

## ANATOMIA DEL FRUTO DE *Macleania rupestris* (H.B.K.) A.C. Smith (Uva Camarona)<sup>1</sup>

MARTHA LUCIA CH. DE VALENCIA y NOHORA M. DE CARRILLO<sup>2</sup>

**Resumen.** Se estudia la anatomía del ovario y se analizan las transformaciones anatómicas que sufre el fruto de la "Uva camarona" durante su desarrollo, particularmente se señalan los aspectos morfológicos general del fruto y de la semilla.

Así mismo se muestra la distribución de la especie en Colombia y se mencionan los estudios realizados hasta el presente. Se resaltan las buenas perspectivas económicas del fruto y la necesidad de iniciar los estudios agronómicos para su cultivo.

**Abstract.** The ovary anatomy of "uva camarona" (*Macleania rupestris* (H.B.K.) A.C. Smith) is studied and an analysis is made of anatomical transformations occurred in the fruit during its development, making emphasis on the general morphological aspects of the fruit and the seed.

The distribution of the species in Colombia is reviewed and a consideration of the studies carried out, so far, is made. The outstanding economic perspective of the fruit in Colombia are considered and the need to initiate studies on the agronomic aspects of its cultivation are examined.

### INTRODUCCION

El fruto de *Macleania rupestris* es considerado uno de los frutos de zonas frías con buenas perspectivas comerciales para consumo directo y manufacturado.

Son comestibles y de agradable sabor, se comen en fresco, en jugo y en mermeladas. Los pétalos son comestibles y se elabora dulce en almíbar, Romero (1969). Según García (1975) los frutos se emplean contra la disentería y diarreas crónicas, las hojas en decocción como anti-diarréicas y en fiebres tifoideas.

Pérez (1956) señala la acción laxante de los frutos y su uso en la fabricación de vino de buena calidad. Su valor ornamental en jardines botánicos, parques, avenidas y separadores arquitectónicos e igualmente su valor industrial en la fabricación de vino, a partir de sus frutos, es señalada por Rodríguez y Peña (1984).

Foüque (1974) incluye esta especie en su relación de frutos comestibles de la familia Ericaceae del nuevo mundo.

Snow (1981) señala la importancia que tiene la familia Ericaceae en la producción de frutos que sirven de alimento a muchas aves, en zonas subtropicales y zonas frías de los Andes.

El análisis bromatológico preliminar fué realizado por Tovar y otros en 1975. Recientemente, en la carrera de Biología, Universidad Javeriana, sede Bogotá, se han llevado a cabo trabajos de grado sobre aspectos bromatológicos, de especies de la familia Ericaceae. Quintero (1988), Gutiérrez (1989). Igualmente Silva (1988), realizó un estudio bromatológico completo de tres especies de frutos comestibles de páramo que incluye a *Macleania rupestris*. Gutiérrez (1989) compara entre sí los contenidos de los frutos estudiados en estas investigaciones, destacando

<sup>1</sup> Trabajo financiado por Colciencias - Universidad Nacional.

<sup>2</sup> Profesoras Asociadas, Dpto. Biología Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, A.A. 23227, Bogotá, Colombia.

para *M. rupestris* un buen contenido de carbohidratos, fósforo y potasio.

Amaya y Rincón (1989) llevaron a cabo el análisis físico, la caracterización química, el análisis fitoquímico preliminar, e igualmente determinaron las posibles vías de aprovechamiento industrial de la uva camaronera. Trabajo realizado en el Departamento de Química, Universidad Nacional, sede Bogotá.

Gamez y otros (1989) realizaron el estudio fenológico preliminar de 40 especies presentes en el páramo que incluye a *M. rupestris* y otras Ericáceas.

La presente investigación sobre la anatomía del fruto complementa los trabajos realizados hasta ahora, contribuyendo al conocimiento integral de éste fruto.

Lo anterior plantea la necesidad de iniciar trabajos sobre manejo agronómico integral de la especie, por cuanto los conocimientos básicos ya se tienen.

Esta es una especie con poco requerimiento en cuanto al suelo, con buena productividad de frutos por planta; dos cosechas al año, buena reproducción vegetativa; estéticamente atractiva, desde el punto de vista ornamental; frutos de buen sabor y apetitosos a simple vista.

El estudio anatómico del fruto y su variación durante el desarrollo, constituye una investigación básica para los estudios de mejoramiento del fruto y control de patógenos que afectan la calidad del mismo.

En la familia Ericaceae los frutos de algunas especies son tóxicos y morfológicamente parecidos con los que son comestibles; en éste sentido existen algunos trabajos sobre aspectos toxicológicos del género *Pernettya* y *Gaultheria* Rojas (1989), Saens y Nassar (1969).

## MATERIALES Y METODOS

El material vegetal para ésta investigación se coleccionó en sitios aledaños a Bogotá, (alrededores Hacienda Hato Grande, Embalse de la Regadera, Páramo de Monserrate, Páramo de Chizacá).

Se trabajó con frutos frescos en diferentes etapas de desarrollo y otros fijados previamente en FAA y preservados en alcohol al 70%

Para el estudio anatómico se elaboraron micropreparados permanentes en secciones longitudinales y transversales a 8-10 - 12 micras; cortes a mano alzada y cortes en microtomo de congelación. En algunos casos fue necesario aclarar algunos cortes con hipoclorito de sodio por el alto contenido de taninos; los micropreparados permanentes se colorearon con safrina - fast green. Con el fin de determinar contenidos celulares se realizaron pruebas microquímicas según las técnicas descritas por Johansen (1940) y Roth (1964).

Para la ubicación y distribución de los estomas se utilizó la técnica de impresión con esmalte de uñas transparente. Los dibujos se hicieron en cámara lúcida Carl Zeiss Jena en diferentes aumentos y presentan la escala relativa a la imagen proyectada.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### DISTRIBUCION

*M. rupestris* se encuentra desde Costa Rica, Nicaragua, Panamá, Venezuela, Ecuador y parte del norte del Perú; en altitudes de 1.500-4.100 m.s.m., Luteyn y Vidal (en prensa). En Colombia se localiza en las zonas alto-andinas y paramunas como constituyente de la vegetación de éstas zonas, Sturn y Rangel (1985). Luteyn y Vidal (op. cit.) Mora (1984). Crece en áreas rocosas, bosques, matorrales, sotobosques, como integrante de vegetación ruderal y pionera de sitios pedregosos. Es una especie resistente a vientos fuertes y heladas. Requiere generalmente de buena exposición solar, es poco exigente de buenos suelos y a veces prefiere suelos pedregosos, ácidos y bien drenados' Rodríguez y Peña (1984).

Según datos consignados en exicados del Herbario Nacional Colombiano (COL) su distribución es la siguiente. Ver Figs. 1 y 2.

Departamento de Antioquia COL 1-206122, 2-100934.

