

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



BIBLIOTECA
CENTRO DE ECOLOGIA

" ESTUDIO ANATOMICO COMPARATIVO DEL RIZOMA, TALLO
Y HOJA DE Dioscorea composita Hemsl., y Dioscorea floribunda
Mart. et Gal."

TESIS PROFESIONAL

que para aspirar al título de BIÓLOGO presenta

SILVIA REBOLLAR DOMINGUEZ

México, D.F. 1972

A MIS PADRES Y HERMANOS

A SERGIO Y ALEJANDRO

Agradecimientos:

La autora hace patente su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones, sin las cuales no se hubiera podido realizar este trabajo.

A los biólogos Juana Huerta Crespo y Javier Valdés Gutiérrez, por la dirección y asesoría en este estudio.

Al Ing. Víctor Díaz Gómez, Director del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, por las facilidades brindadas.

A la Comisión de Estudios sobre la Ecología de Dioscóreas del I.N.I.F., por la ayuda económica recibida.

A los sinodales M. en C. Francisco González Medrano, M. en C. Carlos Vásquez Yañez y a los biólogos Nelly Diego Pérez y Luis Alfredo Pérez Giménez por la revisión y crítica del manuscrito.

A todas aquellas personas que de una u otra forma intervinieron en la realización de este trabajo.

CONTENIDO

INTRODUCCION	
ANTECEDENTES	
DATOS DE RECOLECCION	
MATERIAL Y METODOS	
DESCRIPCION DE LAS ESPECIES	
1. <u>Dioscorea composita</u> Hemsl. 1884	
2. <u>Dioscorea floribunda</u> Mart. et Gal. 1842	
DISCUSION Y CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	
ILUSTRACIONES	

INTRODUCCION

El estudio de los tallos subterráneos denominados rizomas o tubérculos de algunas especies de *Dioscorea*, es de gran importancia, puesto que tienen la propiedad de contener sapogeninas, sustancias que son precursoras para la síntesis de hormonas esteroideas, como la cortisona, progesterona, estrona y testosterona de extensa aplicación en medicina. Hasta hace 30 años éstas sustancias eran extraídas de glándulas animales, por lo que su producción era muy costosa y escasa, haciéndolas inaplicables en muchos casos.

Estudios recientes han destacado la importancia de las especies *Dioscorea composita* Hemsl. y *Dioscorea floribunda* Mart. et Gal., especialmente por su alto contenido de sapogeninas; en nuestro país estas especies se encuentran ampliamente distribuidas, por lo que durante mucho tiempo, se ha explotado intensamente el rizoma, por esta razón se hace necesario realizar estudios sistemáticos para que técnicamente se administre el recurso y se garantice su conservación, los cuales se han encomendado a la "Comisión de Estudios sobre la Ecología de Dioscóreas" del I.N.I.F., S.A. G., México, D.F.

Este trabajo constituye una aportación al estudio anatómico de las partes vegetativas: rizoma, tallo y hoja de las especies Dioscorea composita y D. floribunda, lográndose la identificación de las diferentes estructuras histológicas. Posiblemente la continuación de estos estudios pueda aportar las bases para entender la anatomía de otras especies de dioscóreas hasta hoy poco conocidas y esclarecer la posición taxonómica del grupo así señalar las diferencias específicas del género.

ANTECEDENTES

Aunque los estudios sobre las dioscóreas datan de épocas recientes, se cuenta con variada información, principalmente en lo que se refiere a aspectos de tipo bioquímico, fisiológico, genético y patológico, sin embargo la anatomía ha sido poco estudiada.

Entre los trabajos de bioquímica, pueden citarse, los estudios hechos sobre las modificaciones químicas durante la conservación de raíces y tubérculos (Czyhrinceev 1952), el contenido de sapogeninas (Kennard 1956), biosíntesis de diosgenina (Heftmann 1961), la producción de sapogeninas (Martín 1965), la producción de sapogeninas en relación a la edad del tubérculo (Bruhn 1965), la extracción de diosgeninas (Morris 1968), y el estudio de los esteroides (Hershel 1970).

En lo que se refiere a los aspectos fisiológicos, se han estudiado los factores que influyen en la propagación vegetativa del rizoma (Preston 1962), la influencia del tamaño de la semilla en el cultivo de la planta (Cruzado et al. 1964), el efecto de fertilizantes en la producción de sapogeninas (Cruzado et al. 1965), la producción de sapogeninas y el potencial agronómico (Martín 1965), y la producción de sapogeninas en relación con la

edad del tubérculo (Bruhn 1965) entre otros.

En los estudios de tipo genético, se han obtenido datos sobre sus números cromosómicos (Heslot 1953), y (Martín, et al. 1963), observaciones fenológicas (Alves 1960), el hibridismo (Martín y Cabanillas 1963), polinización natural y artificial (Martín et al. 1963); en el aspecto patológico, se tiene información acerca de las parasitosis producidas por virus (Adsuar 1955), nemátodos (Schieber 1961), y hongos (Gómez Nava 1970).

La anatomía de dioscóreas es en gran parte desconocida, sin embargo se tienen referencias sobre la morfología comparativa del tubérculo de algunas dioscóreas de América Central (Koch y Bruhn 1962), el origen y anatomía del tubérculo de Dioscorea floribunda y Dioscorea spiculiflora (Martín y Ortiz 1963), la descripción anatómica macroscópica y microscópica de Dioscorea belizensis (Blunden et al. 1962).

Los trabajos más completos sobre anatomía los ha realizado Ayensu (1965, 1969, 1970a y 1970b), entre los que se encuentra: la histología de los paquetes vasculares de las regiones nodales del tallo aéreo de Dioscorea dumetorum y Dioscorea luzonensis; la anatomía nodal en los tallos de

las Dioscoreaceae, en los géneros Dioscorea y Tanus; la anatomía comparada de los órganos vegetativos de Dioscorea rotundata y Dioscorea cayenensis y el análisis cinematográfico del curso de los paquetes vasculares en Dioscorea composita y otras dioscóreas.



DATOS DE RECOLECCION

BIBLIOTECA
CENTRO DE ECOLOGIA

El material empleado para este estudio fué recolectado el 4 de Diciembre de 1968, en el campo experimental que la Comisión de Estudios sobre la Ecología de Dioscóreas tiene en el Ejido Benito Juárez a 11 Km. de Tuxtepec, Oaxaca.

La localidad según datos de Martínez (1970), tiene una altitud de 40m sobre el nivel del mar, con una precipitación media anual de 2,430 mm. El promedio anual de temperatura es de 25°C. El clima en esta región es Am (w)g, según la clasificación modificada por García (1964), al sistema de Köppen, es decir, la temperatura media del mes más frío es de 18°C y el mes más pobre en lluvias tiene abajo de 60mm; el porcentaje de lluvia invernal con respecto al anual es de menos del 50%, y el mes más cálido del año es antes del solsticio de verano.

Dioscorea composita, se recolectó en los alrededores del Ejido (actualmente hay plantaciones de caña de azúcar), en acahuales (asociaciones secundarias) de 5 años en donde predominan: Helicteres guazumaefolia (barrenillo blanco), Neurolaena lobata (rabo faisán), Bixa orellana (achiotillo), croton draco (sange de grado), Inga leptoloba (cajinicuil), Guazuma ulmifolia (guacimo). Se desarrolla sobre suelos amarillos o rojo lateri-

ticos, profundos y con buen drenaje.

Dioscorea floribunda, fue recolectada en las zonas de bosques de encino en donde dominan las siguientes especies: Quercus glaucescens (encino amarillo), Quercus sororia (encino colorado) y en menor cantidad Quercus oleoides (encino blanco), también abunda Curatella americana, Byrsonima crassifolia, Bauhinia angulata y Mimosa albida. Los suelos son rojo lateríticos con abundante grava y cuarzo lo que da un drenaje rápido (Cuanalo y Aguilera, 1970).

Distribución en México

Dioscorea composita, se distribuye sobre la planicie costera del Golfo de México desde el norte de Veracruz y Puebla, norte de Oaxaca y Tabasco, parte del norte de Chiapas, probablemente se extiende hasta la zona tropical húmeda de San Luis Potosí así como al sureste de Campeche. Dioscorea floribunda, se encuentra en las partes bajas tropicales húmedas y semihúmedas de la vertiente del Golfo en Puebla, Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Campeche y Yucatán. También se distribuye en las costas de la vertiente del Pacífico en estados de Oaxaca y Chiapas (Matuda, 1954, Gómez Pompa, 1962) Fig. 1.

MATERIAL Y METODOS

Para la elaboración de este trabajo se emplearon dos plantas de Dioscorea composita y dos de Dioscorea floribunda de edad desconocida. Las muestras de herbario se encuentran depositadas en el Herbario Nacional de México (MEXU), en el Instituto de Biología de la U.N.A.M.

Para hacer la descripción morfológica macroscópica de cada especie se emplearon plantas frescas. Con este mismo material se hicieron cortes de 20 a 30 micras de grosor, utilizando un microtomo de deslizamiento; a este material se le empleó para hacer observaciones microscópicas directas y realizar pruebas hitoquímicas. El estudio histológico se hizo en secciones transversales del rizoma, tallo y hoja de la planta, para ello se tomaron las siguientes muestras del rizoma: la región de la corona, media y terminal; del tallo a la altura del cuello, parte media y apical; y de la hoja se tomaron muestras de tres regiones: la base, parte media y apical. Dicho material se fijó en una solución de FAA (Johansen 1940), y los cortes se obtuvieron usando un microtomo de congelación y cuando se fijaron con Bouin (Langeron 1949), se cortó el material en microtomo de parafina.

Pruebas histoquímicas.

Para observar algunas de las principales sustancias componentes del citoplasma y de la pared celular en las células del rizoma se hicieron cortes de 30 - 40 micras de grosor, a las cuales se les aplicaron diferentes pruebas histoquímicas. (Waltiez 1942).

1. Para la determinación de sapogeninas se utilizó el reactivo de Rossoll y el de Mitchell.
2. Para la determinación de celulosa el cloroyoduro de zinc y rojo congo.
3. Para la determinación de inclusiones los siguientes:
 - a) Almidón: reacciones del Lugol
 - b) Oxalato de calcio: reacción de ácido sulfúrico
 - c) Grasas: reacción del Sudán III

Estudio anatómico

Del rizoma, se hicieron cortes transversales y longitudinales de 20 - 30 micras de grosor en microtomo de congelación; del tallo y hoja, cortes transversales y longitudinales de 10 - 15 micras en microtomo de parafina y congelación.

Para hacer resaltar las diferentes estructuras histológicas en los cortes, se emplearon varias técnicas de tinción a base de los siguientes colorantes: hematoxilina-fucsina, hematoxilina eosina, verde iodo pardo de Bismarck, orange-fast-green y fucsina azul de anilina (Johansen 1942). Para la conservación permanente de los cortes, se montaron en bálsamo del Canadá.

El estudio anatómico de los cortes transversales de rizoma y tallo se realizó por medio de sectores radiales, iniciando la observación de la periferia hacia el centro. En los cortes longitudinales se analizó la estructura por estratos partiendo del exterior al interior; en la hoja, los cortes transversales se observaron empezando de la epidermis del haz hacia la epidermis del envés.

Para el estudio de la longitud y grosor de los vasos y fibras del rizoma y tallo, se utilizó material individualizado el cual se obtuvo empleando una solución disociadora a base de ácido acético, ácido láctico, ácido nítrico y glicerina en partes iguales según Franklin (en Purvis 1966).

La tinción del material se hizo con una solución acuosa de pardo de Bismarck al 3% y el montaje en gelatina glicerinada, midiendo al azar 100 fibras y 100 vasos; de estas mediciones se anotaron la media aritmética y los valo-

res mínimos y máximos encontrados en la muestra.

De este material se tomaron fotografías de las estructuras más representativas en un fotomicroscopio.

DESCRIPCION DE LAS ESPECIES

I. Dioscorea composita Hemsl., 1884

Se le conoce vulgarmente como "barbasco", "camote", "mata pescado" y "barbasco de camote", (Gómez Pompa 1962).

Descripción macroscópica de la planta

Rizoma. Es hipogeo, alargado y ramificado simpodicamente, constituye el peso mayor de la planta, cuyo promedio es de 2 a 3 Kg, aunque los hay de 40 y aún de 100 Kg, (Gómez Pompa 1962).

