

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS Y LETRAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

DETERMINACION TAXONOMICA
CON BASE EN EL ESTUDIO
ANATOMICO DE LA ESPECIE
Chaetium bromoides (Presl) Benth

*Tesis de Grado
presentada para optar al titulo de
Licenciada en Biología
con especialidad en Botánica*

MAYRA BRIGIDA MONTIEL LONGHI

DICIEMBRE 3 1970

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS Y LETRAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

**DETERMINACION TAXONOMICA
CON BASE EN EL ESTUDIO
ANATOMICO DE LA ESPECIE**

Chaetium bromoides (Presl) Benth

Tesis de Grado presentada para optar al título de
Licenciada en Biología con especialidad en Botánica

MAYRA_BRIGIDA MONTIEL LONGHI

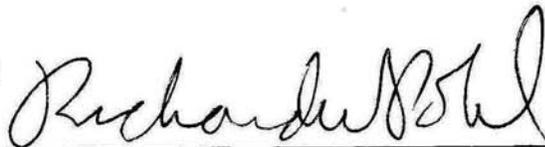
Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio"
Diciembre 3, 1970

DETERMINACION TAXONOMICA
CON BASE EN EL ESTUDIO ANATOMICO
DE LA ESPECIE Chaetium Bromoides (Presl) Benth

TESIS

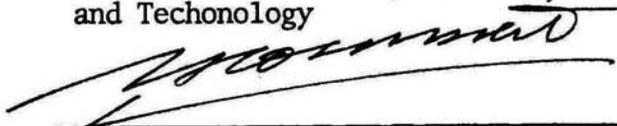
Presentada en el
Departamento de Biología

APROBADA:



Director de Investigación

Richard W. Pohl P. PH.D.
Iowa State University of Science
and Techonology



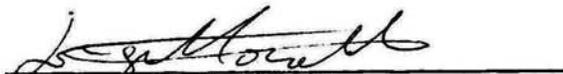
Tribunal

Luis A. Fournier O. PH.D.
Universidad de Costa Rica



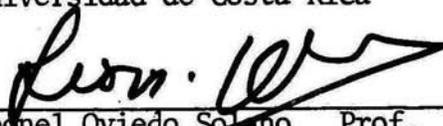
Tribunal

Rafael L. Rodríguez C. PH.D.
Universidad de Costa Rica



Tribunal

Jorge Mora Urfí PH.D.
Universidad de Costa Rica



Tribunal

Leonel Oviedo Solano Prof.
Universidad de Costa Rica

A mis padres:

Rodolfo y Felicidad

AGRADECIMIENTO

La autora desea expresar su agradecimiento a las siguientes personas:

Al Dr. Richard W. Pohl, Profesor de Botánica y Curador del Herbario, Departamento de Botánica y Patología Vegetal, Iowa State University of Science and Technology, Director de esta Investigación; un agradecimiento especial y eterno por su guía, consejo oportuno y enseñanza constante en este campo; así como por la forma desinteresada y amplia con que logró despertar en ella el interés y cariño hacia las Gramíneas e iniciarla en este amplio horizonte de la Biología. Además le agradece el haber estado presente para la exposición de este trabajo, con lo cual le brindó gran ayuda espiritual; el haberle permitido usar su equipo de laboratorio y facilitarle copias fotostáticas de su amplia y valiosa biblioteca.

A los distinguidos profesores miembros del tribunal, Dr. Luis A. Fournier Origgi, Dr. Jorge Mora Urpi, Dr. Rafael L. Rodríguez C. y Prof. Leonel Oviedo Solano, las sugerencias, revisión y corrección del manuscrito, así como el estímulo que le brindaron en todo momento.

Al Lic. Pedro E. León A. su maravillosa ayuda al reali-

zar todas las fotografías del presente trabajo y a la señora Paulina Anderson de Sandweg por su consejo en las técnicas de tinción.

A todas aquellas personas que en una u otra forma colaboraron en la realización de esta tesis, muchas gracias.

CONTENIDO

| | Página # |
|------------------------------------|----------|
| INTRODUCCION..... | 1 |
| REVISION DE LITERATURA..... | 2 |
| Anatomía foliar..... | 9 |
| Estudios del embrión..... | 11 |
| MATERIALES Y METODOS..... | 14 |
| Preparación de la hoja..... | 14 |
| Preparación del tallo..... | 15 |
| Preparaciones de la raíz..... | 16 |
| Preparaciones del embrión..... | 16 |
| Preparaciones de cromosomas..... | 17 |
| Preparación de la espiguilla..... | 17 |
| OBSERVACIONES..... | 19 |
| Cuerpo vegetativo..... | 19 |
| Inflorescencia..... | 20 |
| Anatomía..... | 22 |
| Hoja..... | 22 |
| Epidermis abaxial y adaxial..... | 23 |
| Macropelos..... | 25 |
| Micropelos..... | 25 |
| Células en forma de gancho..... | 26 |

| | Página | # |
|-------------------------------------|--------|---|
| Corte transversal de la lámina..... | 26 | |
| Haces vasculares inconspicuos..... | 28 | |
| Haces vasculares conspicuos..... | 29 | |
| Vaina..... | 31 | |
| Culmo..... | 33 | |
| Rafz..... | 34 | |
| Espiguilla..... | 36 | |
| Embrión..... | 38 | |
| Cromosomas..... | 40 | |
| DISCUSION Y CONCLUSIONES..... | 42 | |
| RESUMEN..... | 56 | |
| BIBLIOGRAFIA..... | 57 | |



Chaetium bromoides

INTRODUCCION

La mayoría de los estudios efectuados con gramíneas han sido hechos con plantas de climas templados y algunas especies existentes tanto en estos últimos como en los trópicos (en especial los africanos).

El presente estudio es una pequeña contribución al conocimiento y determinación taxonómica, desde el punto de vista anatómico y morfológico, de Chaetium bromoides (Presl) Benth., conocido en Costa Rica como setilla, especie herbácea distribuida en las zonas templadas de Costa Rica, el resto de Centro América y México. No existía anteriormente ningún trabajo sobre la anatomía de esta planta, razón por la cual se estudiará con base en los métodos modernos de anatomía y taxonomía en Gramíneas; usando características como:

Cromosomas

Pelos radicales

Estructura del culmo

Estructura del embrión

Nucléolos

Anatomía de la hoja, raíz, inflorescencia, etc., las cuales dan una visión amplia para poder determinar la posición taxonómica de la especie.

REVISION DE LITERATURA

La sistemática del grupo de las gramíneas ha interesado desde hace muchos años a los investigadores.

Prat (1960) efectuó una recopilación de datos bastante completa, parte de la cual se expone a continuación.

Varios investigadores entre los que cabe citar: Brown (1810), Endlicher (1836), Fries (1846) y Chevalier (1934) consideran esta familia compuesta por dos grandes grupos, Panicoideas y Pooideas según el primero, Clisantheas y Euriantheas según los otros. Kunth (1833), Koch (1843), Parlatore (1844), Garcke (1882) y Hallier (1886) proponen la subdivisión en tribus sin agruparlas en subfamilias. Stendel (1855), Grenier y Godron (1855), Bentham y Hooker (1883). Boissier (1884) y Hackel (1887) siguen a Brown en este aspecto, lo mismo que Ascherson y Graebner (1898) mientras que Stapf (1897) propone dos series, I y II y Hitchcock (1920) las llama Panicoideas y Festucoideas. En general, la subfamilia de las Panicoideas está bien definida pero no así la de las Festucoideas.

Hasta 1900 no se consideraban más que dos subfamilias. Avdulov (1931) y Krause (1909) admiten tres; Parodi, seis; Pilger y Potztl, nueve; Jacques-Félix, diez; Stebbins, ocho;

gía de cromosomas y nucléolos, etc.; lo cual permite colocar al género con mayor certeza en la tribu que le corresponde.

Inicialmente Hubbard (1934) consideraba la familia Gramineae dividida en veintisiete tribus; posteriormente ha elevado este número a cincuenta y seis; Pilger y Potztl (1954) consideraban treinta y siete; Jacques-Félix (1958) treinta y dos; Stebbins (1959) veintiséis y Parodi (1946) veintisiete; refiriéndose solamente a especies de (Africa tropical), América del Norte y Sur.

Desde 1934 más o menos hasta el presente, se han publicado y se continúan las investigaciones sobre gramíneas, en especial durante los últimos veinticinco años.

A pesar de que en las clasificaciones modernas se ha eliminado cierto número de errores, tales como colocar en la tribu Hordeas, los géneros: Jouvea, Nardus, Kralikia, Kerinosoma, etc.; en la tribu Aveneas, el género Danthonia y en la tribu Clorideas al género Beckmannia. Convenía también eliminarle a la tribu Festuceas (concebida por Bentham y Hooker) los grupos: Eragrostineas, Pappoforineas, Centotecineas, Arundineas, etc., para hacerla más homogénea. Pero a pesar de los notables progresos en otros puntos, Pilger (1954) todavía mostraba en su clasificación el inconveniente de reunir, bajo el

nombre de subfamilia Festucoideas Hitchc., un conjunto todavía heterogéneo pues conservaba tribus como: Pappoforineas, Pari-neas, Lygeas, Arundinelas, Tysanoleneas, etc.; cuyos caracteres no morfológicos son muy diferentes de los de las Festu - ceas. Así Pilger (1954) hizo a nivel de subfamilia, un error semejante al que hicieron Bentham y Hooker (1833) a nivel de tribu. Sin embargo, las clasificaciones más recientes de Jacques-Félix (1958), Parodi (1959), Stebbins (1959) y Tateo-ka (1957), escapan casi completamente a esta crítica, restringiendo su concepción de las Festuceas a un grupo mucho más homogéneo, aunque aun quedan algunos puntos poco claros.

En el IX Congreso Internacional de Botánica, que tuvo lugar en Montreal, en agosto de 1959, se dedicó un simposio a la búsqueda de un sistema de clasificación natural de las Gramíneas, y Stebbins (1959), presentó un interesante cuadro de caracteres utilizables en la sistemática de esta familia. En total se distinguen once grupos de caracteres morfológi- cos y veinticinco no morfológicos. Además se completa por la consideración de algunos datos nuevos, llegándose a un total de sesenta y seis grupos de caracteres; (dieciséis morfológi- cos y cincuenta no morfológicos).

Todos los sistemas más recientes, (Pilger (1954), Jac-

ques-Félix (1958), Tateoka (1957), Stebbins (1959), Parodi (1959):

1-. Admiten la existencia de un grupo importante, subfamilia o serie Cloridioide o Eragrostoide, y reuniendo en las Chlorideas, las Eragrosteas y algunas otras tribus. Corresponde a la concepción de sub-tipo de epidermis Cloridioide de Prat.

2-. Consideran subfamilias o series Bambusoideas (Pharoides de Tateoka) y Oryzoideas.

3-. Las cuatro clasificaciones más recientes (Jacques-Félix, Tateoka, Stebbins y Parodi), reducen las Festucoideas, casi únicamente a su grupo más homogéneo: Festuceas, Aveneas, Triticeas u Hordeas, Agrostideas; separándose así una subfamilia o serie Arundinoideas o Phragmitoideas.

4-. En todos estos sistemas de clasificación el grupo de las Panicoideas: Paniceas, Andropogoneas, Maydeas; continúa casi sin cambio. Pilger distingue una subfamilia Andropogonoideas que no es aceptada por los otros autores.

Actualmente gracias a los estudios de caracteres no morfológicos tales como:

1-. Anatomía del embrión y de la planta joven

- 2-. Anatomía de la hoja, culmo y raíz
- 3-. Histología de: Epidermis y tejidos internos, ápices y zona pilífera.
- 4-. Citología de: Cromosomas, nucléolos, cloroplastos, gránulos de almidón
- 5-. Química de: glúcidos y aminoácidos
- 6-. Fisiología y Ecología: Reacciones a I.P.C.
 - Serología
 - Dominancia e inhibidores
 - Fotoperiodismo
 - Termoperiodismo
 - Exigencias hídricas
 - Parasitología
 - Diagramas térmicos de germinación
- 7-. Biogeografía: gradientes genéticos, areografía

Se ha podido llegar a mejores conclusiones con respecto a la posición de algunos géneros que antes eran clasificados exclusivamente según caracteres morfológicos tales como:

- 1-. Inflorescencia
- 2-. Flor
- 3-. Apariencia vegetativa

Cuando las gramíneas se clasifican con base en características anatómicas, el arreglo de los géneros difiere mucho del sistema clásico basado en características de la inflorescencia; por esta razón los taxónomos no hicieron caso a este tipo de estudio; pero en 1931 aparece el primer trabajo importante sobre la citología de las gramíneas, un tratado monumental del citólogo ruso Avdulov. Ese autor propone una clasificación de las gramíneas con base en las características de los cariotipos, lo que da un sistema muy similar al basado en la anatomía y citología y muy distinto del basado en la inflorescencia.

Además él estudia características adicionales como:

- a) Forma de la primera hoja del embrión.
- b) Organización de los granos de almidón en la hoja y en la carióspside.
- c) Persistencia o ausencia de los nucléolos durante la mitosis (persistencia en algunas células de las raíces de Panicoideas y Cloridoideas y ausentes totalmente en Festucoideas).
- d) Distribución geográfica de los géneros.

Todas estas características son una prueba a favor del sistema basado en anatomía y estudio de los cromosomas.

Más recientemente lo han confirmado evidencias obtenidas de estudios de lodículas, carióspside, embriones, desarrollo de los pelos radicales, reacción de las semillas en germinación con un compuesto orgánico I.P.C. (Isopropil-N-fenil carbamato), por Mitchell Marth (1947), Emis (1948) y Al Aish y Brown (1958).

ANATOMIA FOLIAR.

Prat (1932) estudia las características microscópicas de las células epidérmicas de la hoja. Duval-Jouve (1875) es el primero que intenta usar las características anatómicas de la hoja en sección transversal para establecer una clasificación. Schwendener (1890) discute la naturaleza de las dos vainas que rodean al haz vascular y la distribución del esclerénquima.

Avdulov (1931) reconoció dos tipos básicos de anatomía de las hojas de la familia de las gramíneas:

| TIPO I | TIPO II |
|---------------------|---------------|
| Festuceae | Paniceae |
| Agrostideae | Andropogoneae |
| Hordeae (Triticeae) | Maydeae |
| Aveneae | Chlorideae |
| Phalaridae | Zoysieae |
| Géneros aberrantes | |

Para Prat (1936), el primer tipo corresponde al Festucoide y el segundo al tipo Panicoide de la anatomía foliar.

Stevens (1956) ilustra cuatro tipos de anatomía foliar y agrega: "Bambusoide" y "Cloridoide", al Panicoide y Festucoide de Avdulov y Prat.

Rhoades y Corvalho (1944) indican la existencia de una diferencia fisiológica significativa entre Panicoides y Festucoides, que está asociada con diferencias anatómicas, diferencia que puede ser un carácter fundamental en la determinación de los diferentes ambientes requeridos por cada uno de estos grandes grupos naturales de tribus.

Stebbins (1956) afirma que las festucoideas se especializaron principalmente por la reducción en la epidermis foliar, del cariósipide, del embrión y de la plántula; por supuesto esto está sujeto a dudas. Las festucoideas se han especializado de manera característica, por reducción, pero la reducción no conduce a la simplicidad; más bien conduce al aumento en complejidad.

Se asume por lo tanto, que las primitivas gramíneas ancestrales eran muy similares al presente grupo, Festuceas. Su anatomía foliar seguramente estuvo constituida de una vaina endodérmica de células con paredes gruesas, rodeando los

tejidos vasculares.

Brown ha propuesto recientemente (1958) una excelente explicación sobre este asunto al reconocer seis tipos principales de anatomía foliar lo que significa un progreso notable del análisis anatómico en relación con los grupos más amplios y menos homogéneos reconocidos hasta ahora:

- a) Tipo Festucoide
- b) Tipo Bambusoide
- c) Tipo Arundinoide
- d) Tipo Panicoide
- e) Tipo Aristidoide
- f) Tipo Cloridoide

Ya habían efectuado estudios foliares Pée-Laby (1898) y Lohause (1905).

ESTUDIOS DEL EMBRION.

Bruns (1892) publica un importante trabajo con dibujos de embriones de 60 especies, con hincapié en el carácter denominado epiblasto, de acuerdo con la clasificación de Hackel (1890), pero indica que algunos embriones no poseen este órgano.

Van Tieghem (1897) cinco años después que Bruns (1892)

publicó un trabajo sobre el significado taxonómico del embrión y la planta joven de las gramíneas. Van Tieghem (1897) puntualiza en este trabajo dos diferencias básicas entre los tipos Panicoideo y Festucoideo en los embriones, diferencias que se revelan cuando se examina un embrión en cortes transversales y longitudinales. En el tipo panicoideo, la parte descendiente del escutelo está libre de la coleorriza, y el coleóptilo está insertado muy abajo del punto de divergencia del bulbo del escutelo. En el tipo Festucoideo, alguna parte del escutelo falta, o está fusionado a la coleorriza, y el coleóptilo está insertado aproximadamente en el punto de divergencia del bulbo del escutelo.

Kennedy (1899) publicó un boletín sobre la estructura de la carióspside de las gramíneas como una ayuda a la clasificación.

Reeder (1953) investigó las carióspsides de unas 300 especies de gramíneas que representan unos 150 géneros y todas de las tribus conocidas en el sistema tradicional. Con base en ese trabajo determinó la existencia de dos grandes categorías de embriones (Panicoideas y Festucoideas), agrupándolos en los seis tipos siguientes:

Eu-panicoide

Eu-festucoide

Cloridoide-Eragrostoide

Bambusoide

Oryzoide-Olyroide

Arundinoide-Danthonioide.

Además para cada tipo de embrión ha efectuado un sistema abreviado de clasificación de embriones que corresponde a los grupos anteriores.

También han efectuado estudios sobre este tópico Jacques-Félix (1958) y Yakovlev (1950).

Todos ellos han tratado de aportar a la taxonomía, basados en caracteres anatómicos, una solución adecuada al problema de un sistema de clasificación natural para este grupo que presenta tan numerosos géneros y especies.

Con respecto a la especie que se estudiará a continuación, la única referencia de carácter taxonómico es la siguiente: Pilger (1940) Gramineae III en Die Natürlichen Pflanzenfamilien presenta al género Chaetium compuesto de tres especies:

Chaetium festucoides Nees, en Brazil, (Pianhy, Bahía)

Chaetium cubanum (Wright) Hitchc.; de Cuba

Chaetium bromoides (Presl) Benth.; en México y América Central.