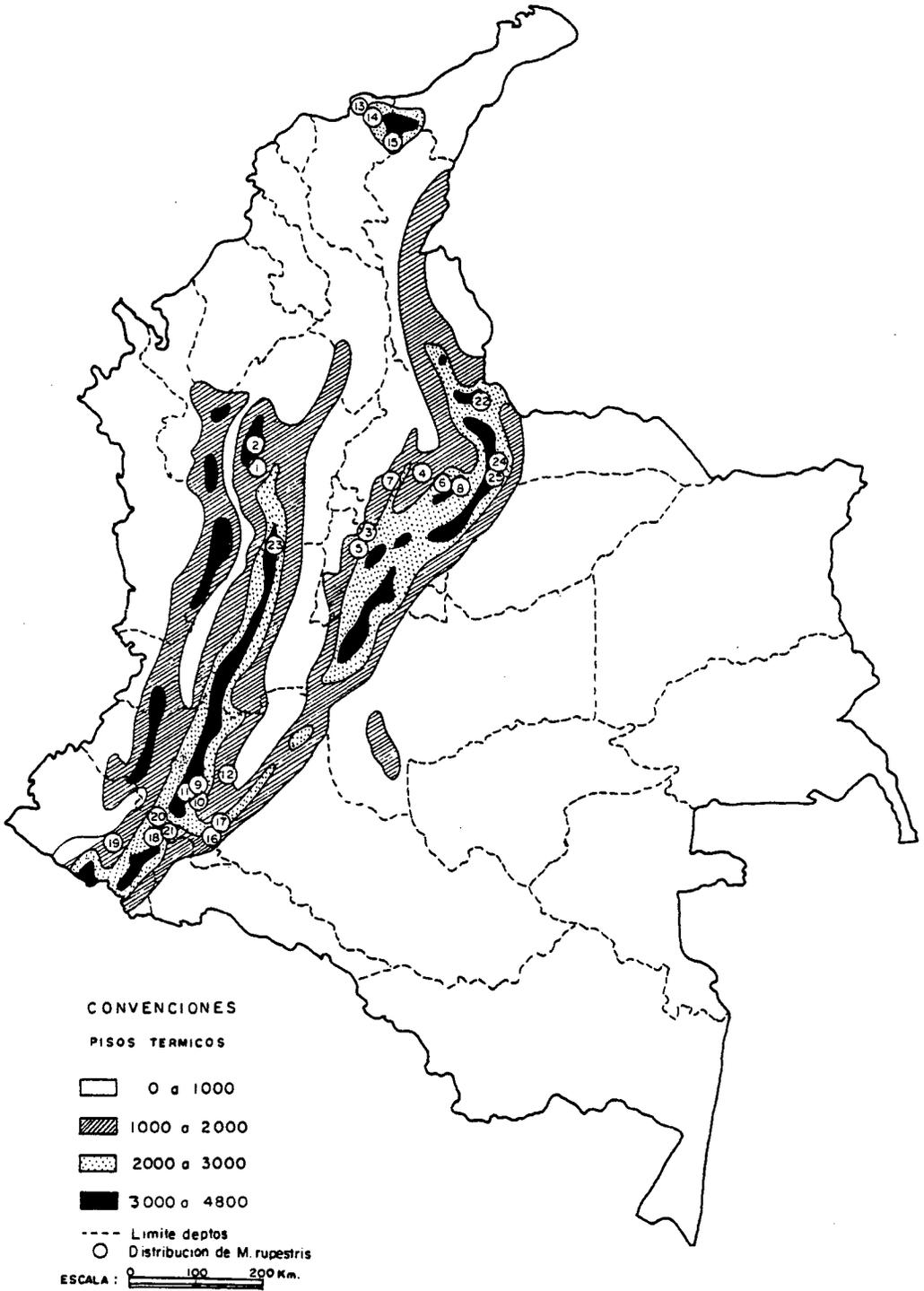


FIG. 1. Distribución de *M. rupestris* en Colombia. (No incluye el Departamento de Cundinamarca).

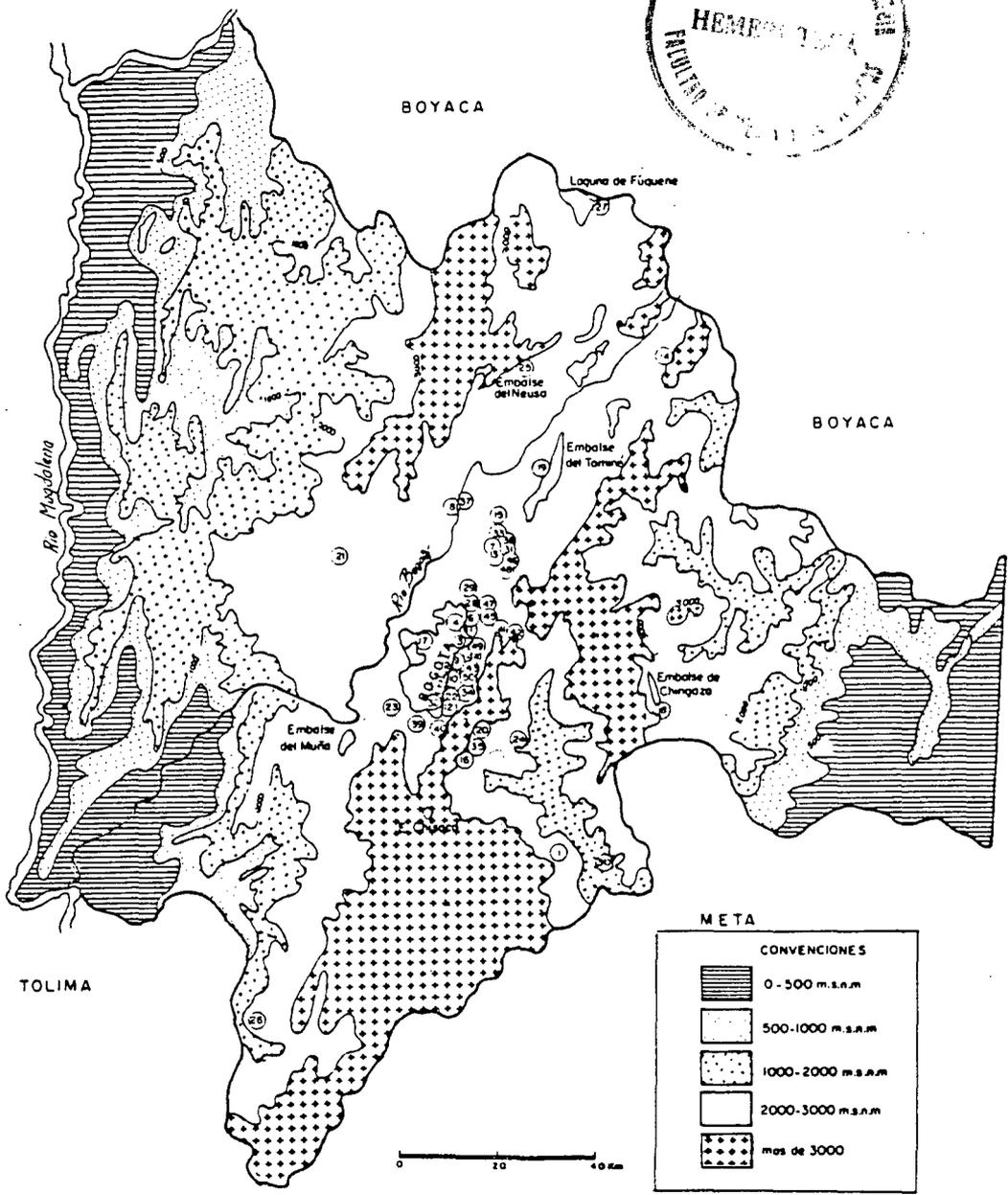


FIG.2 Distribución de *M. rupestris* en Cundinamarca.

**Departamento de Boyacá** COL 3-10346, 5-101263, 6,209117, 7-250304, 7-250304 8-101188.

**Departamento del Cauca** COL 9-105080, 10-84559, 11-211821.

**Departamento del Huila** COL 12-33468.

**Departamento del Magdalena** COL 13-210200, 14-80093, 15-80097.

**Departamento de Nariño** COL 16-33548, 17-95774, 18-238909, 19-222579, 20-210549 21-100653.

**Departamento de Norte de Santander** COL 22-15271.

**Departamento del Tolima** COL 23-188207

**Departamento de Santander** COL 24-180983, 25-151889.

**Departamento de Cundinamarca** COL (Fig. 2) 1-102593, 2-188193, 3-28948, 4-188189, 5-188189, 6-85117, 7-88267, 8-145593, 9-53516, 10-08705, 11-35475, 12-08707, 13-11228, 14-38491, 15-35439, 16-59687, 17-144224, 18-173137, 19-182907, 20-69161, 21-258933, 22-163479, 23-204517 24-163482, 25-271591, 26-278763, 27-191698, 28-75271, 29-60199, 30-42954, 31-36761, 32-285188, 33-93717, 34-161031, 35-168869, 36-221541, 37-164993, 38-93856, 39-97761, 40-82901, 41-285883, 42-265760, 43-154393, 44-159814, 45-163484, 46-90689, 47-35473, 48-08706, 49-08704, 50-239853.

**CARACTERISTICAS GENERALES DEL FRUTO**

Fruto pendunculado; de forma globosa hasta elipsoide; exocarpo de color púrpura cuando maduro, pulpa de color claro similar al de la vid; de 1.0-2.0 cm de diámetro; carnososo, de sabor dulce y agradable; con numerosas semillas (98-150), pequeñas. Presenta en el ápice los restos del cáliz persistente con 5 lóbulos triangulares; el pedúnculo que lo sustenta es fuerte y generalmente encorvado, estriado o rugoso.

Durante el proceso de maduración la forma básica del fruto no se altera, su coloración

cambia desde rosa claro, verde pálido, blanquecino, púrpura oscuro, hasta casi negro (en su senescencia). (Fig. 3). El perianto de las flores es de color rosado intenso inclusive su pedicelo. A medida que transcurre el desarrollo del fruto el color rosa se va perdiendo progresivamente hasta alcanzar el color blanquecino; a partir de éste estadio se evidencia nuevamente la presencia de pigmentos pero de color púrpura, el cual se va acentuando hasta llegar al color púrpura oscuro típico del estado de madurez.

Siendo un fruto carnososo y jugoso su consistencia se mantiene en buenas condiciones hasta los procesos finales de maduración.

Este fruto procede de un ovario ínfero y se considera una baya (sensu amplo) Font Quer (1965).

La productividad por planta es buena con un promedio de 14 frutos por inflorescencia producida.

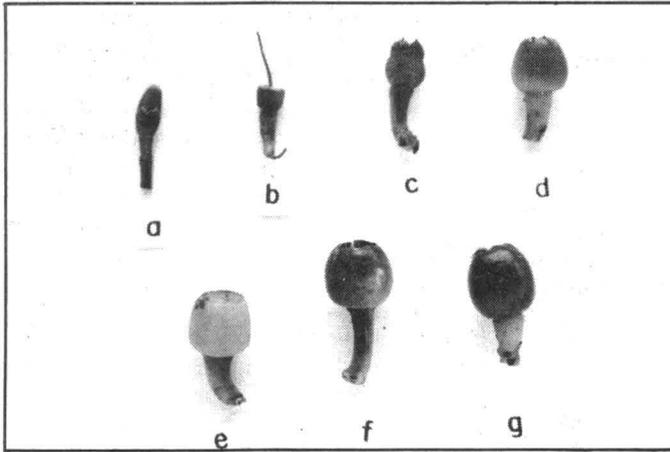
Se observó que la mayor fructificación se presenta en los meses de abril-mayo y octubre-noviembre correspondientes a las épocas de lluvia.

