

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
ESCUELA DE BIOLOGIA

PRINCIPIOS ANATOMICOS DE LA ABSORCION DE AGUA EN BROMELIAS
EPIFITAS DE EL RANCHO (EL PROGRESO)



Para optar al titulo de:

LICENCIADA EN BIOLOGIA

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Guatemala, Septiembre 1995

R
06
9(1675)
2.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
QUIMICA Y FARMACIA**

DECANO: LIC. JORGE RODOLFO PEREZ FOLGAR
SECRETARIA: LICDA. ELEONORA GAYTAN IZAQUIRRE
VOCAL 1: LIC. MIGUEL ANGEL HERRERA GALVEZ
VOCAL 2: LIC. GERARDO LEONARDO ARROLLO CATALAN
VOCAL 3: LIC. MIGUEL ORLANDO GARZA SAGASTUME
VOCAL 4: BR. ANA MARIA RODAS
VOCAL 5: BR. HAYRO OSWALDO GARCIA GARCIA

ESTA TESIS LA DEDICO A

A DIOS

MIS PADRES

ARIED E. CAFFARO FAILLACE

AURA LUZ LOPEZ DE CAFFARO

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento a todas las personas que colaboraron en la realización del presente trabajo de tesis, en especial, al Doctor S. Winkler (Q.E.P.D) sin cuya orientación no hubiera sido posible realizar este trabajo; a mis asesoras, Licdas. Roselvira Barillas de Klee y Haydée Paniagua de Díaz; al Depto de Botánica de la Escuela de Biología USAC por facilitarme el material utilizado, al Departamento de Cito histología de la Escuela de Química Biológica especialmente al Lic. Federico Nave por fotografiar los cortes y a la familia Obiols Prado por su apoyo continuo y amistad.

RESUMEN

Con el propósito de conocer la anatomía de los tejidos involucrados en el mecanismo de absorción de agua en epífitas de la familia Bromeliaceae, se escogieron cuatro especies xerofíticas del género *Tillandsia*. Las cuatro especies se colectaron en la zona de vida del bosque seco sub-tropical del Departamento de El Progreso; son plantas que pertenecen al mismo habitat y adaptadas a las mismas condiciones de vida, siendo estas especies:

Tillandsia ionantha Planch
Tillandsia shiedeana Steudel
Tillandsia circinnata Schlecht
Tillandsia xerographica Rohweder

Este estudio se basó en cortes transversales de hojas, observando diferencias y similitudes en el estrato cuticular, tricomas, epidermis e hipodermis. Los resultados demuestran que las cuatro especies son semejantes en cuanto a forma y disposición de las células en los tejidos.

Se determinó otro mecanismo de absorción no descrito en la literatura utilizando un método específico que sigue la dirección del agua a través de los tejidos. Se comprobó que el agua penetra a la hoja por las paredes del pedúnculo del tricoma, llegando a las células receptoras del mismo y luego se distribuye al resto de los tejidos.

Las estructuras que actúan en la absorción de agua en las cuatro especies de *Tillandsia* se encuentran relacionadas fisiológica y anatómicamente. Los tricomas peltados de estas especies regulan el balance entre transpiración y absorción de agua al igual que los estomas en el resto de plantas no epífitas. La epidermis que presentan estas especies es una de las características esenciales que contribuye a que estas plantas se encuentren adaptadas a las condiciones adversas del medio en que se desarrollan.

"INDICE"

RESUMEN	No. PAGINA
I. INTRODUCCION	1
II. ANTECEDENTES	2
II.1 PERSPECTIVA HISTORICA	2
II.2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA FAMILIA BROMELIACEAE	2
II.2.3 DESCRIPCION DE LAS ESPECIES	3
II.3 ANTECEDENTES EN EL ESTUDIO ANATOMICO DE LA FAMILIA BROMELIACEAE	6
II.4 CARACTERISTICAS DE LA ANATOMIA FOLIAR	7
II.5 MECANISMO DE ABSORCION DE AGUA	8
II.6 IMPORTANCIA Y USOS DE LAS BROMELIACEAE	9
III. JUSTIFICACIONES	10
IV. OBJETIVOS	11
V. MATERIAL Y METODOS	
V.1 MATERIAL Y EQUIPO	12
V.2 PROCEDIMIENTO	13
VI. RESULTADOS	15
VII. DISCUSION	17
VIII. CONCLUSIONES	18
IX. RECOMENDACIONES	19
BIBLIOGRAFIA	20
ANEXOS	22

I. INTRODUCCION

Las plantas epífitas están definidas como plantas que crecen sobre los troncos y ramas de los árboles, pero sin afectar en ningún aspecto a su hospedante utilizándolo únicamente como soporte. La mayoría de biólogos aceptan que la relación entre la planta epífita y su hospedante es básicamente un comensalismo, excepto en aquellos casos en los que exista super población.

Alrededor del 10% de angiospermas, incluyendo cerca de la mitad de especies de la familia Bromeliaceae, crecen como epífitas. De estas unas son mesofíticas, es decir plantas adaptadas para crecer en lugares con humedad relativa alta y muy pocas son xerofitas, plantas adaptadas a lugares áridos. Sólo algunos miembros de las familias Cactaceae y Orchidaceae poseen características de tolerancia a ambientes secos comparables con las Bromeliaceae epífitas.

En este trabajo se hizo una comparación anatómico-histológica entre cuatro especies de Bromeliaceae epífitas-xerofitas del género *Tillandsia*, las cuales necesitan tener un mecanismo especial de captación de agua. Las especies *Tillandsia shiedeana* Steudel, *Tillandsia ionantha* Planch, *Tillandsia circinnata* Schlecht y *Tillandsia xerographica* Rohweder, provenientes de la zona de vida del bosque seco sub-tropical del valle del Motagua, en la región de El Rancho, El Progreso que es una zona de vida con precipitación promedio anual de 855mm y con un porcentaje de humedad relativa baja. Las cuatro especies del trabajo son las únicas especies de *Tillandsia* reportadas en esta zona. (27)

El estudio ayuda a conocer el sistema de absorción de agua en las Bromeliaceae epífitas-xerofitas mencionadas, a través de estructuras epidérmicas especializadas, que le han conferido a este grupo de plantas una gran capacidad de tolerancia para sobrevivir en lugares inhóspitos.

Dentro de la familia Bromeliaceae, la sub-familia Tillandsioideae posee sólo miembros epífitos, los cuales han desarrollado estructuras especializadas, que le son útiles a su condición de epífitas. Entre estas estructuras están los tricomas o pelos escuamiformes, que son complejos apéndices epidérmicos. Cada tricoma es de forma peltada en donde se reconoce un pedúnculo y un ala, encontrándose el pedúnculo hundido en la epidermis y el ala emergente sobre las células epidérmicas. El ala varía, a nivel morfológico, notablemente entre especies. Los tricomas son estructuras importantes porque la capacidad de absorción de agua y nutrientes en los miembros de esta sub-familia, está asociada a los mismos.

II. ANTECEDENTES

II.1 PERSPECTIVA HISTORICA

Las Bromeliaceae fueron observadas por Cristóbal Colón en 1492 cuando desembarcó en la Isla Fernandina. Para entonces este grupo de plantas era desconocido en el Viejo Mundo, y por lo tanto atrajo la atención de los exploradores. En Europa fueron conocidas en 1493, un año después que Cristóbal Colón las mencionara en sus relatos (11). Estas plantas fueron colectadas en los siguientes viajes realizados por los buscadores de tesoros y exploradores de nuevos continentes.

En Europa las Bromeliaceae surgieron como plantas ornamentales desde 1776, cuando fue introducida *Guzmania lingulata*. A partir de esta época fueron llevadas otras especies al Viejo Mundo. En los años de 1870 los horticultores europeos popularizaron el cultivo de estas plantas (3). En los Estados Unidos fueron reconocidas como un grupo importante después de 1945 (3). Actualmente son consideradas un grupo ornamental tan importante como las orquídeas. (4)

II.2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA FAMILIA BROMELIACEAE

II.2.1 DESCRIPCION GENERAL:

Filogenéticamente la familia Bromeliaceae fue interpretada por Hutchinson (1934) como representante del climax de la línea de descendencia donde el cáliz y la corola tienen tendencia a ser diferentes o poco diferentes uno del otro, un rasgo retenido de la existencia de las dicotiledóneas. Smith por su parte consideró que la familia Bromeliaceae poseía afinidades con la familia Rapataceae y estas dos familias probablemente partieron de un ancestro común, el consideró a las Bromeliaceae como los miembros más primitivos de la familia Farinosae. (6)

Esta familia, que tiene cerca de mil especies, es característicamente americana; exceptuando a *Guzmania feliciana*, especie del Africa Occidental. Su área de distribución se extiende desde los estados de Texas y Virginia en Norte América, hasta Argentina (3). Se incluyen en esta familia, plantas de porte muy diverso: unas pequeñas, de unos pocos centímetros de altura, a veces con aspecto de musgo o líquen, y otras hasta de cinco metros de altura; unas terrestres y otras epífitas (17). La familia Bromeliaceae se ha dividido en tres sub-familias: Pitcairnioideae, Tillandsioideae y Bromelioideae.