MATERIALES Y METODOS

En esta investigación se emplearon plantas adultas y jóvenes de Chaetium bromoides, colectadas en la Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca y Kilómetro catorce, entre Rancho Redondo y San Isidro de Coronado, a 1.200 m. y 1.382 m. de altura respectivamente.

PREPARACION DE LA HOJA

Para el estudio de la anatomía de la hoja, epidermis y tejidos internos se colectaron numerosas muestras, las cuales se fijaron unas en KOH 5% e Hidrato de Cloral y otras fueron hervidas en ácido nítrico, Pohl (1967). En otros casos una vez diafanizadas se tiñeron con Chlorazol Black E y se montaron con diáfano.

Para preparar los cortes transversales, el material se fijó en "Nawaschin" tipo Craff III, durante cinco días; luego se deshidrató con alcohol etílico. Una vez realizado el proceso anterior se infiltró con una mezcla de mitad Paraplast (Fisher) y mitad parafina de 72° de punto de fusión (Merck). Con este material se prepararon cortes de un espesor de 10 micras con un micrótopo rotatorio; luego se tiñeron con sa-

franina al 1% en agua "W.H. Curtin y Co." y Light Green "Allied Chemical", montándose con Permout de la casa Fisher.

Además se efectuaron preparaciones de epidermis frescas sin teñir y cortes transversales frescos teñidos unos con Lugol y otros con Floroglucinol + HCl.

De este material se tomaron fotografías y se confeccionaron dibujos de las estructuras más importantes.

PREPARACION DEL TALLO

En la preparación del tallo se procedió a fijar el material en "Nawaschin" tipo Craff III por ocho días, luego se deshidrató con alcohol etílico. Los tejidos se infiltraron con una mezcla de mitad Paraplast y mitad Parafina de 72° de punto de fusión, como antes. Seguidamente se prepararon cortes de 12 micras de espesor con micrótopo rotatorio y tinción con safranina al 1% en agua y Light Green; montándose con Permout. También se efectuaron cortes frescos teñidos con floroglucinol + HCl.

De este material se realizaron dibujos y tomaron fotografías.

PREPARACIONES DE LA RAIZ

Para realizar los cortes de la raíz adulta se fijó el material, durante ocho días en "Nawaschin" tipo Craff III, se deshidrató el tejido con alcohol etílico y luego se infiltró con una mezcla de mitad Paraplast y mitad de parafina de 72° de punto de fusión. Luego se efectuaron cortes de 10 micras de espesor en micrótomo rotatorio. Tinción con safranina al 1% en agua y Light Green; montándose con Permount.

De este material se tomaron fotografías.

PREPARACIONES DEL EMBRION

En la realización de este trabajo se emplearon semillas adultas, las cuales se mantuvieron por dos días en ácido fluorhídrico puro y dos días en ácido fluorhídrico al 30%, para disolver la capa de sílice.

Se deshidrataron con alcohol butílico terciario, infiltrándose con una mezcla de mitad Paraplast y mitad Parafina de 72° de punto de fusión. Se efectuaron cortes de 10 micras con orientación transversal y longitudinal; los cuales se fijaron con una solución de gelatina granulada (para que no se desprendan del portaobjetos), tiñéndose con safranina al 1% en agua y Light Green, montándose luego en Permount.

De este material se realizaron dibujos esquemáticos.

PREPARACION DE CROMOSOMAS

El Dr. Richard W. Pohl colectó el material en Kilómetro catorce, Rancho Redondo, San Isidro de Coronado, preservándose las espiguillas en solución "Newcomers"; luego se pasó a una caja de Petri con alcohol al 70% y se procedió a determinar el tamaño de las anteras al estereoscopio con una lente graduada en milímetros. Luego las anteras sufrieron maceración con propiocarmin y ácido propiónico para montaje. Para hacer las preparaciones fijas se congeló con anhídrido carbónico líquido, se deshidrató con alcohol etílico absoluto y se montó en diáfano.

PREPARACION DE LA ESPIGUILLA

El material se fijó durante ocho días en "Nawaschin" tipo Craff III, se deshidrató con alcohol etílico, una vez efectuado lo anterior se infiltró en una mezcla de mitad Paraplast y mitad parafina de 72° de punto de fusión. Se efectuaron cortes de 10 micras de espesor, fijándolos en solución de gelatina granulada. La tinción que se usó en este caso fue safranina al 1% en agua y Light Green; montándose con Permunt.

Para la preparación de estructuras florales, se disecta-

ron flores y se montaron en lactofenol, sellándose luego con
Zut.

De este material se tomaron fotografías y se efectua -
ron esquemas.

OBSERVACIONES

DESCRIPCION GENERAL DE Chaetium bromoides.

1-. Cuerpo Vegetativo.

Gramínea herbácea, cespitosa, de unos 50 cm. de altura aproximadamente, pues presenta variaciones con respecto a la longitud de la panícula; de color verde intenso. Siendo más abundante esta planta durante la época lluviosa; perenne, sempervirente. Tiene hábito erecto, poco estolonífero y en macollas. Además presenta un culmo alto, delgado, simple, glabro y meduloso, con nudos glabros (Fig. 1). Las vainas las presenta apretadas, glabras y arrolladas alrededor del culmo (Fig. 1).

La lígula es velluda y tiesa con pelos unicelulares de 2 mm. de largo (Fig. 2). Durante la época lluviosa la lámina se mantiene extendida todo el tiempo; en el verano se mantiene extendida hasta las 11 a.m. más o menos; después de esta hora por la intensidad del calor se torna involuta hacia el haz debido a los cambios de turgencia que afectan a las células buliformes de la zona intercostal de la epidermis, manteniéndose así hasta el atardecer (4:00 p.m.) cuando vuelve a extenderse.

El largo de la lámina es de 25 a 30 cm. y es bastante angosta pues su ancho es de 0.5 cm.; es de textura rígida y superficie pubescente; la vena central es más saliente que las laterales.

2-. Inflorescencia.

La inflorescencia es principal o terminal en el culmo principal (Fig. 3), pero en algunos casos se presenta axial al culmo principal, siendo de tipo compuesta. Esta es una panícula con un tamaño más o menos de 20 cm. de largo, angosta y floja, con numerosas espiguillas y erecta.

El eje de la panícula es continuo, delgado, fuerte, de unos 20 cm. de largo, glabro, de ramas solitarias, flexuosas y ascendentes.

En la inflorescencia se puede presentar a la par de cada espiguilla fértil, una estéril; esta última más pequeña y con las estructuras reproductoras incompletas, femeninas.

La espiguilla es pedicelada con un callo velludo. (Fig. 4), comprimida dorsalmente y se desprende con los artículos del eje. El número de espiguillas es aproximadamente de ciento cincuenta y son terminales.

Las estructuras que protegen las flores fértiles y estériles son las siguientes:

Las glumas, similares entre sí, de forma lanceolada, con un tamaño de 2 cm. y cuya nervadura central se prolonga en una arista de 1.5 cm., con dientes, textura rígida, pubescente y de nerviación paralela (Figs. 4 y 5).

La lemma estéril, con un tamaño de 1.5 cm. de largo, es de forma lanceolada y poco pubescente (Fig. 6).

La lemma fértil es de un tamaño de 1 cm. de largo, también de forma lanceolada y poco pubescente (Fig. 7).

La pálea es de 1.3 cm. aproximadamente y se encuentra abrazando la lemma fértil (Fig. 8).

Las flores fértiles tienen un reducido número de estructuras, por lo tanto los verticilos florales que presentan son tres:

Dos lodículas de forma deltoide, carnosas, con numerosas nerviaciones que corresponden al tejido vascular y carentes de pubescencia (Fig. 9).

Tres estambres con anteras dobles (Fig. 10).

El pistilo constituido por un ovario con dos estigmas

plumosos en la madurez (Fig. 11), ovario unilocular, tricarpelar y la placentación lateral.

El diagrama floral indica en una forma más clara la estructura de la flor (Fig. 12).

ANATOMIA

1-. Hoja.

La lámina de la hoja es la parte más variable de la planta; es por esta razón que son tan importantes los microcaracteres para los estudios taxonómicos.

Las preparaciones efectuadas con ácido nítrico muestran claramente que la epidermis de la lámina de Chaetium bromoides se presenta dividida en zonas longitudinales paralelas en nerviación: zonas intercostales y costales. En ellas las zonas intercostales están constituidas por las células largas, células buliformes y estomas (Fig. 13). Las zonas costales presentan células de sílice y de la quilla (Fig.13).

En corte transversal de la lámina se presentan también estas zonas y se denomina zona intercostal, la comprendida entre dos haces vasculares, mientras que las zonas costales corresponden a los haces vasculares.

El margen de la hoja presenta una hilera de pelos unicelulares en forma de gancho (Fig. 19).

La consistencia de la lámina es apergaminada por la presencia de cuerpos silíceos.

La hoja primaria es poco pubescente y un poco más suave que la adulta.

EPIDERMIS ABAXIAL Y ADAXIAL.

Ambas epidermis son similares en cuanto a tipo de células con la diferencia de que sólo en la epidermis adaxial las células buliformes están presentes (Fig. 15).

Las células largas aparecen en las zonas intercostales de la epidermis, paralelas al eje de la hoja, con paredes moderadamente sinuosas (esta característica casi imperceptible), de forma cuboidea.

Las células cortas son solitarias y aparecen alternando con las largas (Fig. 14).

En las zonas intercostales aparecen células muy grandes denominadas buliformes, que son las encargadas de cerrar y abrir la hoja dependiendo de los cambios de turgencia; se presentan en tres bandas definidas (Figs. 13 y 14).

En las zonas intercostales algunas veces se presentan células suberizadas unidas a las células largas con puntaciones. Constituyendo la zona costal está presente una quilla formada por las células de la quilla (células salientes), de tipo corto, redondeadas a veces, que alternan con los cuerpos silíceos de forma de hueso (Fig. 14); ambos tipos de células son muy conspicuos.

En preparaciones de la hoja entera diafanizadas con hidróxido de sodio se pueden observar las células parenquimatosas que rodean a las nervaduras y además las comunicaciones entre las nervaduras llamadas bandas comisurales (Fig. 16).

ESTOMAS.

Localizadas en las bandas intercostales (entre células largas), forman una banda a cada lado de las células buliformes (Fig. 14).

Las células subsidiarias de los estomas son de forma triangular muy típico de las panicoideas (en especial en preparaciones frescas, Fig. 17). También se les observa el núcleo, al igual que las células guardianas que presentan un núcleo en forma de palanqueta que las atraviesa longitudinalmente. Estas células guardianas son alargadas con cloroplastos periféricos. En algunas ocasiones son visibles las pa-

redes de las células guardianas (Fig. 17).

En el centro de las células guardianas se presenta un poro u ostiolo (el cual para algunos autores es a lo que verdaderamente se le llama estoma); en preparaciones fijas este ostiolo aparece cerrado (Fig. 14).

Las células interestomatales son largas de bordes sinuosos colocadas en posición horizontal a las estomas. Estas células presentan la característica de ser cóncavas en los extremos donde se unen a los estomas.

En este caso que nos ocupa el estoma es libre, no aparece protegido por células adicionales.

MACRO-PELOS.

Aparecen numerosos y sumamente alargados, unicelulares con base un poco engrosada, muy flexibles y sus bases se originan de las células epidérmicas; se encuentran en las zonas intercostales en especial entre las células largas buliformes (Fig. 13).

MICRO-PELOS.

Son pelos bicelulares con una célula basal mediana un poco angosta en preparaciones fijas; la célula distal se dis-

torciona o no aparece con mucha facilidad en preparaciones fijadas; pero ésta es más larga y delgada en preparaciones frescas; aparece también en las zonas intercostales entre células buliformes (Fig. 18).

CELULAS EN FORMA DE GANCHO. (Crochets, Metcalfe, 1960).

Se les denomina así por la forma que presentan; son células robustas, su base la forma una dilatación de la misma célula marginal de la epidermis de la hoja. Son células no muy grandes con pared gruesa; en preparaciones frescas forman dientes oblicuos que terminan en ángulo bastante agudo (Fig. 19).

CORTE TRANSVERSAL DE LA LÁMINA.

La lámina presenta bien definidas las nervaduras correspondientes a haces vasculares colaterales, más prominentes en el lado abaxial constituyendo quillas o salientes; la nervadura central es la más evidente de todas.

La descripción siguiente se basa en un corte de la parte media de la lámina.

En la parte central de la lámina en corte transversal se observa un gran haz vascular conspicuo, el cual corresponde a la nervadura central y de este punto hasta la parte margi-

nal de la lámina se presentan los haces vasculares conspicuos que alternan con los inconspicuos así: 6 - 1 - 6 - 1 - 6 - 1 - 4 - 1 - 3 (los números uno corresponden a los conspicuos) hasta terminar con una acumulación de células esclerenquimatosas recubiertas por las células de ambas epidermis. En cortes seriados se puede observar la base de las células de gancho, las cuales por ser de origen epidérmico se muestran como una sola célula dilatada que une la epidermis abaxial y la adaxial.

En la epidermis en corte transversal no se observan muchos detalles; ambas epidermis, abaxial y adaxial se presentan como una capa unicelular en grosor pero presentan la siguiente diferencia: los estomas se observan únicamente en la adaxial y el grado de lignificación de las paredes celulares epidérmicas varía; en preparaciones frescas teñidas con floroglucinol + HCl, las paredes de la epidermis abaxial se tiñen de un amarillo más intenso que las de la epidermis adaxial. En preparaciones fijas teñidas con safranina el color que muestran es rojo, con una intensidad igual en ambas epidermis.

La epidermis adaxial presenta grandes células buliformes, marcando las zonas intercostales. A los lados de los

haces vasculares conspicuos e inconspicuos se observan de -
trás de ellas otras células translúcidas de tamaño decrecien-
te, las cuales hacen de tabique o separación entre las zonas
costales hasta llegar a la epidermis abaxial (Fig. 20).

HACES VASCULARES INCOSPICUOS.

Presentan un tejido de asimilación muy indefinido e in-
completamente radiado, con células de forma irregular con
gran cantidad de cloroplastos y que limita a los lados con
las zonas intercostales de células translúcidas. Inmediata-
mente hacia el centro se observan; una vaina de tejido paren-
quimatoso con células grandes llenas de gránulos de almidón,
que rodea en forma completa el haz vascular (Fig. 20).

Entre este parénquima y la epidermis adaxial y abaxial
se observan los cordones de esclerénquima sub-epidérmicos de
células de paredes muy gruesas con laminaciones concéntricas
que se perciben bajo luz polarizada, y muestran hacia la par-
te central de la célula una pequeña luz. En preparaciones
frescas teñidas con floroglucinol + HCl o con Reactivo
Schill se observan las células de estos cordones de un color
amarillo.

Por dentro de la vaina de parénquima se observa otra
vaina de tejido esclerenquimatoso (Endodermis) que limita di-

rectamente con el haz vascular; esta capa es doble hacia la parte abaxial de la lámina. El haz vascular presente un poco más diferenciado el floema, mientras que el xilema es muy poco evidente (Fig. 20).

HACES VASCULARES CONSPICUOS.

En estos haces todas las partes son muy evidentes.

Al igual que en los haces vasculares *inconspicuos*, en los *conspicuos* aparece entre ambas epidermis el clorénquima, incompletamente radiado, con células de forma irregular y gran cantidad de cloroplastos (Fig. 21). Las vainas que rodean el haz vascular son dobles: una vaina, incompleta hacia la parte abaxial, de células parenquimatosas con paredes delgadas, que contienen grandes cantidades de almidón (Fig. 22). Contigua a ella una vaina interna de células esclerenquimatosas totalmente lignificadas; esta vaina, que corresponde a la endodermis señalada por Prat (1932), es de una capa de células; rodeando el floema en la parte adaxial se encuentra otra vaina esclerenquimatosas; lo que muestra a la endodermis como doble pero incompletamente. También hacia las partes adaxial y abaxial aparecen masas de células esclerenquimatosas que limitan con las epidermis correspondientes. Estos cordones sub-epidérmicos presentan un grado de lignifica -

ción poco definido pues en preparaciones frescas teñidas con floroglucinol + HCl se tiñen de rojo las capas que limitan con la parte adaxial de la vaina endodérmica, las otras capas de células esclerenquimatosas conforme avanzan hacia la epidermis abaxial van disminuyendo de coloración hasta tener un amarillo intenso igual al de las células epidérmicas que están un poco lignificadas. En preparaciones fijas teñidas con safranina varía desde el rojo intenso hasta el rosado (correspondiendo este último al amarillo de las preparaciones frescas).

Así en esta especie las acumulaciones esclerenquimatosas asociadas a los haces vasculares se presentan en forma clara (Fig. 20 y 21):

- 1-. Cordón esclerenquimatoso de la epidermis adaxial.
- 2-. Esclerénquima que rodea el haz (Endodermis).
- 3-. Esclerénquima que rodea al floema.
- 4-. Esclerénquima que mantiene unido el haz a la epidermis abaxial (de paredes gruesas estratificadas).

El haz vascular se caracteriza por dos grandes poros laterales correspondientes al metaxilema (Fig. 21), de paredes gruesas; y hacia el centro tres conductos de protoxilema se-

guidos en sentido radial. El número de conductos tanto del metaxilema como del protoxilema puede variar; un mayor número en el haz de la nervadura central y menos en el de los haces más pequeños. Además aparece en los haces conspicuos cerca de los vasos del protoxilema un espacio aéreo semejante al de los haces del tallo característicos de las gramíneas pero relativamente más pequeño.

En corte longitudinal se observan los elementos de tipo reticulado -escalariforme del metaxilema y de tipo anular y helicoidal los del protoxilema.

El floema es de células pequeñas y aspecto compacto (Fig. 21); se observan claramente tubos cribosos y células compañeras.

2-. Vaina

La vaina es parte de la estructura de la hoja y protege el culmo.

En corte transversal (Fig. 23) de afuera hacia dentro se observan las siguientes partes: una epidermis unicelular en grosor de células pequeñas y paredes gruesas lignificadas (tanto en preparación fija con safranina como en preparación fresca con floroglucinol + HCl se colorean de rojo in-

tenso). Inmediatamente hacia dentro varias capas de tejido esclerenquimatoso de paredes no muy gruesas, entre las cuales se observan masas de tejido floemático.