Exteriormente presenta un color moreno oscuro y en la parte interna blanco rosado; en estado fresco es flexible, pero su corteza se rompe fácilmente; cuando está seca, la superficie externa aparece rugosa, marcada con surcos longitudinales muy prominentes, (Fig. 2C) y muestra además, varias cicatrices de yemas vegetativas, (Fig. 2A y C).

En corte transversal el rizoma es más o menos circular, aunque tiende a ser triangular, en la superficie presenta una capa delgada de corcho o súber que se desprende fácilmente, la corteza es delgada y de color rosado. Una banda del mismo color pero más oscura delimita la región endodermal y el cilindro central, el cual es rosáceo y de tipo atac-

tostele. El parénquima es abundante y en él se encuentran numerosos paquetes vasculares repartidos sin orden aparente, (Fig. 2D, E y F).

Tallo. Es aéreo, de tipo bejuco, crece enroscado dextrógirantemente, en general mide de 3 a 6m de longitud, pero puede alcanzar hasta 11 y 13m, con diámetro de 2.5cm en la parte basal y hasta 1mm en la región apical. Tiene un color en estado fresco moreno oscuro en la base, y verde en la región distal, cuando esta seco es de color pardo amarillento. La superficie es rugosa, acanalada longitudinalmente, la corteza es delgada y fácilmente separable de los tejidos más internos.

El tallo presenta en toda su longitud una serie de nudos formados por las yemas foliares, que se endurecen bastante cuando la guña está madura, dando el aspecto de espina; la distancia entre los nudos, o sea, los entrenudos, es de 5 a 12cm (Fig. 3).

Hoja. Son pecioladas, alternas glabras y frecuentemente faltan en las partes bajas del tallo, la lámina es sencilla, brillante en el haz y opaca en el envés, de color verde cuando es joven y moreno claro cuando es vieja, tiene forma cordada en la base, un poco alargada con ápice

bruscamente acuminado, pero puede presentar variaciones en la forma, de corazonada a poco redondeada y también varía en el tamaño, pues su longitud va de 7 a 20cm, pudiendo llegar a medir hasta 30 y 40cm, los bordes son enteros, presenta de 7 a 9 nervios principales longitudinales, impresos en el haz y salientes en el envés con una venación secundaria de tipo reticulado (Fig. 3).

Descripción microscópica

Rizoma. Presenta una capa externa protectora de súber, compuesta de 20 a 30 hileras de células huecas de forma rectangular en sección longitudinal y transversal con paredes gruesas suberizadas y lignificadas; no presentan entre sí espacios intercelulares constituyendo un tejido muerto de protección.

Las células de la capa más externa pertenecen al proceso de rompimiento y exfoliación por lo que algunas se encuentran parcial o totalmente destruidas, (Fig. 4a. A). Esta capa de tejido, mostró ciertas diferenciaciones como: zonas de cicatrización, que corresponden a regiones en las que hubo algún brote o alguna herida provocada por factores mecánicos

del suelo, y puntos vegetativos de meristemos activos formadores de raíces adventicias o de nuevos brotes, (Fig. 4a B y C). La capa de células que rodea a la corteza, constituye el felógeno o cambium cortical que es el formador del súber en la porción externa.

La corteza está constituida por células parénquimatosas de paredes delgadas, prismático rectangulares, con un citoplasma hialino en el que se notan cuatro diferentes tipos de inclusiones, (Fig. 4 b A):

a) Granos de almidón, menos abundantes que en el parénquima medular y son de tres clases; sencillos, de forma ovoide o esférica con hilo en posición excéntrica; semicompuestos formados por varios granos sencillos, rodeados por varias capas comunes de almidón, con las mismas características de los sencillos, y compuestos, agrupados sin la cubierta común de los semicompuestos.

b) Glóbulos de grasas que se encuentran dentro de las células parénquimatosas en forma de pequeñas gotas esféricas de varios tamaños, aisladas o reunidas formando grupos.

c) Cristales o inclusiones de sales minerales, prin-

principalmente de oxalato de calcio que forman el aspecto de agujas agrupados en haces llamados rafidios.

d) Masas amorfas, se presentan en varias células corticales, por su reacción histoquímica positiva es posible que corresponda a sapogeninas.

Bordeando al parénquima cortical, se encuentra una capa endodermal de células rectangulares, elongadas longitudinalmente, que están en contacto con una capa de células meristemáticas constituyendo el cambium, con células prismático rectangulares de membranas delgadas, que dan origen a células de la corteza hacia el exterior y parénquima medular y grupos de hacesillos vasculares hacia el interior.

La médula está constituida por células parenquimatosas, generalmente de forma poliédrica de membranas delgadas y conteniendo en el protoplasma gran cantidad de granos de almidón del mismo tipo de los del parénquima cortical, así como inclusiones de grasa y probablemente depósitos de taninos. Entre este parénquima, se encuentran situados irregular-

mente hacesillos vasculares liberoleñosos del tipo colateral, (Fig. 4 b B).

El floema está constituido por miembros de los tubos cribosos, formados por células elongadas que presentan áreas cribosas en su membrana primaria y células acompañantes, con pocas fibras.

El xilema está formado por células o miembros de los vasos sin protoplasto que al unirse constituyen los vasos, estos van acompañados de células parenquimatosas y pocas fibras. Los miembros de los vasos, presentan en sus membranas puntuaciones areoladas alternas y espesamientos secundarios que se depositan en forma helicoidal. En corte transversal el xilema y el floema tienen una forma pentagonal o hexagonal y se encuentran rodeados de fibras, agrupándolos en paquetes vasculares colaterales.

Los elementos de vaso tienen una longitud media de 106.85 micras y varían de 101.40 a 432.90 micras, y un diámetro medio de 71.40 micras con una amplitud de variación de 42 a 126 micras.

Tallo. En un corte transversal de tallo maduro a nivel del entrenudo se pueden distinguir dos círculos concéntricos, uno exterior, que re-

cibe el nombre de corteza y otro interior que corresponde al cilindro central, (Fig. 5).

En la corteza se distinguen de afuera hacia adentro los siguientes tejidos:

Tejido epidérmico, está constituido por una o dos capas celulares, las caras de las células de la capa más externa presentan una delgada capa de cutina en sus caras externas, algunas contienen pigmentos clorofílicos, entre estas células se encuentran estomas distribuidas regularmente.

Parénquima cortical, está formado por 8 a 14 hileras de células isodiamétricas con membranas delgadas, conteniendo en su interior pigmentos fotosintéticos que van disminuyendo en cantidad hacia las células más internas.

Endodermis formada por una hilera de células rectangulares que contienen cristales de oxalato de calcio, esclerénquima, formado por fibras corticales, carentes de protoplasto vivo, presentan un engrosamiento concéntrico de lignina que ocupa casi la totalidad de la luz celular.

Este tejido también se insinúa hacia la región medular, rodeando a los rayos parénquimatosos.

El cilindro central, está constituido por un parénquima incoloro de reserva que se insinúa hacia la corteza, formando 9 rayos medulares que se bifurcan en su región terminal. Las células son más grandes en el centro de la médula, que en la periferia y rayos medulares, son generalmente de forma poliédrica, de membranas delgadas con un protoplasma hialino que contiene granos de almidón del mismo tipo que el de las células corticales, así como inclusiones de grasa y cristales de oxalato de calcio de forma romboedra y octaedra, ellas están dispuestas en las células marginales de los rayos medulares y en algunas internas.

Entre los rayos medulares se encuentran colocados tres tipos de paquetes vasculares, uno colateral y dos formas de transición entre los del tipo colateral y el tipo anfibasal, (Fig. 5).

Los vasos colaterales se encuentran distribuidos sobre la bifurcación del rayo medular; la forma de transición está entre los rayos medulares, en este punto el floema y el xilema se unen formando una curva

en cuyos flancos aparecen dos grandes vasos de metaxilema; la otra forma de transición se localiza en la convergencia de dos rayos medulares, en donde el xilema toma la forma de V, con el floema incluido entre los brazos de la V.

Circundando a los paquetes vasculares se encuentra un tejido esclerenquimático compuesto por numerosas fibras.

Con el material disociado debido a la naturaleza del disociador se destruyó casi todo el material quedando solamente estructuras resistentes como fibras y vasos.

Los elementos de conducción, que son células muertas, corresponden al xilema el cual está formado por células alargadas sin protoplasto denominadas miembros de los vasos, que tienen membranas secundarias lignificadas, con puntuaciones simples en toda la membrana celular. En el área de contacto entre un miembro de vaso y otro, la membrana se encuentra provista de varias perforaciones que constituyen la lámina perforada del tipo escalariforme, (Fig. 6).

Los elementos de vaso tienen una longitud media de 1743.81 micras variando de 799.5 micras a 2301.0 micras. El diámetro mínimo

fue de 231.0 micras, el máximo de 483.0 y la media de 271.11 micras.

Las fibras son células en forma de huso con extremos romos y membranas secundarias gruesas, lignificadas, con puntuaciones simples relativamente pequeñas. Tienen de longitud media 1234.8 micras y varían de 533.8 a 2041.0 micras con diámetro medio de 30.9 micras y rango de variación de 15.5 a 55.8 micras, (Fig. 6).

Hoja. En corte transversal y vista del haz hacia el envés, se distinguen los siguientes tejidos; la epidérmis del haz, compuesta por una hilera de células isodiamétricas y de forma tabular muy unidas entre sí; entre ellas se encuentran distribuidas irregularmente células en forma de burbujas, más grandes que las restantes, con membranas delgadas y muy vacuoladas, la epidérmis, se encuentra cubierta por una delgada capa de cutina, (Fig. 7A).

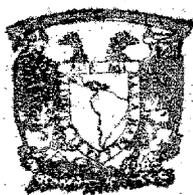
Abajo de la epidérmis del haz, se encuentra el parénquima en empalizada, constituido por dos hileras de células más largas, dispuestas perpendicularmente a la epidérmis, en el interior de estas células hay

gran cantidad de cloroplastos y cristales de oxalato de calcio en forma de drusas y células ocupadas con taninos. Después se encuentra la epidermis del envés, constituida por una capa de células más pequeñas que las de la epidermis del haz, y se encuentra interrumpida junto con la delgada capa de cutícula de trecho en trecho, en donde se encuentran intercalados los estomas en mayor cantidad que en el haz.

Los estomas están formados por dos células de forma arriñonada, con abundantes plastos, dispuestas una frente a otra haciendo contacto con sus caras cóncavas formando un orificio llamado ostiolo. Las células estomáticas se encuentran al mismo nivel de las células epidérmicas adyacentes formando una cámara llamada subestomática en el lugar de interrupción del parénquima; el número de estomas en las hojas es de 150 a 170 por mm^2 , (Fig. 8)

El tejido conductor se encuentra distribuido en el mesófilo por debajo del parénquima en empalizada, está formado por haces fibrovasculares dispuestos longitudinalmente, formando una venación paralela cuyas venas se hallan intercomunicadas entre sí por pequeños haces dis-

puestos en forma de escalera. Las venas están constituidas por haces colaterales de vasos y fibras, en donde los cordones del xilema están orientados hacia el envés y el floema orientado hacia el haz, (Fig. 7C).



BIBLIOTECA
CENTRO DE ECOLOGIA

2. Dioscorea floribunda Mart. et Gal., 1842

Se le conoce con el nombre vulgar de "barbasco", "barbasquillo" y "barbasco de camote amarillo" (Gómez Pompa 1962).

Descripción macroscópica de la planta.

Rizoma. Es hipogeo, alargado y ramificado simpódicamente, lo cual depende de la disposición de las ramas y de la naturaleza del terreno; en su crecimiento tiene una orientación dorsoventral por lo que hay una tendencia a formar raíces adventicias en los lados del rizoma, (Fig. 9 A).

Generalmente la planta no es muy robusta y sus rizomas son pequeños, con pesos que varían de 2 a 40 Kg, (Gómez Pompa 1962).

Externamente el súber presenta color moreno, y amarillo intenso en el interior, en estado fresco es flexible, pero se rompe fácilmente, la poca resistencia a romperse, pertenece sólo a la corteza, que posee una testa áspera, marcada con surcos longitudinales prominentes; las raíces adventicias se distribuyen irregularmente a los lados del rizoma, (Fig. 9 B).