La subfamilia Tillandsioideae, que es la que interesa en el presente trabajo cuenta con seis géneros: *Catopsis*, *Glomeropitcairnia*, *Guzmania*, *Tillandsia* y *Vriesea*. (3)

El género *Tillandsia* incluye plantas medianas o muy pequeñas hasta miniaturas, de crecimiento lento; las plantas son densamente suculentas, cubiertas por tricomas (pelos o escamas), dándole un aspecto gris plateado a la hoja, característico de especies de *Tillandsia* que crecen en zonas semiáridas. Las hojas tienden a tener los bordes recurvados hacia arriba, debido a que las especies con órganos cilíndricos se adaptan mejor al ambiente seco, por presentar menor superficie de aireación; y como consecuencia, pierden menor cantidad de agua. (3)

Todas las representantes de este género poseen una capa epidérmica gruesa, por encima y debajo del mesófilo verde. Las hojas poseen relativamente poco tejido comparado con las especies terrestres. (3)

Los tricomas son de aspecto escuamiforme-peltado, con un pedúnculo sujetando el ala, siendo el ala la parte externa y la encargada de atrapar las sustancias nutritivas y el agua del ambiente. En algunas especies del género *Tillandsia* es posible observarlos macroscópicamente. El pedúnculo se encuentra hundido en el tejido epidérmico, posee unas células en la base llamadas células receptoras, que son las encargadas de almacenar el agua que penetra por él y que luego será distribuida por todo el tejido mesofílico.

II.2.3 DESCRIPCION DE LAS ESPECIES

II.2.3.1. *TILLANDSIA CIRCINNATA* Schlecht 1844

Epífita que habita a una altura de 350 a 400 metros sobre el nivel de mar, frecuentemente en Zacapa y Chiquimula (7) y reportada en el departamento de El Progreso (4).

Son plantas sin tallo que al florecer alcanzan de 10 a 45 cm de altura, pseudocauléscentes por la repetida proliferación de las inflorescencias. Presentan hojas gruesas, cubiertas totalmente de escamas gruesas cinéreas. Vainas grandes, anchamente aovadas formando un pseudobulbo en la base, estrechamente ovoide o elíptico de 15 cm de largo, que forma gradualmente la lámina, láminas involuto-subuladas punzantes, de 20 cm de largo pero con frecuencia más cortas aún en plantas grandes, de 3 a 7 mm de grosor, curvadas, contortas o espiraladas. Escapo erecto; brácteas del escapo erectas, imbricadas, foliáceas, con láminas esparcidas o recurvado-espiraladas. Inflorescencia simples o compuestas por pocas espigas, digitadas o pinnadas; las brácteas primarias como las del escapo, siempre un poco más cortas que las espigas axilares. Espigas erectas o suberectas, linear-lanceoladas, agudas, con frecuencia curvas, hasta de 12 cm de largo pero generalmente mucho más cortas, con 2 a 10 flores. Brácteas florales erectas, imbricadas, elíptica, agudas, apenas carinadas, de 2 a 3 cm de largo, excediendo los sépalos dos o tres veces, a lo largo de los entrenudos, subcartáceas, nervadas; cubiertas con es-

camas pálidas; flores sésiles. Sépalos escamosos, nervados, más o menos connados en la parte posterior, pétalos lineares, erectos, de 4 cm de largo, color violeta, estambres y pistilo exertos. Cápsula cilíndrica delgada de 4 cm de largo. (26)

II.2.3.2. TILLANDSIA SCHIEDEANA Steudel. 1841

Planta epífita de chaparrales y en bosques de pino-encino, habita entre los 60 a 1800 metros de altitud. Distribuida en Petén, Alta Verapaz, Izabal, El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Jutiapa, Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Retalhuleu y Huehuetenango. (27)

Plantas acaulescentes, de 40 cm de altura cuando florece pero normalmente no pasa de los 20 cm, frecuentemente pulvinadas, tallo de 5 a 20 cm de largo, simple o con pocas ramificaciones. Hojas polísticas, de densidad variable, que pueden llegar a medir hasta 25 cm de largo, densamente cubiertas por escamas cenizas o rojizas; escamas aplanadas cerca del ápice de la hoja, dispersas en la parte inferior, vaina suborbicular, grande, densamente imbricada, dándole al tallo una apariencia corpulenta, con márgenes hialinos, glabra únicamente en las partes donde hay traslape entre las hojas; laminas muy angostamente triangulares, filiforme-atenuadas, involuto - subuladas. Escapo terminal, erecto, más corto que las hojas; brácteas del escapo imbricadas ocultando al mismo, las bracteas inferiores foliaceas, las superiores delgadas y en forma de roseta, por lo general con una lámina filiforme evidente, inflorescencia siempre simple, dística o algunas veces polística en la base, lanceolada, atenuada en ambos extremos, cilíndricas hasta de 7 cm de largo y 8 mm de grosor pero generalmente de solo unos 3 cm de largo. Flores pocas o densas, raquis casi erecto, delgado, fuertemente surcado, glabro. Las brácteas florales densamente imbricadas ocultando completamente al raquis, dos o tres veces más largas que los entrenudos, elíptico-lanceoladas, obtusas, o las basales diminutamente apiculadas, de aproximadamente 30 mm de largo y 10 mm de ancho, excediendo los sépalos, membranosas, rosetadas, nervadas; flores sésiles, de 46 mm de largo. Sépalos lanceolados, agudos, de 20 mm de largo, subcoriáceos, glabros con nervios pares, los sépalos posteriores carinados y frecuentemente connados; pétalos erecto-tubulares, de color amarillo; estambres y pistilo exertos; ovario elipsoide. Cápsula cilíndrica de 45 mm de largo. (26)

II. 2.3.3 TILLANDSIA IONANTHA Planch 1855

Planta epífita en lugares secos, bosques o chaparrales, puede encontrarse entre los 650 a 1300 metros de altitud. Frecuentemente en Chiquimula, Jutiapa, El Progreso y Quetzaltenango.

Plantas acaulescentes o raras veces con un tallo corto, generalmente formando masas densas. Hojas en número de 30 a 40, que raramente sobrepasan los 6 cm de largo, cubiertas de escamas gruesas, cinéreas; vainas elípticas, la mitad de largo que las láminas; láminas triangulares, estrechas, subulado-atenuadas, sólidas, de 5 mm de ancho, las hojas externas verdes y las internas de color rojo oscuro cuando la planta esta viva. Escapo corto o ausente. Inflorescencia sésil terminal, con apariencia de una simple espiga abreviada con flores polísticas pero realmente es una panícula reducida, con los ejes abortados; cada espiga reducida a una simple flor; las brácteas primarias lanceo-aovadas agudas, igualando o excediendo los sépalos, membranosas, escamosas hacia el ápice. Las brácteas florales semejantes a las brácteas primarias pero más cortas que los sepalos; flores sesiles, erectas. Sepalos libres lanceolados agudos, de 16 mm de longitud, membranosos, sépalos posteriores carinados, apenas connados; pétalos tubulares erectos, de más de 4 cm de largo, color violeta; la base linear, la lámina anchamente elíptica, subaguda, estambres y pistilo exertos. Cápsula subcilíndrica, aguda, de 3 cm de longitud. (26)

II.2.3.4 TILLANDSIA XEROGRAPHICA Rohweder 1953

Planta epífita o raramente terrestre, se encuentra entre los 200 a 600 metros de altitud. Frecuente en El Progreso.

Plantas sin tallo, inflorescencia de 35 a 55 cm de largo. Hojas rosuladas sub-bulbosas, duras, vainas ampliamente aovadas o sub-orbiculares, más o menos infladas, de 6 cm de largo, por lo general pálidas, láminas angostamente triangulares, recurvadas y contortas, 40 cm de largo, 4 cm de ancho. Escapo erecto, sólido, glabro, brácteas de escapo imbricadas, lanceoladas, con las láminas arqueadas, recurvadas, subuladas, cubiertas de escamas, inflorescencia ampliamente bipinnadas, conformada de 10 espigas, 30 cm de largo; brácteas primarias aovadas, mucho más cortas que las espigas; las brácteas inferiores son cortamente laminadas y las superiores apiculadas; espigas erectas o sub-erectas estrechamente lanceoladas o sub-lineares, de 10 hasta 15 cm de largo y 15 mm de ancho, por lo general con 3 a 4 flores, la mitad inferior estériles, con 4 a 5 brácteas, brácteas florales imbricadas y cubriendo el raquis, raquis glabro; lanceoladas, agudas o submucronadas, 4 a 5 cm de largo, excediendo los sépalos de 4 a 6 veces, más largas que los entrenudos, rectas hacia el ápice, ligeramente carinado o sin carina, con el margen hialino, más o menos con nervios, glabras, lustrosas. Sépalos linear-lanceolados, agudos, 30 a 33 mm de largo, delgados excepto en la base, sub-coriaceos, nervados, posteriormente carinados y connados hasta la mitad o más; pétalos erectos tubulares, de 5 a 6 cm de largo, de color lavanda pálido, estambres y pistilo exertos. (26)

II.3 ANTECEDENTES EN EL ESTUDIO ANATOMICO DE LA FAMILIA BROMELIACEAE

La anatomía foliar de las Bromeliaceae ha merecido la atención de varios investigadores taxónomos, como Duval (Paris, 1806), Beer (Alemania, 1854) y Andre (Paris, 1889). Entre los estudios anatómico-ecológicos realizados, el de Schimper (Alemania, 1894) es de gran interés porque relaciona la economía del agua con el epífitismo.

Carl Mez (Paris, 1896) realizó investigaciones sobre la función de los tricomas en la absorción de agua. Ficado (Paris, 1913)(18) hizo un estudio donde relacionó los depósitos de agua en las bases foliares y la nutrición mineral, con la producción de mucilago en las hojas, y la presencia de enzimas digestivas en Bromeliaceae de Costa Rica.

Tietze (Alemania, 1906) estableció cuatro grupos de Bromeliaceae, basándose en la estructura de las escamas o tricomas, y el habitat en general; su primer grupo corresponde a xerofitas terrestres que absorben agua por las raíces, con escamas no especializadas y asociadas con los estomas para reducir la transpiración; el segundo y tercer grupo incluyen formas especializadas como las especies epífitas-xerofíticas y el cuarto grupo esta formado por las epífitas extremas como los miembros del género *Tillandsia*. Pittendrigh (Estados Unidos, 1969) consideró otros grupos más que Tietze, en los estudios realizados con estas plantas en Trinidad.