También se encuentran a semejanza de la lámina haces vasculares colaterales grandes conspicuos e inconspicuos, con conductos de metaxilema y protoxilema. El floema, en posición abaxial en el haz, consta de células compañeras y cribosas. Todo el haz está envuelto por una capa de tejido esclerenquimatoso (endodermis); hacia fuera de esta capa se observan células del cordón subepidérmico esclerenquimatoso abaxial. Luego hacia la epidermis adaxial se observa una ancha franja de células parenquimatosas de paredes delgadas. Limitando con la epidermis adaxial hay unas pequeñas acumulaciones de células esclerenquimatosas unicelulares en grosor que corresponden a los cordones subepidérmicos adaxiales de los haces vasculares. Estos cordones adaxiales en preparación fresca teñida con floroglucinol + HCl son de un color anaranjado; por lo tanto su grado de lignificación varía.

La epidermis adaxial es unicelular, de células pequeñas de paredes delgadas.

Como se puede notar tanto la lámina como la vaina presentan una estructura similar.

3-. Culmo.

En este caso la descripción se hará de la parte central hacia fuera del corte transversal. El tipo de estela que presenta es una atactostela (Fig. 24) en la cual se distinguen los haces vasculares colaterales localizados en la mitad externa del radio, mientras que su centro es meduloso, de células parenquimatosas redondeadas con paredes delgadas y algunas granulaciones (las cuales no son almidón). Los haces vasculares rodean a la médula y el número de ellos en el corte transversal estudiado es de veintiuno (número que puede variar, Fig. 24).

Estos haces vasculares (Figs. 25 y 26) presentan bien definidos dos o tres conductos de protoxilema cerca del floema y dos o tres de metaxilema de pared gruesa en el centro del haz. En algunas ocasiones se pueden observar espacios aéreos. Aparecen siempre hacia fuera haces vasculares periféricos con muy poco contenido xilemático y floemático.

Intercalado entre los haces vasculares se encuentra el tejido esclerenquimatoso de varias capas de células en grosor con células de paredes muy engrosadas (estas dieron la prueba de Schiff y floroglucinol + HCl, tornándose de un color rojo púrpura), presente únicamente en culmos adultos y no

muy evidente en los jóvenes.

En el límite con la epidermis se encuentran alternando las acumulaciones esclerenquimatosas que unen los haces vasculares a la epidermis con acumulaciones de células de paredes engrosadas (las cuales no reaccionaron a las pruebas de lignina) muy semejantes a células colenquimatosas de tipo lagunar.

La epidermis es unicelular en grosor de paredes gruesas un poco lignificadas y con gránulos de sílice. En cortes longitudinales se puede apreciar los elementos reticulados del metaxilema, los anillos del protoxilema y las áreas cribosas del floema.

4-. Raíz.

La descripción siguiente se efectuará de la parte central del corte transversal hacia fuera (Fig. 27).

La raíz adulta se presenta como un tipo de sifonostela (Figs. 27y 28).

En la parte central aparece una médula parenquimatosa definida. Los conductos del metaxilema aparecen como grandes agujeros que varían en número y forman un círculo en la parte central (Fig. 28). Sobre los vasos de metaxilema se

observan acumulaciones de floema con las cuales alterna el protoxilema.

Inmediatamente hacia fuera de esta parte central encontramos un periciclo lignificado de células pequeñas de paredes de mediano grosor, en una parte unicelular y en otras bicelular; presentándose como una capa bien definida (Fig. 28). A partir de este periciclo se origina un meristema lateral que dará inicio a la formación de las raíces laterales, las cuales presentan un sistema vascular definido.

Luego de la capa anterior se encuentran una endodermis, cuyas células tienen la pared que da al periciclo muy gruesa (engrosamiento secundario), razón por la cual presentan figura de U en el corte transversal (Fig. 28).

Inmediatamente hacia fuera aparece la corteza multicelular en grosor, de células parenquimatosas sin espesamientos secundarios cuando la raíz es joven.

La raíz adulta presenta placas radiales de parénquima cortical entre grandes cavidades intercelulares; además limitando los espacios aparecen tabiques constituidos por células en colapso.

Siguiendo el orden aparecen: dos capas de células es -

clerenquimatosas (posiblemente las capas exteriores de la corteza); una capa parenquimatosa (hipodermis) y la epidermis propiamente dicha (Fig. 27).

En la raíz primaria los pelos radicales son unicelulares y largos, originados en las células epidérmicas y estos son paralelos uno al otro; es decir perpendiculares al eje de la raíz (Fig. 29).

5-. Espiguilla.

La espiguilla se fijó para hacer los cortes durante el proceso de formación de la cariósida (Fig. 30); de afuera hacia dentro podemos encontrar las siguientes partes:

Las Glumas I y II están constituidas por una epidermis unicelular en grosor con células de paredes gruesas y cinco nervaduras en cada una de las cuales se observa un haz vascular de tipo colateral con poco contenido xilemático y floemático; la parte central de ella está formada por células parenquimatosas de paredes delgadas, mientras que hacia las partes laterales se observa tejido esclerenquimatoso lignificado. Inmediatamente hacia dentro de la gluma I está la lemma estéril, con cinco nervaduras que corresponden a cinco haces vasculares de tipo colateral muy semejantes a los descritos anteriormente. Además presenta tejido esclerenquima-

toso localizado preferentemente sobre los haces vasculares y el resto es tejido parenquimatoso con células de paredes delgadas y una epidermis unicelular en grosor con células de paredes un poco lignificadas.

Hacia dentro limitando con la gluma II está la lemma fértil la cual presenta la epidermis del haz unicelular en grosor, cuyas células tienen el aspecto de un encaje de paredes muy gruesas lignificadas. Bordeando en toda la longitud de esta capa aparecen 1 o 2 capas de células esclerenquimatosas lignificadas típicas (en preparaciones frescas teñidas con floroglucinol + HCl se tiñen de rojo intenso). Se observan tres haces vasculares, uno en cada borde, muy inconspicuos. Luego limitando con la epidermis del envés se encuentran tres capas de células parenquimatosas de paredes delgadas.

Limitando con la lemma estéril se encuentra la palea; la cual presenta la epidermis del haz con células grandes (muy parecida a la de la lemma fértil) de paredes muy engrosadas y que dejan apenas una luz. Luego una capa unicelular en grosor de mediano tamaño de tipo esclerenquimatoso típico. Limitando esta capa unicelular aparecen 1 o 2 capas de tejido parenquimatoso que contiene los haces vasculares, estos últimos también son de tipo colateral y están localizados

dos a los extremos y uno en el centro, bastante inconspicuos con muy poco tejido floemático y un conducto del xilema. La epidermis del envés es unicelular en grosor de células rectangulares y con paredes un poco engrosadas, pero no lignificadas.

La epidermis de la cariósida es unicelular en grosor, con células pequeñas de paredes delgadas y con gránulos de sílice, luego una capa de células grandes de tipo parenquimatoso con paredes delgadas y una última capa que limita con el endosperma de células también muy largas y grandes con paredes delgadas que presentan gránulos de sílice seguidos.

6-. Embrión.

El estudio del embrión del Chaetium bromoides se efectuó con cortes transversales y longitudinales de semillas en proceso de germinación.

En el corte longitudinal (Fig. 31) se puede apreciar muy bien las siguientes partes:

Escutelo,
Coleóptilo,
Plúmula,
Coleorriza,
Radicula,

Tanto el coleóptilo como el escutelo son estructuras morfológicamente distintas de las hojas y peculiares del embrión. En el coleóptilo aparecen dos bandas de procambio, al igual que en el profilo, del cual es homólogo.

Se presenta bien definida la hendidura entre el escutelo y la coleorriza como en todas las panicoideas.

En el corte transversal (Fig. 32) puede observarse, de afuera hacia dentro: el escutelo (cuya superficie presenta una capa de células epidérmicas grandes). El coleóptilo que presenta dos bandas vasculares, una a cada lado (este corte es en un embrión joven) de la primera hoja de la plúmula, la cual es involuta, con numerosos haces vasculares (Fig. 32).

Todas las células de estos tejidos son meristemáticos.

La fórmula general para las estructuras presentes en el embrión; en la notación de Reeder (1957) es la siguiente:

P - PP

la cual representa:

Primer símbolo: P = coleóptilo insertado a alguna distancia debajo del punto de diver-

gencia de la banda del escutelo;
o sea en el entrenudo entre el
coleóptilo y escutelo.

Segundo símbolo: - = significa ausencia de epiblasto.

Tercer símbolo: P = significa hendidura entre escute-
lo y coleorriza.

Cuarto símbolo: P = significa que la hoja primaria es
involuta y tiene haces vascula -
res numerosas.

La cariópside es de un tamaño aproximado de 0.3 a 0.4
mm. de largo, con hilo y embrión bien desarrollados.

Como en la mayoría de las gramíneas, el endospermo es
abundante, y además aparece protegido por una epidermis que
contiene gránulos de sílice.

CROMOSOMAS

Las anteras fueron analizadas en una etapa muy temprana
de su desarrollo, cuando presentan un tamaño de 0.8 mm. Es
entonces cuando la meiosis tiene lugar y los cromosomas se
ven con claridad pudiendo efectuarse el recuento.

Fueron colectadas y fijadas a las 15 horas del 12 de

febrero de 1969, el fijador usado fue solución de Newcomers y el colorante propio-carmin disuelto en 45% de ácido propiónico. El Dr. Pohl colectó 400 muestras a diferentes horas del día en Costa Rica y no observó variaciones significativas en la frecuencia de la meiosis.

El número haploide que presenta la especie Chaetium bromoides es de trece cromosomas (Fig. 33), los cuales son de tamaño muy pequeño. Este número es muy raro en las gramineas, especialmente en la subfamilia Panicoideas.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

DETERMINACION TAXONOMICO-FILOGENETICA A NIVEL DE SUBFAMILIA Y GENERO.

Durante la pasada mitad del siglo, la Botánica, y en especial la parte que se relaciona íntimamente con la evolución y la clasificación de todas las Ciencias Biológicas, han entrado en una era dominada por el avance de la citología y la genética; así, estas han sido usadas como herramientas para resolver los problemas evolutivos y taxonómicos. Esta unión de disciplinas ha dado resultados definitivos, descubriéndose nuevas relaciones las cuales, muchas veces, han sido apoyadas por datos de otros campos como anatomía, embriología, fisiología, etc.

Ningún grupo de plantas ha sido más afectado por esta nueva investigación que la familia de las Gramíneas.

Hay varias razones para esto. Primero, son muy importantes para nosotros desde el punto de vista económico, como alimentos básicos y como materiales de construcción en muchos países tropicales. Segundo, las gramíneas son difíciles para los taxónomos, pues como dice Edgar Anderson, citado por Stebbins (1956), "son casi todas iguales, la misma

forma de las hojas y los tallos, varían poco en el patrón de la ramificación, sus flores son tan reducidas que el cáliz y la corola aunque probablemente presentes parecen pequeñas escamas, (palea y lodículas son difíciles de estudiar) y el ovario está reducido a una simple cariósida".

La revolución actual en la taxonomía empezó cuando taxónomos como Grob, Duval-Jouve y Pée-Laby empiezan a examinar y comparar las hojas de gramíneas al microscopio, descubriendo la diversidad celular que presentaban; con base en esta diversidad pudieron crear patrones celulares para la identificación de grandes grupos, como a nivel de tribu o también a nivel de especie.

Tomamos de Prat (1960) el cuadro I, que muestra comparativamente los tipos de clasificación antiguas y recientes (siguiendo patrones de estudio no morfológico) y vemos que concuerdan bastante los criterios de todos los autores. En este cuadro podemos observar que Fries (1846) separa dos grandes grupos, subfamilias o series, llamadas "Clisanteas y Euryanteas"; las cuales corresponden a las series A y B de Grenier y Godron (1855), Bentham y Hooker (1883), Hackel (1887) y Boissier (1884); a las Panicoideas y Pooideas de Ascherson y Graebner (1898); Panicoideas y Festucoideas de Hitchcock (1920); y a las series I y II de Stapf (1897).

Cuadro I. Comparación entre los principales sistemas de clasificación propuestos para las gramíneas de 1833 a 1959.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--|---|--|---|--------------------------|---|---|---------------------------------|-------------------------------------|---|---|---|
| Kunth 1833 Endlicher 1836 Parlatore 1844 Stuedel 1855 | Koch 1843 Hallier 1886 Garcke 1882 | Fries 1846 | Bentham & Hooker 1833 Hackel 1867 | Boissier 1884 | Ascherson & Graebner 1898 (Insp. de Brown 1810) | Grenier & Godron 1855 | Stapf 1897 | Ridley 1925 Chevalier 1934 | Hitchcock 1920 1950 | Krause 1909 | Avdulov 1931 (ins. de Harz (1880)) |
| <u>Panic</u> | <u>Panic</u> | <u>CLISANTH</u> <u>Panic</u> | <u>A</u> <u>Panic</u> Mayd. (+) Zoys. (+) Tristeg (+) | <u>A</u> <u>Panic</u> | <u>PANICOID</u> <u>Panic</u> Mayd. Zoys. | <u>A</u> <u>Panic</u> | <u>I</u> <u>Panic</u> | <u>Panic</u> Mayd. Zoys. | <u>PANIC</u> <u>Panic</u> Tripsac. Melinid. Andropog. | <u>PANIC</u> <u>Panic</u> Coic. Panicin (+) Andropog. | <u>SACCHARIF</u> <u>Panic</u> Mayd. Zoys. Tristegin. Andropog. |
| <u>Andropog.</u> Rottb. (OParl) | <u>Andropog.</u> | <u>CLISANTH</u> <u>Panic</u> | <u>A</u> <u>Panic</u> Mayd. (+) Zoys. (+) Tristeg (+) | <u>A</u> <u>Panic</u> | <u>PANICOID</u> <u>Panic</u> Mayd. Zoys. | <u>A</u> <u>Panic</u> | <u>I</u> <u>Panic</u> | <u>Panic</u> Mayd. Zoys. | <u>PANIC</u> <u>Panic</u> Tripsac. Melinid. Andropog. | <u>PANIC</u> <u>Panic</u> Coic. Panicin (+) Andropog. | <u>SACCHARIF</u> <u>Panic</u> Mayd. Zoys. Tristegin. Andropog. |
| <u>Oryz.</u> (OParl) | <u>Oryz.</u> | <u>CLISANTH</u> <u>Panic</u> | <u>A</u> <u>Panic</u> Mayd. (+) Zoys. (+) Tristeg (+) | <u>A</u> <u>Panic</u> | <u>PANICOID</u> <u>Panic</u> Mayd. Zoys. | <u>A</u> <u>Panic</u> | <u>I</u> <u>Panic</u> | <u>Panic</u> Mayd. Zoys. | <u>PANIC</u> <u>Panic</u> Tripsac. Melinid. Andropog. | <u>PANIC</u> <u>Panic</u> Coic. Panicin (+) Andropog. | <u>SACCHARIF</u> <u>Panic</u> Mayd. Zoys. Tristegin. Andropog. |
| Phalar. | Phal. | Phal. | Phal. | Phal. | Phal. | Phalar. Spart. (+) Cesler. | Phalar. Chlor. | Chlor. | Chlor. | Chlor. | Chlor. Sporob. |
| Chlorid. | Chlor. | Chlor. | Chlor. | Chlor. | Chlor. | <u>B</u> Stip. Agrost. Sporob. (+) | Stip. Agrost. Sporob. (+) | Stip. Agrost. Sporob. | Agrost. Aven. | GRAMIN FESTUCIF. | Chlor. Sporob. |
| Stip. Agrost. | Stip. Agrost. Aloped. (+) Coléant. (+) | <u>EURYANTH</u> Alop. Nard. Sesl. | Chlor. | Chlor. | <u>POEIDEEES</u> Chlor. | Stip. Agrost. Sporob. (+) | Stip. Agrost. Sporob. (+) | Stip. Agrost. Sporob. | Agrost. Aven. | GRAMIN FESTUCIF. | Chlor. Sporob. |
| Aven. Hord. | Aven. Hord. Nard. (+) | <u>EURYANTH</u> Alop. Nard. Sesl. | Chlor. | Chlor. | <u>POEIDEEES</u> Chlor. | Aven. Hord. Nard. | Hord. | Hord. | Hord. | GRAMIN FESTUCIF. | Chlor. Sporob. |
| <u>Festuc.</u> | <u>Festuc.</u> Sesl. (+) | <u>EURYANTH</u> Alop. Nard. Sesl. | Chlor. | Chlor. | <u>POEIDEEES</u> Chlor. | Aven. Hord. Nard. | Hord. | Hord. | Hord. | GRAMIN FESTUCIF. | Chlor. Sporob. |
| Pappoph. Arund. | Arund. Olyr. (+) | <u>EURYANTH</u> Alop. Nard. Sesl. | Chlor. | Chlor. | <u>POEIDEEES</u> Chlor. | Aven. Hord. Nard. | Hord. | Hord. | Hord. | GRAMIN FESTUCIF. | Chlor. Sporob. |
| Bambus. (Stdl) | Bambus. | <u>EURYANTH</u> Alop. Nard. Sesl. | Chlor. | Chlor. | <u>POEIDEEES</u> Chlor. | Aven. Hord. Nard. | Hord. | Hord. | Hord. | GRAMIN FESTUCIF. | Chlor. Sporob. |
| 14 tribus. | 16 t. | 10 t. 2 s.fam. | 13 t. 2 s.f. | 10 t. 2 s.f. | 16 t. 2 s.f. | 17 tribus 2 s.fam. | 17 t. 2 s.f. | 19 t. | 14 t. 2 s.f. | 9 t. 3 s.f. | 14 t. 3 s.f. |

Las tribus subrayadas son admitidas prácticamente por todos los autores. El signo (+) indica la introducción de una nueva tribu. El signo (O), el abandono de una tribu por el autor mencionado entre paréntesis.

