

PEREZ - ARBELAEZIA

Volumen II Nos. 6-7 Enero-Junio 1988



JARDIN BOTANICO DE BOGOTA
"JOSE CELESTINO MUTIS"

JARDIN BOTANICO DE BOGOTA

"JOSE CELESTINO MUTIS"

JUNTA DIRECTIVA

Sven Zethelius Peñalosa
Germán Botero de los Ríos
Joaquín Caicedo Salazar

Patricio Samper Gnecco
Rafael García Espinosa

ALCALDE MAYOR

Andrés Pastrana Arango

SECRETARIO DE OBRAS, D.E.

Guillermo Villate S.

DIRECCION

Teresa Arango Bueno

Registrado en el Ministerio de Gobierno
el 7-V-1986. Res. No. 001440

Tarifa Postal Reducida
Permiso No. 594 de 1986
Administración Postal Nacional

JARDIN BOTANICO

Carrera 66A No. 56-84
Teléfonos 2313965 — 2400483
A.A. 59887 — Bogotá, Colombia

JARDÍN BOTÁNICO DE BOGOTÁ "JOSE CESTINO MUTIS"

COMITÉ DIRECTIVO

Presidente: Rafael García
Vicepresidente: Rafael García

Miembros: Germán Botero de los Ríos
Jorge Cárdenas

ALCALDE MAYOR

Andrés Bello

SECRETARÍO DE OBRAS, D.E.

Gustavo Villate

DIRECCIÓN

Francisco Bello

Registrado en el Ministerio de Gobierno
N.º 17-1986, Res. No. 001440

Fecha de inscripción:
Boletín No. 502 de 1988
Administración Postal Nacional

La reproducción total o parcial de un artículo debe citar la fuente.

Corresponde a los autores la total responsabilidad de las ideas, tesis y conceptos emitidos en sus respectivos artículos.

Los editores se reservan el derecho de aceptar o de rechazar los trabajos.

CARATULA

Emblema del Jardín Botánico de Bogotá. *Mutisia Clematis* L.

JARDIN BOTANICO DE BOGOTA
"JOSE CELESTINO MUTIS"

PEREZ - ARBELAEZIA

Bogotá, D.E. Colombia	Vol. II Nos. 6-7; pp. Enero-junio 1988	ISSN 0120-7717
--------------------------	---	-------------------

Directora de la Revista
Teresa Arango Bueno

Comité Editorial

César Escallón E.

Gustavo Morales L.

Edgar Linares C.

Juan F. Jaramillo G.

Publicación del Jardín Botánico de Bogotá dedicada a la memoria de su fundador, el doctor Enrique Pérez-Arbeláez, quien consagró su vida a institucionalizar la tradición científica de Colombia y fomentar la investigación, divulgación y defensa de nuestros recursos naturales.

CONTENIDO

	Pág.
✓ UDO SCHMIDT-MUMM Vegetación acuática y palustre de la parte alta de la hoya del río Na- may (Albán, Cundinamarca)	9
✓ GERMAN AMAT & LUIS SOTO Efectos del uso actual del suelo sobre la macrofauna edáfica en la re- gión del Güejar (Reserva Natural Integral La Macarena, Meta) ...	43
✓ MARTHA LUCIA CHAPARRO DE VALENCIA Anatomía del fruto de <i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam	69
✓ EDGAR LINARES C. Briófitos y Líquenes Epifíticos de la-cuenca del río Súbía, Cundina- marca	95
✓ EDUARDO BARRERA TORRES Contribución al estudio ecológico y florístico de los bosques relictua- les secundarios en el Jardín Botánico "El Bosque", Sylvania, Cundinamarca, Colombia	109

NOTAS DE LA DIRECCION

Es motivo de orgullo para la Junta Directiva y la Dirección del Jardín comunicar a tantos interesados en el estudio de la naturaleza y al público en general, que gracias a la desinteresada y efectiva colaboración del Concejo de Bogotá, al Alcalde Mayor Julio César Sánchez y, en forma especial, al doctor Patricio Samper, está terminada la nueva sede del Jardín que comprende áreas administrativas, técnica, cultural, así como la cafetería y el laboratorio, donde esperamos nuevos hallazgos en estudios de fisiología vegetal, germinación y multiplicación de especies nativas.

Aun cuando las dificultades persisten para disponer de una dotación moderna, con los elementos que contamos iniciaremos la importante tarea de cristalizar el programa que con visión de patria, formuló desde 1955 el fundador del Jardín Botánico, doctor Enrique Pérez Arbeláez.