Tomlinson (Oxford, 1969) aportó uno de los más modernos estudios anatómicos en esta familia, estableciendo relaciones entre las estructuras y la ecología de las plantas. Robinson (EUA, 1969) realizó un estudio anatómico-foliar del género *Commelina*. Ortlieb y Winkler (Alemania, 1977) realizaron un estudio en el cual proponen un modelo de diferenciación ecológica en la evolución de las Bromeliaceae, basándose en la anatomía de las células que se encuentran alrededor del haz vascular en las hojas de las tres sub-familias. Strehl y Winkler (Alemania, 1981) mencionan en su estudio la variedad de tricomas en Bromeliaceae, relacionándolas con aspectos evolutivos. Winkler (Alemania 1984) hizo un estudio sobre Tillandsioideae, con el género *Tillandsia* y sub-géneros *Allardtia*, *Tillandsia* y *Anoplophytum* de América Central, donde menciona las secuencias morfológicas del número de estomas y tricomas, interpretado como una tendencia evolutiva.

En Guatemala solamente se cuenta con un estudio anatómico-histológico de Cifuentes y Caffaro (Escuela de Biología, USAC, 1989) que trata sobre la anatomía foliar comparada entre dos especies del género *Tillandsia* y entre una de este género y una especie terrestre del género *Hechtia* sp.

II.4 CARACTERISTICAS DE LA ANATOMIA FOLIAR

Las hojas de las Bromeliaceae maduran gradualmente como si se tratase de un tejido foliar nuevo, son generadas por el intercambio temporal de meristemas, colocados justamente por debajo de la base circular. Las hojas que se desarrollan en esta forma son viejas en el ápice y jóvenes en la parte basal, donde se insertan en el tallo. (3)

En el corte transversal de una hoja se observa que entre la capa epidérmica y el mesofilo central existen dos capas hipodérmicas, en las cuales se deposita agua. Las venas foliares están embebidas en el mesofilo, un tejido compacto de color verde formado de células parenquimatosas. El floema ocupa la parte baja de la cara vascular y el xilema se localiza en la parte media superior. (3)

Es común encontrar, en los tejidos foliares, canales mucilaginosos y una gran cantidad de cristales tipo estiloides de oxalato de calcio. Embebidos en la gruesa pared periclinal de las células epidérmicas se encuentran pequeños cuerpos redondeados de silicatos. (6)

En la familia Bromeliaceae y específicamente en la sub-familia Tillandsioideae, la presencia de tricomas es de gran importancia, por ser las estructuras responsables de capturar el agua del ambiente, de precipitación, y los nutrientes. Esta condición ayuda a tales plantas a sobrevivir en ambientes difíciles, principalmente cuando se trata de especies xerofíticas. En las especies epífita-xerofíticas, la lámina foliar se encuentra cubierta por una densa capa de tricomas, los cuales toman del aire el dióxido de carbono, y el oxígeno disponible cuando la superficie de la hoja se encuentra humedecida. (3)

La forma peltada de los tricomas en la familia Bromeliaceae, le confiere a este grupo un alto grado de adaptación y un significado taxonómico. Los tricomas de este grupo presentan un pedúnculo o pie formado de 1 a 6 células o más. La célula de la parte superior tiene forma de cúpula. La serie de células de la parte inferior, se encuentran sentadas en la capa epidérmica, cercanas a la hipodermis y adyacentes a unas pequeñas células al pie del pedículo. Por encima del pedúnculo descansa una simple capa de células parecidas a una lámina protectora, las cuales mueren al final del desarrollo, pero algunas pueden sobrevivir a lo largo de la vida foliar. (3)

Además de la importancia taxonómica que los tricomas confieren a la familia Bromeliaceae, cabe mencionar que en el género *Tillandsia* el papel que estos apéndices epidérmicos poseen en la absorción de agua y nutrientes, es trascendental.

II.5 MECANISMO DE ABSORCION DE AGUA

De acuerdo a observaciones realizadas por Carl Mez la mayor cantidad de agua entra en las Bromeliaceae epífitas por absorción, cuando la superficie de la hoja se encuentra húmeda. Inicialmente cuando una gota de agua cae sobre la superficie de la hoja, esta se desliza rápidamente sobre la epidermis hidrofóbica y dentro del lumen vacío de las células del escudo. Este tipo de caudal es conocido por la atracción entre las moléculas de agua y los materiales de las paredes celulares en la superficie epidérmica. La ausencia de una cutícula gruesa en las plantas epífitas probablemente se deba a esta atracción.(3)

La reacción del tricoma inicia cuando el agua entra de inmediato a las células vacías del escudo, por simple absorción e imbibición, exactamente de la misma manera como el agua se mueve a través de una esponja. Las células del escudo no tienen la capacidad de realizar osmosis, pero estas células se hinchan considerablemente, dependiendo de la cantidad de agua que entre.

Una vez humedecida la superficie de la hoja, las paredes laterales de las células del disco central y las células del anillo se colapsan, evitando de este modo que el agua regrese a la superficie, el resultado de esta adaptación es casi perfecto. Cuando estas células se llenan de agua las paredes laterales que son flexibles se estrechan. La segunda serie de células del anillo que se encuentra junto a las células del disco central poseen paredes celulares superiores flexibles y delgadas y paredes inferiores relativamente gruesas y rígidas. Conforme la hidratación progresa, la pared inferior se endereza. Durante este proceso el ala se encuentra en posición paralela a la superficie de la hoja.

Las paredes superiores flexibles actúan simplemente como una bisagra o una articulación suave y delicada para acomodar toda esta acción. Todos los cambios mencionados anteriormente se realizan en menos de un segundo después de que el tricoma capta agua.

Cualquiera que sea el mecanismo de entrada de agua a las células del pedúnculo, la superficie de la hoja se seca después de ser humedecida. Al mismo tiempo las células expuestas del tricoma como las del escudo, carentes de protoplasto e impregnadas de cera se deshidratan y desecan rápidamente. Tanto las células del disco central como las del anillo son colapsadas al mismo tiempo. En los últimos estadios de deshidratación la pared gruesa de las dos series de células del anillo se secan y el ala se flexiona hacia arriba. Una vez más un fuerte tapón se forma sobre las células del pedúnculo saturadas de agua, una indispensable ventaja para la economía del agua. Si esto no ocurriera podrían escaparse grandes cantidades de agua cuando la hoja se seca. En este caso las células del pedúnculo podrían funcionar como mechas, secando el tejido. La efectividad de los tricomas en las Bromeliaceae es parecido a una bomba para compensar las deficiencias de agua y minimizar la pérdida de la misma.

II.6 IMPORTANCIA Y USOS DE LAS BROMELIACEAE

Cronquist menciona que las Bromeliaceae son plantas que carecen de alcaloides, pero frecuentemente presentan acumulaciones de papina, y en algunas especies se puede encontrar saponinas. (6)

Dentro de la familia bromeliaceae la más importante económicamente es la piña (*Ananas comosus*), por su fruto succulento, además de que se obtienen fibras de sus hojas para la confección de vestuario.

Frutos de otras especies de los géneros *Ananas* y *Bromelia* sirven de alimento a ciertas poblaciones de América. La especie *Puya hamata* del Paramo de Ecuador, es utilizada como bebida, la cual se prepara a base de la parte blanda del tallo joven, llamada aguaraje.

En Bolivia y Argentina consumen los ápices tiernos de las hojas de las especies *Tillandsia maxima* y *T. rubella*. Los tallos y las hojas de musgo español *Tillandsia usneoides* son utilizados en tapicería, bajo el nombre comercial de cabello vegetal. (3)

En el oriente de Guatemala pobladores de algunas regiones se alimentan de una comida llamada muta, que no es más que los hijuelos de la planta madre de una bromelia terrestre, conocida con el nombre común de piñuela.

Muchas Bromeliaceae tiene propiedades medicinales, algunas dudosas y otras de mucho valor medicinal. Los frutos jóvenes de *Bromelia pinguin* son un efectivo vermifugo que ha sido utilizado por las poblaciones indígenas y blancas de Cuba. Las raíces de *Pitcairnia punges*, especie nativa del oeste del Monte Chimborazo en Ecuador, son utilizadas como diurético. *Puya gummifera* sirve como remedio folklórico en Ecuador, siendo utilizada para los riñones. (3)

Las especies que muestran una inflorescencia roja como *Tillandsia guatemalensis*, llamada "pie de gallito o gallitos", son utilizadas en gran cantidad como plantas decorativas en época de Navidad y en los altares de las Iglesias en festividades religiosas. (27)

Hoy en día las Bromeliaceae son una atracción en los viveros y han llegado a tener tanta demanda como las orquídeas.

III. JUSTIFICACIONES

Las plantas de la familia Bromeliaceae y en especial las del género *Tillandsia*, tienen cierto grado de importancia porque recientemente han adquirido un valor comercial grande debido a su explotación como plantas ornamentales, sin embargo debido a su desmesurada comercialización, algunas especies de este grupo se encuentran amenazadas. La importancia ornamental puede ser consecuencia de que estas plantas, en su condición de epífitas, requieren mínimos cuidados. Se decidió trabajar en la zona de vida del bosque seco sub-tropical del departamento de El Progreso porque es una zona donde la humedad relativa es baja y la precipitación escasa y la flora que crece en esta zona es eminentemente xerofítica. Se escogió el género *Tillandsia* porque la mayoría de sus representantes están adaptados a habitats húmedos, por lo tanto se esperaba que el mecanismo de captación de agua fuera diferente, en especial las cuatro especies de este estudio.

Las investigaciones anatómico-histológicas realizadas en este grupo de plantas son escasas, por lo tanto cualquier investigación orientada en este sentido es valiosa porque ayuda a conocer sus características y a comprender la forma en que algunas plantas epífitas, como *Tillandsia*, resuelven su problema de sobrevivencia en lugares áridos y áreas con poca precipitación.

