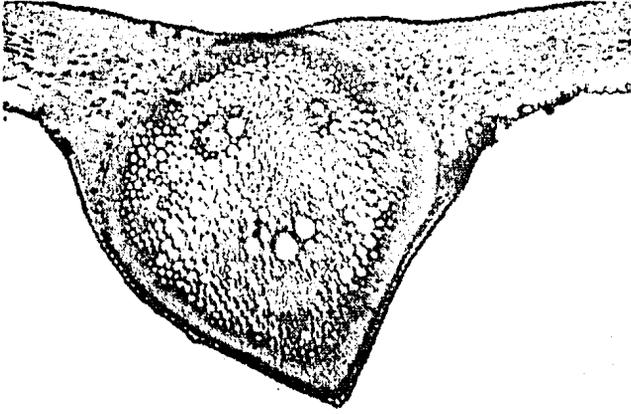


Foto III. X 25.2 Opsiandra maya, corte transversal; costilla central a nivel medio de la pinna.

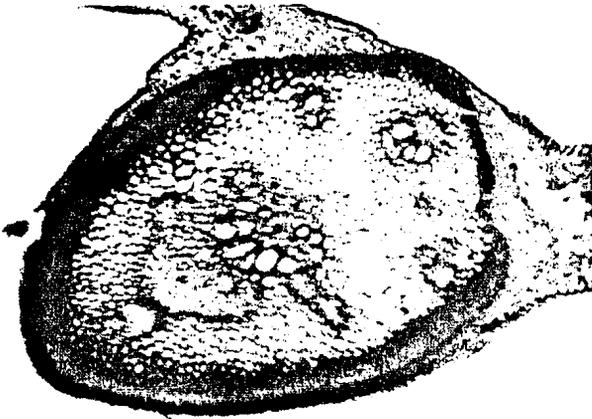


Foto IV. X 25.2 Opsiandra gomez-pompa, corte transversal; costilla central a nivel medio de la pinna.

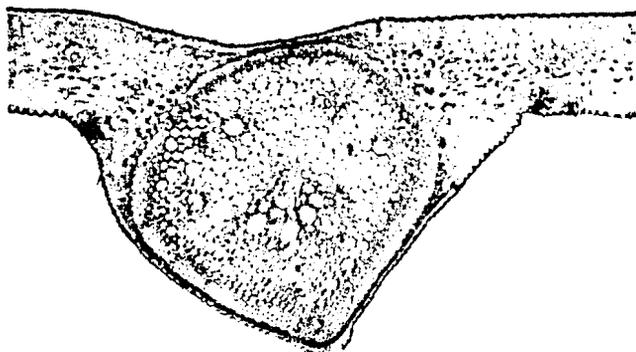


Foto V X 25.2 Opsiandra maya, corte transversal; costilla central a nivel medio de la pinna.

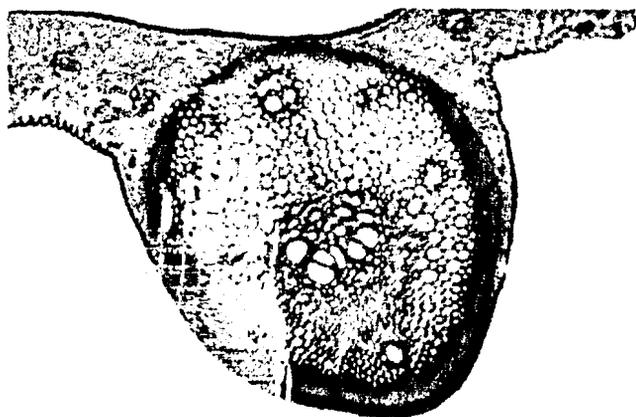


Foto VI X 25.2 Opsiandra gomez-pompa, corte transversal; costilla central a nivel medio de la pinna.

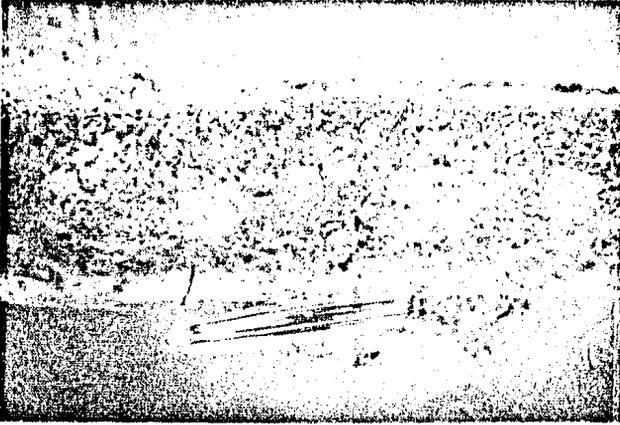


Foto VII. X 64 Opsiandra maya, paquetes de rafidios (maclas) en lámina foliar.

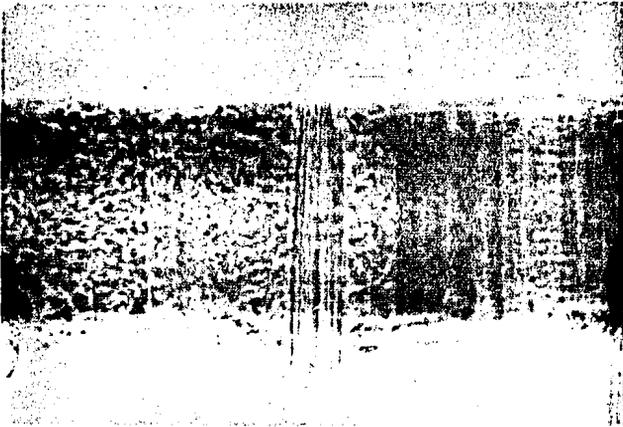


Foto VIII. X 32 Opsiandra gomez-pompae, paquetes de rafidios (maclas) en lámina foliar.

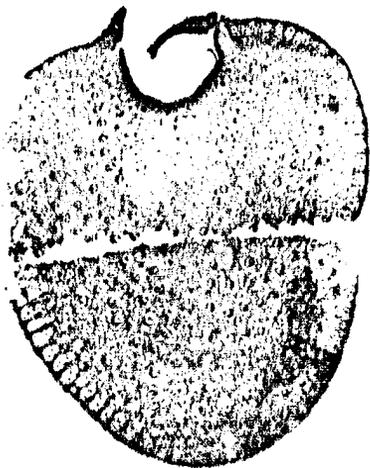


Foto IX. X 4.37 Opsiandra maya, corte transversal de peciolo.

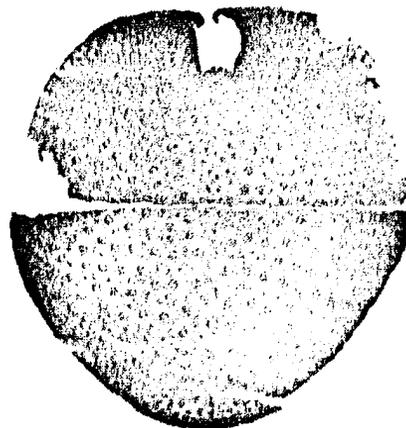


Foto X. X 3 Opsiandra gomez-pompaе corte transversal de peciolo.