En corte transversal, el rizoma tiene una capa de corcho fácilmente separable de la corteza que es delgada y de color crema; le sigue una banda más boscura que pertenece a la endodermis; y la corteza, formada por un parénquima abundante, constituyendo un estele del tipo atactostele, cuyo parénquima presenta esparcidos y numerosos paquetes vasculares, (Fig. 9, C. D y E).

Tallo. Es un bejuco aéreo que raramente dura un año, crece orientado dextrógiramente, mide de 2.50 a 6m de longitud, y de 1cm en la región basal a 1mm de diámetro en la apical; es de color verde en estado fresco y pardo amarillento cuando está seco, tiene las superficies rugosas y acanaladas longitudinalmente, la corteza es delgada y se desprende fácilmente de los tejidos más internos. El tallo presenta una serie de nudos formados por la yema foliar, la distancia de un nudo a otro es de 4 a 6.5cm, aproximadamente, (Fig. 10).

Hoja. Son pecioladas glabras, se encuentran en disposición alterna y faltan en la región basal del bejuco. La lámina es de color verde en las hojas jóvenes y pardo amarillento cuando están secas, en

ocasiones, presentan en el haz una mancha blanquecina en el centro de la hoja y a todo lo largo del nervio central, encontrándose este carácter, tanto en las formas jóvenes como en las adultas, lo que las hace bastante vistosas. Presentan polimorfismo foliar, pues la misma planta puede tener hojas deltoideas, sagitadas y elípticas, su longitud que también varía es de 9 a 13cm; tiene bordes enteros, 9 nervios longitudinales impresos en el haz y salientes en el envés con una venación secundaria y terciaria reticulada, (Fig. 10).

Descripción microscópica.

Rizoma. Presenta una capa protectora de corcho formada de 20 hileras de células prismático rectangulares carentes de protoplasto, con paredes gruesas suberizadas, unidas íntimamente sin dejar espacios intercelulares; después le sigue una capa de células formadoras del cambium suberoso, el cual da hacia el interior células corticales y hacia el exterior células formadoras del súber; a esta capa le sigue la corteza, formada por 10 a 15 hileras de células parénquimatosas poliédricas que presentan citoplasma hialino, en cuyo interior se encuentran inclusiones,

DR. CARLOS VAZQUEZ YANES

de las cuales, las que más destacan son: (Fig. 11 B y C)

- a) Granos de almidón, se encuentran en poca cantidad, tienen forma roma helicoidal, son de tipo sencillo con el hilo en posición excéntrica.
- b) Glóbulos de grasa, son abundantes, están en forma de pequeñas gotas agrupadas.
- c) Cristales, son de oxalato de calcio, se encuentran en forma de agujas agrupadas en paquetes llamados rafidios.

En la base de la corteza se localiza una capa endodermal, que está junto al cambium, el cual se dispone solo en la parte superior del rizoma; éste se encuentra formado por células meristemáticas de membranas delgadas que dan origen a células parenquimatosas de la corteza, parénquima medular y haces vasculares hacia el interior (Fig. 11, B).

La médula está formada por un parénquima de reserva incoloro, cuyas células son de forma poliédrica, tienen un protoplasma hialino en el que se encuentra una gran cantidad de gránulos de almidón sencillos con un hilo excéntrico. Entre este parénquima, se encuentran distribui-

dos haces vasculares cerrados colateralmente formados por floema, xilema, fibras y células parenquimatosas, (Fig. 11. C).

El floema lo constituyen vasos, células parenquimatosas y pocas fibras. Los vasos están formados por células alargadas que en su membrana primaria presentan áreas cribosas, formando una placa cribosa en la zona de unión entre cada miembro del vaso.

En el xilema, se encuentran vasos, células parenquimatosas y pocas fibras; las células que constituyen los vasos se caracterizan porque son células muertas, cuya pared celular se ha engrosado por un espesamiento secundario dispuesto en forma helicoidal, y se caracteriza por presentar en sus membranas secundarias puntuaciones aereoladas.

Las medidas encontradas para los elementos de vaso, fue una longitud media de 275.73 micras y varían de 97.50 a 694.20 micras. Un diámetro medio de 67.20 micras con un rango de variación de 42.00 a 105.00 micras.

El xilema y el floema en corte transversal, tienen una forma pentagonal o hexagonal, rodeados por fibras que las agrupan en paque-

tes colaterales.

Tallo. En un tallo maduro a nivel del entrenudo, se distinguen en corte transversal, dos círculos concéntricos que corresponden, en el externo a la corteza y el interno al cilindro central, (Fig. 12).

En la corteza se encuentran los siguientes tejidos:

Epidermis. Está formada por una hilera de células grandes de forma poliédrica, íntimamente unidas entre sí y cubiertas en sus caras externas por una delgada capa de cutina, en la que se encuentran intercalados los estomas, algunas células epidérmicas presentan pigmentos clorofilicos.

Parénquima cortical. Está constituido por 4 a 6 hileras de células grandes isodiamétricas, que contienen en su citoplasma abundantes cloroplastos. Limitando a este parénquima, se encuentra una hilera de células alargadas conteniendo en su citoplasma grandes cristales romboidales de oxalato de calcio. Esta capa de células forma un anillo que constituye la endodérmis.

Esclerénquima. Formado por fibras corticales, que presentan

un engrosamiento de lignina de tipo concéntrico que ocupa casi todo el cuerpo celular, por lo que desaparece el protoplasto.

El cilindro central, está formado por un parénquima de reserva que constituye la médula, de la cual parten 5 rayos cortos de parénquima que se bifurcan en sus partes terminales. Las células medulares son de forma poliédrica, con citoplasma hialino que contiene abundantes granos de almidón de tipo sencillo y cristales de oxalato de calcio de forma romboedra y octaedra, los cuales son más abundantes en las células más externas de la médula.

El tejido vascular, se encuentra formado por dos tipos de paquetes: colaterales, y una forma de transición entre colateral y anfigasal, distribuidos de la siguiente manera:

Los vasos colaterales que se encuentran distribuidos en la convergencia de los rayos medulares, en donde el floema se encuentra a un lado interno del xilema y una forma de transición en donde el xilema y el floema se juntan formando una curva y a los lados de ésta, se encuentran dos grandes vasos de metaxilema, (Fig. 12).

En el material disociado, puede observarse; el xilema compuesto por células alargadas carentes de protoplasto, con membranas secundarias y puntuaciones simples, formándose en la conexión de un miembro de vaso y otro la placa perforada que es de tipo escaleriforme; las fibras, tienen forma de huso con extremos romos y con sus membranas secundarias engrosadas con puntuaciones simples y las características células parénquimatosas, (Fig. 13).

Las medidas encontradas en los elementos de vaso, fue en la longitud una medida mínima de 362.70 a un máximo de 864.62 micras.

En el diámetro se encontraron dos tipos de vasos, unos gruesos y otros más delgados, para los primeros las medidas fueron una media de 228.95 micras y un rango de variación de 294.0 a 409.50 micras. Para los vasos más delgados un mínimo de 63.00 a un máximo de 210.00 micras y una media de 179.55 micras.

Para las fibras las medidas fueron: una media de 700.98 micras un mínimo de 430.50 a un máximo 1155.00. El diámetro mínimo fue de 12.40 a un máximo de 31.00 micras y una media de 29.76 micras.

Hoja. En un corte transversal, se observa del haz hacia el envés los siguientes tejidos; epidérmis, la cual está formada por dos hileras de células grandes poliédricas, de membranas delgadas íntimamente unidas entre sí y cubiertas por una delgada capa de cutina.

En la parte inferior de la epidérmis, se encuentra un parénquima en empalizada formado por dos hileras de células, ligeramente alargadas que contienen en su citoplasma abundantes cloroplastos y algunos cristales de oxalato de calcio de forma prismática, romboedra y de drusas; estas células dejan entre sí pequeños espacios intercelulares formando el parénquima esponjoso.

Rodeando a este parénquima se encuentra una hilera de células prismático rectangulares en su mayoría, que forman la epidérmis del envés en donde también se encuentran intercaladas células estomáticas, (Fig. 14. A).

Las células estomáticas tienen forma arriñonada, con abundantes cloroplastos en su interior, se encuentran dispuestas una frente a otra formando con sus caras convexas una cavidad llamada ostiolo, no presentan cé-

lulas acompañantes, disponiéndose al mismo nivel que las células epidérmicas. El número de estomas por mm^2 fue de 120 a 130, (Fig. 15 A y B).

El tejido vascular está formado por haces fibrovasculares dispuestos longitudinalmente y comunicados entre sí formando una venación paralela y reticulada que se distribuye en el mesófilo. Las venas principales están formadas por haces colaterales de vasos y fibras en donde el xilema está orientado hacia el envés y el floema hacia el haz, (Fig. 14 A y B).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Macroscópicamente existen diferencias en caracteres como el color del rizoma, rosado en Dioscorea composita y amarillo en Dioscorea floribunda; en el tamaño del rizoma, tallo y hoja, siendo mayores en Dioscorea composita. Sin embargo, estos rasgos distintivos en las dos especies parecen no ser suficientes para algunos autores como Ayensu (1970 b).

Las inclusiones citoplásmicas del rizoma son semejantes en las dos especies a excepción de los granos de almidón que son del tipo compuesto en Dioscorea composita y sencillo en Dioscorea floribunda. Este carácter ha sido usado por algunos autores como Seidemann (Ayensu 1970 b) para distinguir a las especies, sin embargo no es considerado como básico.

La forma y distribución del sistema vascular del rizoma también fue semejante en las dos especies encontrándose el tipo atactostele considerado como el más complejo por presentar un sistema de vasos dispersos (Esan 1972). En la longitud y el diámetro de los vasos la variación

fué muy pequeña, notándose que en las dos especies los vasos son cortos e individualizados, esto quizá se deba al abundante tejido de reserva que tiene el rizoma, limitándose el transporte de sustancias solamente a determinadas partes haciéndose innecesaria su disposición en toda la longitud del rizoma.

Aunque anteriormente se tomaban ciertos caracteres para diferenciar las especies como la estructura y disposición del xilema y floema así como la presencia y distribución de los glomérulos en los nudos del tallo (Ayensu 1969), estas características en la actualidad no son consideradas como fundamentales pues existen estructuras más significativas como los haces vasculares del tallo, los cuales según el tipo y agrupación indican más exactamente las diferencias entre las especies (Ayensu 1970 b).

En el tallo se encontró que la principal diferencia anatómica es el número y disposición de los paquetes vasculares; encontrándose para Dioscorea composita tres tipos de haces colaterales distribuidos entre los 9 rayos medulares bifurcados y para Dioscorea floribunda dos

tipos de haces colaterales repartidos entre 5 rayos medulares bifurcados. Esta misma diferencia la encontró Ayensu (1970 b), al comparar la anatomía de Dioscorea rotundata y Dioscorea cayenensis, pues esta estructura se ha considerado como única dentro de la clase de las monocotiledóneas ya que se aparta del tipo comunmente encontrado en el tipo Palma o en el de las Commelinaceae, considerándose que podría pertenecer a un tercer tipo que es el de las monocotiledóneas anómalas y el más cercano al sistema vascular de las dicotiledóneas.

Respecto a la distribución de los paquetes se encontró la misma variabilidad reportada por Esau (1959), para los haces vasculares de las monocotiledóneas.

En la hoja solamente los caracteres morfológicos externos ya tomados por Gómez Pompa (1962), son distintivos en las dos especies porque los caracteres internos son muy semejantes.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ADSUAR, J.A., 1955 A mosaic disease of the yam, Dioscorea rotundata in Puerto Rico. Jour. Agr. Univ. P.R., 39 (3): 11-113.
- ALVES DA SILVA, A., 1960. Observações fenológicas em Dioscorea cayenensis, Lam. Arq. Inst. Pesq. Agr., 5: 117-191.
- AYENSU, E.S., 1965. Notes on the anatomy of the Dioscoreaceae. Ghana Jour. Sci., 5 (1): 19-23.
- _____, 1969. Aspects of the complex nodal anatomy of the Dioscoreaceae. Jour. Arn. Ar., 50 (1): 124-137.
- _____, 1970a. Analysis of the complex vascularity in stems of Dioscorea composita. Jour. Arn. Ar., 51 (2): 228-240.
- _____, 1970 b. Comparative anatomy of Dioscorea rotundata and Dioscorea cayenensis. Bot. Jour. Linn. Soc., 63: 127-136.
- BLUNDEN, G., R. HARDMAN y G.E. TREACE., 1963. The anatomy of Dioscorea belizensis, Lundell. Jour. Pharm. and Pharmacol., 15 (6): 394-405.
- BRUHN. CH. y K. WOLFANG., 1965. Sapogenin production in relation to age of tuber in two Dioscorea species., Turrialba., 15

(1): 25-28.