Además, este estudio proporciona evidencias que ayudan a entender y fundamentar el mecanismo de absorción de agua en las especies epífita-xerofíticas y demuestra, por medio de la comparación anatómica entre las cuatro especies, si las estructuras epidérmicas utilizadas para dicho mecanismo presentan similitud o diferencias.

IV. OBJETIVOS

IV.I GENERAL:

Iniciar el estudio anatómico-histológico de las estructuras epidérmicas que intervienen en la absorción de agua en cuatro especies xerofíticas del género *Tillandsia*.

IV.II ESPECIFICOS:

1. Determinar las diferencias o similitudes de las estructuras epidérmicas que intervienen en el mecanismo de absorción de agua entre cuatro especies xerofíticas del género *Tillandsia*: *T. circinnata* Schlecht, *T. shiedeana* Steudel, *T. ionantha* Planch y *T. xerographica* Rohweder.
2. Comprobar si el mecanismo de absorción de agua es igual en las cuatro especies de *Tillandsia*.
3. Analizar el papel que desempeñan los tricomas y células epidérmicas en la absorción de agua de las cuatro especies.

V. MATERIALES Y METODOS

V.1

V.I. MATERIAL Y EQUIPO

- Microscopio con cámara fotografía incorporada
- Estereóscopo
- Hojas de afeitar
- Navaja
- Agujas de Disección
- Vidrios de reloj
- Cobre y porta objetos
- Frascos de vidrio de 250 c.c.

SOLUCIONES

- Solución fijadora F.A.A.
- Colorante Sudán V
- Solución de Gomori
- Agua destilada salobre
- Alcohol etílico al 95% y 30%

MATERIAL BIOLÓGICO:

Plantas adultas de las especies:

- *T. schiedeana* Steudel
- *T. circinnata* Schlecht
- *T. ionantha* Planch
- *T. xerographica* Rohweder

V.1.1 AREA DE COLECTA:

Los ejemplares fueron colectados en la región localizada entre el kilómetro 88 y 92 de la carretera que conduce de la Ciudad Capital al Atlántico. Esta región se encuentra en las cercanías de la Aldea El Rancho, Municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso, localizado al sureste de la Ciudad Capital, a inmediaciones del Río Motagua. La altura en esta región varía entre los 300 a 500 msnm.

V.2 PROCEDIMIENTO

V.2.1 COLECTA

Se colectaron cinco ejemplares de cada especie, escogidas al azar dentro de la misma población; todas fueron plantas adultas con el fin de mantener homogeneidad en el material. Los ejemplares fueron colocados dentro de bolsas plásticas, para ser transportadas. En el laboratorio se separaron las hojas de la parte media de cada planta, cortandolas en varios segmentos para después fijarlos.

V.2.2 FIJACION

Se colocaron los segmentos de las hojas en frascos de 250cc conteniendo solución fijadora FAA. El material se dejó en la solución fijadora por doce horas aproximadamente.

V.2.3 CORTES

Después de fijado el material, se hicieron cortes transversales. El segmento de la hoja a cortar se sostuvo entre el pulgar, índice y dedo medio de la mano y utilizando una hoja de afeitar se hizo un corte para emparejar la superficie. Luego, se deslizó una hoja de afeitar nueva, sin presionar, sobre la superficie del corte, hacia el cuerpo (el índice hacia el pulgar), pasando la hoja sólo una vez por el objeto. Las secciones cortadas se quitaron de la hoja de afeitar con la ayuda de un pincel y fueron colocadas en un vidrio de reloj con alcohol etílico al 30%. Seguidamente fueron observados bajo el estereoscopo, para seleccionar los cortes más delgados, con esta técnica se logran cortes de aproximadamente 40 micras (7). Se hicieron tantos cortes como fueron necesarios, hasta alcanzar la calidad deseada.

Los mejores cortes, fueron colocados en Sudán V por dos minutos para colorear la cubierta cuticular. El exceso de colorante se eliminó lavando las secciones cortadas con alcohol etílico al 70%.

Para observar el ala de los tricomas se hizo un raspado de la superficie adaxial de la hoja, el cual fue montado en gelatina glicerizada.

V.2.4 MONTAJE

Después de realizada la tinción, los cortes fueron colocados en un portaobjetos utilizando como medio de montaje gelatina glicerizada que conserva los cortes temporalmente. Estos fueron utilizados para observar la anatomía interna de las hojas.

V.2.5 ABSORCION DE AGUA

Para observar el mecanismo de absorción de agua se utilizó una hoja de la planta viva de cada una de las especies, las cuales fueron humedecidas con solución de Gomori. Inmediatamente después se realizaron cortes transversales que fueron montados en agua salobre, para ser observados al microscopio. Con esta técnica se forma un precipitado negro de cloruro de plata que permite seguir el recorrido del agua.

VI. RESULTADOS

VI.1 ANATOMIA CELULAR

VI.1 CUTICULA

La cutícula se tiñó de rojo por la reacción con Sudán V, observándose como una capa sobre la epidermis, en toda la superficie de la hoja, adquiriendo más grosor en las partes más expuestas. La cutícula se invagina adoptando la forma del pedúnculo de los tricomas. En tres especies estudiadas, *T. shiedeana*, *T. circinnata* y *T. xerographica*, se observó que la cutícula tiene un grosor aproximado de 9 micras (Tabla 1 Pág. 21). En cambio en *T. ionantha* la cutícula es bastante más delgada aproximadamente de 1 o 2 micras de espesor (Fig. 4 Pág. 25).

VI.2 APENDICES EPIDERMICOS

Vistos desde arriba, se puede apreciar que los tricomas son peltados formando una especie de sombrilla. En el centro de la parte plana se localiza una especie de "disco" formado de cuatro células que reciben el nombre de células del disco central, cuyas paredes celulares son gruesas, especialmente en la parte superior (Fig. 1 Pág. 22).

Rodeando al disco central se encuentran dos filas de células llamadas células del anillo, las cuales se encuentran en número de 8 para el anillo interno y 16 para el anillo externo, esta característica es idéntica en las cuatro especies (Tabla 2 Pág. 21). Las células del anillo exterior se encuentran adheridas a la parte más visible del tricoma, el ala (Fig. 1 Pág. 22). El ala del tricoma puede ser más o menos simétrica como en *T. xerographica* o significativamente larga como en *T. shiedeana*. Las células del ala son células muertas y se disponen en ángulo más o menos de 90 grados a la superficie de la hoja cuando la humedad es alta (Fig 7 Pág. 28). Las alas de las cuatro especies son flexibles.

Por debajo del disco central se encuentra el pedúnculo del tricoma (Fig. 6 Pág. 27), formado por varios tipos de células: las superiores en forma de cúpula, reciben el nombre de células domo. Estas células se encuentran más o menos al mismo nivel de la epidermis donde se unen al disco central. Por debajo de las células domo formando la base del pedúnculo, se encuentran dos células, una debajo de la otra, las cuales se localizan entre el tejido epidérmico y el hipodérmico. A esta parte se le llama lamela, sus paredes laterales se encuentran protegidas por cutina (Fig. 6 Pág. 27). En la base de la lamela se encuentran dos células pequeñas y más o menos isodiamétricas, llamadas células receptoras (Fig. 5 Pág. 26).

VI.3 EPIDERMIS

En todas las especies la epidermis se observó como un estrato formado por una sóla capa de células de forma más o menos rectangular, de paredes gruesas por deposición de cutina en toda la pared celular, el grosor varía en las cuatro especies siendo *T. ionantha* la de menor grosor 9 micras, *T. shiedeana* de 21.3 micras, *T. circinnata* 21.9 micras y *T. xerographica* 14.81 micras (Tabla 2 Pag. 21)

VI.4 HIPODERMIS

La hipodermis se encuentra localizada inmediatamente debajo de la epidermis. En las cuatro especies se observó con las mismas características: dos o tres capas de células (Tabla 2 Pag. 31), de forma isodiamétrica, carentes de cloroplastos y con paredes celulares delgadas. Se pudo observar que el tamaño de las células es mayor a medida que se acercan a la parte media del mesófilo (Fig. 6 Pag. 27).

VI.5 PARENQUIMA CLOROFILICO

En todas las especies este estrato se localiza debajo de la hipodermis, esta formado de células isodiamétricas de dimensiones heterogéneas, con paredes celulares delgadas y gran cantidad de cloroplastos. Es el tejido más abundante, ocupando casi todo el ancho de la hoja en corte transversal, siendo muy importante porque aquí se realiza la fotosíntesis (Fig. 3 Pag. 24).

VI.6 ABSORCION DE AGUA

En las cuatro especies de *Tillandsia* los cortes trasversales humedecidos con la solución de Gomori se observaron en igual forma. El precipitado de cloruro de plata se observó localizado principalmente en las paredes de las células del pedúnculo del tricoma, sin embargo no se observó precipitado en las células del disco central y del anillo del tricoma, según se describe en la literatura. A pesar de lo mencionado anteriormente, los resultados obtenidos en esta parte del trabajo, con la metodología utilizada, demuestran que existe un mecanismo de absorción diferente que no está descrito en la literatura. Este nuevo mecanismo se efectúa en el momento en el cual el agua penetra de la superficie de la hoja deslizándose sobre la cutícula hasta llegar a las células de pedúnculo del tricoma, escurriéndose por los lados de las células de la lamela hasta llegar a las células receptoras donde se deposita, para luego ser transportada a través del tejido hipodérmico. Con este mecanismo extra, el agua se estaría aprovechando en su totalidad. (Fig. 2 Pag. 23)

VII. DISCUSION

Las cuatro especies de *Tillandsia* presentan básicamente la misma estructura anatómica-histológica, con ciertas variaciones.

En las cuatro especies la cutícula forma una capa impermeable que ayuda a que el agua que cae en la superficie de la hoja resbale hacia el pedúnculo del tricoma.