Los frutos se disponen en un eje racemoso con una maduración acrópeta similar a la observada en las flores. (Fig. 4). Las flores son péndulas, pero los frutos no, lo cual indica que durante el desarrollo hay torción de los pecíolos y por supuesto de los frutos.

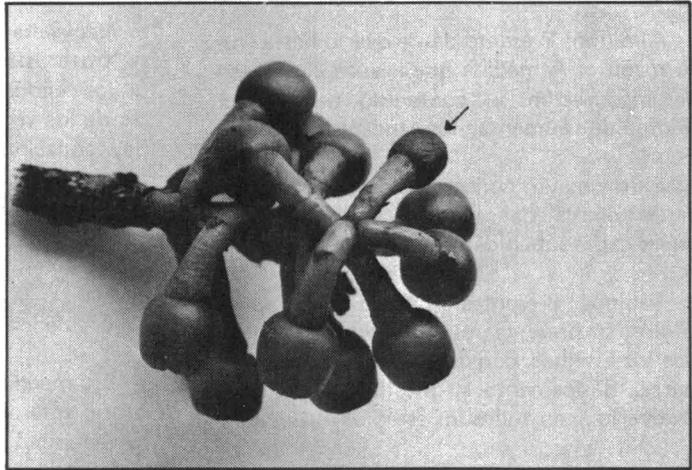
El tamaño de los frutos maduros evidentemente varía en rangos apreciables, probablemente está correlacionado con el estado fisiológico de la planta. Amaya y Rincón (1989), clasificaron los frutos en pequeño, mediano y grande según los siguientes valores:

	Pequeño	Mediano	Grande
Longitud (cm)	1.1.	1.4	1.6
Diámetro (cm)	1.2	1.5	1.8
Peso total (gr)	1.0	1.9	3.2

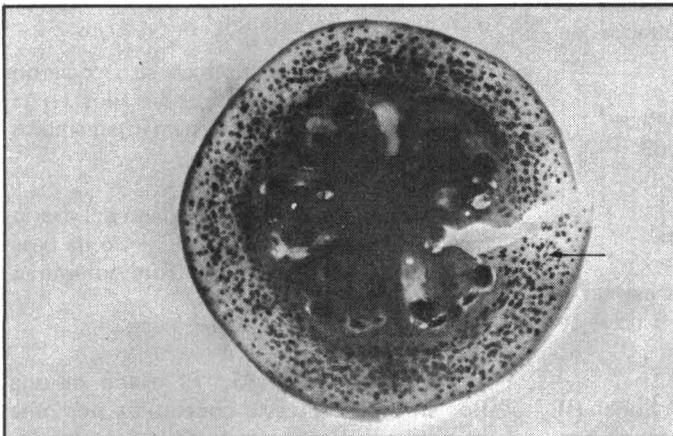
Promedio de 15 determinaciones por cada tamaño.



**Figura 3.** Etapas del desarrollo del fruto de *M. rupestris*. (a) Capullo floral (b) flor (c) estadio inicial del desarrollo; (d) fruto de 8-9 mm diámetro; (e) fruto de 12 mm diámetro; (f) seminaduro; (g) fruto maduro.



**Figura 4.** Disposición de los frutos en el eje racemoso, fruto mas apical y en menor grado de desarrollo.



**Figura 5.** Corte de un fruto de *M. rupestris* tratado con floroglucina -HCL. Se destacan los grupos de esclereidas.

## NOMBRES VULGARES

En Venezuela: Cacagüito, en Mucuruba.

En Ecuador: Hualicon Ilucho, en Balsapampa.

En Colombia: Uva camaroná Bogotá, Guasca, La Calera. Subpáramo de Cundinamarca; Uvo, en Guasca, Uva de páramo en Cundinamarca. Romero (1960), Camargo (1979), Rodríguez y Peña (1984), Sarmiento (1986), Luteyn y Vidal (en prensa).

## PRUEBAS HISTOQUIMICAS

Se llevaron a cabo estas pruebas según las técnicas de Roth (1964) y Johansen (1940); para ello se seleccionaron frutos frescos en los estadios de desarrollo observados en la Fig. 3.

**Almidón.** Presente desde ovario hasta fruto maduro. A medida que avanza el proceso de maduración su contenido decrece, al tiempo que aumentan los azúcares.

Existe mayor concentración de almidones en las zonas aledañas a los haces conductores, en las capas subepidérmicas y en placentas.

**Taninos** Presentes en pared celular y vacuolos, su presencia es muy conspicua en todos los estadios, con decrecimiento en la madurez. Básicamente su localización es igual en ovario y en todos los estadios estudiados.

La mayor concentración de taninos se observa en las capas subyacentes del exocarpo y en las zonas circundantes a los lóculos. Lo anterior concuerda con los resultados de Amaya y Rincón (1989) a saber:

Pulpa	Hollejo*
0.080	1.09

taninos (ácido tánico) g/100 gr.  
\*(exocarpo y 2-3 capas subyacentes).

La distribución de los taninos es más o menos homogénea en estas zonas y no se alcanza a evidenciar idioblastos.

**SUSTANCIAS OLEOSAS.** Con Sudan III la reacción no se evidenció en el tiempo previsto para ésta técnica, resultó positivo al cabo de más tiempo. Para comprobar lo ante-

rior se maceró pulpa de fruto maduro con agua destilada y se agregó acetona, luego se transpaso a un tubo de ensayo y se añadió el Sudan III. Se dejó en reposo por 18 horas, al cabo de las cuales se observó una película de sustancias oleosas de 1 mm, de espesor. Su presencia en las células parenquimáticas no es muy notorio porque las gotitas son muy pequeñas.

**Lignina:** Con el uso de floroglucina y HCL se evidenció claramente la presencia y distribución de células pétreas tanto en ovario como en todas las etapas del desarrollo; igualmente la posición de los haces conductores y la ausencia de fibras. (Fig. 5).

## DESARROLLO ANATOMICO DEL FRUTO

*Macleania rupestris* posee ovario ínfero y su fruto está conformado por el desarrollo de los tejidos del ovario y la unión de las bases de los verticilos florales, (Hipanto) o sea hay adnación de apéndices florales; más el eje no interviene en su formación (teoría apendicular) Eames (1974).

Lo anterior se percibe con mayor claridad al analizar la vascularización de la flor, Lozano y Valencia (en preparación).

En muchos frutos formados a partir de ovario ínfero las partes estériles de los carpelos persisten para cumplir funciones relacionadas con la diseminación del fruto (Roth, 1967). En éste fruto persisten hasta la madurez los cinco lóbulos del cáliz, pero no cumplen función aparente.

Para el estudio anatómico se escogieron inicialmente los estadios observados en la Fig. 3, que muestran externamente cambios de coloración y tamaño.

El estudio anatómico detallado del ovario de flor en preantesis y antesis sirvió de base para evaluar los cambios del fruto durante su desarrollo.

**CAPULLO FLORAL:** El ovario de una flor en preantesis está constituida por: una epidermis externa uniestratificada, cuticulizada, de células pequeñas que muestran muchos estadios de división anticlinal; el

mesófilo (Hipanto y mesófilo) constituido por aproximadamente 21-23 capas de células parenquimáticas y una epidermis interna uniestratificada sin cutícula y sin estomas. (Fig. 6A).

El mesófilo en un ovario recién fecundado posee en promedio 24-25 capas celulares, la epidermis externa e interna se observan igual al estadio anterior. (Fig. 6 b). No se observan filas radiales de células en división, pero sí muchas células aisladas del mesocarpo dividiéndose en sentido periclinal. En los estadios anteriores son muy abundantes las drusas en las células parenquimáticas del ovario.

La epidermis, mesófilo y epidermis interna del ovario, originan respectivamente el exocarpo, mesocarpo y endocarpo del fruto; la placenta no tiene mayor ingerencia por cuanto su crecimiento hacia los lóculos no es apreciable; tampoco se observa protusión de tejidos del pericarpo hacia los lóculos, por lo tanto su número (5) y el número de septos no cambia (Fig. 7).

#### **CARACTERIZACION DE EPIDERMIS A EXOCARPO**

La epidermis externa o exocarpo (en sentido estricto) es uniseriada y constituye la capa principal de protección del fruto. Las paredes tangenciales externas están cubiertas de cutícula la cual aumenta de grosor a medida que se desarrolla el fruto. Las paredes radiales y las tangenciales internas también están impregnadas de cutina, lo cual se observa al utilizar Sudan III. (Fig. 8 d).

La forma de las células, (vista tangencial externa), desde ovario hasta fruto maduro es más o menos isodimétrica con abundantes plasmodesmos y paredes un tanto gruesas (Fig. 8a, b, c, e.). En la zona media del fruto, éstas células se alargan y sufren divisiones perpendiculares al eje mayor de la célula.

(Fig. 8b). Además de éste tipo de división, es común encontrar divisiones según el patrón ventana, Roth (1967). (Fig. 8e).

Estados de división periclinal son observables hasta frutos de 11 mm de diámetro y semimaduros.

Los estomas están presentes desde ovario hasta fruto maduro, son de tipo paracítico y un poco levantados, en estadios iniciales. Existe una mayor concentración en la parte basal y apical del fruto y menor en la zona media (Fig. 9).