BURKILL, J.H., 1960. The organography and the evolution of Dioscoreaceae the family of the yams. Bot. Jour. Soc., 56: 319-412.

CHAMOT, M.E. y C.W. MASON., 1954. Handbook of chemical microscopique. John Wiley (ed)., 2: 114 p.

CRUZADO, H.J., E. CABANILLAS., F.W. MARTIN y H. DELPIN., 1964. Seed rest and seed viability in medicinal Dioscorea spp. Proc. Amer. Soc. Hort., 84: 436-440

CRUZADO, H.J. DELPIN Y F.W. MARTIN., 1965. Effect of fertilizers on sapogenin yields of Dioscorea composita in Puerto Rico. Jour. Agr. Univ. P.R., 49 (2): 254-258.

CUANALO DE LA C, H.E. y N. AGUILERA., 1970. Los grandes grupos de suelos en la región de Tuxtepec, Oaxaca. Inst. Nat. Invest. For., Méx., 6: 10-11.

CZYHRINCEEV, N.y W. JAFFE., 1952. Modificaciones químicas durante la conservación de las raíces y tubérculos. Arch. Venezolanas Nutrición., 2 (1) 49-67.

- ESAU, K., 1972. Anatomía vegetal. Omega (ed.) Barcelona., 779p.
- GARCIA, F., 1964. Modificaciones al Sistema de Clasificaciones Climáticas de Köppen (adaptada a las condiciones climáticas de la República Mexicana). México, D.F., 120 p.
- GOMEZ NAVA, M.S., 1970. Microorganismos asociados con "Damping off" en plantulas de Dioscorea composita. Hemsí. Bol. Tec. Inst. Nal. Invest. For. México., 36, 12-p.
- GOMEZ POMPA, A., 1962. Notas importantes sobre algunas dioscoreas de importancia farmacéutica. Ciencia, México., 21 (5-6): 221-229.
- HEFTMANN, E., R.D. BENNET, y J. BONNER., 1961. Biosynthesis of diosgenin in Dioscorea tubers. Arch. Biochem. Biophys., 92: 13-16.
- HERSHEL, L.H. 1970. Diversas fuentes de materias primas esteroides para la síntesis hormonal. Ponencia del Primer Simposio Internacional sobre Dioscoreas, México., 5p.
- HESLOT, N., 1953. Le nombre chromosomique des dioscoreaceae pyre-

nées et leur rattachement au genre Dioscorea, Miégev. C.R. Acad.

Sci., 237:434.

JOHANSEN, D.A., 1940. Plant microtechnique. Mc. Graw Hill
Book (ed.), 523 p.

KENNARD, W.C. y M.P. MORRIS., 1956. Influence of cultural practices on tuber yield and sapogenin content of Dioscorea floribunda. Agron. Jour., 48: 485-487.

KOCH, W. y G. BRUHN., 1962. On the morphology of the storage organ of some central american Dioscoreaceae. Jens., 152 (4): 670-678.

LANGERON, M., 1949. Precis de microscopie. Mason et Cie. (ed.)
Paris., 1430 p.

MARTIN, F.W., y S. ORTIZ., 1963. Chromosome numbers and behavior in some species of Dioscorea. Cytologia, Tokio., 28: 96-101.

MARTIN, F.W., y S. ORTIZ., 1963. Origen and anatomy of tubers of Dioscorea floribunda and Dioscorea spiculiflora. Bot. Gaz., 124 (6): 416-421.

- MARTIN, F.W., y E. CABANILLAS., 1963. A wild hybrid of sapogenin bearing Dioscorea sp. Bull. Torrey Bot. Club., 90 (4): 232-237.
- MARTIN, F.W., E. CABANILLAS y S. ORTIZ., 1963. Natural pollination, hand pollination, and crossability of some mexican species of Dioscorea. Trop. Agr. Trin., 40: 135-141.
- MARTIN, F.W., y H. DEPIN., 1965. Sapogenin production and agronomic potencial of Dioscorea spiculiflora. Turrialba., 15 (4): 296-299.
- MARTIN, F.W., 1970. Potencialidades para mejorar los ñames que contienen sapogeninas. Ponencia del Primer Simposio Internacional Dioscorea, México., 19 p.
- MARTINEZ ALFARO, M.A., 1970. Ecología humana del Ejido Benito Juárez o Sebastopol, Tuxtepec, Oaxaca. Bol. Esp. Inst. Nal. Invest. For. México., 7: 8-9.
- MATUDA, E., 1954. Las dioscoreas de México. Ann. Inst. Biol. México., 24 (2): 279-390.
- MORRIS, M.P., B.A. ROARK y B. CANCEL., 1968. Simple procedure

for the routine assay of Dioscorea. S. Agr. Good Chemis., 6 (11):

856-858.

PRESTON, W.H. y R. HAUN., 1962. Factors involved in the vegetative propagation of Dioscorea spiculiflora, Hemsl. from vines.

Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 80: 417-429.

PRESTON, W.H. J.W. GARRIN y R.J. DAUM., 1964. Several aspects of growth development and sapogenin yield of tubers of

Dioscorea spiculiflora. Econ. Bot., 18 (4): 323-328.

PURVIS, M.J., D.C. COBLIER y D. WALLS., 1966. Laboratory techniques in Botany. Butterworths, London (ed.), 430 p.

RAO, P.S., y R.M. BERI., 1952. Starch from the tubers of Dioscorea hispida. Dennst. Sci. Cul., 17 (II): 482-483.

RAO, P.S., y R.M. BERI., 1952. Starch from the tubers of Dioscorea bulbifera. Linn. Sci. Cul., 18 (4): 323-328.

SARUKHAN KERMEZ, J., 1964. Estudio de la sucesión en una área talada en Tuxtepec, Oaxaca. Tesis Prof. Fac. Cienc. Univ.

Nal. Autón. México., 104 p.

SCHIEBER, E., y D. LASSMANN., 1961. Root knot nematode on Dios-

corea in Guatemala. Plant. Dis. Rep., 45 (12): 981 p.

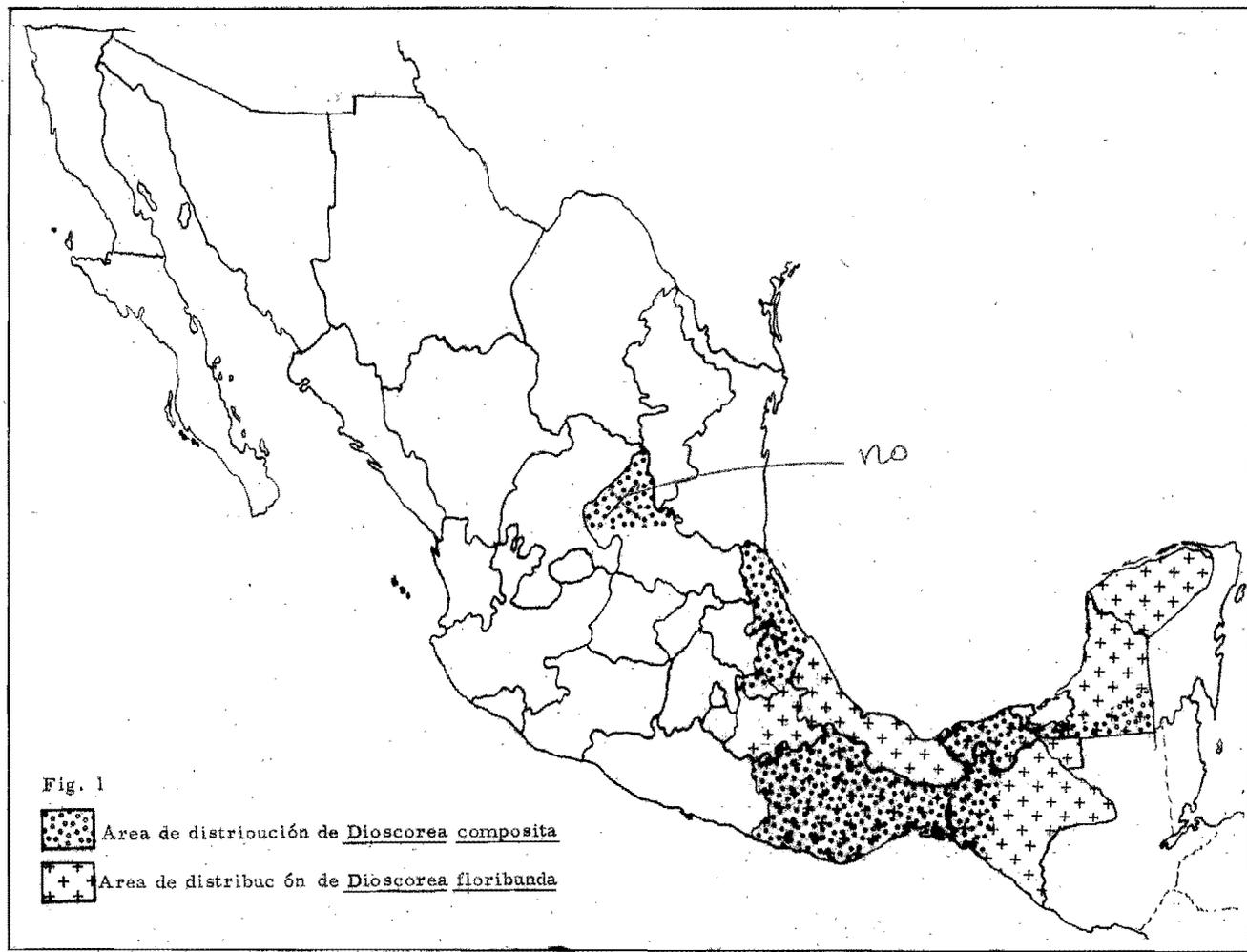
SHRUM, J.E. Jr., y P.K. SODERHOLM y J.R. HAUM., 1958. Preliminary studies of Dioscorea growth in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc., 71: 315-317.

WALTEIZ, N. y E. STERNON., 1942. Eléments de chimie végétal. Ma-son et Cie. (ed)., Paris, 948 p.

ILUSTRACIONES

- | Figs. | Descripción |
|-------|--|
| 1 | Área de distribución natural de <u>Dioscorea composita</u> y <u>Dioscorea floribunda</u> . |
| 2 | Estructura macroscópica de una pieza del rizoma de <u>Dioscorea composita</u> . |
| 3 | Morfología externa del tallo y hoja de <u>Dioscorea composita</u> |
| 4a | Estructura microscópica del rizoma de <u>Dioscorea composita</u> |
| 4b | Estructura microscópica del rizoma de <u>Dioscorea composita</u> |
| 5 | Corte transversal del tallo de <u>Dioscorea composita</u> |
| 6 | Células del xilema del tallo de <u>Dioscorea composita</u> |
| 7 | Estructura microscópica de la hoja de <u>Dioscorea composita</u> |
| 8 | Estomas de la hoja de <u>Dioscorea composita</u> |
| 9 | Estructura macroscópica de una piza del rizoma de <u>Dioscorea floribunda</u> . |
| 10 | Morfología externa de tallo y hoja de <u>Dioscorea floribunda</u> |
| 11 | Estructura microscópica del rizoma de <u>Dioscorea floribunda</u> |
| 12 | Corte transversal del tallo de <u>Dioscorea floribunda</u> |

Figs.	Descripción
13	Células del xilema del tallo de <u>Dioscorea floribunda</u>
14	Estructura microscópica de la hoja de <u>Dioscorea floribunda</u>
15	Estomas de la hoja de <u>Dioscorea floribunda</u> .