----- 0 -----

Entregamos en este número cinco artículos originales y de positivo interés para los estudiosos de la naturaleza.

Un breve análisis podría ser:

- 1o. El estudio de la vegetación acuática y palustre de la parte alta de la hoya del río Namay, donde se muestran las comunidades allí dominantes y concluye que la vegetación cambia paulatinamente a lo largo del gradiente ambiental en forma continua.*
- 2o. Efectos del uso actual del suelo sobre la macro-fauna edáfica en la región del Güejar donde se evaluaron las incidencias de las principales prácticas agrícolas sobre las propiedades biológicas del suelo, observando la composición que la fauna de éste presenta en una selva intervenida, una platanera y un pastizal. Después del análisis de las muestras colectadas, los autores concluyeron que la fauna del suelo se afecta significativamente a varios niveles: frecuencia, abundancia y diversidad biológica, así como también incide y modifica sus cadenas alimenticias.*

30. *Un estudio anatómico de la "Guinda" (Solanum sisymbriifolium), en todas sus fases analiza los cambios que ocurren durante su desarrollo, revelándose los orígenes de la pulpa. Es un fruto comestible, agradable que ofrece grandes posibilidades de explotación comercial, una vez que se hayan hecho prácticas de mejoramiento.*
40. *"Briófitos y líquenes epifíticos de la cuenca del río Subia", interesante trabajo sobre el registro de la flora inferior, su distribución y el papel que juegan como bio-indicadores de humedad. Para el Jardín, es de vital importancia este trabajo por su íntima relación con el proyecto que en esta área está desarrollando, para un conocimiento mayor de los bosques próximos a Bogotá y para la siembra de su Cryptogamium.*
50. *Contribución al estudio ecológico y florístico de los "Bosques relictuales secundarios" en el Jardín Botánico "El Bosque de Sylvania" donde el autor ha estudiado las características de la vegetación y la composición florística, como también los patrones de comportamiento de floración y fructificación relacionados con las lluvias. Es un trabajo de auténtico valor, porque recoge y nos da a conocer la flora de un área hasta ahora poco conocida y que ha sufrido serias transformaciones por la acción del hombre durante varias décadas en la antigua hacienda del "Chocho".*

TERESA ARANGO BUENO
Directora JARDIN BOTANICO DE BOGOTA
"JOSE CELESTINO MUTIS"

Anatomía del Fruto

Solanum sisymbriifolium Lam.

MARTHA LUCIA CHAPARRO DE VALENCIA¹

RESUMEN

Solanum sisymbriifolium es un fruto comestible, aunque no explotado comercialmente. El conocimiento de su anatomía es el propósito principal de este trabajo.

Se analizaron todos los cambios anatómicos ocurridos durante el desarrollo y crecimiento desde capullo floral hasta fruto maduro. Se incluye también el estudio anatómico de la semilla madura.

Es una baya jugosa cuya pulpa procede principalmente del desarrollo de la placenta y en menor grado del pericarpo. Tanto las semillas como el pericarpo son ricas en sustancias oleosas. Se recomienda un fitomejoramiento tendiente a disminuir el número de semillas e incrementar el tejido pericárpico y placentario (Pulpa comestible).

INTRODUCCION

El proyecto de investigación "Estudio anatómico y de los procesos de crecimiento y maduración de frutos de especies de la Flora Colombiana, de importancia económica" financiado por COLCIENCIAS y la Universidad Nacional, incluyó el estudio del fruto de *Solanum sisymbriifolium* Lam., (guinda). Teniendo en cuenta que es una especie de amplia distribución, con frutos comestibles, de sabor agradable y una apreciable producción, hacen que esta planta posea un interés económico promisorio.

1. Profesora Asistente, Dpto. Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Apartado Aéreo 23227, Bogotá.

El proyecto en mención fue realizado por Profesores de la Sección de Morfología Vegetal, Departamento de Biología — Universidad Nacional y se hicieron los estudios anatómicos de los siguientes frutos: *Cyphomandra beta-cea* (Cav.) H.B.K.; (tomate de árbol) *Quararibea cordata* H. et B. (García B. Hernández) (zapote); *Passiflora quadrangularis* L. (badea); *Psidium guajava* L. (guayaba); *Physalis peruviana* L. (uchuva); *Spondias mombin* L. (jobo); *Prunus serotina* Subs. *capulí* (Cav.) Mc Vaugh (cerezo, capulí).