Las células de la epidermis que rodean las pequeñas glándulas (más tarde caducas) localizadas en el pedúnculo y ápice del fruto, adoptan el patrón o arreglo estrellado alrededor de la estructura (Fig. 10a, b).

En el ápice del fruto, en la zona del disco, hay formación de corcho para taponar las zonas donde se insertaba el perianto y existía un tejido glandular en el estado de ovario (Lozano y Valencia, en preparación). La formación de éste cambium felógeno es observable desde frutos de 8-9 mm., diámetro (Fig. 10 c, d).

Es común observar frutos con formación de corcho en áreas pequeñas (lenticelas) hasta grandes que le restan atractivo y calidad, éstas formaciones en ocasiones se extienden hasta el pedúnculo (Fig. 11).

En algunos frutos es tal la cantidad de corcho que cubre casi toda su superficie; existe alguna relación con infección de hongos en flor o primeros estadios del desarrollo. Esta hipótesis se plantea por la presencia abundante de hongos en plantas con frutos con esta anomalía.

#### **CARACTERIZACION DE MESOFILO A MESOCARPO**

El mesófilo está conformado por células parénquimáticas organizadas en tres zonas, de acuerdo a su tamaño, siendo las células de la zona central las de mayor tamaño, característica que se conserva durante todo el desarrollo del fruto. (Fig. 6b). El parénquima se encuentra surcado por haces vasculares mayores y menores, drusas en forma espaciada y pequeños grupos de esclereídas (células pétreas) con paredes aún delgadas y sin canales (Fig. 12a).

La presencia de las células pétreas en el mesocarpo es constante en todas las etapas del desarrollo. Se localizan en pequeños grupos de 2-4 o solas; en posición subepidérmica.

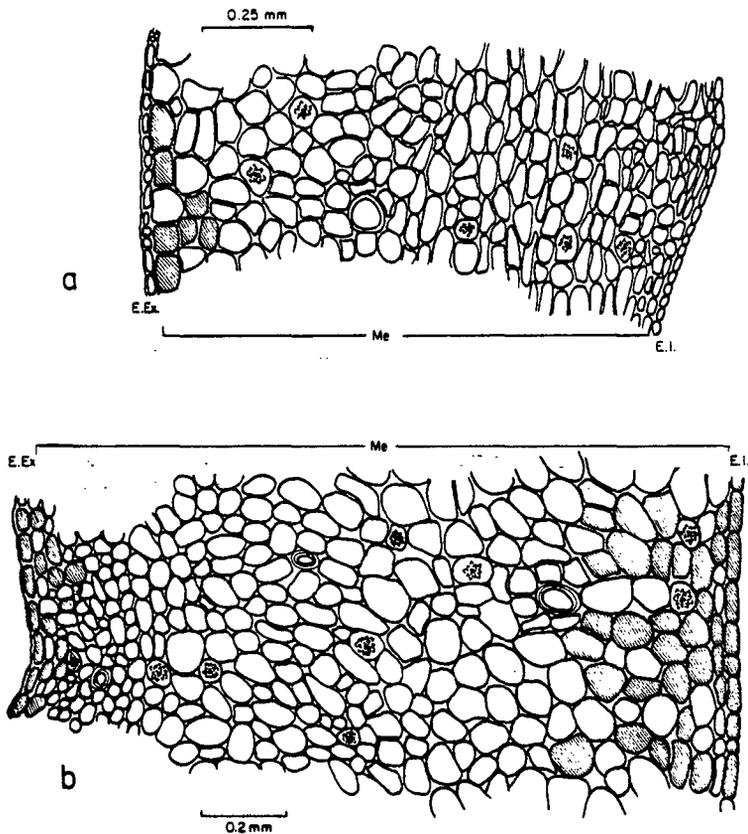


FIG. 6 . a- Corte long. pared del ovario de un capullo floral; b- Corte tr. pared de ovario recién fecundado. E Ext.: epidermis externa, Me.: Mesófilo, E.I.: epidermis interna.

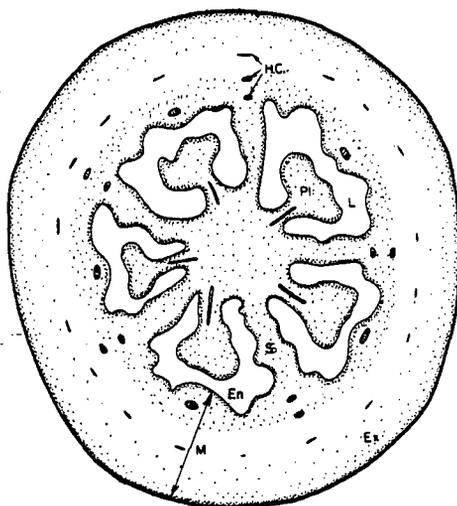


FIG. 7 Corte tr. medio de un fruto maduro sin semillas (la parte punteada corresponde a los sitios donde abundan los taninos). S.: septos, Pl.: Placenta, L.: lóculos; H.C.: Haces conductores, M.: Mesocarpo, Ex.: exocarpo, En.: endocarpo.

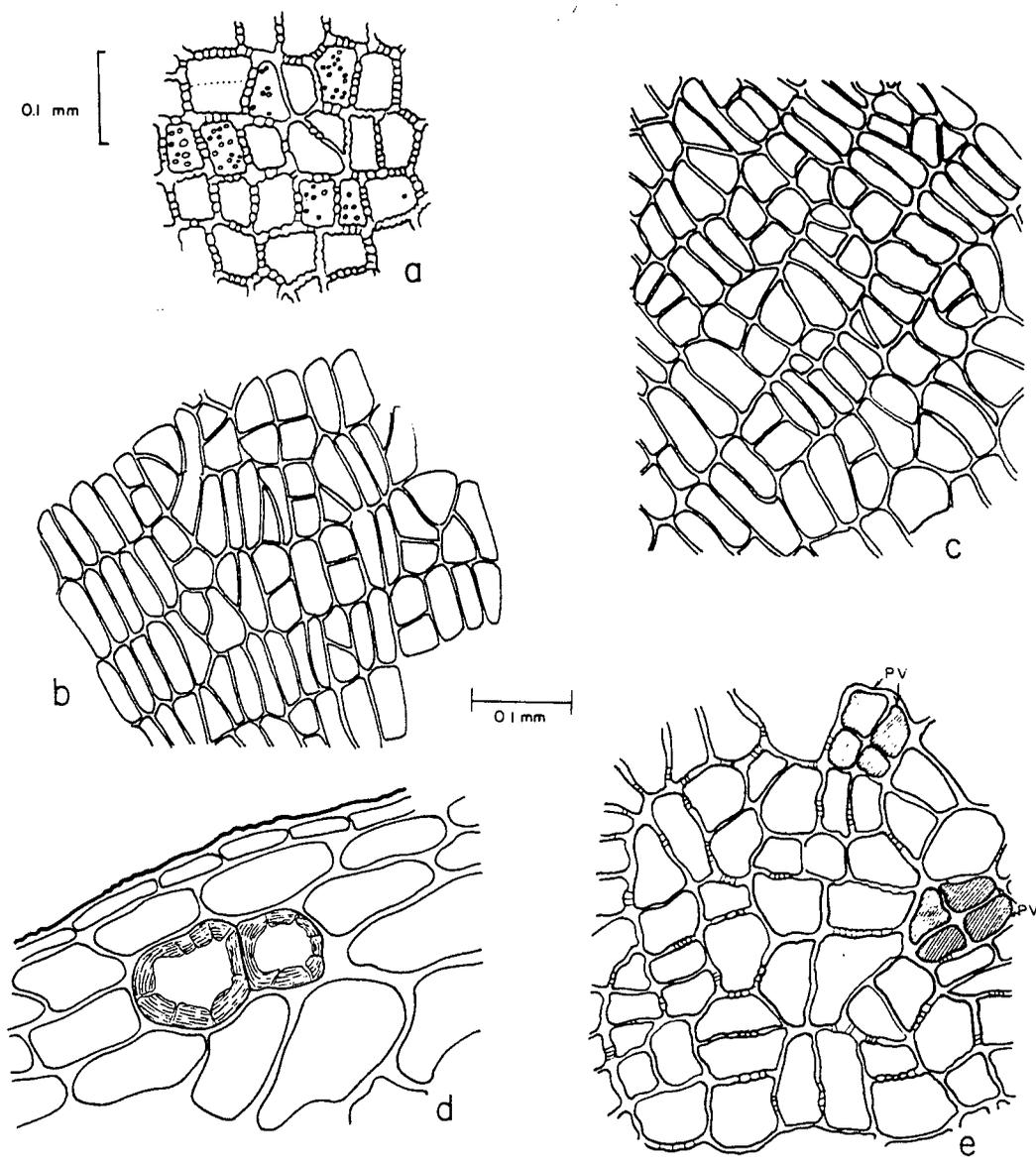


FIG. 8 Epidermis Externa - Exocarpo. a- Epidermis de ovario b- Epidermis de fruto de 6 mm diámetro, c- de fruto de 10 mm diámetro, d-C.tr. zona del exocarpo de un fruto maduro. e-Exocarpo de un fruto maduro. (Exceptuando la figura d, todas las figuras son vista frontal). P.V.: patrón ventana.