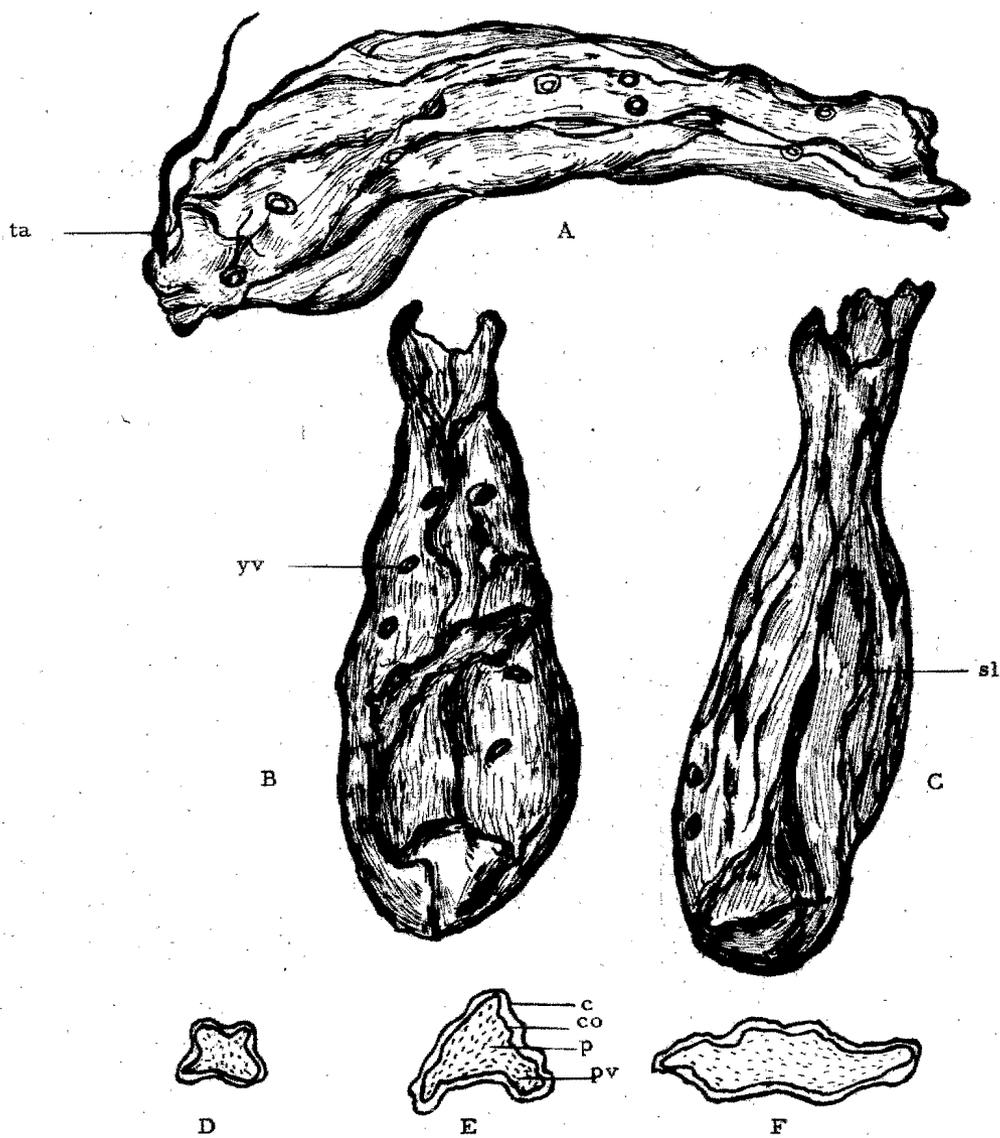


Fig. 2. *Dioscorea composita*. Trozo de un rizoma: A. vista dorsallateral; B. vista dorsal; C. vista ventral; D. sección transvedsal de una rama de rizoma de la región proximal (corona); E. región distal; F. región media; c. cor cho; co. corteza; p. parénquima; pv. paquetes de vasos; sl. surcos longitudinales; ta. tzllo aéreo; yv. yemas vegetativas.

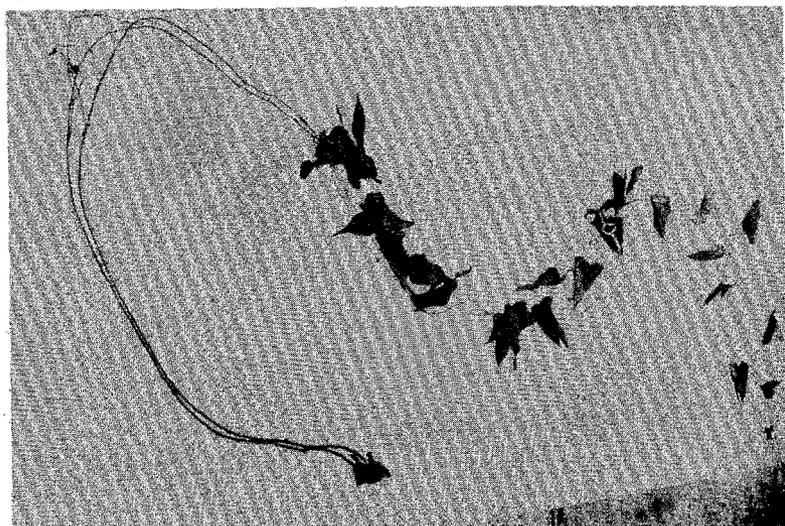
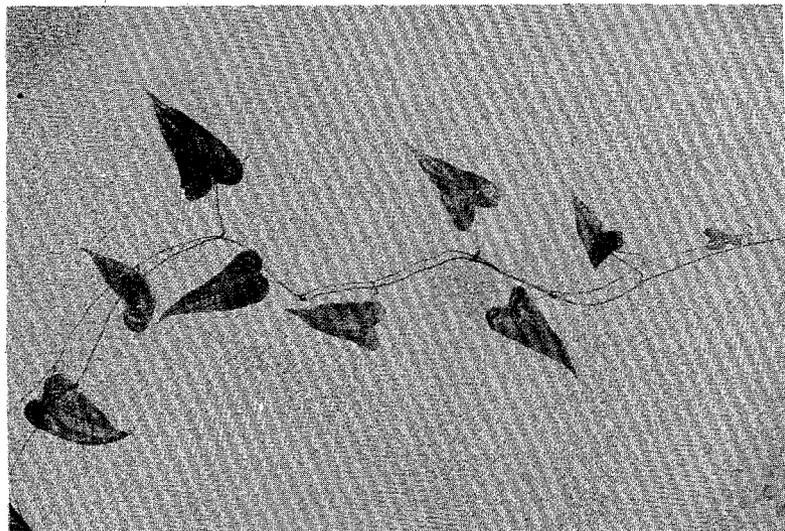
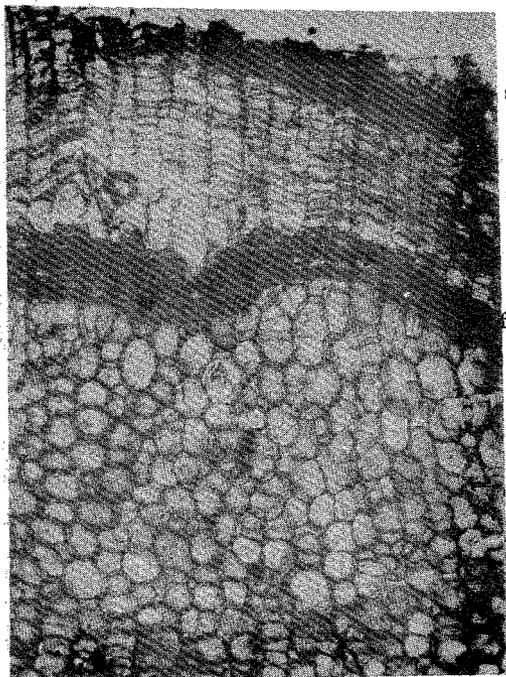


Fig. 3 Tallo y hojas de Dioscorea composita.



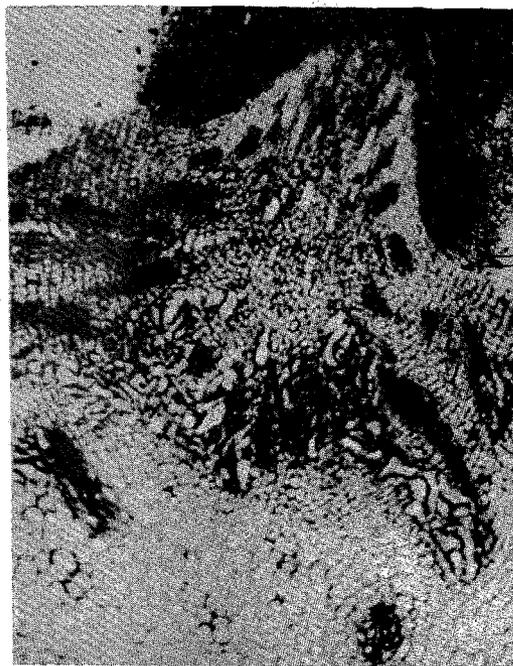
s

c



c.y.

A

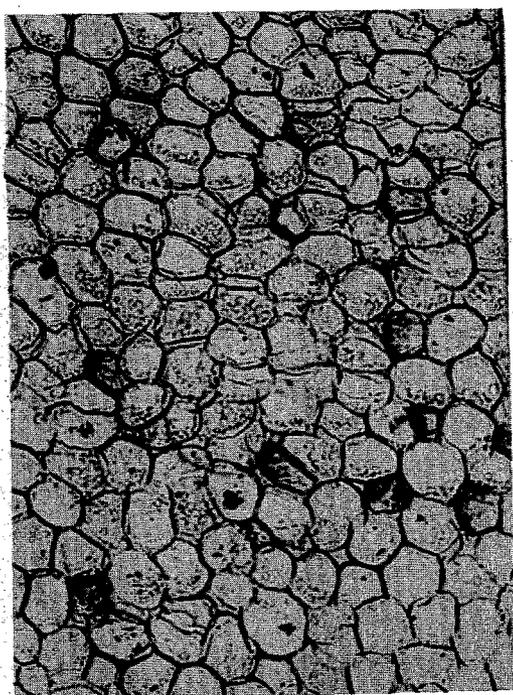


B

b.v.

C

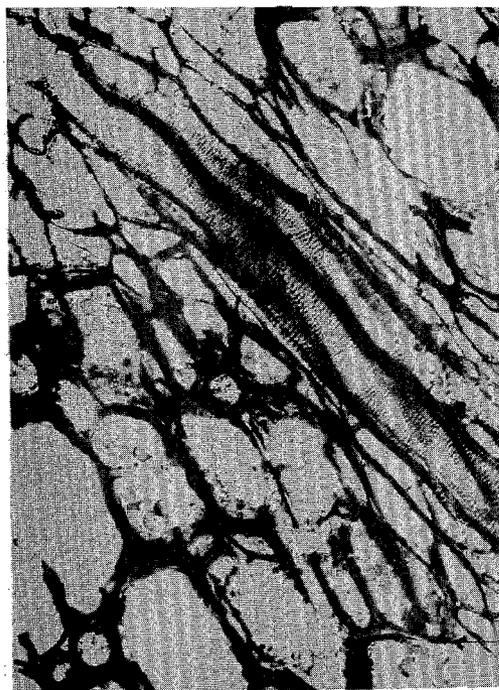
Fig. 4a. Estructura microscópica del rizoma de Dioscorea composita. A, se muestra el súber, el felógeno y la corteza; B, se aprecia la cicatriz de una yema; C, un brote vegetativo. 20X. s. súber; f. felógeno; c. corcho; c.y. cicatriz de yema; b.v. brote vegetativo.



A

← pa.

← c. t.



v

p.m.

B

Fig. 4b. Estructura microscópica del rizoma de Dioscorea composita. A, se muestra el parénquima cortical con abundantes granos de almidón y células ocupadas por taninos; B, el parénquima medular con granos de almidón y grasas, incluido en él paquetes de vasos colaterales. 85X.e.t., células con taninos., pa., parénquima cortical., p.m., parénquima medular., v., vasos.