La epidermis es uniestratificada en las cuatro especies y la característica principal es que posee paredes celulares engrosadas por acumulación de cutina, presentandose más gruesa en *T. circinnata*, *T. xerographica* y *T. shiedeana*. En *T. ionantha* la epidermis no presenta paredes celulares tan cutinizadas debido probablemente a que esta especie al colectarse se encontraba en la parte media de la copa de su hospedero, no estando expuesta directamente al sol. Las otras tres especies se encontraban en la parte externa de la copa de los hospederos al ser colectadas, teniendo más exposición al sol.

La posición del ala del tricoma puede ser perpendicular o paralela a la epidermis, dependiendo esto del grado de humedad o sequedad de la hoja. Cuando el ala del tricoma se encuentra paralela a la superficie de la hoja es porque la humedad es baja y de este modo evita la resequead de la superficie por evapotranspiración, además de aislar y reflejar el exceso de la luz solar. Lo contrario sucede cuando la superficie de la hoja esta húmeda, el ala se encuentra perpendicular, acelerando el proceso de evaporación.

La bibliografía menciona que en estas plantas el agua que llega a las hojas penetra a través de las células del disco central y células del anillo del tricoma, siendo este proceso general para las Bromeliaceae. En este ensayo al observar el recorrido del agua utilizando la solución de Gomori, el precipitado que se formó no se localizaba en las células del disco central y anillo del tricoma como era de esperarse, sino que se encontraba depositado en las paredes de las células de pedúnculo tal y como se describe en los resultados. De acuerdo a lo anterior se piensa que existe un mecanismo de absorción adicional al descrito en la literatura. Probablemente este mecanismo ocurre cuando la hoja se encuentra saturada de agua y las células del disco central han formado el tapón, mencionado en los antecedentes, evitando la entrada y salida del agua. Aún cuando este tapón no permite el paso de agua a través del disco central, el exceso de agua puede penetrar a los tejidos epidérmicos y subepidérmicos deslizandose por las paredes del pedúnculo del tricoma. Con este mecanismo la planta estaría aprovechando al máximo la disponibilidad de agua. Además, debe tenerse en cuenta que los cambios observados durante la absorción de agua se realizan en menos de un segundo después que el tricoma capta agua, según la literatura. En este ensayo el corte se realizó cuando la superficie de la hoja se encontraba completamente humedecida con la solución de Gomori, esto implica más del tiempo necesario para efectuarse los cambios que sufren los tejidos en la absorción de agua, por lo tanto en el momento de realizar los cortes ya se habían llevado a cabo dichos cambios y la planta solamente estaba absorbiendo el exceso de agua que tenía disponible en la superficie de la hoja.

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un estudio citohistológico comparativo entre especies epífitas que provengan de habitats xerofítico y mesofítico, para comparar, especialmente, todos los tejidos que participan en la absorción; y comprobar si el mecanismo de absorción de agua es igual en otras especies epífitas de esta familia, no importando el habitat donde se encuentren.

Es conveniente investigar si la diferencia en grosor de la cutina en *T. ionantha* se debe a la menor exposición de la planta a la luz solar directa y si esta característica se repite en las otras especies al estar en condiciones iguales.

La técnica utilizada en este trabajo para los cortes transversales de la hoja fue adecuada para las observaciones realizadas, sin embargo se recomienda utilizar microtomo para obtener cortes más delgados y uniformes que ayudarían a observar las estructuras con más detalle. Por consiguiente la coloración se hace más efectiva. Además, los cortes así realizados podrán ser montados definitivamente.

BIENHECHOS DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA I
BIBLIOTECA CENTRAL

BIBLIOGRAFIA

1. Andrea, E. Description et Histoire des Bromeliacees. G. Maisson. Paris, 1889. Pps 40.
2. Beer, J. G. Versuch einer Einteilung der Familie der Bromeliaceen nach deren Bluetenstand. Oester. Bot. Wocnenbl. Germany 1854. Pps 4:157-160
3. Benzing, H. David. The biology of Bromeliads. Eureka Printing Co. Inc. California, 1980. Pps 305.
4. Cifuentes M., Caffaro R. Estudio Preliminar de las Bromelias Epifitas de una region del Bosque Espinoso del Progreso. Escuela de Biologia USAC. Guatemala, 1989. Pps 41.
5. Chevalier, Ch. Les Bromeliacees-Aechmeinees. Bull. Socc. Natl. Hort. Francia, 11935. Pps 6:190-208.
6. Cronquist, Arthur. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Columbia University Press. New York, 1981. Pps 150.
7. Curtis, P.J. Microtecnia Vegetal. Trillas S.A. Mexico, 1986. Pps 106
8. Duval, L. Les Bromeliacees. J. Lamarre. Paris, 1806. Pps 150.
9. Esau, K. Anatomy of seed Plants. John Wiley and Sons. New York, 1960. Pps 550.
10. Flores, E: Algunos aspectos de Anatomia Foliar comparada de dos especies de Bromeliaceae, *Aechmea mexicana* Baker y *Hechtia glomerata* Zucc. Rev. Biol. Trop. Mexico, 111985. Pps 23(1):29-52.
11. Fuson, R. Das loglouch des Cristoph Kolumbus. Bastei Lubbe. Germany, 1960. Pps 142-145
12. Gilmartin, A.J. Phanerogamarum Monographiae the Bromeliaceae of Ecuador, Verlag Von J. Cramer. Germany, 1972. Pps 255.
13. Kock, E. Die Bromeliaceen. Wiss. Bot. Germany, 1930. Pps 72:403-428
14. Lawrence, G.H. Taxonomy of Vascular Plants. McMillan Co. Inc. New York, 1951.
15. Mez, C. Bromeliaceae. Mason et Cie. Paris, 1896. Pps 1028
16. Ortlieb, U., Winkler, S. Dekologische Differenzierungs Musster in der Evolution der Bromeliaceen. Bot. Jahrb Syst. Germany, 1977. Pps 4:386-502.

17. Padilla, V. Bromeliaceae. Crow Publishers. New York, 1973
18. Picado, C. Sur les Bromeliacees Epiphytes Considerees Commemiliou Biologique. Univertite Paris. Francia, 1973.
19. Pittendrigh, G.S. The Bromelias-Anopheles-Malaria Complex in Trinidad. The Bromeliad Flora Evolution. USA, 1948. Pps 2:58-59.
20. Rauh, Werbue. Bromellien. Verlag Eugen Ulmer S. Stuttgart, 1970.
21. Robinson, H. A monograph on foliar anatomy of genera Commellina. Cattedorfia and Navia. Smithsonian Contr. Bot. USA, 1969. Pps 2:1-42.
22. Sandoval, Z.E. Anatomia del genero Opsiandra. Universidad Autonoma de Mexico. Mexico, 1985. Pps 136.
23. Shimper, E. Weber Bau und Lebensweis der Epiphyten Westyndies. Bot. Zbl. Germany, 1984. Pps 17:192-195.
24. Smith, L.B. in Bromeliaceae. Braum-Brunfield, Inc. Michigan, 1977.
25. Smith, L.B. Notes on Bromeliaceae. The Paul M. Harros, Co. Baltimore, 1977.
26. Smith, L.B. Flora Neotropica, Tillandsioideae. Botanical Garden. New York, 1977.
27. Standley, P.C., S.J.A. Flora of Guatemala. Fieldiana Botany. Chicago, 1958. Pps 24(1):429-470.
28. Strehl, T., Winkler, S. Vergleichende Studien zum Bau der Bromeliaceen Wurzeln. Beitr. Biol. Plazen. Berlin, 1981. Pps 56:415-438.
29. ----- Vergleichende Untersuchungen uber die Trichome der Bromeliaceen. Beitr. Biol. Plazen. Berlin, 1981. Pps 61:263-314.
30. Tietze, M. Physiologische Bromeliaceen. II Die Entwieckelung der Wasseraufnehmenden Bromeliaceen-Trichome. Naturwissenschaften. Germany, 1906. Pps 78:1-51.
31. Tomlinson, P.B. Anatomy of Monocotyledons. III Commellinales Zingiberales. Clarendon Press. Oxford, 1969. Pps 446.