Las flechas indican el desplazamiento de ciertas tribus para ser agrupadas en sus familias. Los nombres de las subfamilias o series son indicados por cuadros que los encierra.

| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|--|---|--|--|---|
| Hubbard 1934 | Pilger 1954 | Jacques-Fé- lix, 1958 | Tateoka 1957 | Stebbins 1959 | Parodi 1946-59 |
| PANIC. Panic. | PANIC. Panic. Melin. Isachn. Antheph.+ Arthrop.+ Boivin, Le- comt. + Trach. + | PANIC. Panic. Isachn. | PANIC. Panic. Melin. Isachn. Antheph. Boiv.Lec. Trach. | PANIC. Panic. Melin. Antheph. | PANIC. Panic. Melin. Arthrop. |
| Androp. Mayd. | ANDROP. (+) Androp. Mayd. | Androp. Mayd. | Androp. Mayd. | Androp. | Androp. Mayd. |
| POOID. Chlor. Erag. Pappoph. Sporob. | ERACROST. (-) Chlor. Erag. | CHLORID. Chlor. Erag. Pappoph. Sporob. Spart. | ERACROST. Chlor. Pappoph. Spart. | ERACROST. Chlor. Erag. Pappoph. Spart. Jouv. | ERACROST. Chlor. Erag. Pappoph. Sporob. Zoys. Arist. |
| Zoys. + Leptur. | Jouv. Lapp. Arist. Phaenosp. | Zoys. Leptur. | Lapp. | | |
| Festuc. Hord. Aven. Agrost. Nard. | FESTUC. Festuc. Tritic. Aven. Nard.Mo- narm. + Phalar. | FESTUC. Festuc. Hord. (+Mon) Agrost. | POOID. Festuc. Trit. Agrost. Monerm. | FESTUC. Festuc. Hord. Aven. Nard.Mo- narm. | FESTUC. Festuc. Hord. Aven. Agrost. Monerm. Phalar. |
| Phalar. | Stip. | Stip. | ARUND. Stip. Brachyél. | STIP. Ampelod. Brachyél. | Stip. |
| Arund. | Arund. | ARUND. Arund. Danthon. Arist. Elytroph.+ Thysanol. Arundinell. | Arund. Danthon. Arist. Ehrhart. Thysanol. Ardnl.Garn. Coleanth. Lyg.Nard. Melic.Glyc. Centh.Strep- tog. Phaenosp. | ARUND. Arund. Danthon. Uniol. Arist. | PHRACMIT. (+) Arund. Danthon. + Uniol. Ehrhart. |
| Thysanol.+ Arundinell. | Thysanol. Arundinella Pappoph. Coleanth. Lyg. Phyllorach. Parian. | | | | |
| Lyg. + Parian. + | | | | | |
| Bambus Streptoch. | BAMBUS. | BAMBUS. Bambus Arundinar. Atracto- carp. + | PHAPOID. (+) Bambus. Streptoch. | BAMBUS. Arundinar. | BAMBUS. Bambus. Streptoch. |
| Olyr. Phar. | OLYR. (+) Olyr. | OLYR. Olyr. Phar. | Olyr. | OLYR. Olyr. Phar. | Olyr. Phar. |
| Oryz. | ORYZ. (+) Oryz. | ORYZ. Oryz. Ehrhart.+ Phalar. | ORYZ. | ORYZ. Oryz. Ehrhart. | ORYZ. (+) Oryz. |
| Anomochl. | MICRAIR. (+) ANOMOCHL. (+) | STREPTOG. (+) ZIZAN. (Phyllor) CENTOTH. (+) | Phyll. Micrair. Anomochl. Parian. | Zizan. | |
| 27 trib. (66) 2 s.fam. | 37 t. 9 s.f. | 32 t. 10 series | 42 t. 5 s.f. | 26 t. 8 s.f. | 27 t. 6 s.f. |

En la sucesión de interpretaciones citadas vemos que se está haciendo todo lo posible para aproximarse a una clasificación natural que revele plenamente y a satisfacción, todos los puntos de vista. Esta es una mejor forma de reunir y aclarar las grandes unidades heterogéneas de antiguas clasificaciones. Las unidades más pequeñas resultantes de las divisiones más recientes son mucho más homogéneas, más compactas, indicando en lo sucesivo un parentesco real entre sus constituyentes.

Una contribución a este avance es el esquema propuesto por varios autores, en especial Sporne (1955), en el cual se muestran las interrelaciones evolutivas de las principales tribus de gramíneas. Este diagrama (fig.34) no se hizo en la forma acostumbrada de los árboles filogenéticos, con comunicaciones entre los grupos, los cuales se supone representan antecesores comunes extintos. En una subfamilia semejante de gramíneas cuyo registro paleobotánico es escasísimo, las conexiones verdaderas entre grupos modernos, pueden no ser conocidas nunca y las especulaciones acerca de ello pueden ser más engañosas que aclaratorias.

En este esquema los grupos modernos son representados como cortes transversales de las ramas del árbol filogenético y la distancia entre ramas indica el grado de parecido o di-

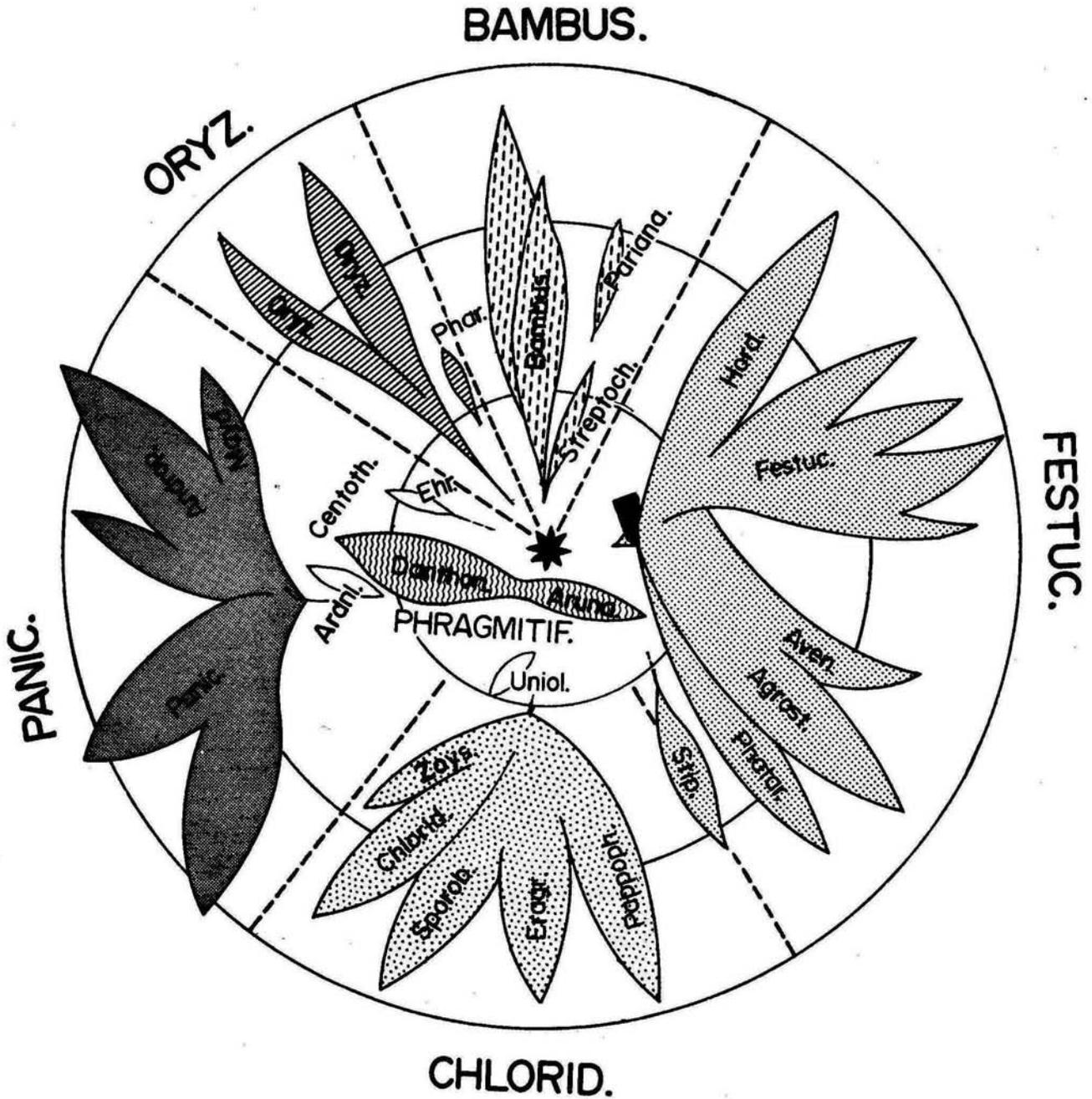


Fig. 34 Expansión de las Gramíneas en función del tiempo (tomado de Prat 1960).

ferencia entre los grupos. Puesto que esta concepción está basada en muchos caracteres, la visión del todo es multidimensional. Las líneas de trazos en el diagrama indican que los grupos a cada lado de ellas están a una distancia mayor que la representada en el esquema. Se ha colocado un asterisco en la posición del grupo primitivo hipotético, que se da por extinto, el cual constituye el comienzo de la familia, y se ha colocado los grupos a distancias del asterisco que corresponden aproximadamente al grado de evolución especializada. Los grupos pequeños cerca del centro presentan características intermedias.

Así, partiendo de esta base, he aquí como podemos concebir la familia:

1-. Un primer grupo homogéneo que podemos llamar subfamilia Festucoideae, en un sentido estricto y que comprende las tribus:

Festuceae
 Hordeae (ó Triticeae).
 Agrostideae
 Aveneae

agrupando 1.800 especies aproximadamente.

2^a. Un grupo homogéneo que admiten prácticamente to-

dos los autores, la sub-familia Panicoideae y comprende las tribus:

Paniceae,
Andropogoneae,
Maydeae,

agrupando más de 2.400 especies.

3-. Un tercer grupo más reciente, y un poco más unánimemente admitido que los precedentes por tener límites más precisos es la subfamilia Chloridoideae o Eragrostoidae; comprendiendo las tribus:

Chlorideae
Eragrostideae
Pappophoreae
Sporoboleae
Spartineae (ahora considerada como parte de Festuceae).

Se le denomina Chloridoideae porque la tribu Chlorideae constituye la base más vieja; mientras que Eragrostideae fue incluida incorrectamente en Festuceae (Bentham y Hooker).

4-. El grupo de Oryzeae, considerado como una sub-familia por ciertos autores, es más vasto que los precedentes, y presenta características diferentes, como flores primitivas de seis estambres, anatomía foliar de tipo bambusoi-

de mientras que la epidermis es de tipo oryzoide.

5-. Grupo subfamilia Phragmitiforme es muy heterogé -
neo por poseer caracteres muy primitivos. Reune las tribus:

Arundineae

Danthonaeae

Arundinelleae

Aristideae

Así, al tener delimitadas taxonómicamente las subfa -
milias, las localizaremos en función del tiempo, para lo cual
usaremos la Fig. 35 que tomamos de Prat (1960, y que repre -
senta un biograma del desarrollo de la familia de las gramí -
neas. Dentro de este diagrama a tres dimensiones el eje ver -
tical representa el correr del tiempo a partir del cretácico,
época a que se remonta el origen de las angiospermas (hoy día
hay evidencia de que son del jurásico, R.W. Pohl, comunicación
personal). El círculo AB representa la descripción detallada
presente de la familia correspondiente a la Fig. 34. El circulo
CD corresponde a la situación a los inicios de la era ter -
ciaria. Entre los dos el grupo se desarrolla como un cono
curvilíneo donde el punto de partida X se halla situado den -
tro del período cretácico cerca de 100 millones de años atrás.

Este punto de partida hipotético X de las gramíneas pue -
de estar considerado como ubicado entre Cyperaceae, Jun -

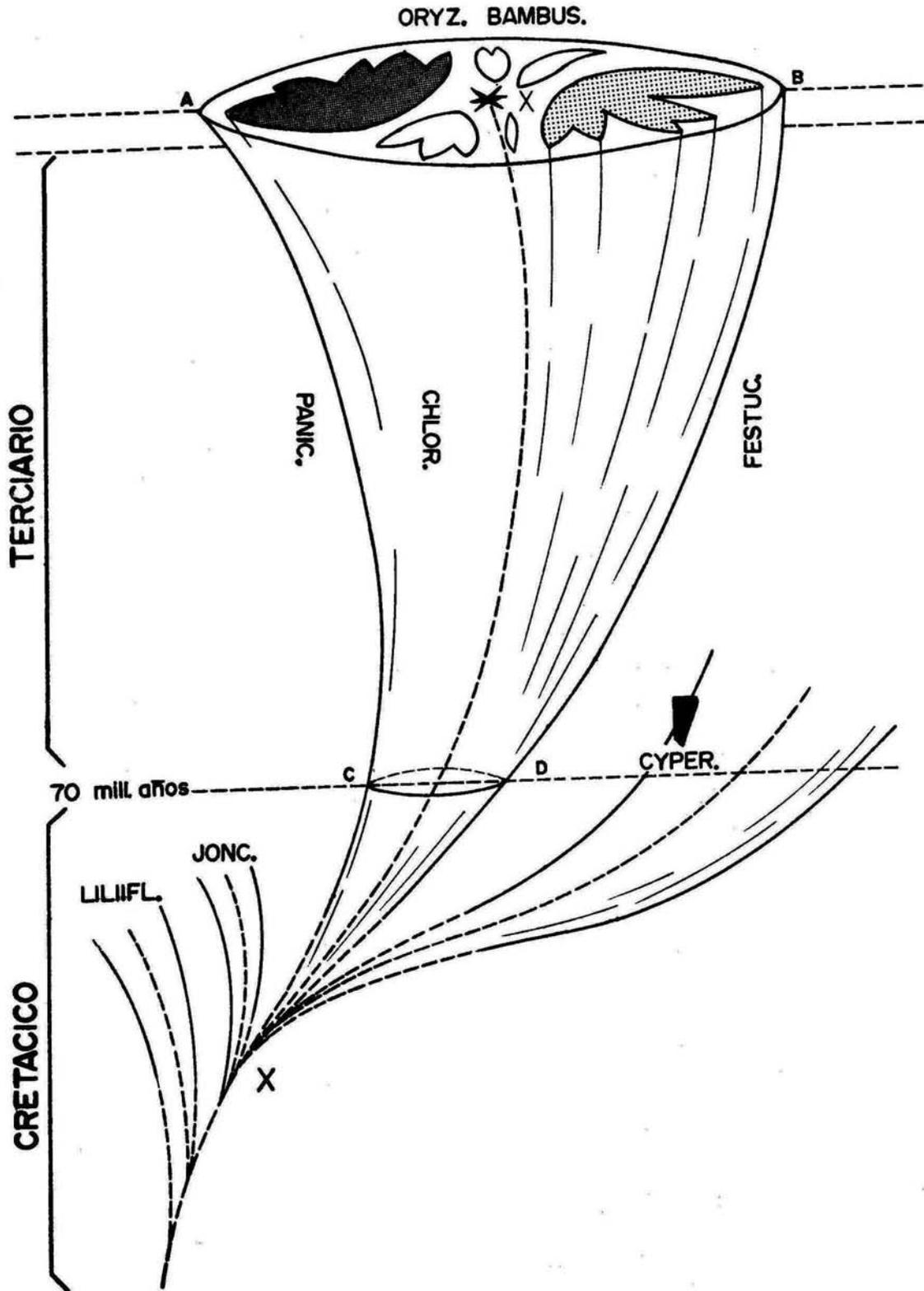


Fig. 35

Composición actual de la familia de las Gramíneas (tomado de Prat 1960).

caceae y más alejadas de las Liliflores.

De este grupo primitivo extinto, o de gramíneas arcaicas, se originaron series de líneas que se adaptaron a diferentes habitats como un fenómeno típico de radiación adaptativa de los grupos ancestrales; obteniéndose tres líneas principales de evolución:

1-. La primera se desarrolló primitivamente en trópicos correspondiendo a la línea PANICOIDEAE.

2-. La segunda línea también desarrolló en los trópicos y corresponde a CHLORIDOIDEAE-ERAGROSTOIDEAE.

3-. La tercera línea dominante fue la de las FESTUCOIDEAE, como gramíneas dominantes de las zonas templadas.

Luego surgieron tres líneas adicionales:

1-. Arundinoideae, localizada actualmente dentro de la subfamilia Phragmitiformes.

2-. La línea Oryzoideae que persiste como subfamilia.

3-. La línea Stipoideae que aparece actualmente como tribu de la subfamilia Festucoideae.

Si se hace un análisis más detallado de la primera línea evolutiva que corresponde a las panicoideas, grupo al que pertenece Chaetium bromoides que nos ocupa en esta investigación, podemos darnos cuenta de que esta especie concuerda con aquella línea en características primitivas tales como: carácter primitivo de la epidermis de la hoja, carióspside, embrión y emergencia de la primera hoja (Fig. 36).

Además presenta especializaciones muy claras que corresponden en general al grupo panicoideo como son la anatomía de la hoja, que muestra una distribución incompletamente radiada del mesofilo, y la inflorescencia de tipo panícula.

Algunas de sus características, sin embargo, no se adaptan completamente a este grupo.

El número de cromosomas, es poco corriente en este grupo, aunque algunos pocos géneros también lo presentan alejados del número básico. La especie Nardus stricta L. del hemisferio Norte frío y altas montañas y también de Africa del Norte presenta un número de cromosomas igual al de Chaetium; aquel género es considerado un género aislado por presentar características muy diferentes de todos los grupos de gramíneas y Stebbins (Fig. 34) lo coloca entre Bambusoideas y Festucoideas. En cuanto a Chaetium no se

puede agrupar junto con este género por presentar muy diferente anatomía foliar.

La vaina esclerenquimatosa que rodea al haz vascular completamente (endodermis) se asemeja un poco a la de las Bambusoideas y Festucoideas, mientras que en las Panicoideas no se presenta así.

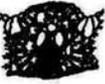
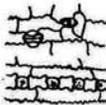
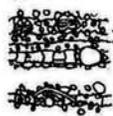
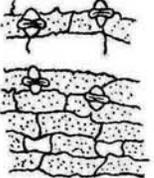
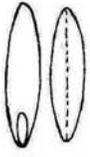
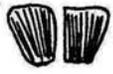
La otra capa esclerenquimatosa que rodea completamente al floema le hace asemejarse un poco al grupo Cloridoide-Eragrostoide.