La "guinda" es un fruto nativo, potencialmente utilizable como alimento tanto en forma directa como industrializada.

El presente trabajo analiza los cambios anatómicos que sufre durante su desarrollo y describe la anatomía de la semilla madura. Se pretende iniciar así estudios básicos orientados a incorporar, este fruto al renglón alimenticio.

S. sisymbriifolium tiene una amplia distribución no sólo en Colombia, sino también en Suramérica, en pisos térmicos templados y fríos. "Esta especie es nativa de América tropical en zonas altas, pero se ha connaturalizado en terrenos baldíos de las Indias Occidentales y en el Sureste de los Estados Unidos" (Schultes y Romero, 1962). En Colombia recibe nombre muy variados tales como guinda, lulo de perro, mancadera, uchuva colorada, pomas de perro, tomatillo, uva de perro (Castañeda, 1969). En Argentina, Morton (1976) cita los nombres: espiná colorada, tutía, cardo, tomatillo, tomatín, revienta caballo. En Brasil es común el nombre de joá.

Aunque se dice que esta especie prospera en pisos térmicos templados y fríos (1.000—2.200 m.s.n.m.), existen registros en el Herbario Nacional Colombiano (COL) y en el Herbario Barbosa Rodríguez (HBR) (Smith y Downs, 1966) que muestran distribución en pisos térmicos más bajos.

En los Departamentos de Farmacia y Química de la Universidad Nacional, se han realizado varios trabajos de grado sobre especies del género *Solanum* enfocados básicamente a aspectos fitoquímicos. Dichas especies son: *S. marginatum* (Herrera y Kegan, 1969); *S. nigrum* var *americanum* (Gracia y Velasco, 1976); *S. crinitipes* (Higuera y Zamudio, 1976); *S. marginatum* (Barato y Burbano, 1975); *S. asperrimum* y *S. oblongifolium* (García y Riaño, 1977); *S. ovalifolium* (Cruz y Micheli, 1977).

Sus investigadores muestran que en este género están presentes, alcaloides (esteroidales y no esteroidales), fenoles y saponinas, como productos principales. El estudio fitoquímico del fruto de *S. sisymbriifolium* no se ha realizado y es posible que contenga productos químicos similares.

En *S. marginatum* el análisis fitoquímico de la semilla indica la presencia de aceites (tipo semisecante) y grasas; el fruto objeto de este estudio posee abundantes semillas y su endospermo es rico en sustancias oleosas, al igual que las células parenquimáticas del mesocarpo, por lo cual sería interesante determinar la calidad y cantidad de dichas sustancias.

MATERIALES Y METODOS

Para el presente estudio se utilizaron frutos colectados en el Municipio de Silvania situado en el departamento de Cundinamarca (1.300 m.s.n.m.), en cercanías del Club Campestre "El Bosque" y frutos de plantas obtenidas a la altura de Bogotá (2.640 m.s.n.m.), a partir de semillas traídas de la localidad mencionada.

Las observaciones se hicieron en las plantas de la localidad de Silvania, y en las obtenidas a la altura de Bogotá. Se trabajó con material fijado en FAA y etanol al 70%. Para el análisis del fruto se elaboraron cortes a mano alzada, preservados en glicerina y micropreparados en secciones longitudinales y transversales en cada uno de los estadios de desarrollo.

Reacciones microquímicas generales se llevaron a cabo según las técnicas de Johansen (1940) y Roth (1964).

Este trabajo está ilustrado principalmente con dibujos, los cuales fueron hechos con cámara lúcida Carl Zeiss Jena en diferentes aumentos. Los diámetros del fruto que se mencionan a lo largo del trabajo corresponden al diámetro polar.

RESULTADOS

Capullo Floral

La anatomía que presenta el ovario en este estadio es la siguiente: La epidermis externa está constituida por células isodiamétricas de núcleos grandes y basales; se observan estados de división anticlinal aunque escasos.