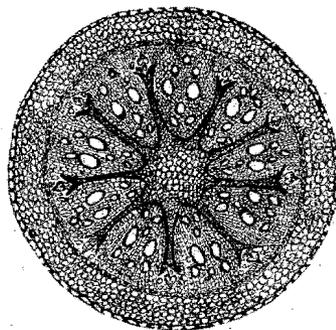
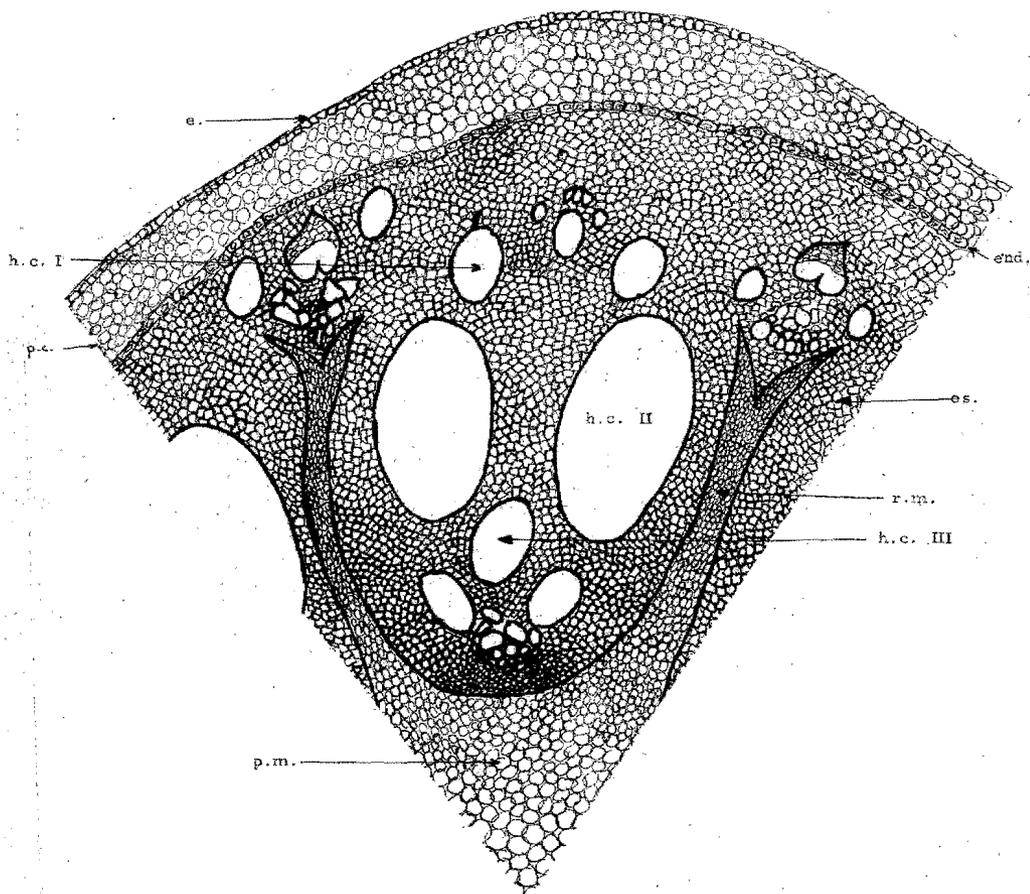


Fig. 5 *Dioscorea composita*. Corte transversal de tallo; e. epidermis; end. endodermis; es. esclerenquima
 p.m. parénquima medular; r.m. rayos medulares; h.c. haces colaterales I, II, III. p.z. parénquima cortical

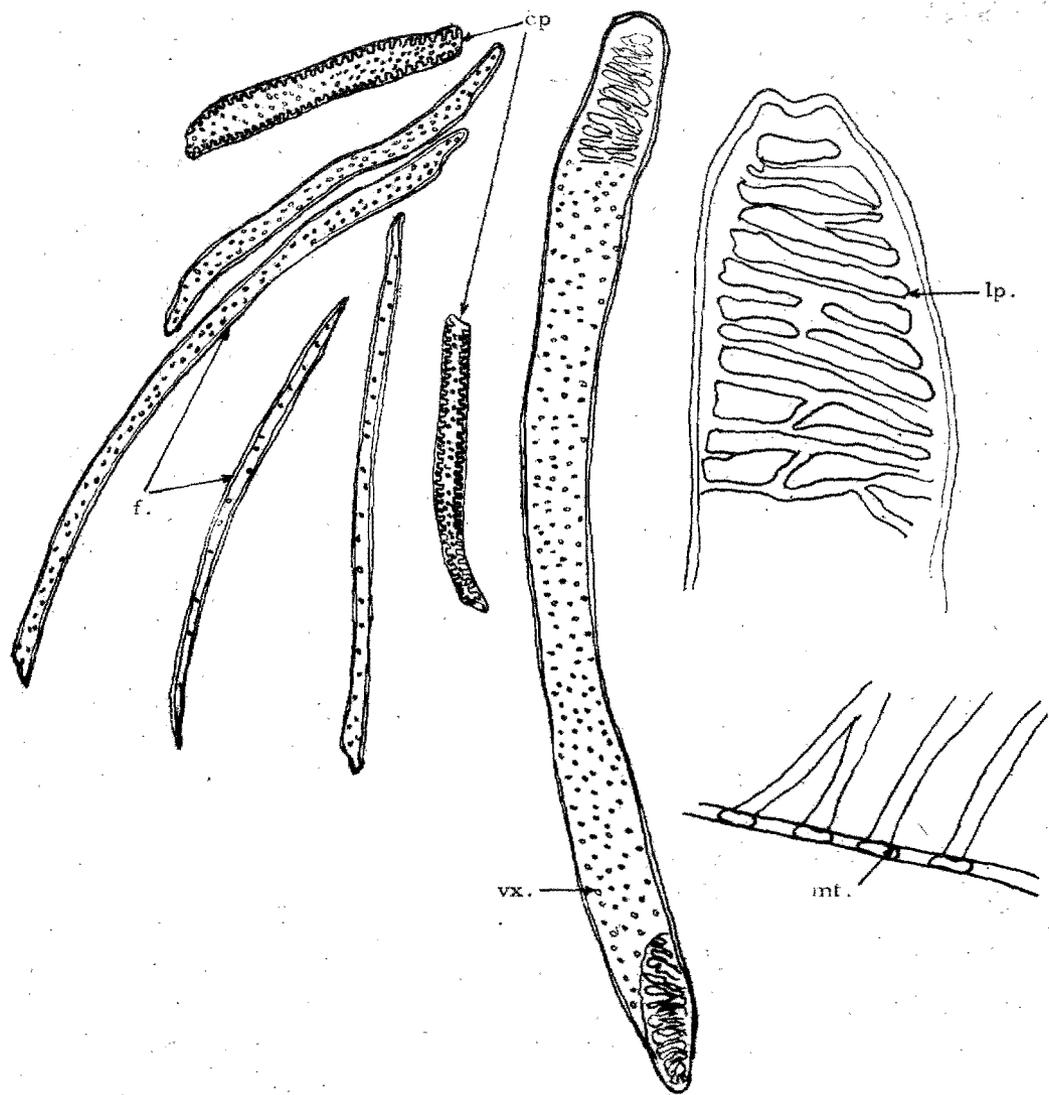
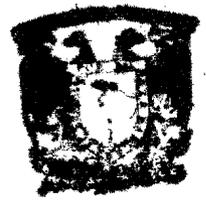
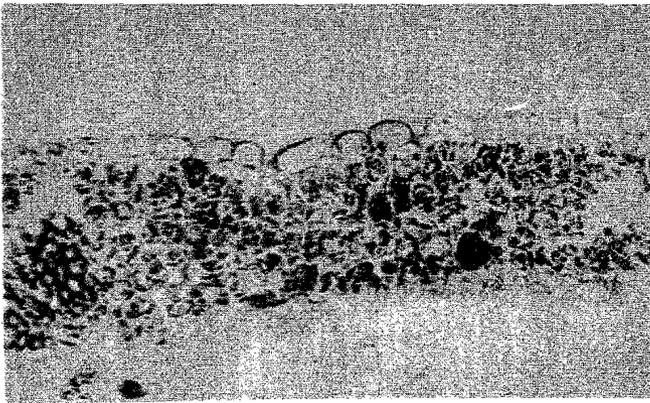


Fig. 6. *Dioscorea composita*. Células del xilema aisladas por disociación cp., células parenquimatosas. f., fibras (20X); lp., lámina perforada de un miembro de vaso mostrando la perforación escaleriforme, (850X); vx., vaso del xilema, (20X). m.t. membrana terminal.



BIBLIOTECA
CENTRO DE ECOLOGIA

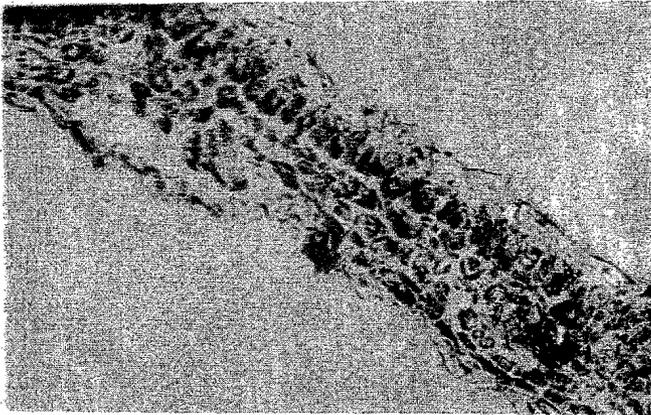
A



ep.

pa.e.

B

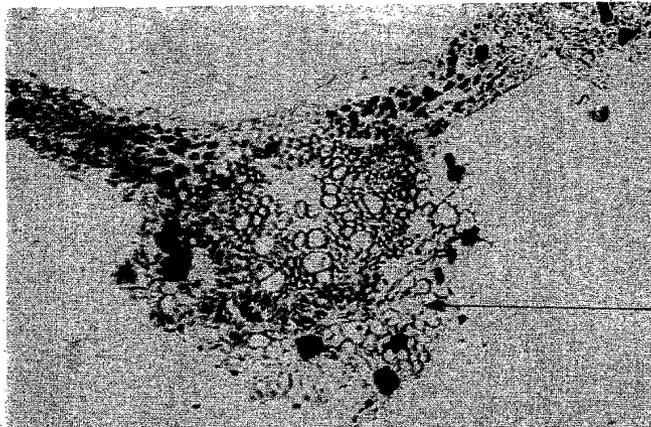


cu.

ep.

pa.e.

C



v.p.

Fig. 7. Estructura microscópica de la hoja de Dioscorea composita. A y B corte transversal mostrando : cu. cutícula; ep. epidermis; pa. e. parénquima en empalizada, en donde se notan las drusas y los cristales romboedrales de oxalato de calcio; C. corte transversal mostrando la vena principal formada por un haz colateral 80X.

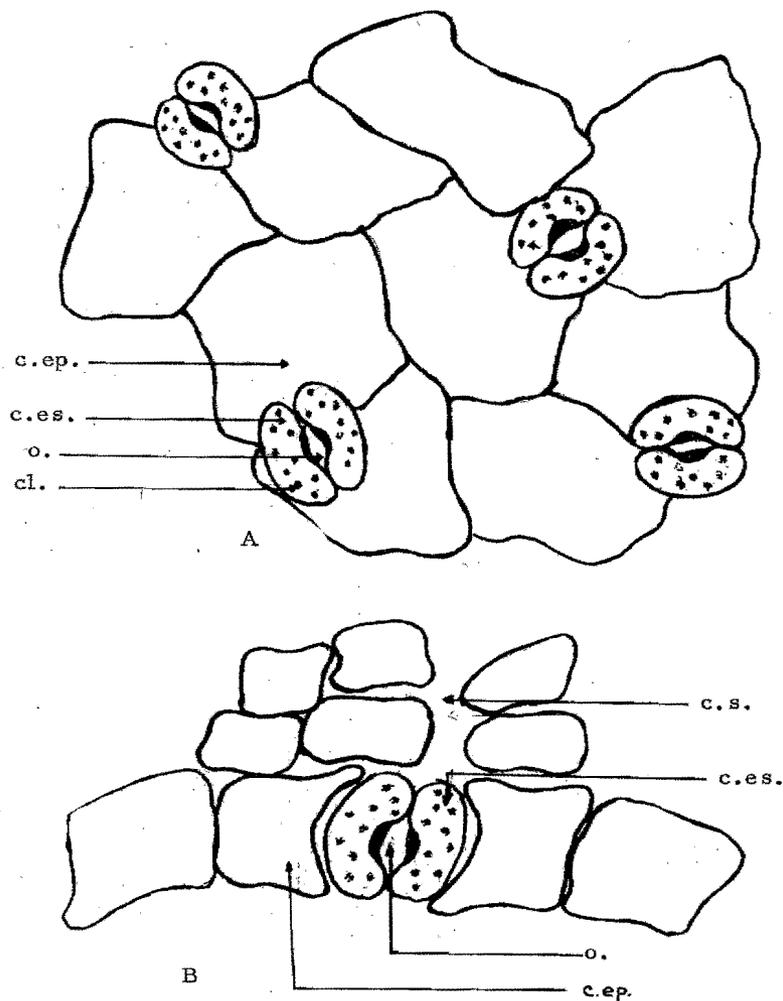


Fig. 8 Estomas de la hoja de *Dioscorea composita*. A. epidermis vista de frente con los estomas dispersos en la superficie. B. epidermis en sección transversal. c.ep. células epidérmicas; c.es. células estomáticas; cl. cloroplastos; c.s. cámara subestomática; o. ostiolo.