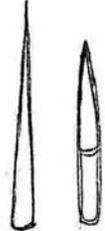
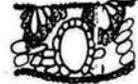
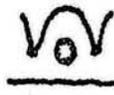
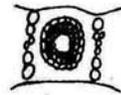
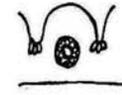
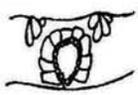
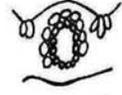
Estas características dejan en duda la posición taxonómica de la especie.

Por presentar muchas características panicoideas definidas, la autora de esta investigación después de efectuar una comparación en el Cuadro II, cree podría desglosarse la posición taxonómica de la especie, basándose en las clasificaciones recientemente acordadas, de la siguiente forma:

SUBREINO: Embryobionta (Cronquist, 1968)
 DIVISION: Magnoliophyta (Cronquist, 1968)
 CLASE: Liliatae (Cronquist, 1968)
 SUBCLASE: Commelinidae (Takhtajan, 1954)

Cuadro II. Comparación de las principales subfamilias con Chaetium bromoides, a-sándose en las características más importantes.

| | PANICOIDEAE | CHLORIDOIDEAE - ERAGROSTOIDEAE | FESTUCOIDEAE | BAMBUSOIDEAE | <u>Chaetium</u> <u>bromoides</u> |
|---------------------------------------|---|--|---|--|---|
| Emergencia de la 1ª hoja |  |  |  |  |  |
| Sección transver- sal de la lámina |  |  |  |  |  |
| Cromosomas Nº básico |  N= 5-9 |  N= 9-10 |  N= 7 |  N= 12 -10 |  N=13 |
| Epidermis de la hoja. |  |  |  |  |  |
| Embrión |  |  |  |  |  |
| Fórmulas | P - PP | P + PF | F + FF | P + PP | P - PP |
| Cariopsides |  |  |  |  |  |
| Lodículas |  |  |  |  |  |

| | | | | | |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|
| Estructura de la inflorescencia. |  |  |  |  |  |
| Pelos Epidérmicos |  |  |  |  |  |
| Clorénquima |  |  |  |  |  |
| Parénquima |  |  |  |  |  |
| Endodermis |  |  |  |  |  |

ORDEN: Poales (Cronquist, 1930)
FAMILIA: Poaceae (Hubbard, 1948)
(Gramineae)
SUBFAMILIA: Panicoideae (Prat, 1936)
TRIBU: Paniceae (Pilger, 1940)
SUBTRIBU: Panicinae (Hutchinson, 1964)
GENERO: Chaetium (Nees, 1877)
ESPECIE: Promoides (Presl) Benth.

RESUMEN

La presente investigación se dedicó a la determinación taxonómica de la especie Chaetium bromoides (Presl) Benth, con base en estudios de la anatomía de dicha planta.

Por los análisis morfológicos y la mayoría de las características anatómicas se coloca esta especie dentro de la gran subfamilia Panicoideae, tribu Paniceae; algunas características anatómicas así como el número de cromosomas no concuerdan con las de esta tribu y subfamilia, quedando un poco dudosa la ubicación de esta especie.

BIBLIOGRAFIA

- 1-. Al Aish, M., y W.V. Brown,
1958. Grass germination responses to I.P.C. and
classification. *Am. J. Bot.*, 45: 16-23.

- 2-. Arber, Agnes
1934. *The Gramineae. A Study of Cereal, Bamboo,
and Grass. Historiae Naturalis Classica. J.*
Cramer. Weinheim, New York. 480 pp.

- 3-. Ascherson, y Graebner,
1898-1902. *Synopsis der Mitteleuropaischen Flora,*
2 (1) (Gramineae). Leipzig.

- 4-. Avdulov, N.P.
1931. *Karyo-Systematische Untersuchungen der Familie
Gramineen. Bull. Appl. Bot., Suppl. 44.* 428 pp.

- 5-. Bentham, G. y J. Hooker,
1883. *Genera Plantarum, Vol. III, pt. II, London.*
164 pp.

- 6-. Booth, W.E.
1964. *Agrostology. The Endowment and Research Foun-
dation at Montana State College. Bozeman,
Montana.* 222 pp.

- 7-. Brown, R.
1810 *Prodromus Florae Novae Hollandiae, Vol. 1.*
London. 381 pp.

- 8-. Brown, W.V.
1958. Leaf Anatomy in Grass Systematics. Bot. Gaz., 119: 170-178.
- 9-. Bruns, E.
1892. Der Grasembryo. Flora, 76: 1-33.
- 10-. Clifford, H.T.
1961. Floral evolution in the family Gramineae. 15 (4): 455-60.
- 11-. Chase, Agnes
1959. First Book of Grasses. Ed. 3 Smithsonian Institution. Washington. 90 pp.
- 12-. Cheadle, V.I.
1943. Vessel Specialization in the late metaxylem of the various organs in the monocotyledoneae. Am. J. Bot., 30: 484-490.
- 13-. Cronquist, A., A. Takhtajan & W. Zimmermann.
1966. On the higher taxa of Embryobionta. Taxon., 15: 129:134.
- 14-. Cronquist, A.
1968. The evolution and classification of flowering plants. Houghton Mifflin Company. Boston. 396 pp.
- 15-. Conn, H.J.
S.F. Staining procedures used by the Biological Stain Commission. 2 ed. 289 pp.

- 16-. Cutter, Elizabeth. G.
 Plant Anatomy: Experiment and Interpretation.
 3^a Ed. Addison-Wesley Publishing Company. Toronto. 163 pp.
- 17-. Duval-Jouve, J.
 1875. Etude Anatomique de l'arete des Graminées.
Mem. Acad. Montpellier, 8: 33-78.
- 18-. Duval-Jouve, J.
 1875. Histotaxie des feuilles de Graminées. Ann. Sci. Nat. B, Ser. 6, 1, : 294-371.
- 19-. Engler, A.
 1960. Die natürlichen Pflanzenfamilien. Berlin, Duncker y Humblodt, Vol. 14 e. pp. 208.
- 20-. Ennis, W.B.
 1948. Response of Crop plants to I.P.C. Bot. Gaz., 109: 473-493.
- 21-. Esau, K.
 1959. Anatomía Vegetal. Ediciones Omega (Trad. por Dr. José Pons) Barcelona. 729 pp.
- 22-. Fries, E.M.
 1846-49. Summa vegetabilium Scandinavial. Leipzig.
- 23-. Foster, A.S.
 1882. Practical Plant Anatomy. 2a. Ed. D. Van Nostrand company. Inc. 228 pp.

- 24-. Gray, P.
1953. Handbook of Basic Microtechnique. Third Edition. McGraw-Hill Publications in the Biological Sciences. 90 pp.
- 25-. Grob, A.
1896. Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter. Bibl. bot., 7, Heft 36, 1-107.
- 26-. Hackel, E.
1887. Gramineae: in Engler and Prantl, Die Natürl. Pflanzenfam. II, 2.
- 27-. Hartley, W.
1958. Studies in the origin, evolution, and distribution of the Gramineae. Austral. Bot., 6 (4): 343-357.
- 28-. Hallier, E.
1886. Die welterobernde Macht, Leipzig.
- 29-. Hitchcock, A.S.
1920. The genera of Grasses of the United States. U.S.D.A. Bull #772. 390 pp.
- 30-. Hutchinson, J.
1958. The families of flowering plants. II. Monocotyledons. Oxford University Press. 710 pp.
- 31-. Jacques-Félix, H.
1958. Notes sur les Graminées d'Afrique Tropicale. J. Agric. Trop. Bot. Appl. 5: 809-25.

- 32-. Jensen, A.W.
1962. Botanical Histochemistry. W.H. Freeman and Company. University of California, Berkeley 408 pp.
- 33-. Johansen, M.A.
1940. Plant microtechnique. McGraw-Hill, New York. 523 pp.
- 34-. Kennedy, P.B.
1899. The Structure of the Caryopses of Grasses with reference to their morphology and classification. U.S.D.A. Bull. 19: 1-44.
- 35-. Kunth, C.S.
1833. Enumeratio Plantarum. T. I et Suppl (J.G. cottae: stuttgart).
- 36-. Lohaus, K.
1905. Der anatomische Bau der Laubblätter der Festucoaceen und dessen Bedeutung für die Systematik. Bibl. Bot., 13, Heft. 63. 114 pp.
- 37-. Melchior.
1964. Syllabus Der Pflanzen familien II Tomo. Angiospermas (Monocotiledoneas) 561 pp.
- 38-. Metcalfe, C.R.
1960. Anatomy of the Monocotyledons. I Gramineas. Oxford University Press, 731 pp.

- 39-. Mitchell, W.J. y Marth.
1947. Sensivity of Grasses to I.P.C. *Science*, 106: 15-16.
- 40-. Parodi, L.R.
1946. Gramíneas Bonaerenses. IV Edición. Buenos Aires, Argentina. 112 pp.
- 41-. Pée-Laby, E.
1898. Etude anatomique de la feuille des Graminées de la France. *Ann. Sci. Nat. Bot.*, Ser. 8, 8, : 227-346.
- 42.- Pilger, R.
1954(a). Beiträge zur Flora von Südwestafrika. 1 Gramineae. *Willdenowia*, 1: 198-274.
- 43-. Pilger, R.
1954(b). Das System der Gramineae. *Bot. Jb.*, 76 (3): 281-334.
- 44-. Pohl, R.W.
1967. Controlled maceration of grass leaves in 40-80% nitric acid for preparation of epidermis for slides. *Stain Technology*. 42: 195-197.
- 45-. Potzthal, E.
1952. Ueber die Blattanatomie der Isachneae. *Bot. Jahrb.*, 75, 551-569.

- 46-. Potztal, E.
1953. Ueber die anatomie von Micraira subufolia.
Ibid., 76, 134-138.
- 47-. Potztal, E.
1954. Die Anatomie der Gräser und ihre Bedeutung
für die Systematik. Ber. Deutsch. Bot. Ges.,
bbi.
- 48-. Prat, H.
1932. L'Epiderme des Graminées. Etude anatomique et
systématique. Ann. Sci. Nat. Bot., Ser. 10,
14: 117-324.
- 49-. Prat, H.
1936. La systématique des Graminées. Ann. Sci. Nat.
Bot., Ser. 10, 18: 165-258.
- 50-. Prat, H.
1960. Vers une classification naturelle des Grami-
nées. Bull. Soc. Bot. France, 107: 32-79.
- 51-. Reeder, J.R.
1953. The embryo of Streptochaeta and its bearing
on the Homology of the coleoptile. Am. J.
Bot., 40: 77-80.
- 52-. Reeder, J.R.
1953. Affinities of the Grass genus Beckmannia Host.
Bull. Torrey Bot. Cl., 80 (3): 187-196.

- 53-. Reeder, J.R.
1957. The embryo in Grass systematics. Am. J. Bot. 44: 756-768.
- 54-. Rhoades, M. M. y A. Corvalho.
1944. The function and structure of the parenchyma sheath plastids of the maize leaf. Bull. Torrey Bot. Cl., 71: 335-46.
- 55-. Sass, J.E.
1958. Botanical microtechnique. Third Edition. The Iowa State College Press, Ames, Iowa. 228 pp.
- 56-. Schwendener, S.
1890. Die mestomscheiden der Gramineenblätter. S.B. Akad. Wiss., Berlin, 22: 405-26.
- 57-. Stebbins, F.
1956. Cytogenetics and Evolution of the Grass Family. Am. J. Bot. 43 (10): 890-905.
- 58- Stebbins, G.L., Jr.
1959. A suggested classification of Grass genera of North America based on modern criteria. IX Cong. Int. Bot., Vol. II. p. 378.
- 59-. Stebbins, G.L. Jr., y B. Crampton,
1961. A suggested revision of the grass genera of temperate North America. Recent Advances in Botany I: 133-145.

- 60-. Stapf, O.
1897. The Botanical History of the Uva, Pampas Grass and their Allies. Gard. Chron., Ser. 3, 22: 358, 375, 396.
- 61-. Steudel, E.G.
1855. Synopsis Plantarum Graminearum. Stuttgart 475 pp.
- 62-. Tateoka, T.
1957. Miscellaneous papers on the phylogeny of Poaceae. J. Jap. Bot., 32: 275-287.
- 63-. Tateoka, T., S. Inoue, y S. Kawano,
1959. Notes on some grasses. IX. Systematic significance of bicellular microhairs of leaf epidermis. Bot. Gaz., 121(2): 80-91.
- 64-. Thorne, R. F.
1968. Synopsis of a putatively phylogenetic classification of the flowering plants. Aliso, 6: 57-66.
- 65-. Van tieghem, P.
1897. Morphologie de l'embryon et de la plantule chez les Graminées et les Cyperacées. (Cit por Prat, 1960).
- 66-. Von Heinrich, K.
1961. Merkmale des Gramineenembryos. Ein Beitrag zur Systematik der Gräser. Bot. Jb., 81 (1/2): 50-93.
- 67-. Yokovlev, M.S.
1950. The structure of endosperm and embryo in cereals as a systematic feature. Trud. Bot. Inst. Akad., 1: 121-218.

Fig. 1 Esquema del culmo y vainas, tamaño natural.

a-. Nudo glabro

b-. Entrenudo

c-. Vaina

d-. Lámina

e-. Nervadura central.

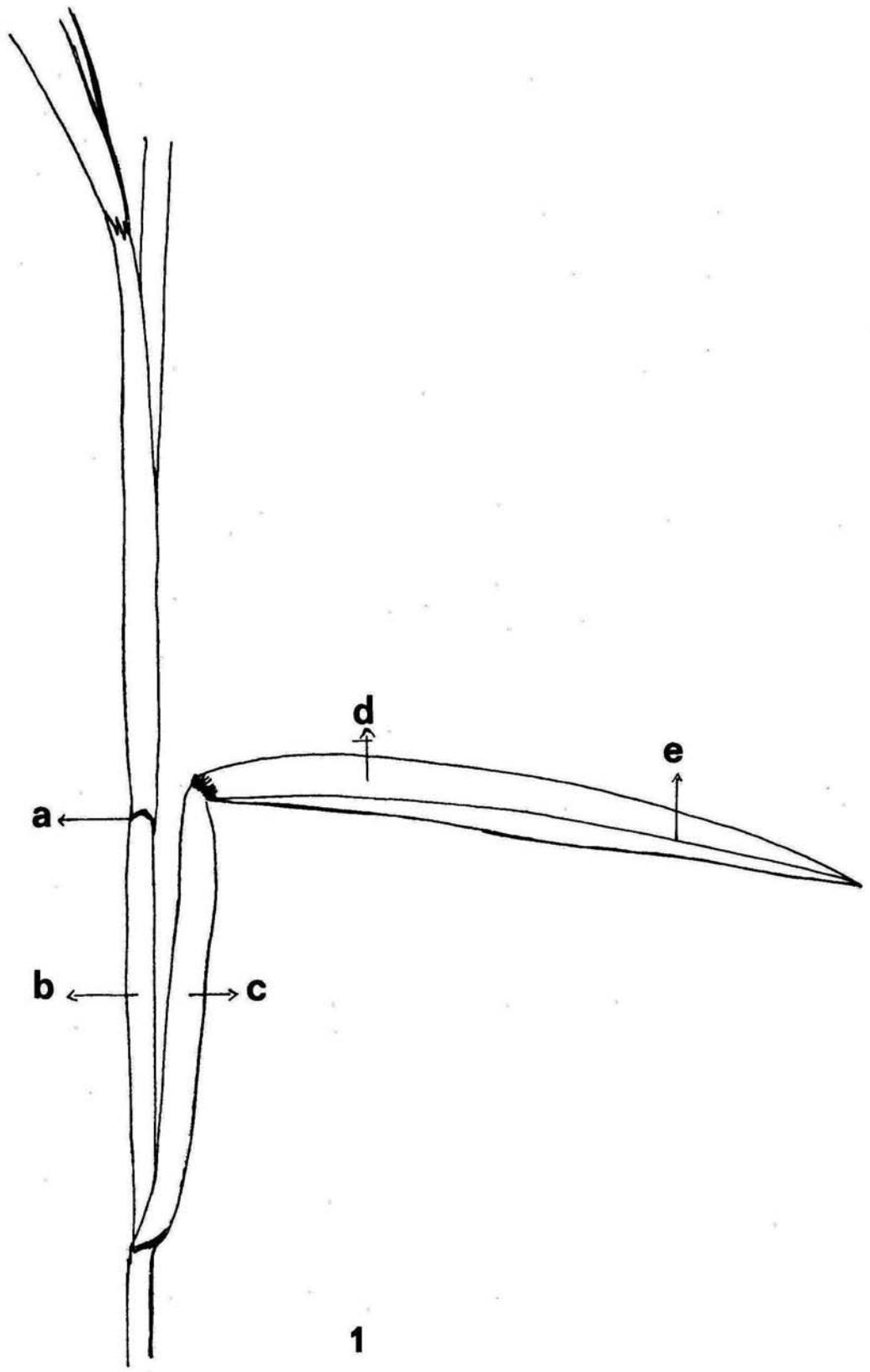
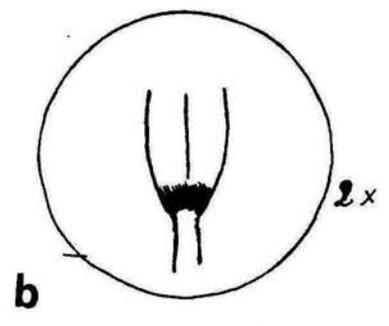
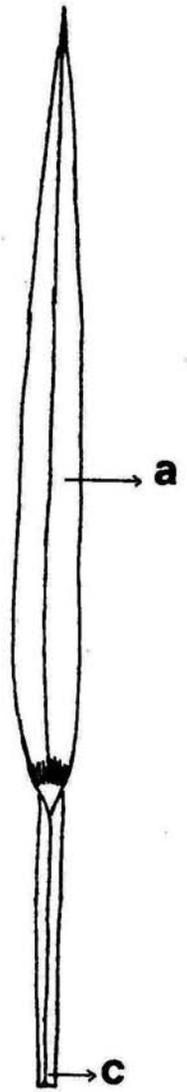


Fig. 2 Lígula y su disposición en la hoja, tamaño natural.

a-. Lámina

b-. Lígula (2x)

c-. Vaina



2

Fig. 3 Panícula.

a-. Espiguillas

b-. Eje de la panícula

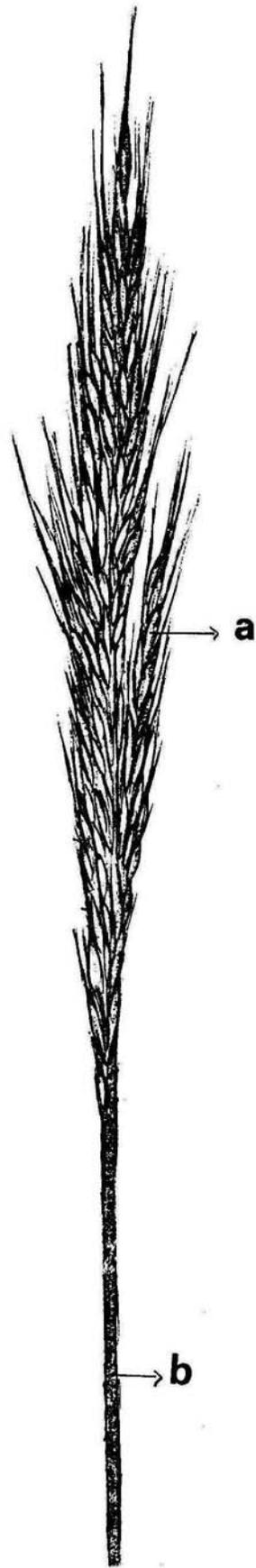


Fig. 4-8 Disposición de las partes externas de la espiguilla.