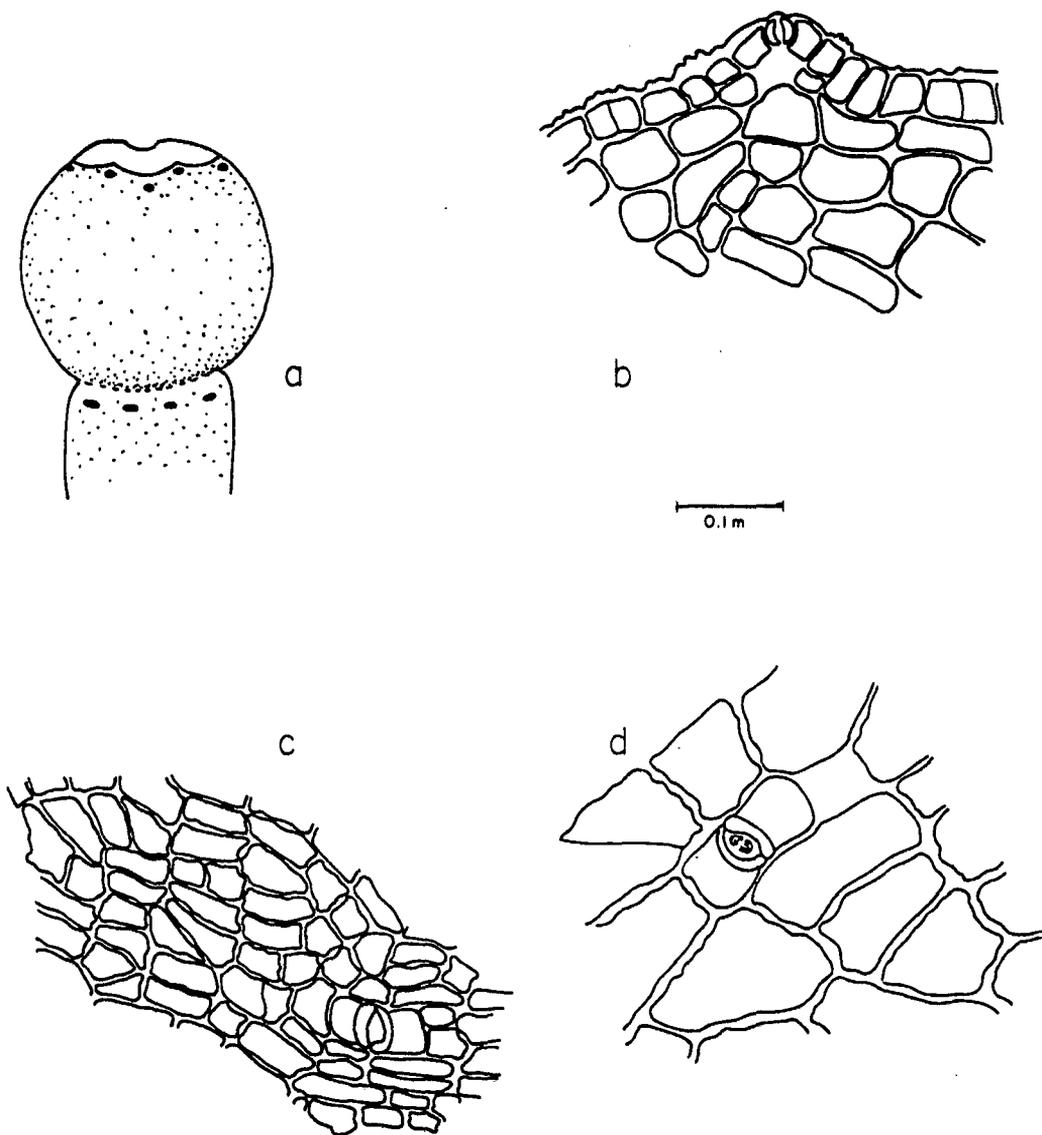


FIG. 9 Estomas. a-distribución general de los estomas en fruto y pedúnculo (fruto 6 mm de diámetro x 5) b-C.tr. de epidermis de ovario que muestra el estoma un poco levantado. c-vista frontal de un estoma parte media del ovario de flor en antesis. d-vista frontal de un estoma en fruto de 10 mm diámetro.

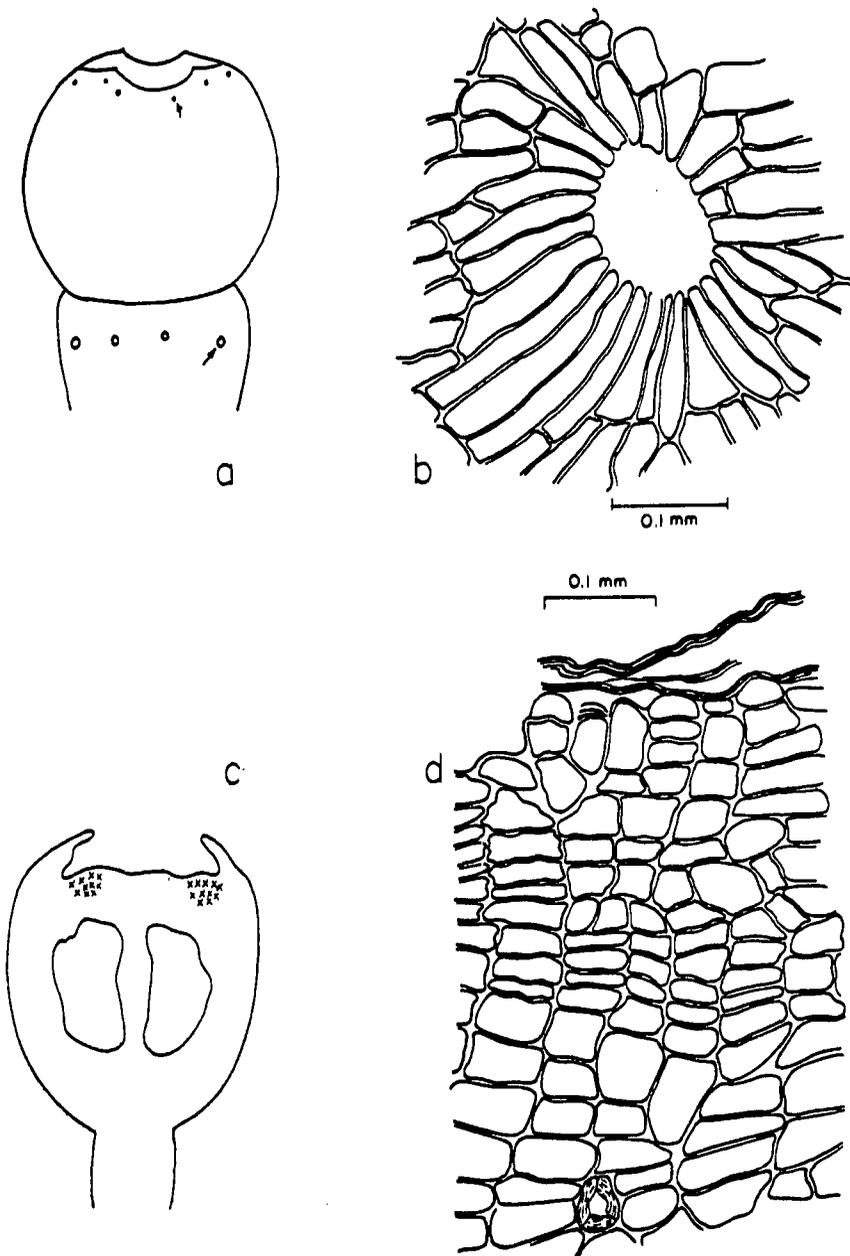


FIG. 10 a- Posición general de las glándulas caducas en fruto y pedúnculo (fruto de 6 mm. de diámetro x 5). b- epidermis de fruto de 10 mm, que muestra el sitio dejado por la glándula caduca y la organización radiada de las células epidérmicas circundantes. c- Localización de las zonas donde se produce corcho. d- corte log. de ésta zona.

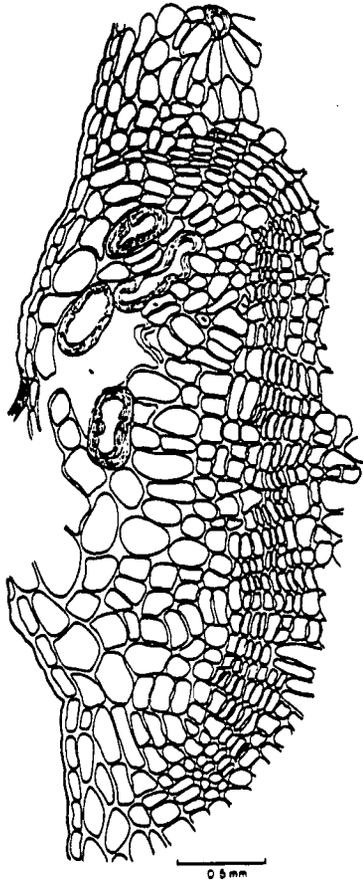


FIG. 11 Corte transversal parcial de exocarpo y mesocarpo de un fruto maduro donde se muestra una lenticela con abundante producción de corcho.

ca o en el mesocarpo. A medida que el fruto se desarrolla el incremento en tamaño, el grosor de la pared y la presencia de canales va en aumento. (Fig. 12b, c, d).