ANEXOS

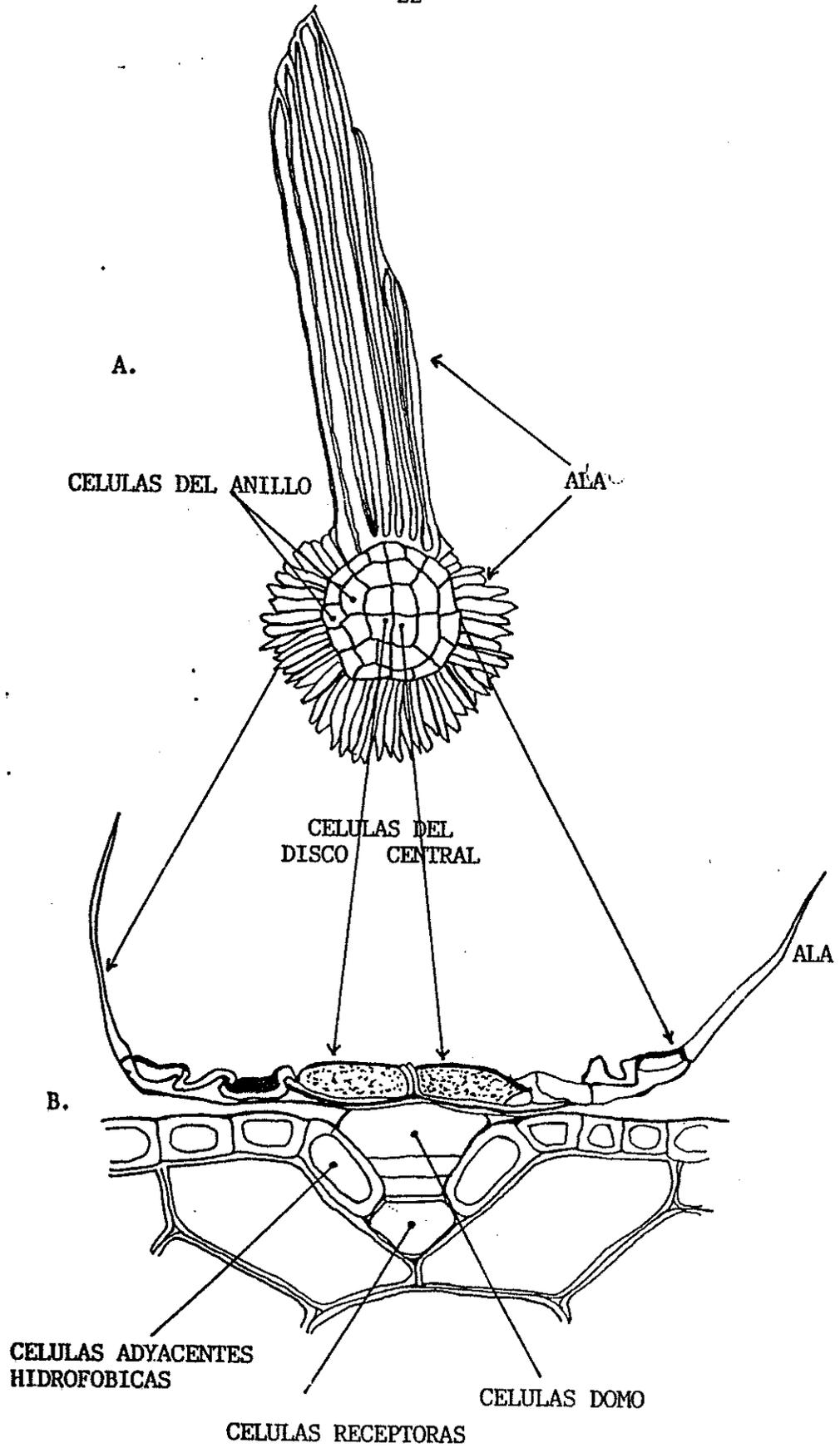


FIG. 1 : A. Tricoma de *Tillandsia*, las alas de *Tillandsia xerographica* se mantienen perpendiculares a la epidermis en ambientes secos.
B. Sección media de un tricoma.

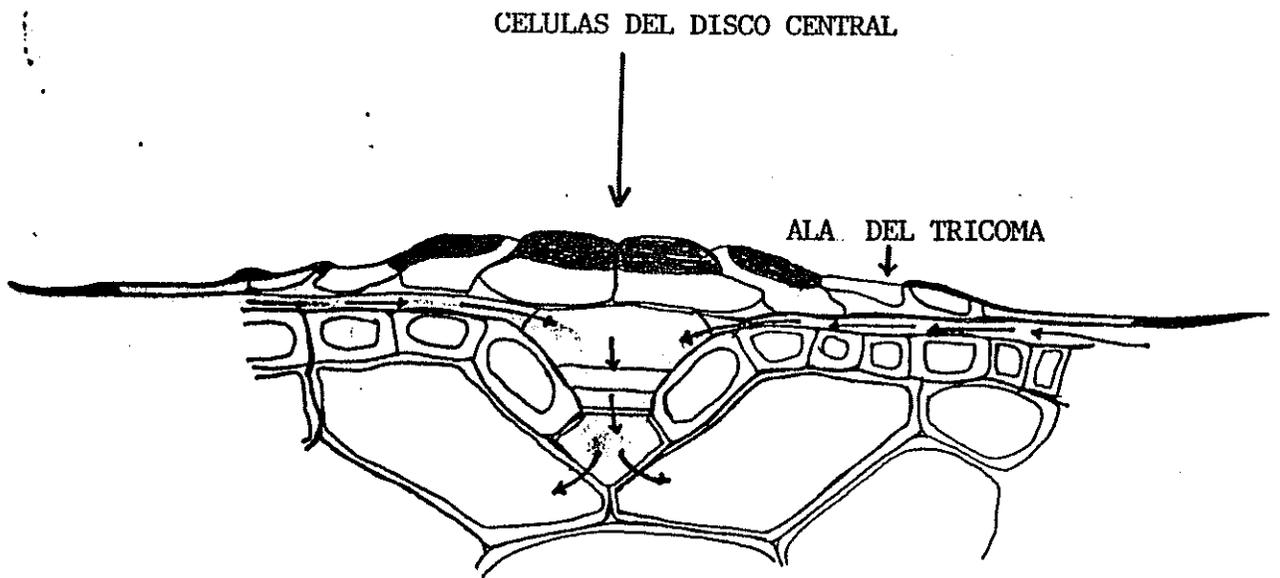
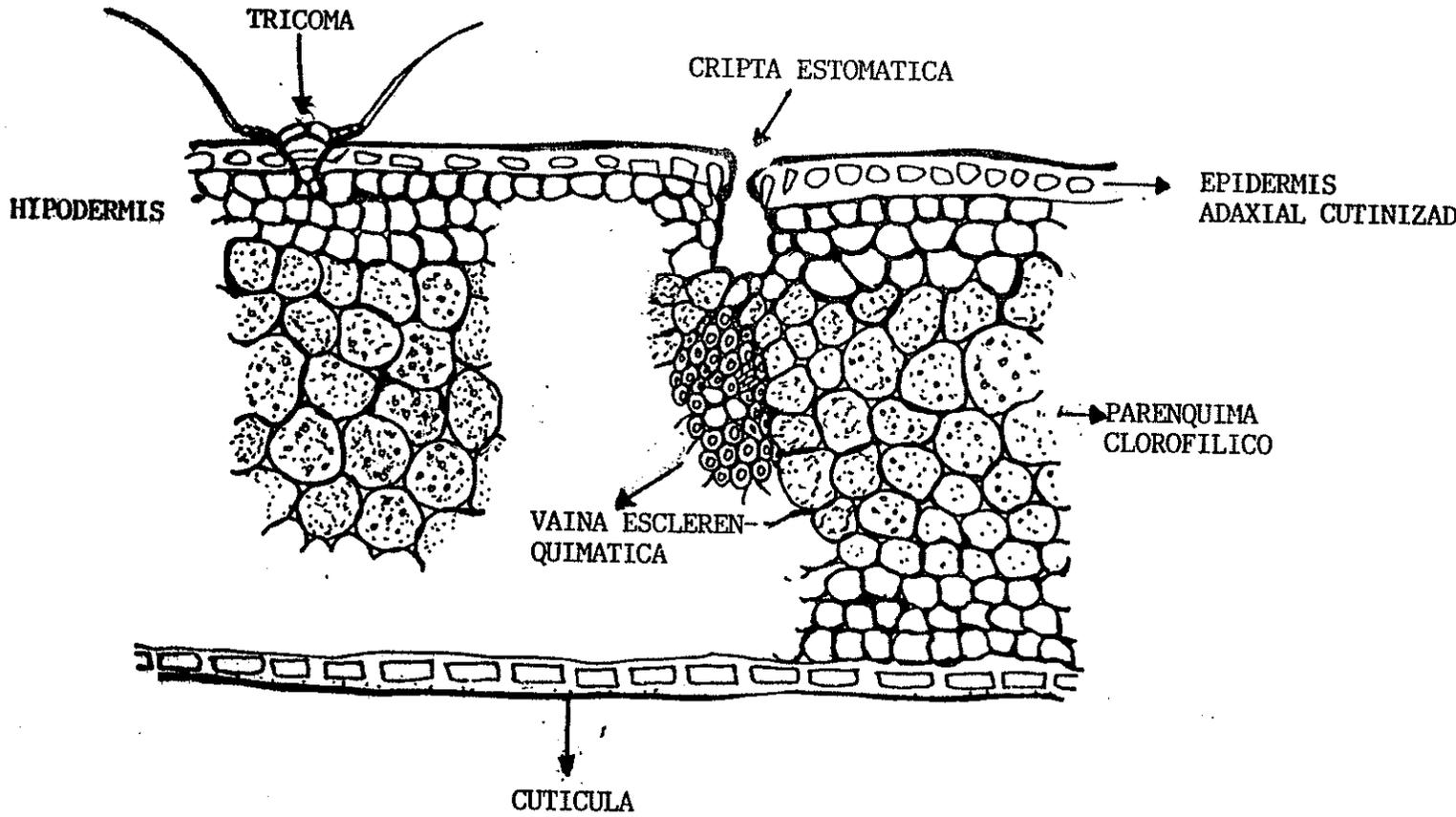


FIG. 2 Movimiento del agua a través del tricoma cuando la superficie de la hoja se encuentra humedecida.



PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

FIG. 3 Corte transversal de hoja de T. circinnata. (R. Caffaro)

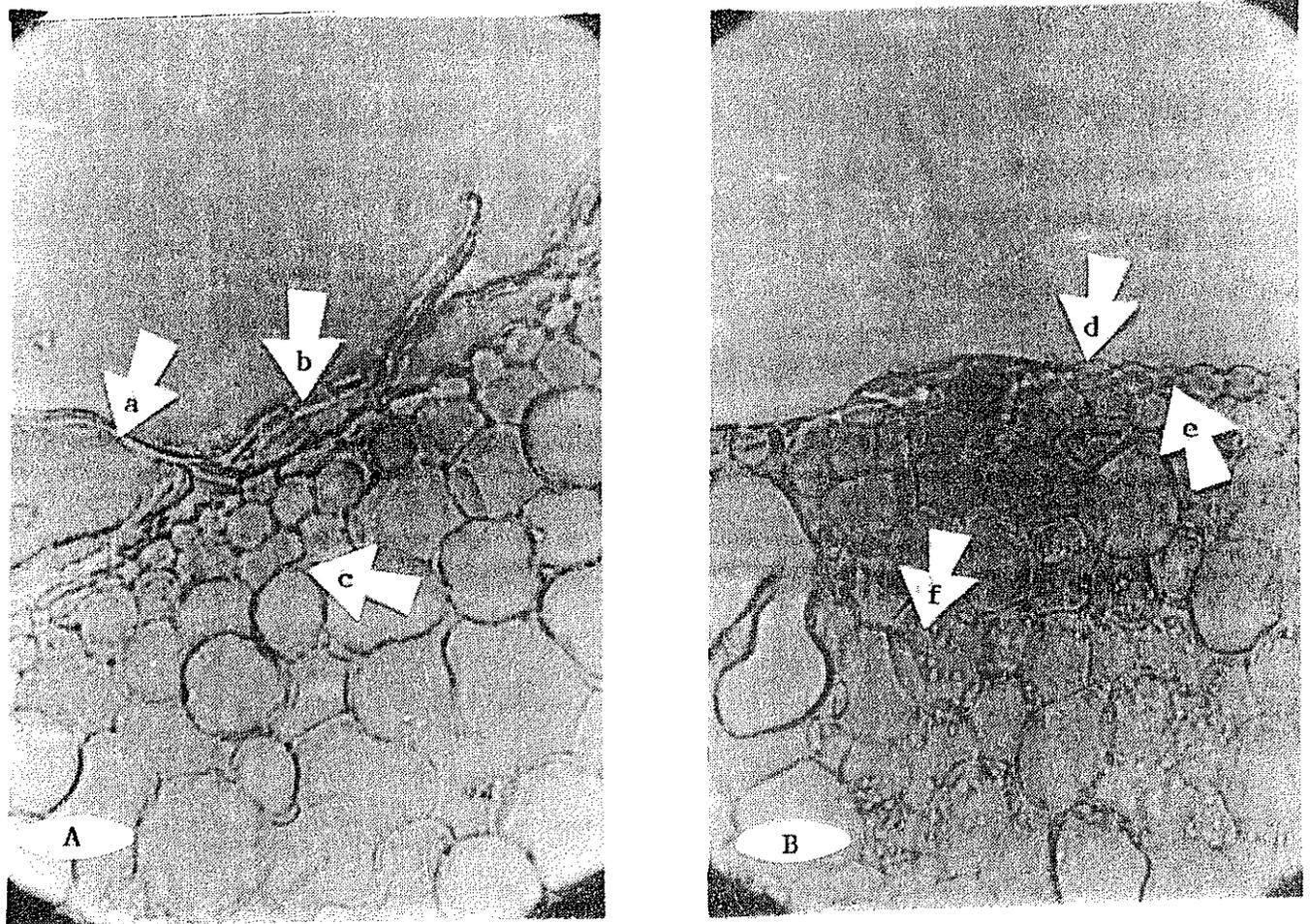


FIG. 4 Corte transversal de hoja de *Tillandsia ionantha* Planch. (F. Nave)
A. Ala del tricoma (a), células del disco central (b) y células hipodérmicas (c). B. Cutícula (c), epidermis (d) y tejido clorofílico (e). 400X

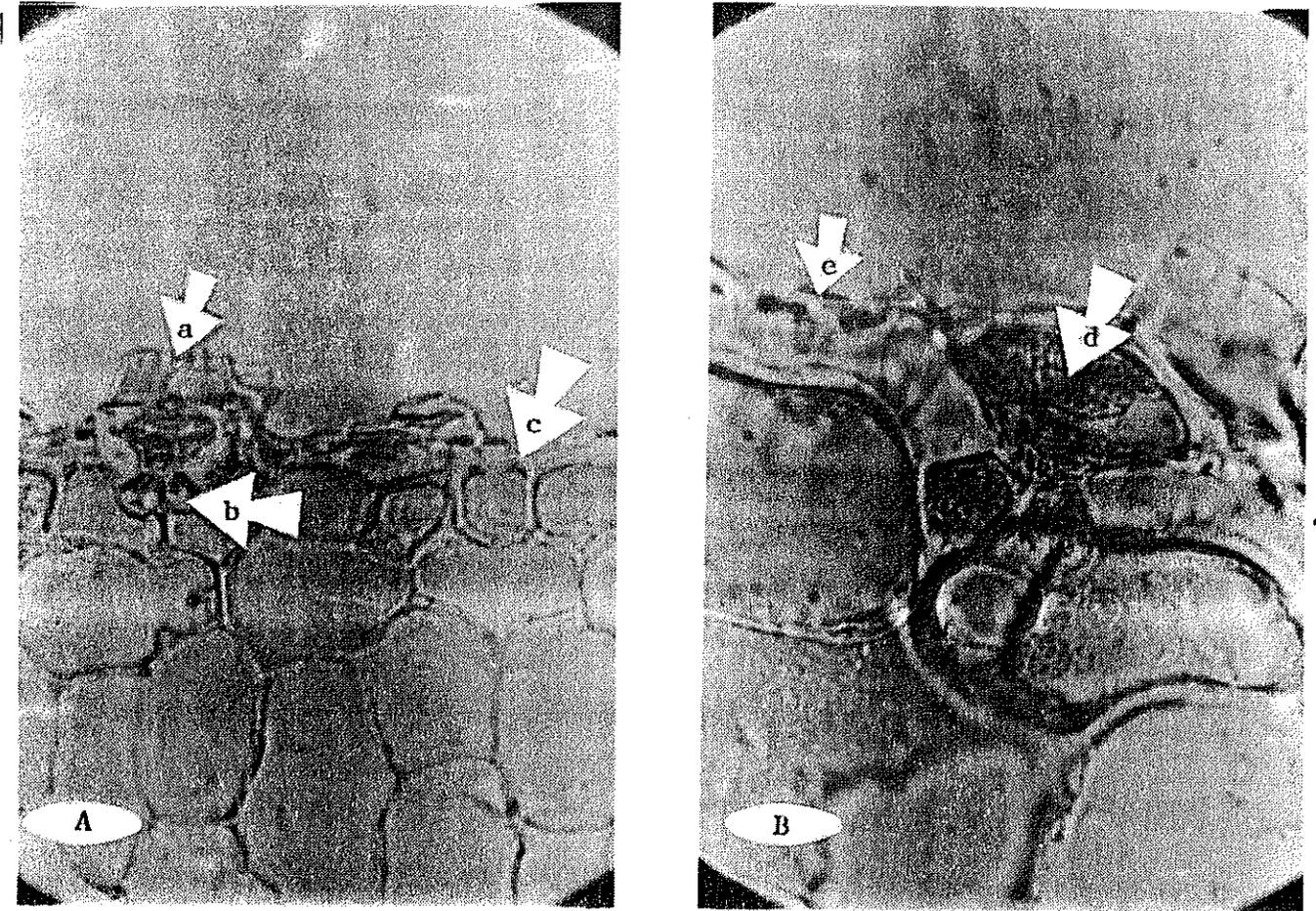


FIG. 5 Corte transversal de hoja de *Tillandsia shiedeana* Steudel. (F. Nave)
A. Células del anillo central (a), células receptoras (b) y células epidérmicas (c). B. Células Domo (d) y cutícula (e). 400X/1000X

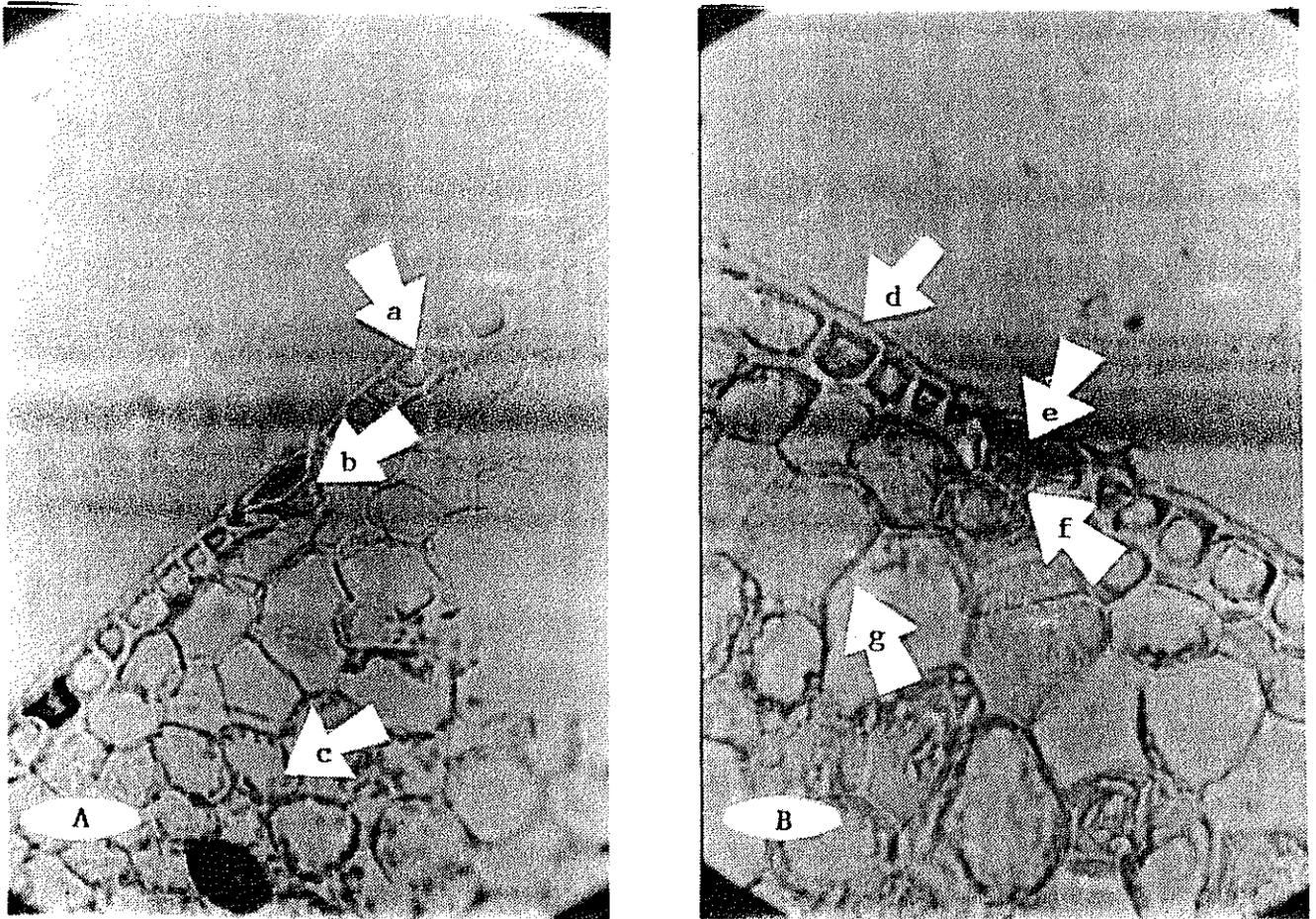


FIG. 6 Corte transversal de hoja de *Tillandsia circinnata* Schlecht. (F. Nave)
A. Células epidérmicas (a), pedúnculo del tricoma (b) y tejido clorofí
lico (c). B. Cutícula (d), células domo (e), lamela (f) e hipodérmis (g)
400X