- 4-. Vista dorsal de la espiguilla:
 - a-. Nervaduras
 - b-. Gluma I
 - c-. Callo

- 5-. Vista ventral de la espiguilla:
 - a-. Arista
 - b-. Gluma II
 - c-. Lados de la gluma I

- 6-. Lemma estéril (sin flor ni palea)

- 7-. Lemma fértil (dorsal)

- 8-. Lemma fértil (lado de la palea):
 - a-. Palea
 - b-. Margen de la lemma.

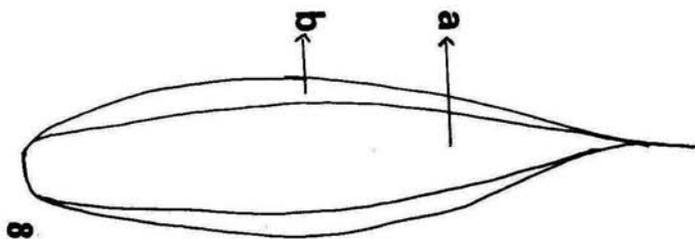
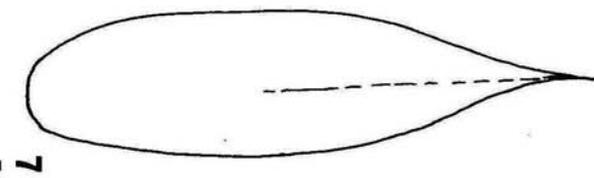
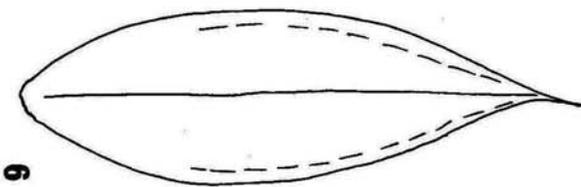
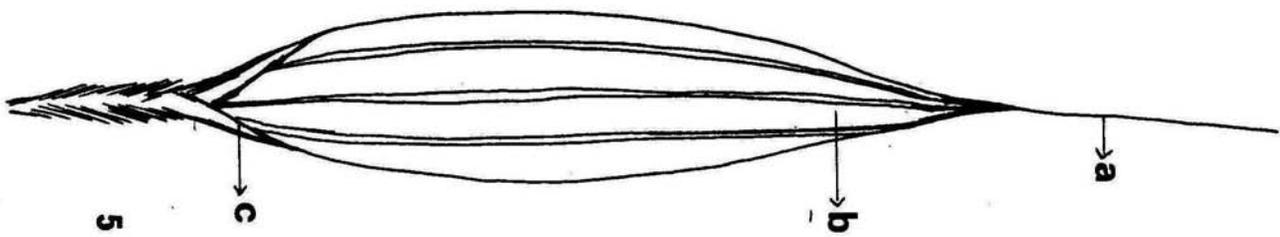
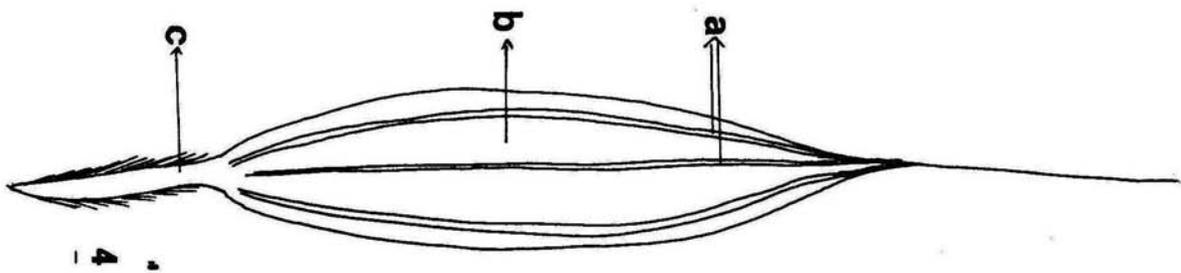


Fig. 9 Preparación fresca de flor teñida con lactofenol 35x

- a-. Haz vascular
- b-. Ovario
- c-. Lodículas

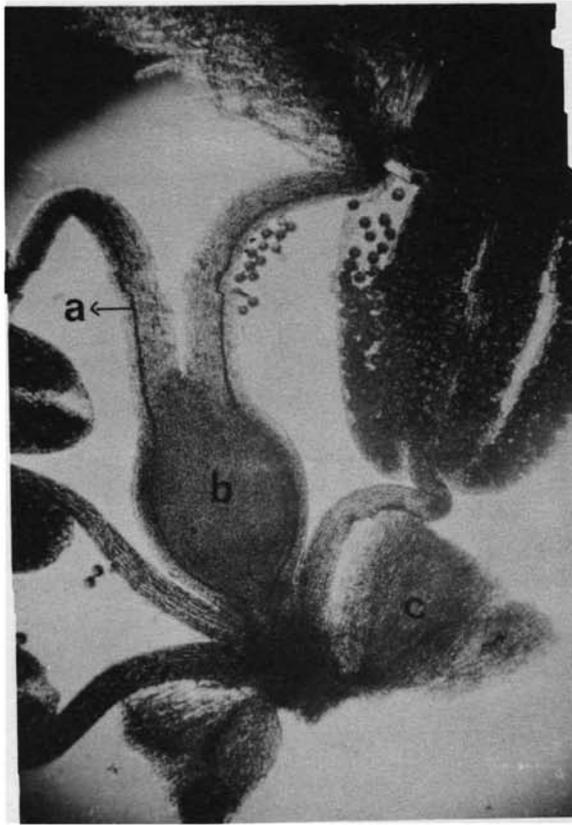


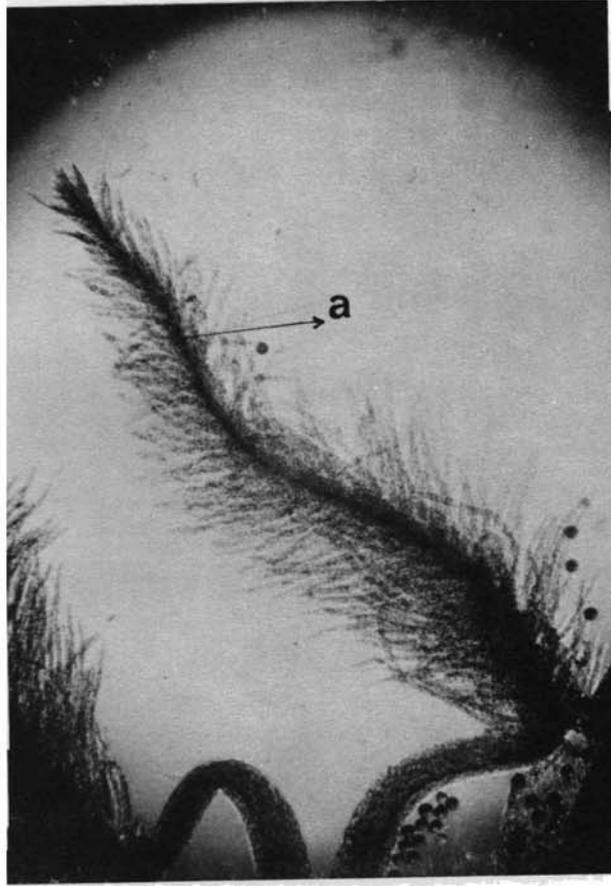
Fig. 10 Preparación fresca de flor teñida con lactofenol 35x

a-. Antera doble con granos de polen



Fig. 11 Preparación fresca de flor teñida con lactofenol 35x
a-. Estigmas plumosos

Fig. 12 Diagrama floral



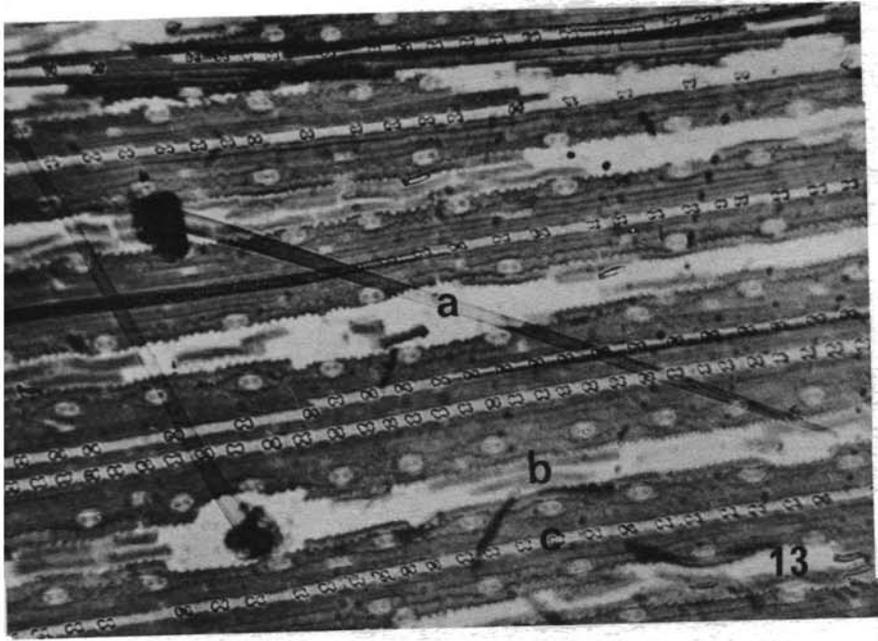
11



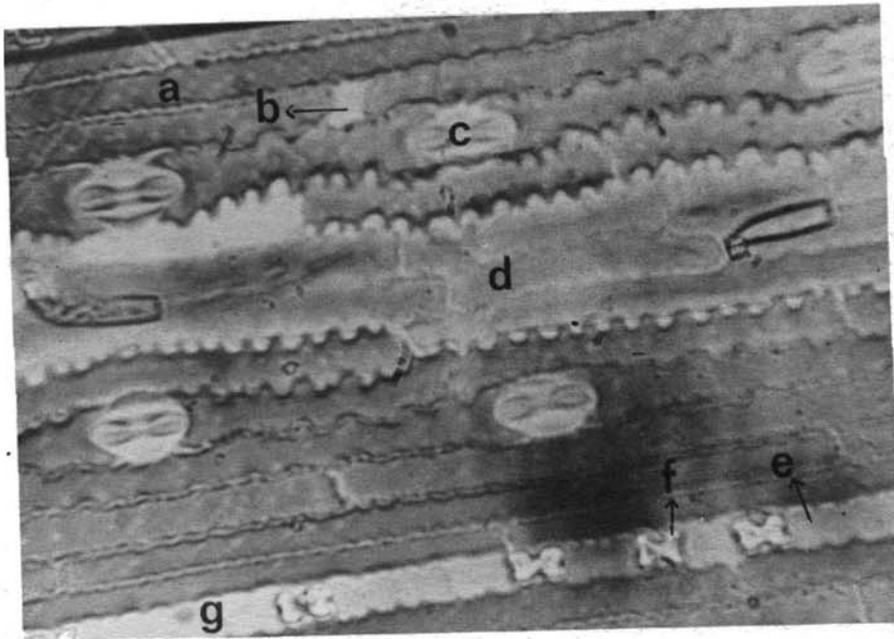
12

Fig. 13 Sección de epidermis de la hoja en preparación diafanizada y teñida con Clorazol Black E. 100x
a-. Pelo unicelular
b-. Zona intercostal
c-. Zona costal

Fig. 14 Sección de epidermis de la hoja en preparación diafanizada teñida con Clorazol Black E. 450x
a-. Células largas
b-. Célula corta
c-. Estoma
d-. Células buliformes
e-. Células de sílice
f-. Células de la quilla
g-. Zona costal (debajo de esta zona se encuentran los haces vasculares).



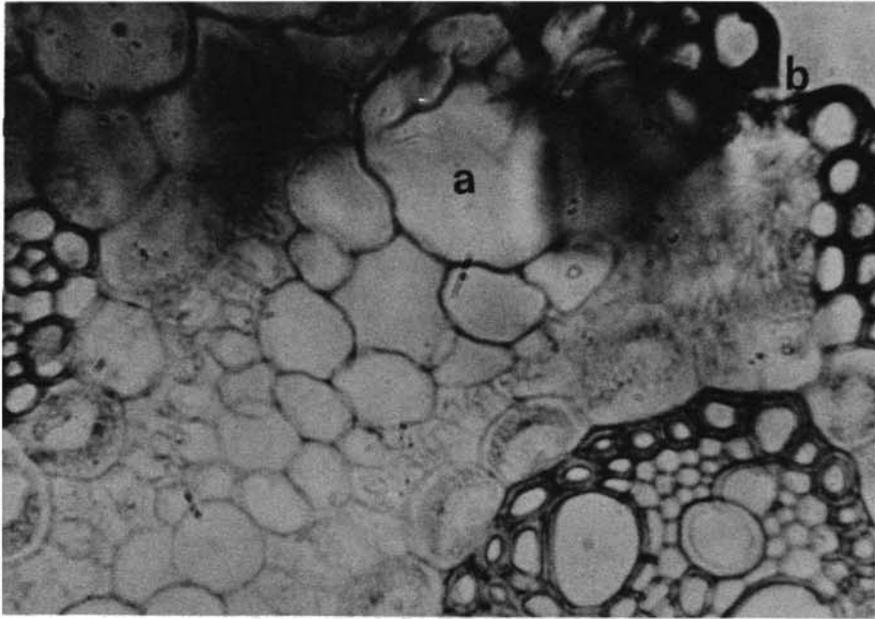
13



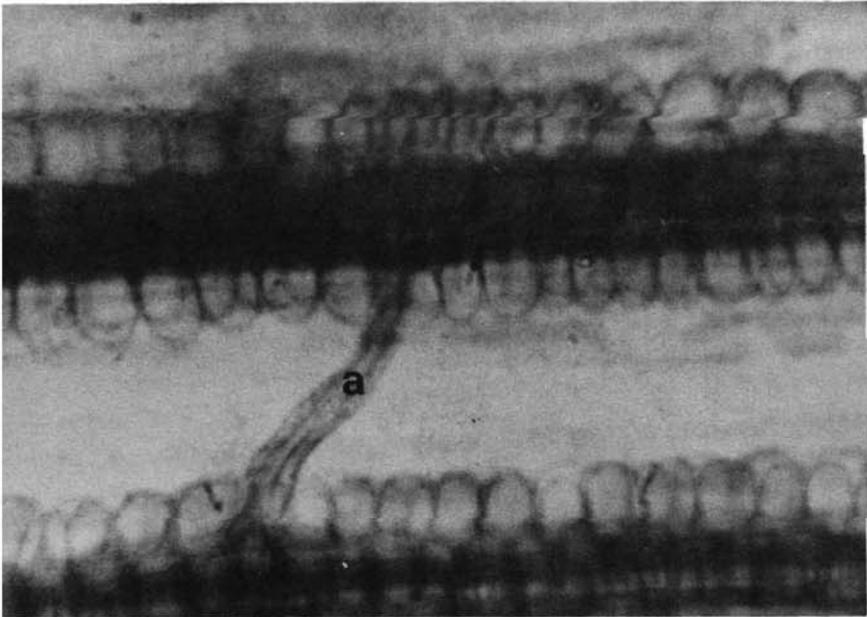
14

Fig. 15 Corte transversal de la lámina teñida con Safranina, Light Green 450x
a-. Célula buliforme
b-. Estoma

Fig. 16 Sección de epidermis de la lámina diafanizada y teñida con Clorazol Black E 450x
a-. Banda comisural
b-. Nervadura



15



16

Fig. 17

Esquema de un estoma y sus partes en preparación fresca 1000 x

- a-. Célula subsidiaria
- b-. Núcleos
- c-. Células guardas
- d-. Tabique celular
- e-. Ostiolo (poro)
- f-. Núcleo en forma de palanqueta

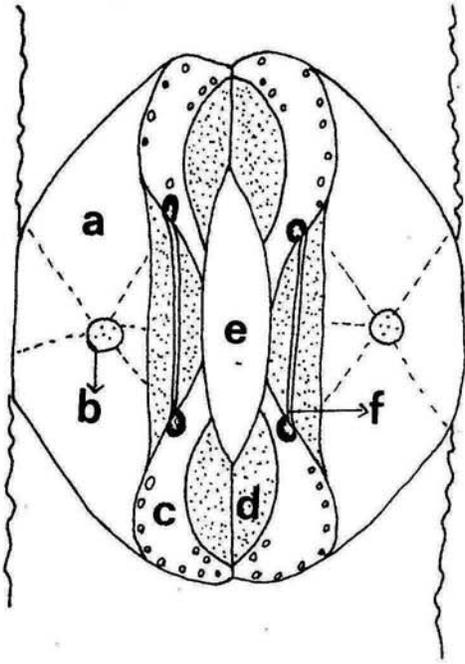
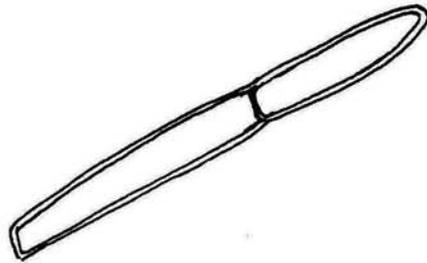