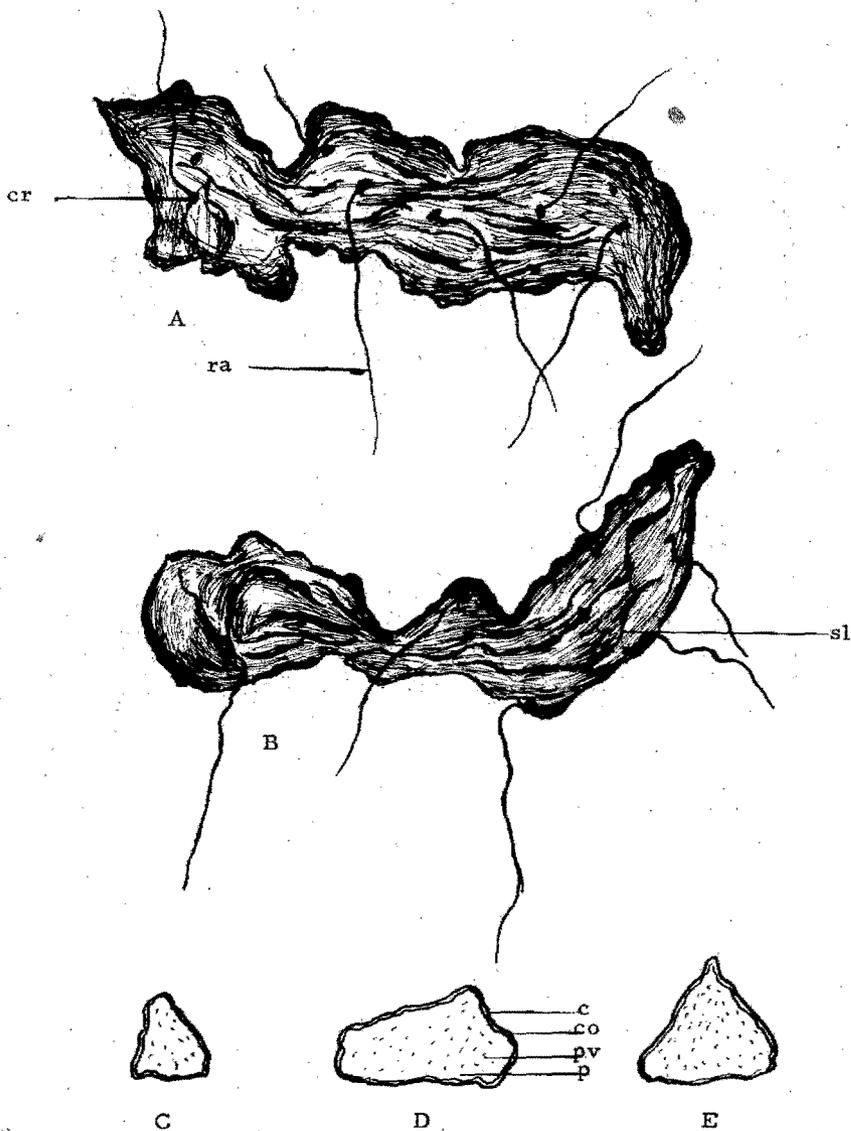


Fig. 9. *Dioscorea floribunda*. Trozo de un rizoma: A, vista ventral; B, vista dorsal; C, sección transversal de una rama de rizoma en la región proximal (corona); D, región media; E, región distal; c., corcho; co., corteza; cr., cicatriz de la raíz; p., parénquima; pv., paquetes vasculares; ra., raíces adventicias; sl., surcos longitudinales.

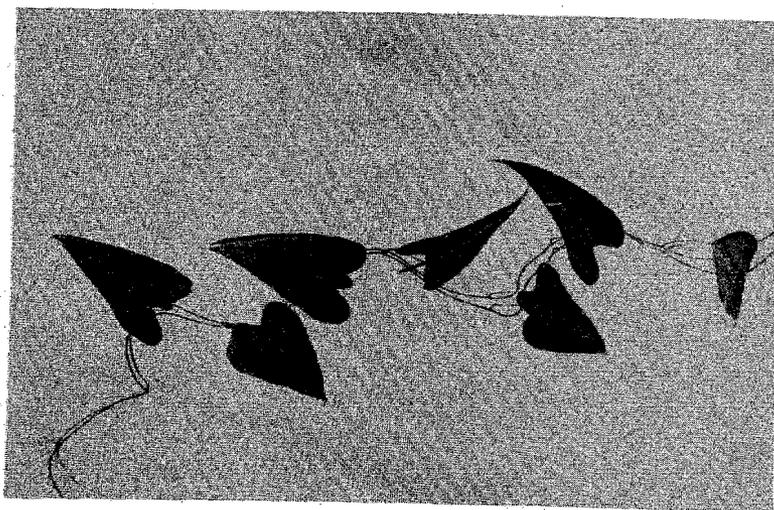
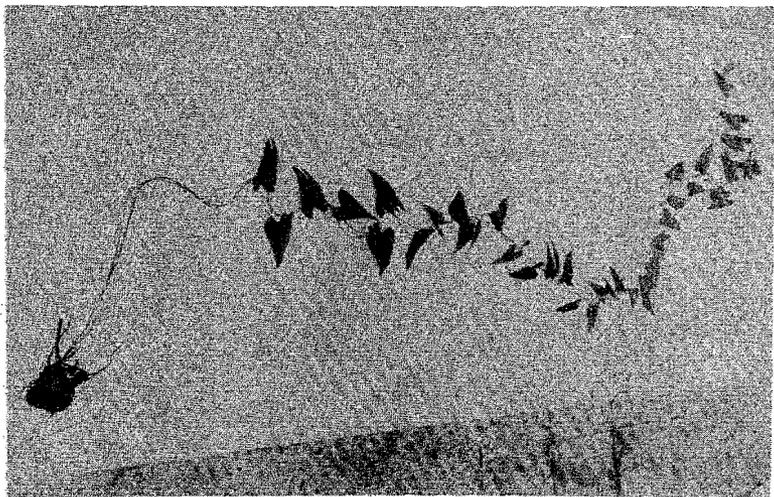
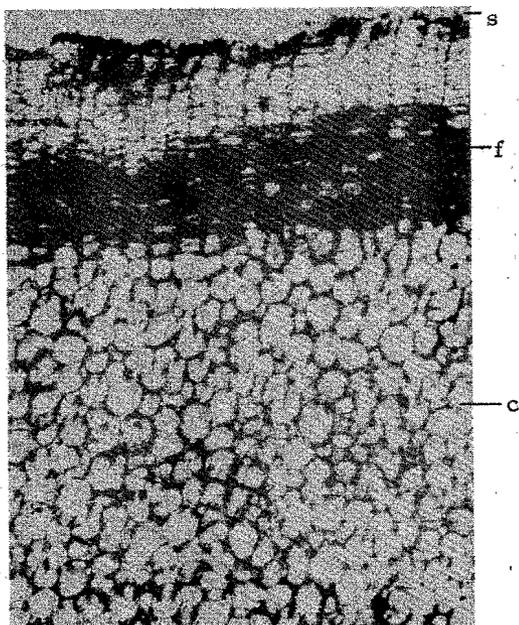
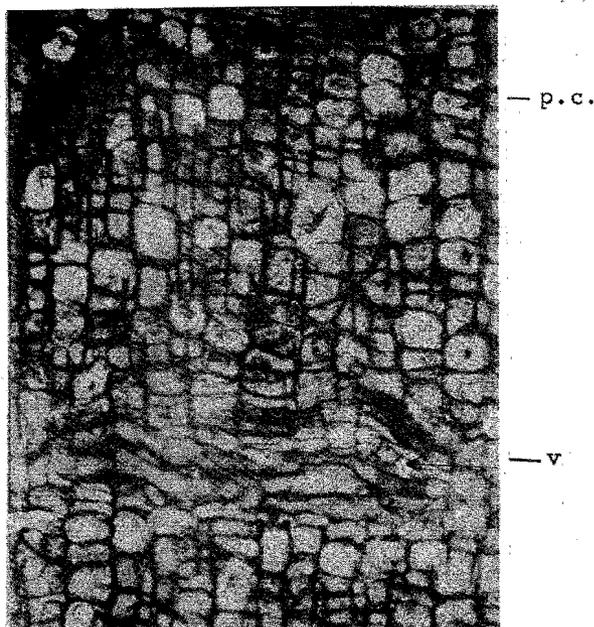


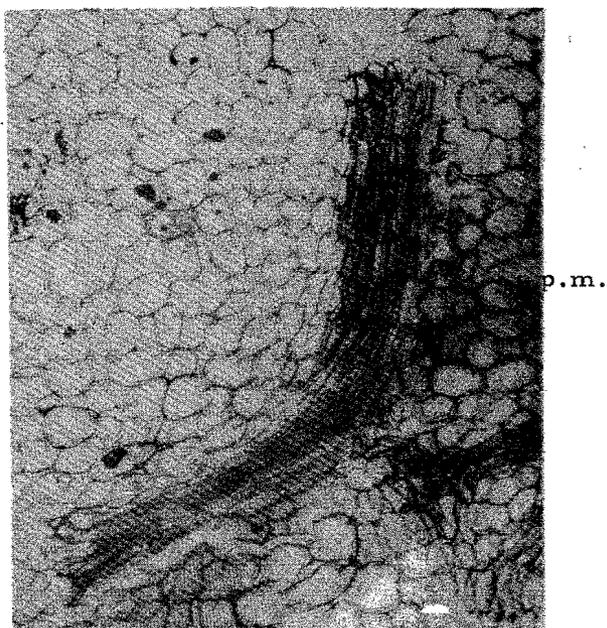
Fig. 10. Tallo y hojas de Dioscorea floribunda.



A



B



C

Fig. 11. Estructura microscópica del rizoma de *Dioscorea floribunda*. A: muestra el súber, el felógeno y la corteza; B: el parénquima cortical con abundantes granos de almidón; C: el parénquima medular con granos de almidón, inclusiones de grasa y un haz vascular colateral. s. súber, f. felógeno, c. corcho, p.c. parénquima cortical, v. vasos, p.m. parénquima medular.