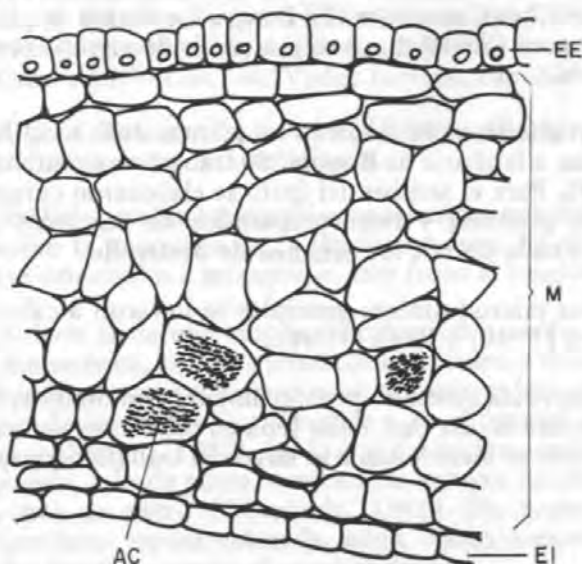
El Mesófilo constituido por 6–8 capas de parénquima de núcleos grandes y centrales, algunas de éstas células son ricas en cristales en forma de arena de oxalato de calcio. Existen sitios del mesófilo que están constituidos por cinco células parenquimáticas grandes, que indican la no iniciación de divisiones periclinales. Las divisiones de este tipo son más frecuentes en las capas subyacentes a la epidermis externa.

La epidermis interna está conformada por una capa de células más largas en sentido tangencial que en el radial. (Fig. 1).

Flor

Esta especie presenta heterostilia (Fig. 2), con diferencias marcadas que se señalan a continuación:

Fig. 1. Capullo floral. Anatomía de la pared del ovario. E.E.: epidermis externa; M.: mesófilo; E.I.: epidermis interna. (400X). AC = células con arena cristalina.