Fig. 18 Esquema de un pelo bicelular epidérmico, observado en preparación fresca 100 x

Fig. 19 Esquema de células de gancho (Crochets), del margen de la lámina 450x



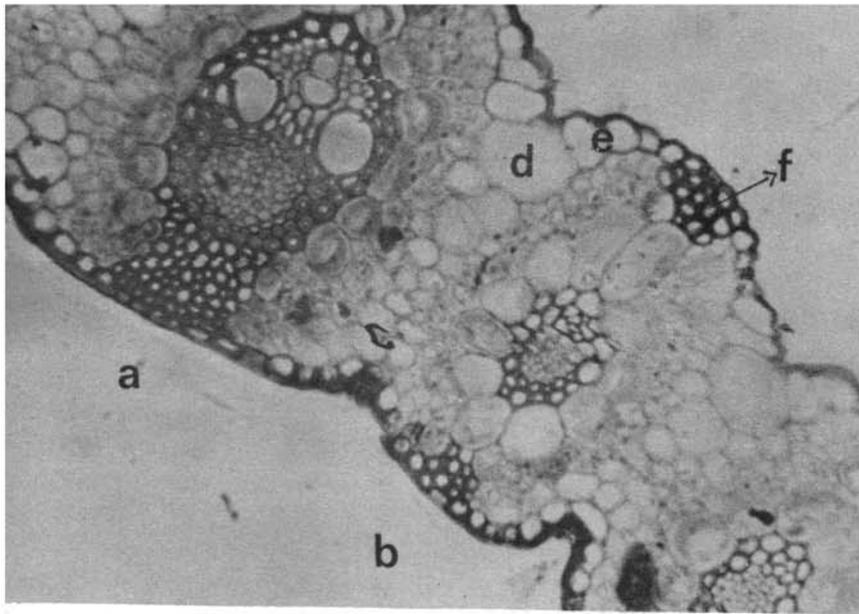
18



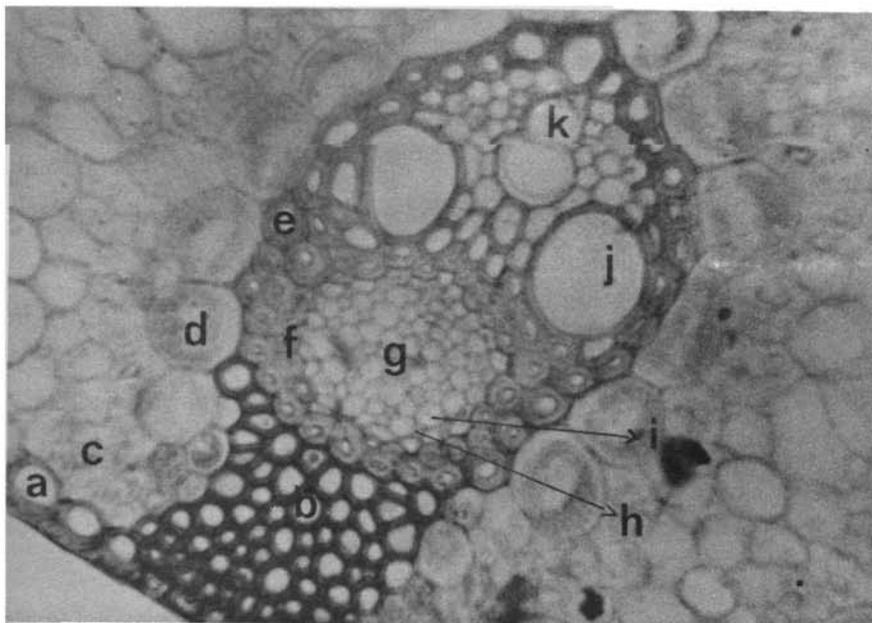
19

- Fig. 20 Corte transversal de la lámina teñido con Safranina, Light Green 100x
- a-. Haz vascular conspicuo (de la nervadura central)
 - b-. Haz vascular inconspicuo
 - c-. Células translúcidas
 - d-. Célula buliforme
 - e-. Células de la epidermis adaxial
 - f-. Cordón esclerenquimatoso adaxial

- Fig. 21 Corte transversal de la lámina teñida con Safranina Light Green 450x
- a-. Epidermis abaxial
 - b-. Cordón esclerenquimatoso abaxial
 - c-. Clorénquima
 - d-. Parénquima con gránulos de almidón
 - e-. Vaina esclerenquimatosa externa del haz vascular
 - f-. Capa esclerenquimatosa del floema
 - g-. Floema
 - h-. Célula compañera
 - i-. Tubo criboso
 - j-. Vasos del metaxilema
 - k-. Espacio aéreo



20



21

Fig. 22

Sección transversal de la lámina en preparación fresca, teñida con Lugol 450x. Las células clorenquimatosas que constituyen la vaina de este haz inconspicuo, se muestran positivas al reactivo, debido a los gránulos de almidón que presenta

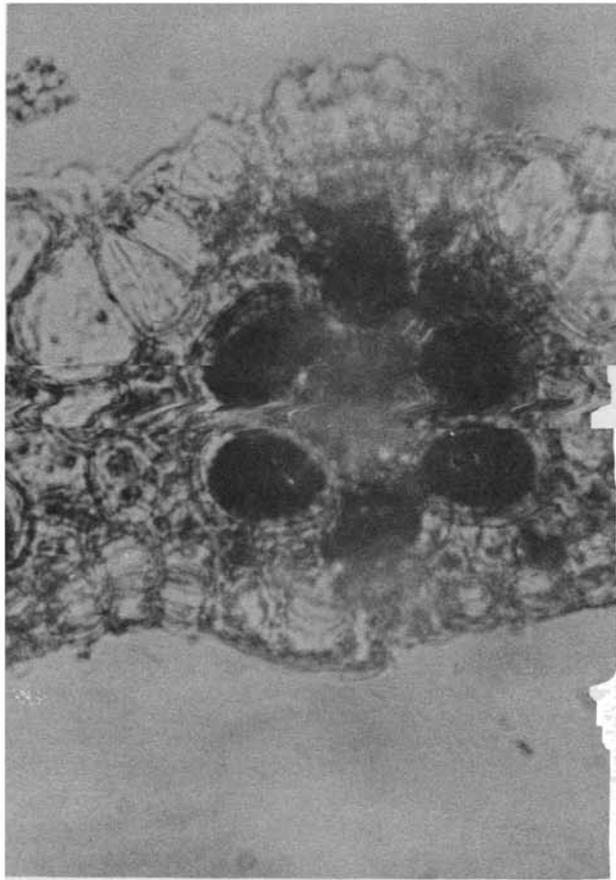
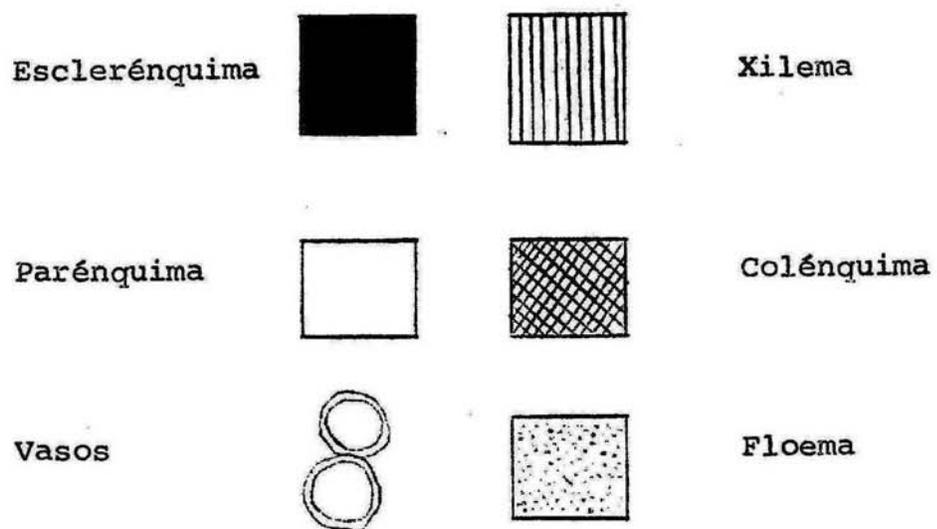


Fig. 23 Esquema de la vaina

a-. Vaina
b-. Culmo



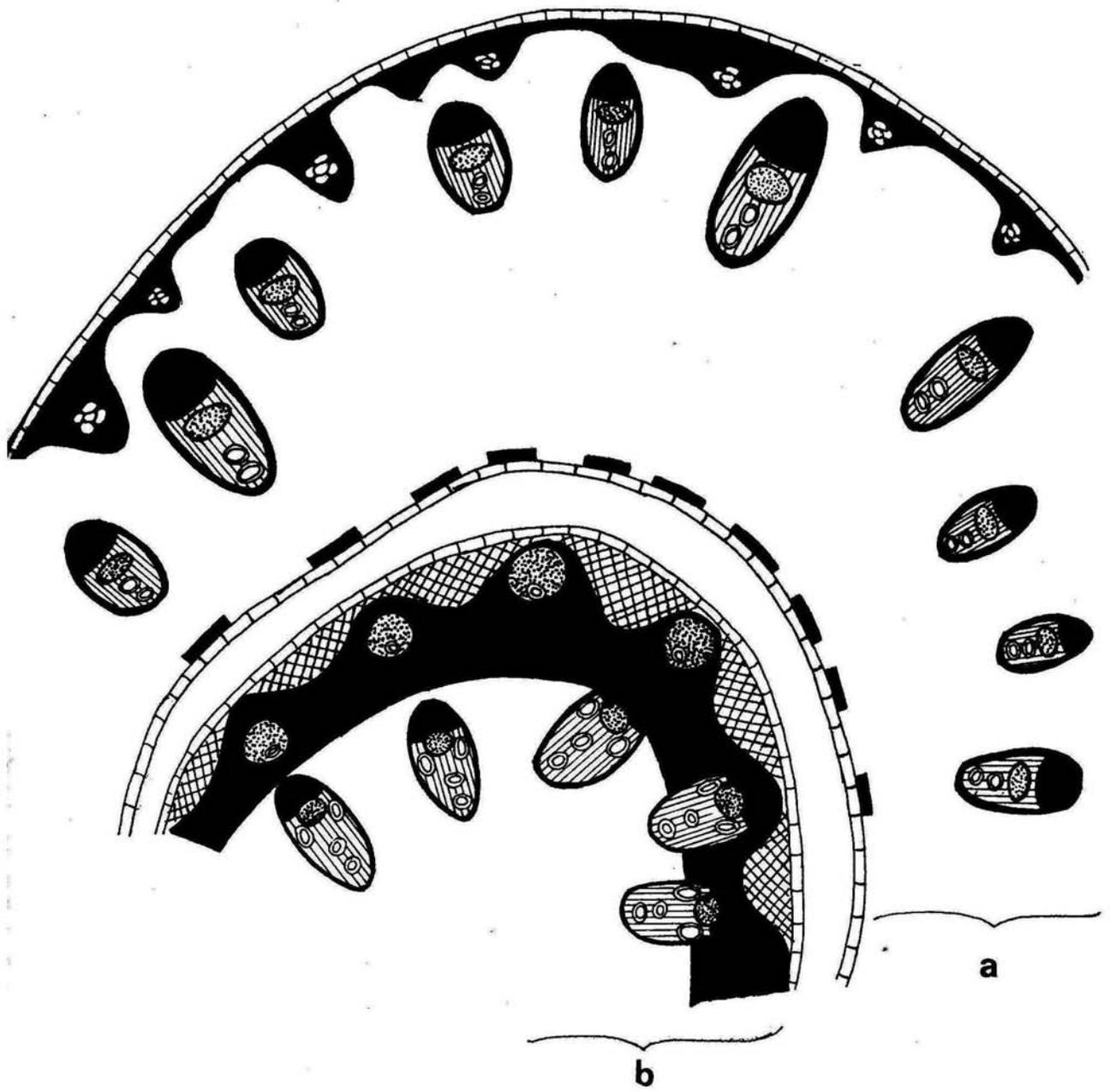
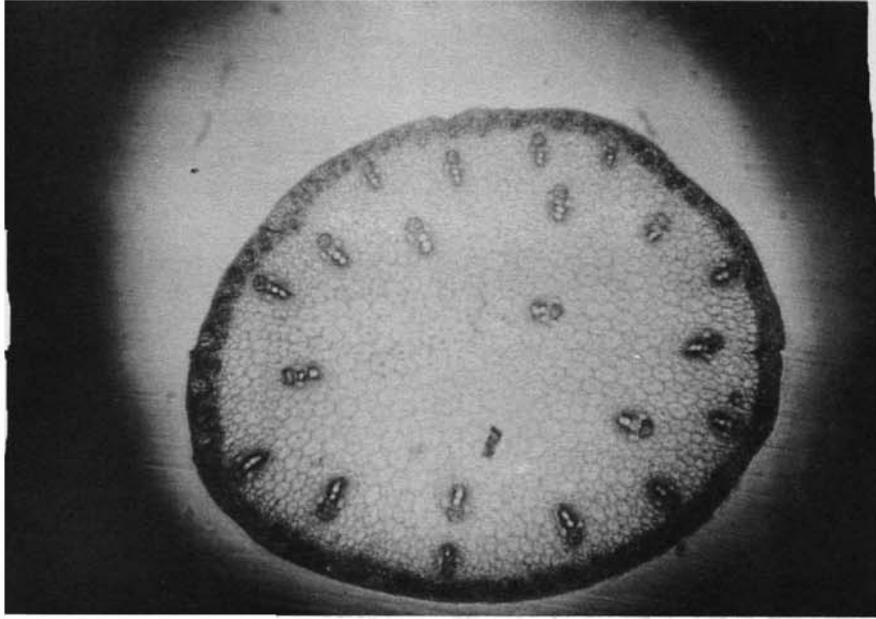
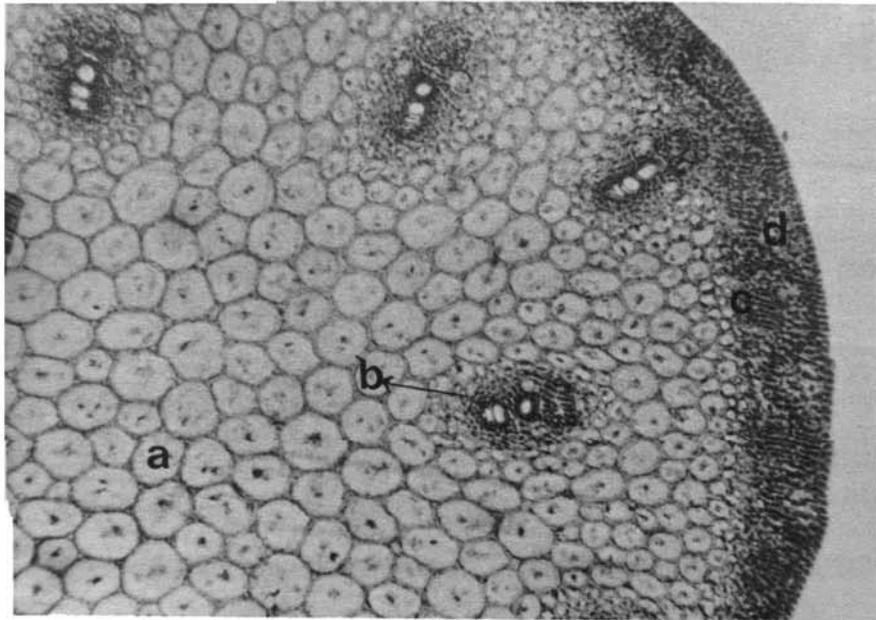


Fig. 24 Corte transversal del culmo, teñido con Safranina y Light Green 35x
Muestra una atactostela

Fig. 25 Corte transversal del culmo, teñido con Safranina y Light Green 100 x
a-. Médula de tejido parenquimatoso
b-. Haces vasculares
c-. Esclerénquima
d-. Colénquima laminar



24



25

Fig. 26 Corte transversal del culmo, teñido con Safranina y Light Green.450 x
Muestra el haz vascular
a-. Floema
b-. Conductos del protoxilema
c-. Conductos del metaxilema