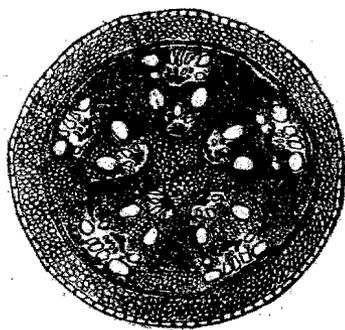
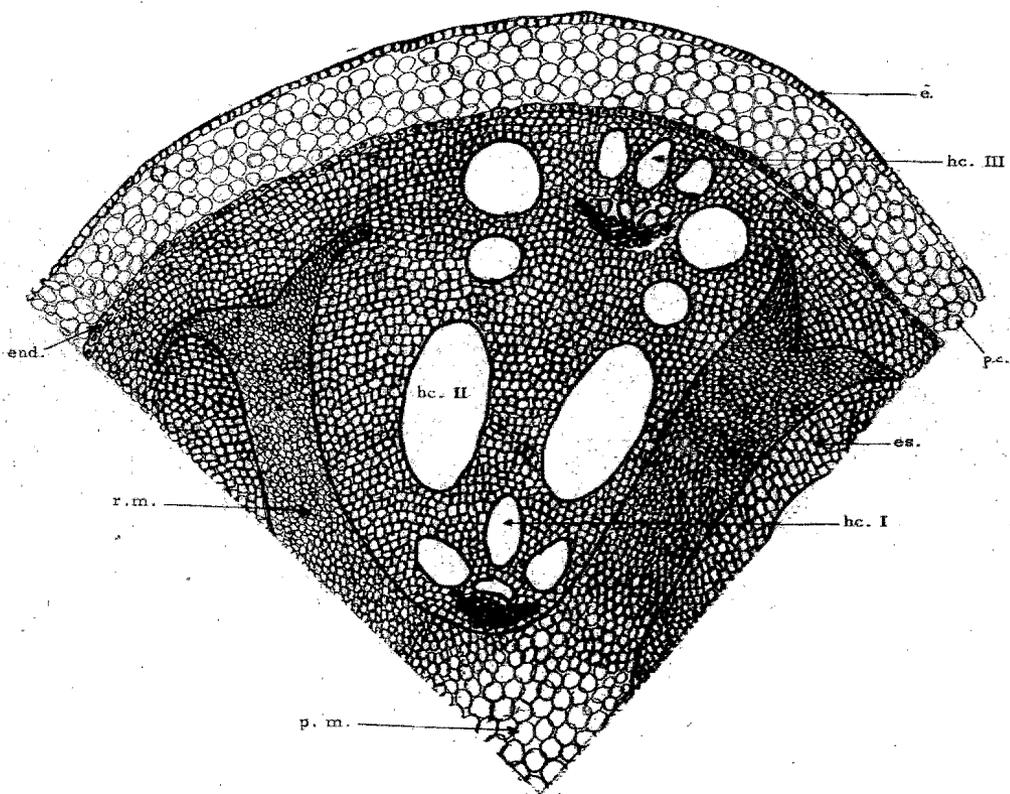


Fig. 42 *Dioscorea floribunda*. Corte transversal de tallo; e. epidermis; end. endodermis; es. esclerenquima; p.m. parénquima medular; r.m. rayos medulares; h.c. haces colaterales I, II, III, p.c. parénquima cortical

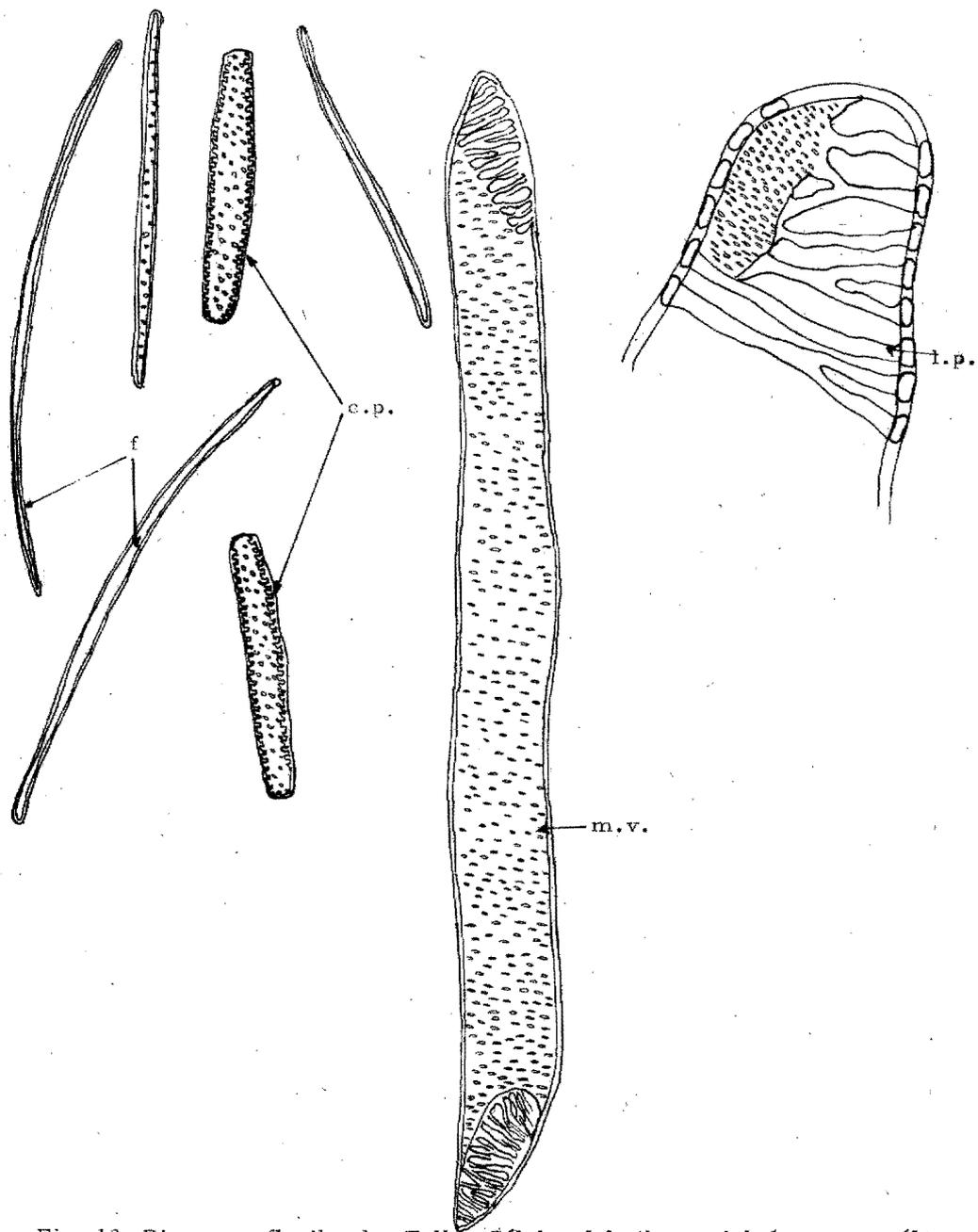


Fig. 13. *Dioscorea floribunda*. Tallo. Células del xilema aisladas. c.p. células parenquimatosas; f. fibras 20X; l.p. lámina perforada de un miembro de vaso mostrando la perforación escaleriforme 320X; m.v. miembro del vaso 20X.

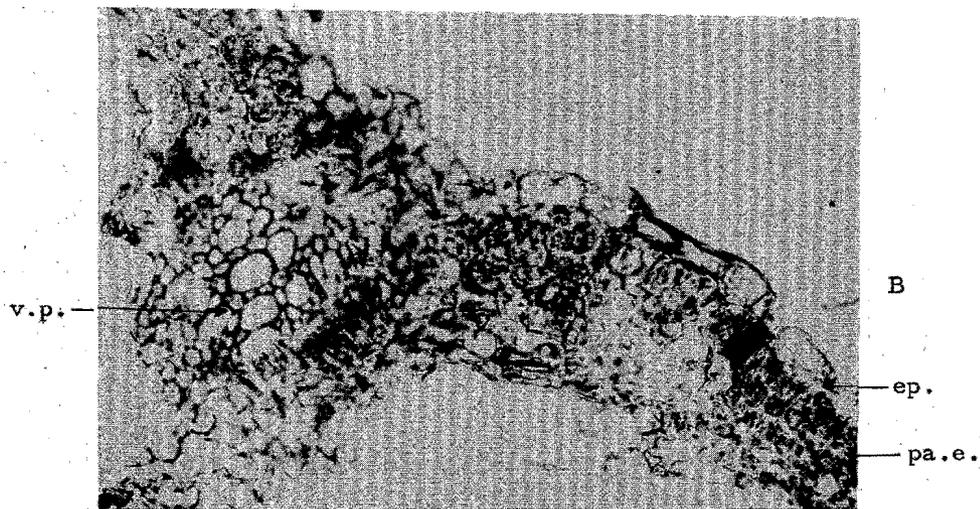
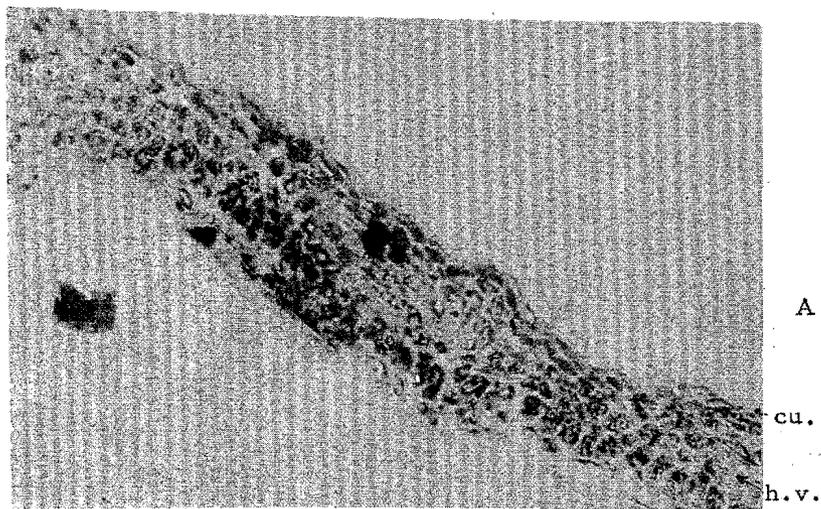


Fig. 14. Estructura microscópica de la hoja de Dioscorea floribunda. A y B corte transversal de hoja mostrando: cu. cutícula; ep. epidermis; pa.e. parénquima en empalizada; h.v. haz vascular; v.p. vena principal formada por un haz colateral, 80X.

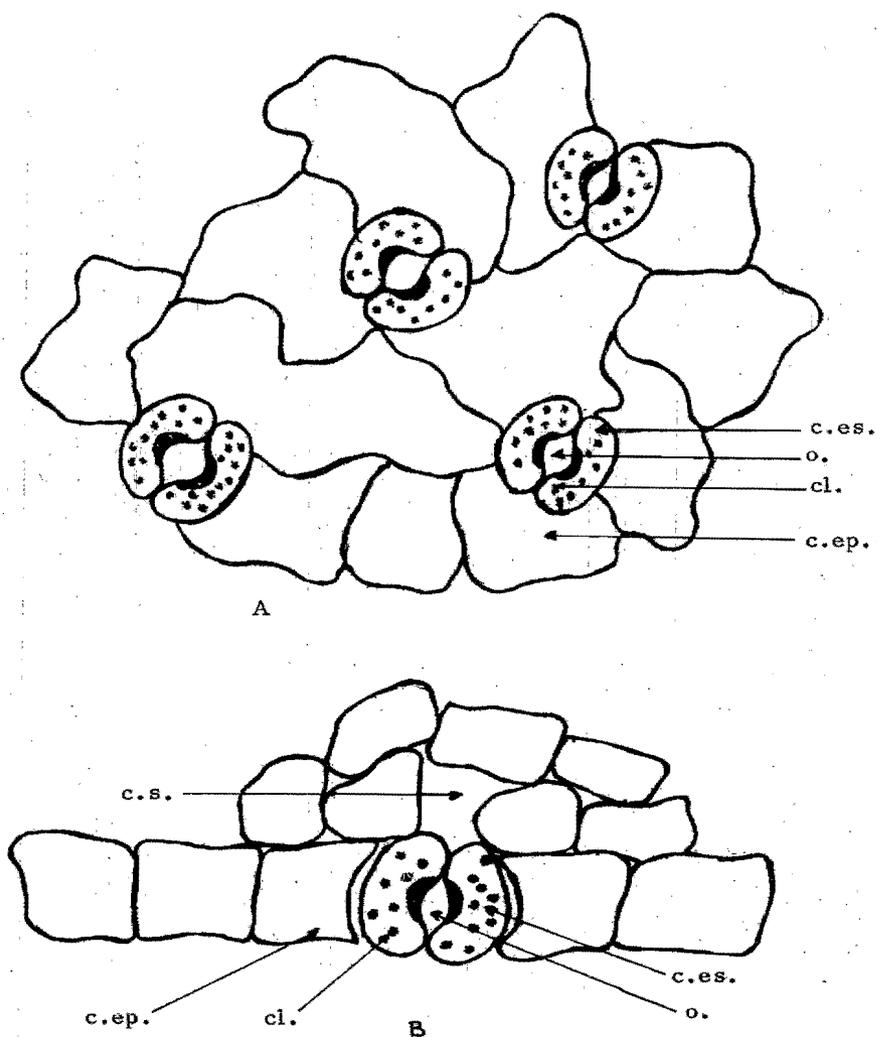


Fig. 15. Estomas de la hoja de *Dioscorea floribunda*. A. epidermis con los estomas vistos de frente, dispuestos irregularmente en la superficie. B. epidermis en sección transversal, con los estomas vistos de perfil, c.ep. células epidérmicas; c.es. células estomáticas; cl. cloroplastos; c.s. cámara subestomática; o. ostiolo.