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

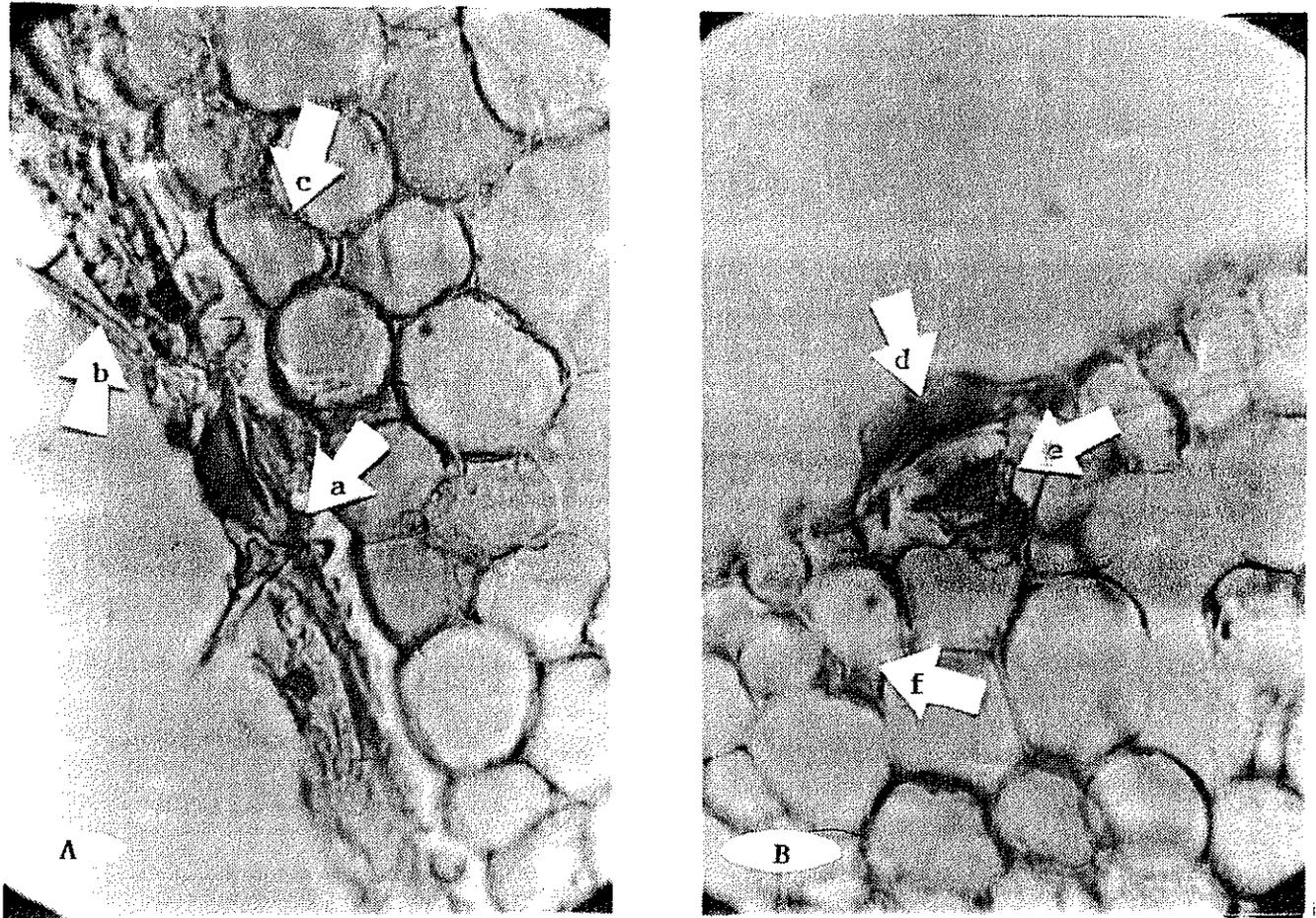


FIG. 7 Corte transversal de hoja de *Tillandsia xerographica* Rohweder. (F. Nave)
A. Células epidérmicas cutinizadas (a), ala del tricoma (b) y células de la hipodérmis (c). B. Células del disco central (d), pedúnculo del tricoma (e) y hipodérmis (f). 400X/1000X

SOLUCIONES UTILIZADAS

Solución de Gomori

AgNO 10%
KOH 10%

Se mezclan 40 ml de agua con 10 ml de AgNO y 8 ml de agua con 0.2 gramos de KOH. A estos 48 ml añadir gota a gota amoníaco, hasta que el precipitado se disuelva. Una vez disuelto completamente el precipitado se le agrega igual volumen de agua destilada. Esta solución se debe guardar en un envase obscuro, se puede envolver en papel de aluminio y mantenerlo en refrigeración.

Solución Fijadora FAA

Esta solución fijadora es de uso indefinido, es decir que el material puede mantenerse en ella el tiempo que se desee. Los reactivos necesarios son:

Alcohol etílico absoluto	50 ml
Acido acético glacial	5 ml
Formol comercial	10 ml
Agua destilada	35 ml

SOLUCIONES UTILIZADAS

Solución de Gomori

AgNO 10%
KOH 10%

Se mezclan 40 ml de agua con 10 ml de AgNO y 8 ml de agua con 0.2 gramos de KOH. A estos 48 ml añadir gota a gota amoníaco, hasta que el precipitado se disuelva. Una vez disuelto completamente el precipitado se le agrega igual volumen de agua destilada. Esta solución se debe guardar en un envase oscuro, se puede envolver en papel de aluminio y mantenerlo en refrigeración.

Solucion Fijadora FAA

Esta solución fijadora es de uso indefinido, es decir que el material puede mantenerse en ella el tiempo que se desee. Los reactivos necesarios son:

Alcohol etílico absoluto	50 ml
Acido acetico glacial	5 ml
Formol comercial	10 ml
Agua destilada	35 ml

TABLA # 1

CARACTERISTICAS EPIDERMICAS

CARACTERISTICAS/ESPECIE	T. IONANTHA	T. SHIEDENA	T. CIRCINNATA	T. XEROGRAPHICA
Cutícula (micras)	1 a 2	9	9	9
Epidermis cutinizada en micras	9	21.3	21.9	14.81
Hipodermis Número de Capas Células	3	3	2	3
Forma Células Hipodérmicas	Isodiamé- trica	Isodiamé- trica	Isodiamé- trica	Isodiamétrica

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

TABLA # 2

CARACTERISTICAS DE APENDICES EPIDERMICOS

CARACTERISTICAS/ESPECIE	T. IONANTHA	T. SHIEDENA	T. CIRCINNATA	T. XEROGRAPHICA
No. Células disco central	4	4	4	4
No. Células anillo externo	16	16	16	16
No. Células anillo interno	8	8	8	8
Tipo de ala	peltada	peltada	peltada	peltada
No. Células de la lamela	3	3	3	3
No. Células receptoras	2	2	2	2



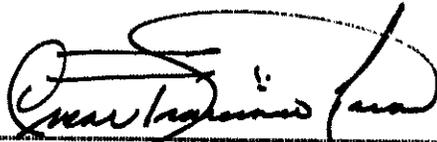
AUTOR: GEMMA ROSSANNA CAFFARDO LOPEZ



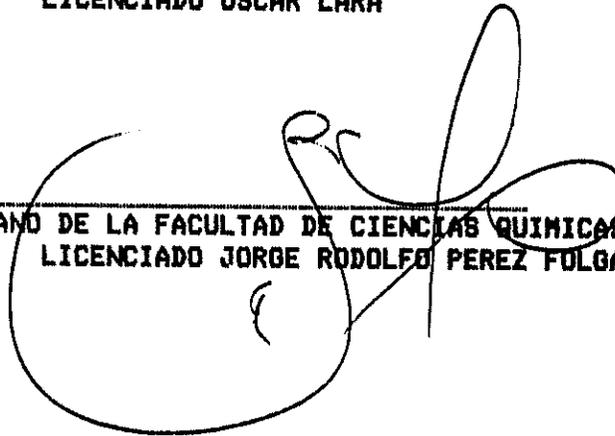
ASESORA LICDA. ROSELVIRA BARILLAS DE KLEE



ASESORA LICDA. HAYDEE PANIAGUA DE DIAZ



DIRECTOR ESCUELA DE BIOLOGIA
LICENCIADO OSCAR LARA



DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
LICENCIADO JORGE RODOLFO PEREZ FOLGAR