Los nidos de esclereídas están rodeados por células de parénquima (5-9), las cuales se disponen en forma radiada, siendo muy evidente ésta disposición en frutos semimaduros y maduros.

Estos conjuntos celulares (esclereídas-parénquima) son muy conspicuos y llegan a tener un gran desarrollo en los últimos estadios del crecimiento del fruto, por cuanto las células parenquimáticas aumentan en volumen y longitud y el conjunto evidencia la forma estrellada (Fig. 12f.).

Si las esclereídas están cerca al exocarpo, las células parenquimáticas circundantes generalmente no adoptan la forma radiada, observada en el mesocarpo y la mayor elongación se dá en aquellas que están influenciadas por el crecimiento periférico del fruto (Fig. 12e).

La consistencia arenosa de la pulpa del fruto se debe a la presencia de éstas esclereídas, las cuales son del tipo braquiesclereídas, de lumen amplio.

El incremento del grosor del mesocarpo se debe a tres factores básicos divisiones periclinales de las células parenquimáticas, aumento de su longitud-volumen y aumento de tamaño de los espacios intercelulares. Cada

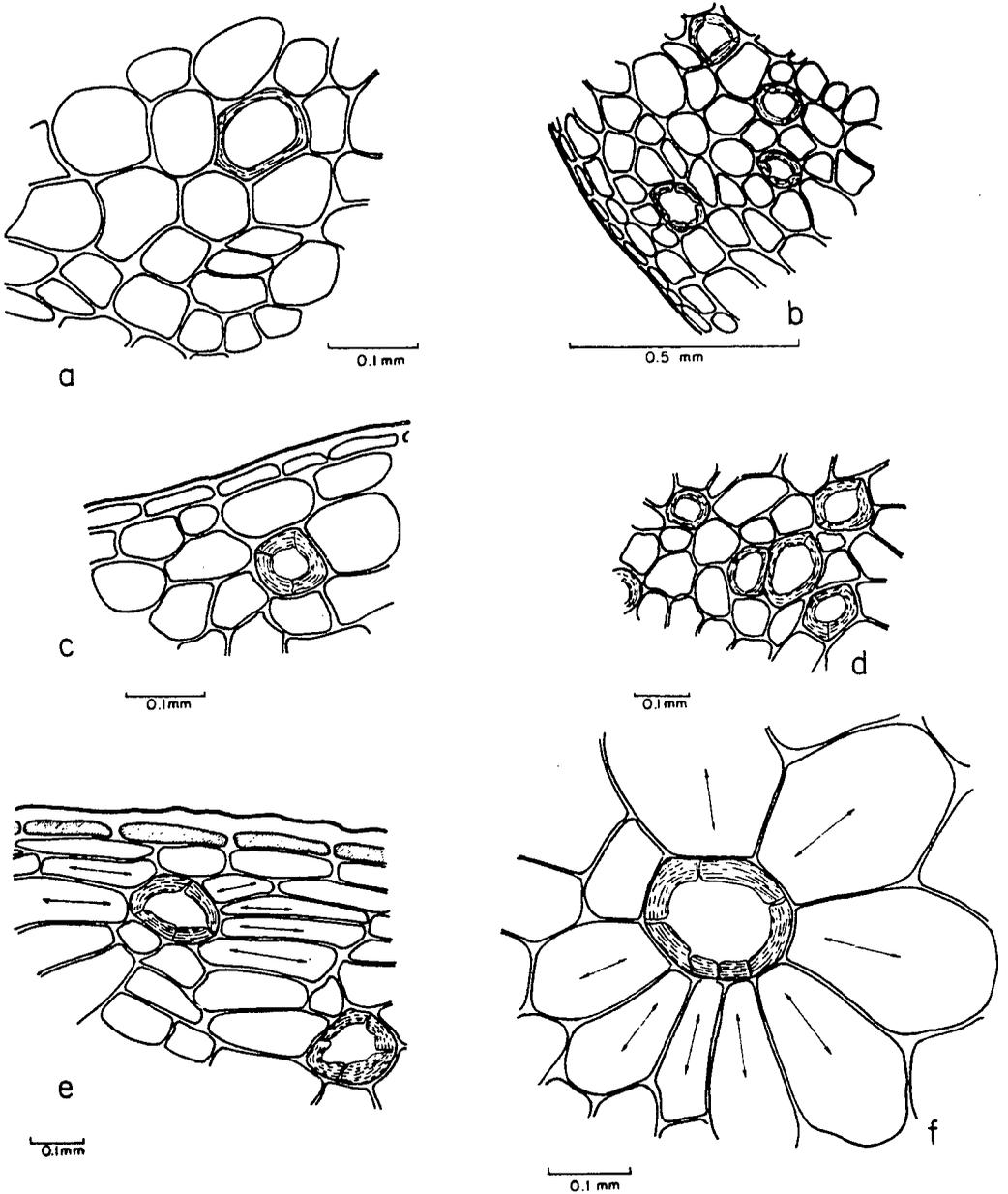


FIG. 12. Esclereidas. a-C.tr. parcial de mesófilo del ovario de una yema floral. b.c.d.- C.tr. de un exocarpo y Mesocarpo de un fruto de 8 mm de diámetro. e-C.tr. de exocarpo -mesocarpo de un fruto maduro. f-esclereida y células parenquimáticas circundantes de un fruto maduro.

uno de éstos factores es determinante en mayor a menor grado según la zona del mesocarpo considerada. En la zona central de mesocarpo influye el crecimiento y aumento del volumen celular y/o de los espacios intercelulares. En las zonas aledañas al exocarpo y endocarpo se observan estadios de división celular en sentido periclinal, aunque no en forma de filas radiales; éstas divisiones son evidentes hasta frutos de 9-11 mm. En las zonas subyacentes al exocarpo pueden perdurar estas divisiones hasta estadios más avanzados puesto que el exocarpo se divide anticlinalmente hasta el estadio semimaduro.

El mesófilo del ovario está formado por 21-23 capas (incluye también los tejidos verticales) los cuales se van incrementando en número a medida que el fruto se desarrolla, hasta alcanzar 30-33 capas en el estadio previo a semimaduro (color blanquecino); en estado semimaduro y maduro no hay incremento de capas (Fig. 13 y 14).

Como se había mencionado *M. rupestris* es una baya jugosa que conserva buena consistencia en la madurez.

Esto se debe a que no presenta lisis celular abundante y consecuente formación de lagunas o espacios grandes; ni liberación abundante del contenido celular a los espacios intercelulares del mesocarpo, como ocurre en otras bayas más jugosas tipo *Solanum sisymbriifolium* y *Physalis peruviana* Valencia (1988, 1986). Las transformaciones descritas para estas bayas, se observan en el fruto de *M. rupestris* pasado su climaterio fisiológico.

En la uva camarona, cuando el fruto está maduro, se evidencia el aumento de tamaño de los espacios intercelulares, algunas células colapsadas y lisis total de unas cuantas. Estos procesos se inician desde el estado semimaduro (Figura 14b.).

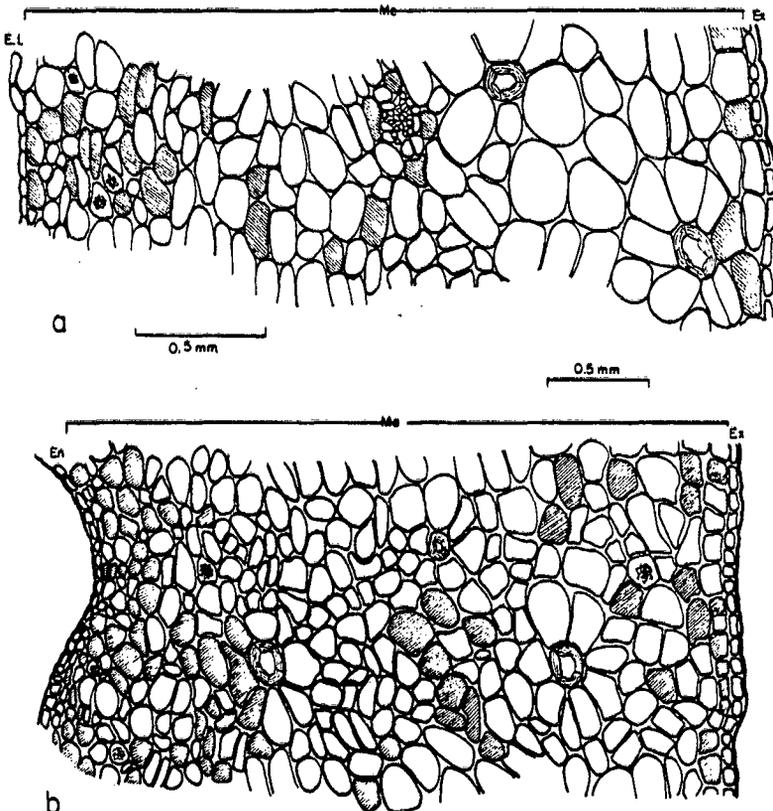


FIG. 13 a-C.tr. de pared de ovario 6 mm diámetro b-C.tr. pared de fruto de 8-9 mm diámetro. E.Ex. epidermis externa, Me.: mesófilo, E.I.: epidermis interna; En. endocarpo, M.: mesocarpo, Ex.: exocarpo.