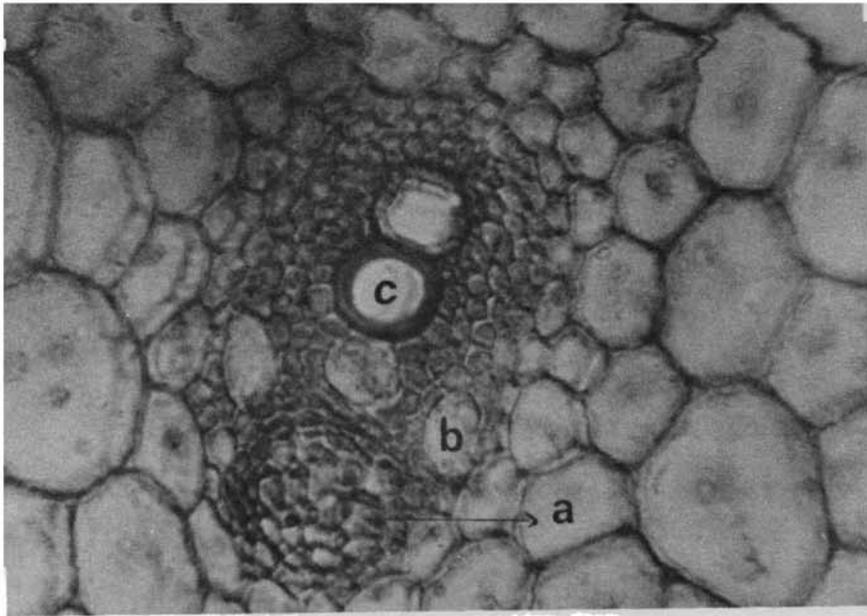
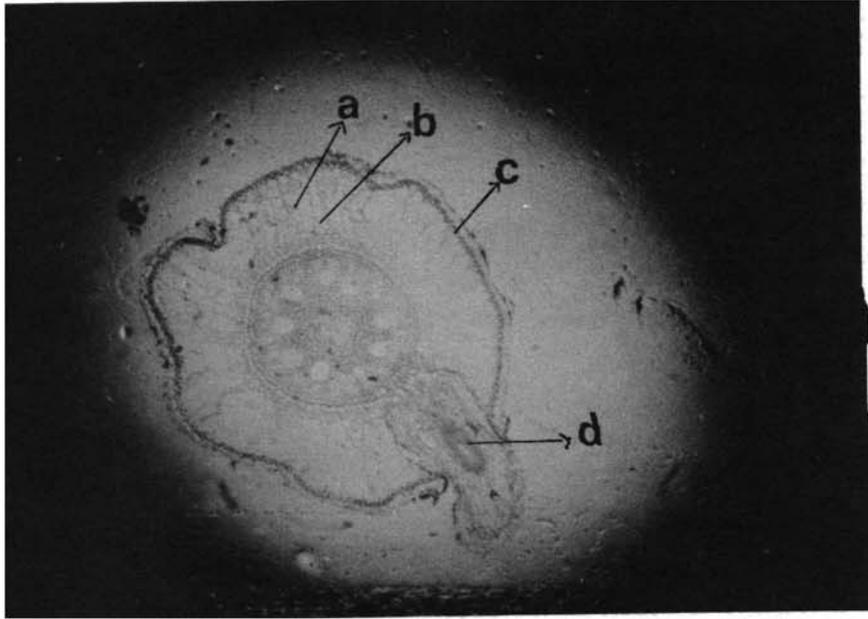
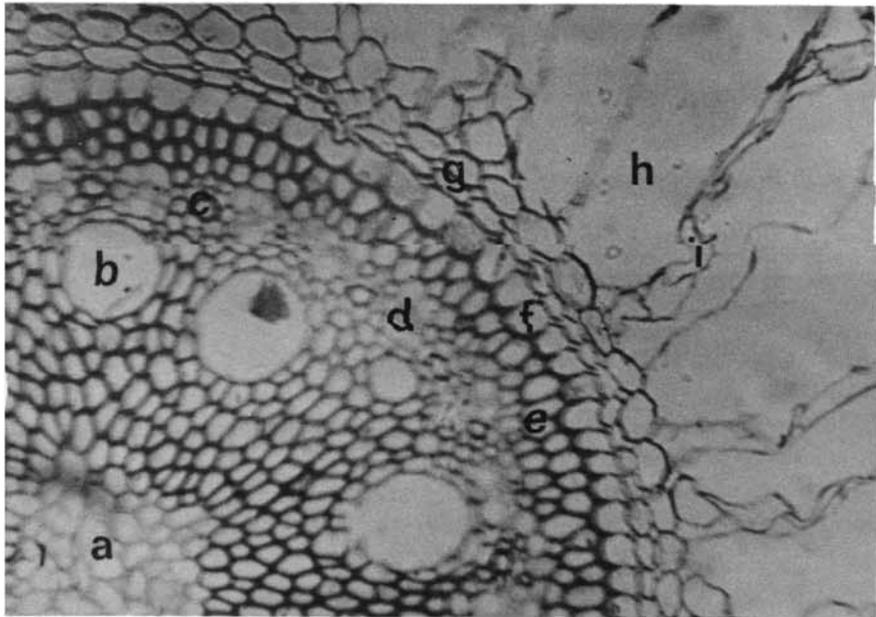


Fig. 27 Corte transversal de la raíz adulta, teñido con
Safranina y Light Green 2.5x
Tipo sifonostela.
a-. Placas radiales del parénquima
b-. Cavidades intercelulares
c-. Hipodermis
d-. Raíz primaria originada del periciclo

Fig. 28 Corte transversal de la raíz adulta, teñida con
Safranina y Light Green 450x
a-. Médula parenquimatosa
b-. Conductos del metaxilema
c-. Protoxilema
d-. Floema
e-. Periciclo
f-. Endodermis
g-. Corteza
h-. Cavidad intercelular
i-. Células en colapso



27



28

Fig. 29 Esquema de una sección de epidermis radical
primaria, en preparación fresca, mostrando
los pelos unicelulares.

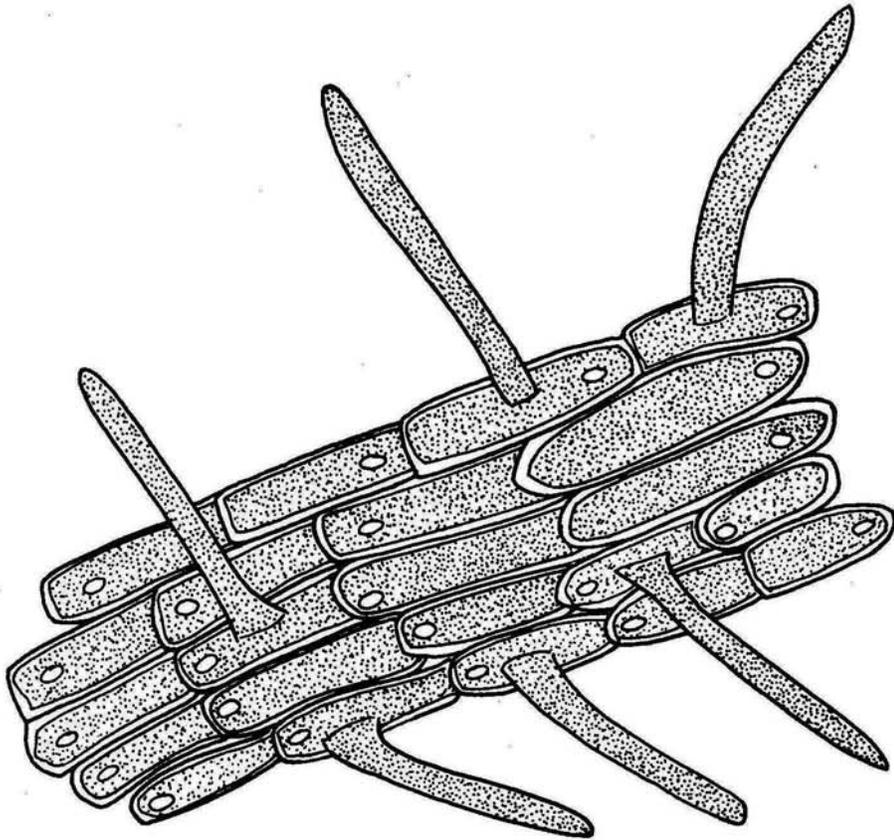


Fig. 30 Esquema de la espiguilla, cámara lúcida 100x

- a-. Gluma II
- b-. Lemma fértil
- c-. Epidermis de la carióspside
- d-. Embrión
- e-. Endosperma
- f-. Palea
- g-. Lemma estéril
- h-. Gluma I

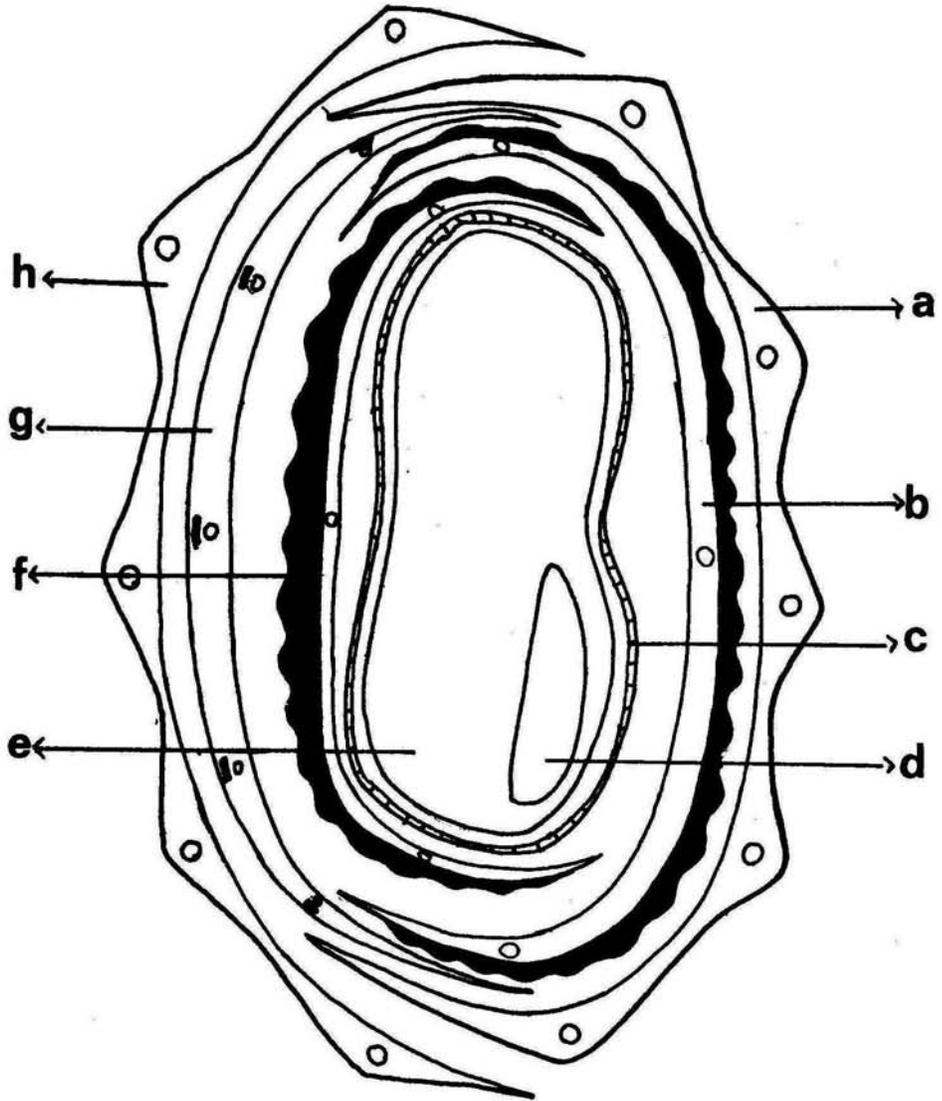


Fig. 31 Esquema de corte longitudinal del embrión, teñido con Safranina y Light Green. Cámara lúcida 100x

- a-. Coleóptilo
- b-. Plúmula
- c-. Escutelo
- d-. Procambio
- e-. Radícula
- f-. Coleorriza
- g-. Hendidura entre el escutelo y coleorriza
- h-. Endosperma

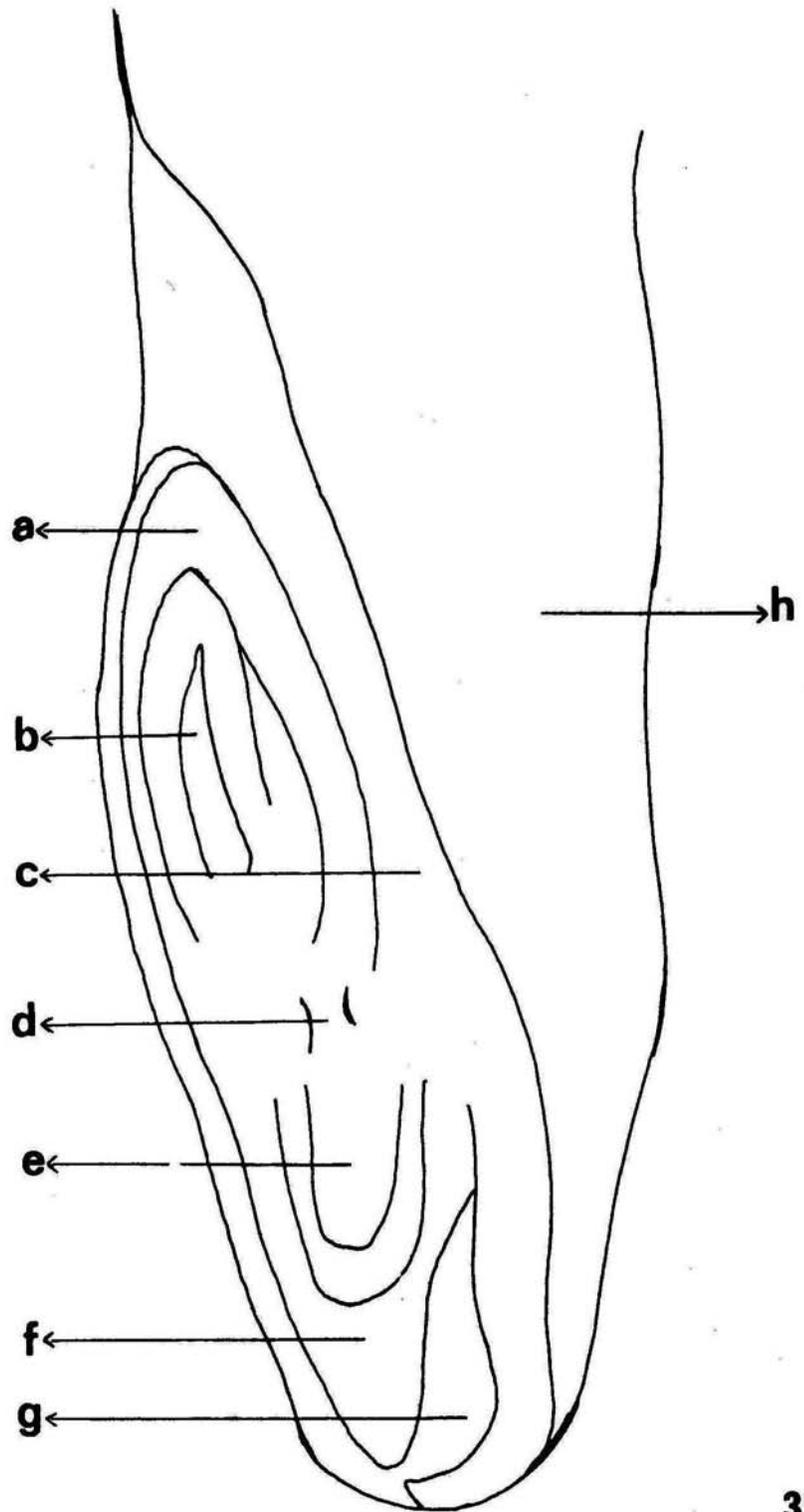


Fig. 32

Esquema del corte transversal del embrión, teñido con Safranina y Light Green. Cámara lúcida 100x

- a-. Escutelo
- b-. Coleóptilo
- c-. Bandas vasculares
- d-. Primera hoja de la plúmula involuta

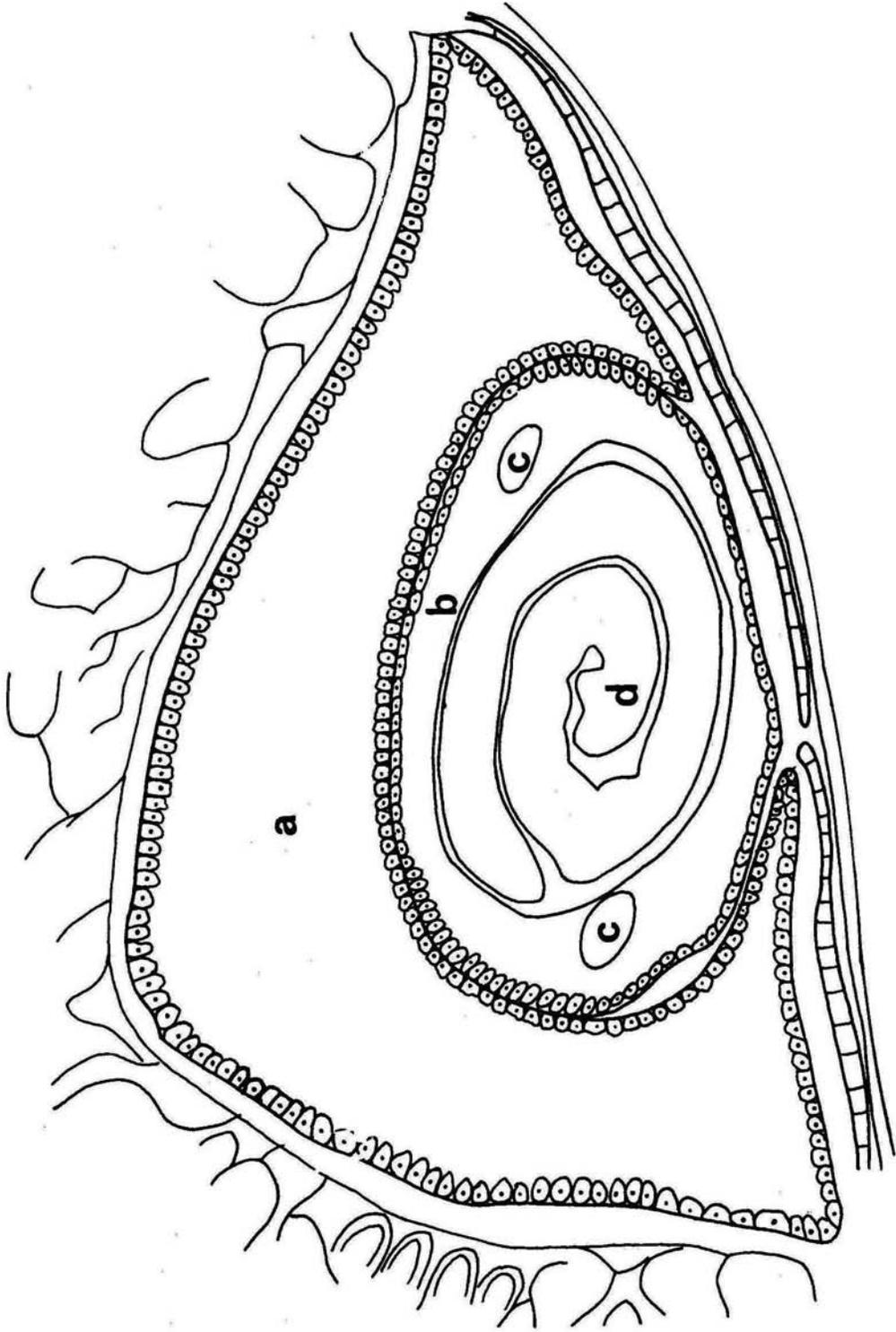


Fig. 33 Esquema de la disposición de los cromosomas.
Preparación fresca. Cámara lúcida



10 μ

Fig. 36 Esquema representativo de la emergencia de la
primera hoja 4x

- a-. Cariópside
- b-. Coleóptilo
- c-. Radícula
- d-. Pelos radicales