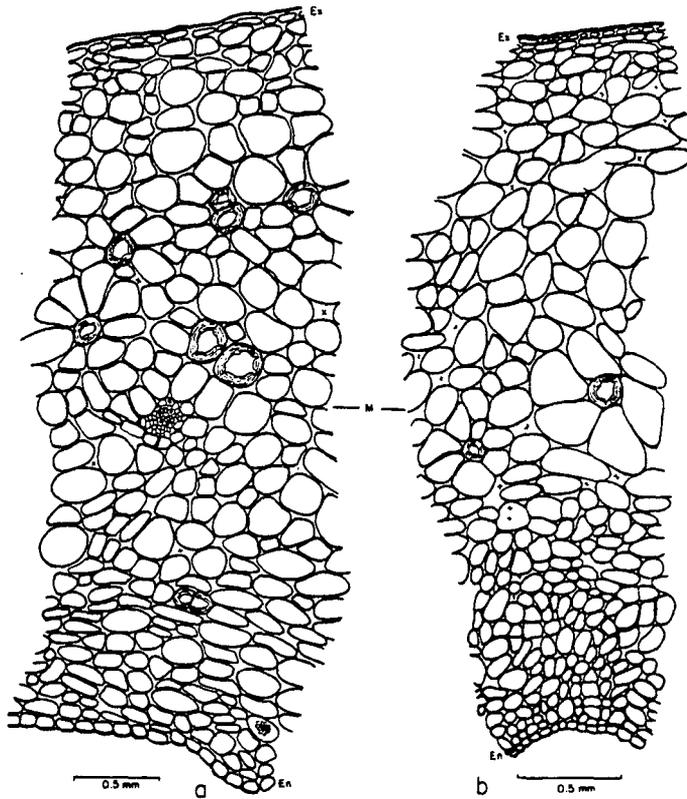


FIG. 14 a- C.tr. pared de fruto de 11 mm diámetro b- C.tr. Pared de fruto semimaduro.

### TRANSFORMACION DE LA EPIDERMIS INTERNA

La definición de baya contempla la presencia de mesocarpo y endocarpo carnosos y más o menos jugosos. Font Q. (1965).

En sentido topográfico podemos hablar de endocarpo, pero no anatómicamente, puesto que no existe ninguna transformación evidente de la epidermis interna como ocurre en las drupas.

En el ovario ésta capa se presenta uniestratificada, cutícula delgada sin estomas, de células pequeñas, tangencialmente más alargadas, de paredes delgadas. Básicamente esta estructura se conserva hasta el fruto maduro, lo único destacable son las divisiones anticiliales observadas en éste estrato.

En las capas subepidérmicas y en la epidermis interna no se observa actividad mitótica localizada que permita reconocer la presencia de un meristemo.

El crecimiento de la placenta hacia los lóculos no es apreciable y tampoco forma falsos septos que rodeen las semillas; en corte transversal la forma que adopta es triangular (Fig. 7). Los rudimentos y/o semillas se disponen longitudinalmente a su alrededor.

### ANATOMIA DEL PEDUNCULO

La importancia del pedúnculo en el desarrollo del fruto es evidente, cambia progresivamente desde la etapa floral hasta la abscisión del fruto.

Su papel fundamental es el suministro de agua y de las sustancias necesarias para el desarrollo de los frutos, además sirve de soporte mecánico capaz de resistir el incremento en peso.

En *M. rupestris* se observan cambios en longitud, diámetro, consistencia y posición de los pedúnculos a medida que los frutos maduran así:

Diámetro fruto	Long. Pedúnculo	Diámetro Pedúnculo
8 mm	11 mm	3 mm
11 mm	16 mm	3.5 mm
15 mm	28 mm	4 mm

Se observan estriados o acanalados y además encorvados debido a la torción que sufren; por cuanto las flores son péndulas y los frutos erectos (Fig. 4).

Anatómicamente los cambios observados son pocos, comparando el patrón del pedúnculo de los frutos, pequeños hasta maduros. A pesar de la torción, no hay variación de la simetría radial del conjunto.

El patrón general es el siguiente: forma general terete, los tejidos conductores forman un anillo, médula parenquimática, corteza bien desarrollada, epidermis uniestratificada.

La epidermis permanece uniestratificada, aunque las paredes, radiales y la tangencial externa se engruesan y cutinizan, en algunos sectores se observa la formación de pequeñas lenticelas.

La corteza se incrementa en grosor, las células pétreas esparcidas, progresivamente se lignifican; los 2-3 estratos subepidérmicos adoptan un aspecto colenquimatoso. El anillo de fibras, colindante con el floema, al final del desarrollo es prácticamente continuo. En algunos sectores presenta 3-4 estratos cuyas células muestran completa lignificación.

La actividad del cambium es evidente a lo largo del desarrollo, con un incremento de tejidos secundarios que aumentan el diámetro del anillo de los tejidos conductores. Se

observan zonas de protoxilema muy bien caracterizadas.

La médula es parenquimática con algunos radios medulares que surcan el xilema y floema. Presenta algunas fibras, pero al final predomina el tejido parenquimático. Las observaciones anteriores se hicieron en la zona media del pedúnculo, en donde su diámetro es constante y no presenta interferencia con las trazas vasculares, que van al par de bracteolas caducas localizadas hacia la base.

El otro papel que cumplen los pecíolos como soporte mecánico de los frutos, a medida que aumentan de peso, se ve reflejado en los siguientes datos que aporta Amaya y Rincón (1989):

Firmeza del pedúnculo de *M. rupestris* dado en gramos/fuerza

Fruto verde	F. Semimaduro
525	375-525
F. maduro	Sobremaduro
300-375	300

## MORFOLOGIA DE LA SEMILLA

La semilla procede de un rudimento anátropo, tenuinucelado, unitegmentado y muy pequeño.

El tamaño de la semilla oscila entre 1.8-2.5 mm longitud (Hidratada), forma tridimensional, ovoide-obovoide; hilo pequeño acanalado y poco evidente; Micrópilo conspicuo a pesar del tamaño de la semilla.

La testa o cubierta de la semilla está formada por una sarcotesta mucilaginoso y una esclerotesta.

Semilla endospermica con un endospermo entero, parenquimatoso rico en grasas.

Según la posición es externo, rodea completamente el embrión.

El embrión posee alrededor de 1 mm de longitud, en posición central, recto.

Los cotiledones son de igual tamaño, no unidos, redondeados, de margen liso y en posición paralela al eje del embrión; no presenta plúmula, hipocótilo bien desarrollado. (Fig. 15a. b.).

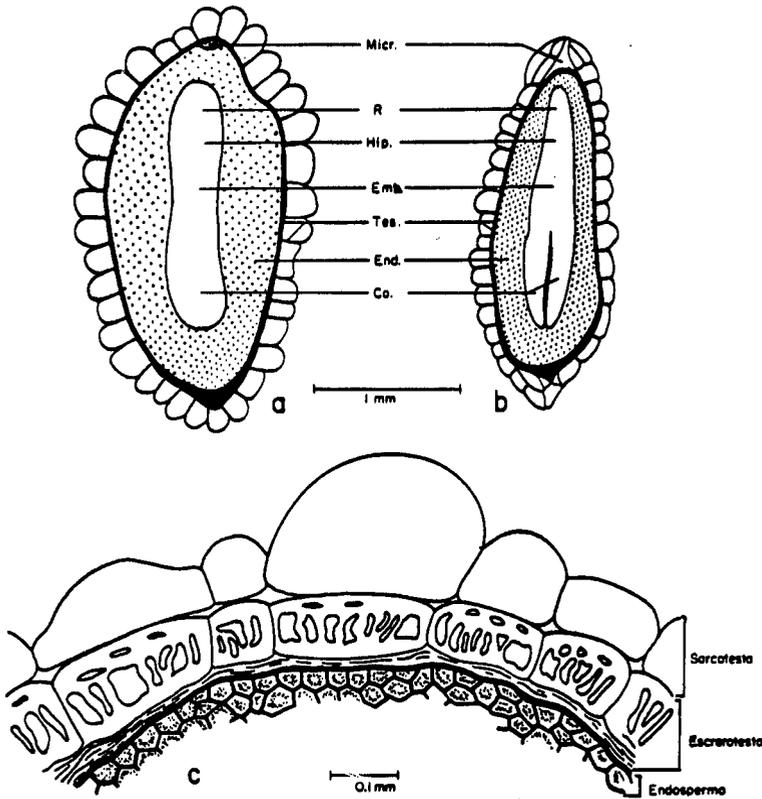
Anatómicamente la sarcotesta está constituida por una capa de células parenquimáticas ricas en mucílago, con grandes vacuolas, transparentes, de paredes delgadas y delicadas (Fig. 15c). Algunas células son de mayor volumen. Cuando la semilla está hidratada esta capa aumenta su volumen y su tamaño se aprecia mayor. El mucílago intacto que rodea las semillas adopta forma de burbujas transparentes, de un volumen a veces mayor que el de la semilla. Para observarlo claramente se utilizaron soluciones muy diluidas de azul de metileno y rojo de rutenio.

La manipulación de la semilla es bastante dispendiosa por la gran cantidad de mucílago; para elaborar las secciones se debe trabajar en estado seco.

Los lóculos de los frutos que alojan las semillas y los numerosos rudimentos no fecundados, se encuentran llenos de ésta sustancia mucilaginoso que envuelve unos y otros. Presumiblemente todo éste mucílago se origina en la sarcotesta. Amaya y Rincón (1989) recomiendan "Hacer una caracterización del mucílago que rodea las semillas de la uva camarona y su posible empleo como agente emulsificante en la industria farmacéutica y alimentaria".

La esclerotesta está conformada por una capa de células esclerenquimáticas, tangencialmente elongadas, con la pared tangencial externa más engrosada que la interna. Las paredes anticlinales muestran numerosas puntaduras que dan la apariencia de una red, no presentan lignificación.

Entre el endospermo y esta capa al parecer se observa una capa obliterada de células (para confirmarlo es necesario hacer el seguimiento del desarrollo de las cubiertas semi-



nales desde el rudimento hasta el fruto maduro. (Fig. 15c).

## CONCLUSIONES

Según los datos de los ejemplares botánicos depositados en el Herbario Nacional Colombiano (COL), muestran que es una especie de amplia distribución en los Andes Colombianos, en pisos térmicos que van desde 1.500-4.100 m.s.m.

La mayor fructificación se presenta en los meses de abril-mayo y octubre-noviembre, correspondientes a los meses de mayor pluviosidad.

El hecho de que esta especie sea integrante de vegetación ruderal, no exija buenos suelos y se desarrolle bien en suelos pedregosos y ácidos, permitiría el uso de buena parte de áreas subpáramo, deforestadas o no, con un rendimiento económico a través de la cosecha de sus frutos.

Lo ideal para iniciar los procesos de mejoramiento de la especie sería utilizar plantas que produzcan los frutos de mayor tamaño, sin embargo en un individuo se pueden encontrar los tres tamaños reseñados por Amaya y Rincón (1989). La selección por fruto presenta el inconveniente de que la reproducción por semilla es demorada y sería más ventajoso hacerlo por reproducción vegetativa. Rodríguez y Peña (1984).

Los frutos de color verde van desde 6 mm hasta 11 mm de diámetro; los de color blanquecino de 11-13 mm de diámetro; los semimaduros coloración morado pálido 14 mm en adelante (no homogéneo); fruto maduro de color púrpura; sobremaduro púrpura oscuro-negro.

Desde el punto de vista general éste fruto no presenta cambios muy notorios a lo largo de su desarrollo. El exocarpo, mesocarpo, endocarpo se originan respectivamente de la epidermis externa, mesófilo (hipanto y mesófilo) y epidermis interna del ovario.

El aumento del tamaño del fruto depende en gran medida del incremento en capas celulares y del crecimiento de las células del mesocarpo. La placenta no tiene mayor inge-

rencia en éste proceso por cuanto su desarrollo hacia los lóculos no es apreciable.

Los factores básicos que intervienen en el aumento del grosor del mesocarpo son divisiones periclinales de las células parenquimáticas, sin llegar a formar filas radiales; aumento de su longitud-volumen y aumento del tamaño de los espacios intercelulares.

La zona que presenta divisiones hasta estadios avanzados es el exocarpo. Formado por células pequeñas y numerosas que muestran divisiones en dirección anticlinal hasta el estadio semimaduro.

La cáscara del fruto es delgada, en su constitución interviene el exocarpo uniestratificado y 2-3 capas subyacentes; en tanto que la cantidad de pulpa o parte comestible (incluyendo las semillas) constituyen el mayor aporte del volumen del fruto.

A pesar de la gran cantidad de escleridas que posee la parte comestible del fruto, ésta característica no interfiere en la suavidad del mismo al ser degustado en fresco.

Los estomas están presentes desde el ovario hasta fruto maduro, son del tipo paracítico y un poco levantados en estadios iniciales del desarrollo de los frutos.

Es necesario investigar los agentes que desencadenan la producción de corcho en la superficie del fruto, puesto que los frutos sanos no presentan éstas formaciones en forma regular (escasamente lenticelas muy pequeñas). La presencia de éstas zonas le restan calidad y atractivo. En general los frutos que presentan éstas alteraciones son de menor tamaño.

Las semillas y los rudimentos no fecundados se encuentran embebidos en una masa de mucílago muy característica, presumiblemente proveniente de la cubierta seminal.

Las semillas son pequeñas y abundantes, pero dado su tamaño no influyen sobre la palatabilidad del fruto. La mayor cantidad de minerales, grasa, proteína y carbohidratos se encuentran en la semilla. Amaya y Rincón (1989).

La consistencia firme del fruto se mantiene hasta la fase de maduración, lo cual es ventajoso para su cosecha. Se recomienda la recolección y trasplante en el estadio semimaduro o al inicio de la maduración.

Mora (1984) señala la resistencia a las heladas que presenta esta especie, en cuanto que sus brotes están protegidos por catáfilos o tegmentos de consistencia dura. Lo anterior es importante en la proyección de su cultivo dada la duración de la planta.

### AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen la valiosa colaboración de la profesora Nubia de Lozano en la discusión del manuscrito y a los señores Germán López y Ramón Fernández, dibujante y microtecnista.

### LITERATURA CITADA

- Amaya, N.A. y H. A. Rincón. 1989. Contribución al estudio de la uva camarona (*Macleania rupestris* H.B.K.) y su posible utilización en la industria alimenticia. Trabajo de Grado. Departamento de Química, Universidad Nacional Bogotá.
- Camargo, L.A. 1979. Catálogo ilustrado de las plantas de Cundinamarca. Vol. VII.
- Eames, A.J. 1974. Morphology of the Angiosperms. Tata McGraw-Hill Publishing Co. Ltd. Bombay - New Delhi.
- Fouque, A. 1974. Espèces fruitières D'Amérique Tropicale. Fruits 29(6): 474-478.
- Gamez, C.A. D.E., Roncancio y A.G. Baéz. 1989. Estudio fenológico preliminar de 40 especies vegetales en la finca "El Delirio" Cuenca del Río San Cristóbal Bogotá, D.E. Trabajo de Grado. Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". Bogotá.
- García, H. 1975. Flora Medicinal de Colombia. Tomo II Imprenta Nacional, Bogotá.
- Gutiérrez, L.G., 1989. Estudio de la composición nutricional de los frutos de *Pernettya prostrata* (Gavan) Sleumer y de *Gaultheria anastomosans* (L.F.) H.B.K. Trabajo de Grado, carrera de Biología. Universidad Javeriana, Bogotá.
- Johansen, D.A. 1940. Plant Microtechnique. Mc Graw Hill Publication Book Co, New York.
- Lozano, N. de y M. L. de Valencia. (En preparación) Anatomía floral de *M. rupestris*.
- Lutein, J. y M.L. Vidal. (En prensa). Flora de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada (1783-1816) Tomo XX - Ericaceae. Ediciones Cultura Hispánica. Madrid.
- Mora, O. L.E. 1984. La situación de los bosques nativos de Colombia y resultados preliminares de experimentaciones sobre cultivos de plantas autóctonas ornamentales en el Jardín Botánico "José Celestino Mutis". Rev. de la Acad. Ci, 15(59): 71-100.
- Quintero, M. 1988. Algunas características bromatológicas de los frutos de *Cavendishia cordifolia*. H.B.K., *Cavendishia nitida*, H.B.K., *Hesperomeles gudotiana* Decne. Trabajo de grado, Magister Biología. Universidad Javeriana, Bogotá.
- Rodríguez, J.O. y J.R. Peña. 1983. Flora de los Andes. Primera Edición, Impresión Escala, Bogotá.
- Rojas, Z. 1989. Contribución al estudio toxicológico de *Gaultheria anastomosans* (L.F.) H.B.K. y *Pernettya prostrata* (Cavan) Sleumer. Trabajo de Grado. Carrera de Biología. Universidad Javeriana Bogotá.
- Romero, R. 1969. Frutas silvestres de Colombia. Vol. II. Banco de la República, Bogotá.
- Roth, I. 1977. Fruits of Angiosperms. Gebrüder Borntraeger, Berlín.
- Roth, I. 1964. Microtecnia Vegetal. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Saénez, J.A. y Nassar, M. 1969. Estudio toxicológico y fitoquímico de *Pernettya coriacea* Klotzch. Revista de Biología Tropical de Costa Rica. 15(2): 249-257.
- Sarmiento, E. 1986. Frutas en Colombia. Ediciones Cultural Colombiana Ltda. Bogotá.
- Silva, M.L. 1989. Estudio bromatológico de tres especies de frutos comestibles de los páramos de Cundinamarca. Trabajo de Grado, Magister Biología. Universidad Javeriana, Bogotá.
- Snow, D.W. 1981. Tropical Frugivorous Birds and their Food Plants: A World Survey. Biotropica 12(1): 1-14.
- Sturm, H. y O. Rangel. 1985. Ecología de los Páramos Andinos. Editora Guadalupe Ltda. Bogotá.
- Tovar, Y., E. Cárdenas, e I.J. Bautista. 1975. Análisis bromatológico de la *Macleania rupestris*, uva camarona. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- Valencia, M.L. de 1986. Anatomía del fruto de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.) Acta biológica Colombiana. 1(2): 63-89.
- Valencia, M.L. de 1988. Anatomía del fruto de *Solanum sisymbriifolium* Lam. Pérez-Arbelaez 6(7): 69-94.