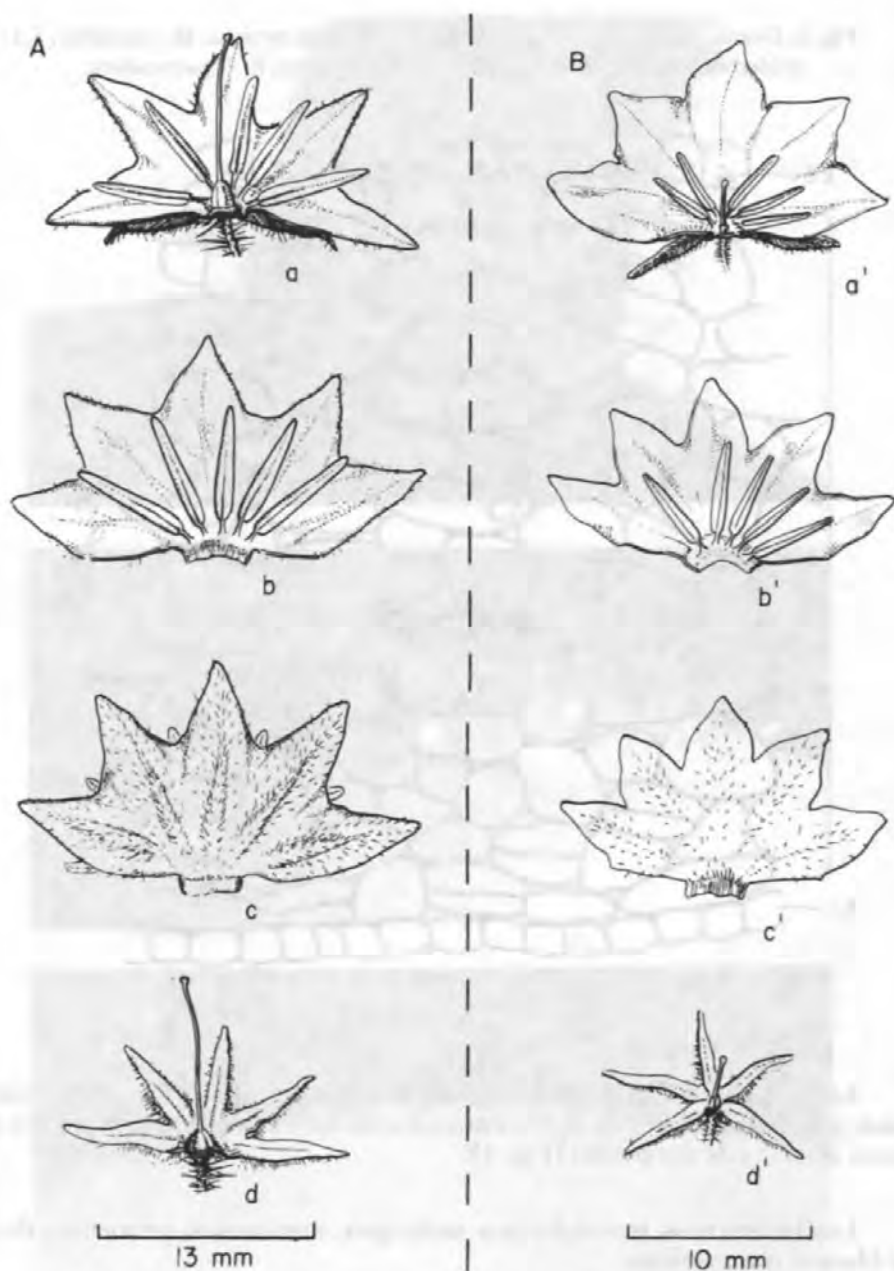


	flor longistilia	flor brevistilia
longitud pedicelo	5-6 mm.	5-6 mm.
long. del cáliz	12 mm.	9-10 mm.
long. corola	15-18 mm.	14-13 mm.
long. tubo corola	2 mm.	1 mm.
long. pistilo	8-9.5 mm.	4 mm.
long. antera	5 mm.	4 mm.
estilo	curvado parte distal	recto
estigma	capitado	capitado
color	blanco-violácea	blanco-violácea

Ovario

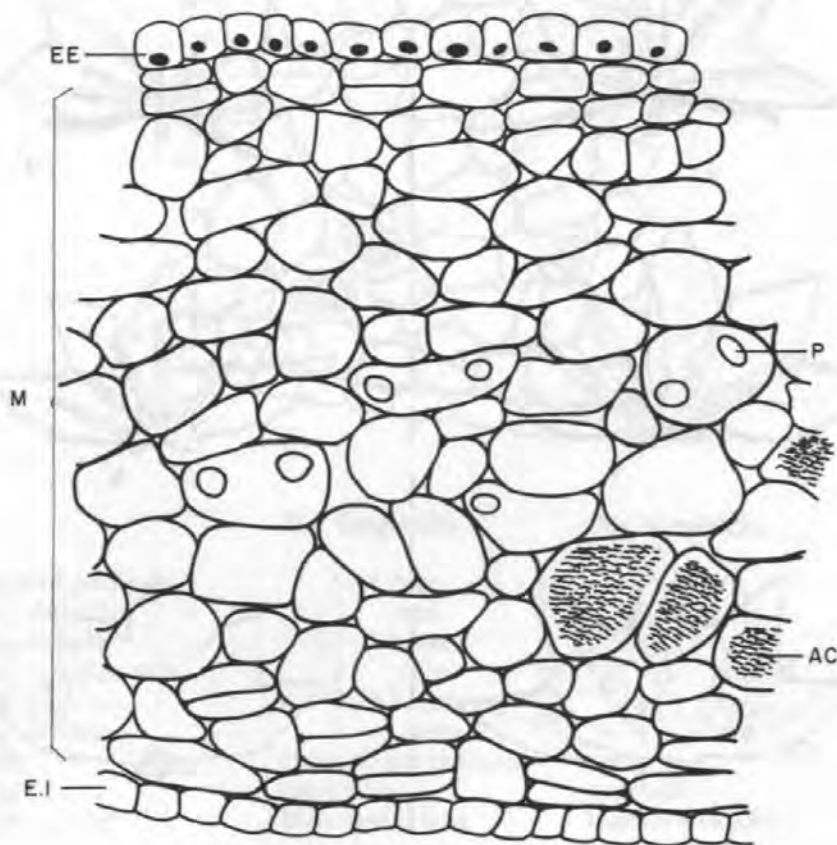
Las observaciones anatómicas se hicieron en ovario de flor en antesis. El cambio observado en relación al ovario de un capullo floral está dado básicamente por el incremento del mesófilo (casi el doble) producido por las divisiones periclinales del parénquima. Estas divisiones se suceden un poco al azar y no se destacan filas radiales. Algunas células parenquimáticas de la zona central del mesófilo poseen grandes punteaduras y espacios intercelulares en ocasiones notorios.

Fig. 2. Tipos de flores: A— Flor longistilia, B— Flor brevistilia: a—a' flor completa, b—b' relación corola—androceo, c—c' aspecto externo de la corola, d—d' relación cáliz—pistilo. (X2).



La epidermis abaxial es uniestratificada conservando la forma encontrada en el estadio de capullo floral (Fig. 3).

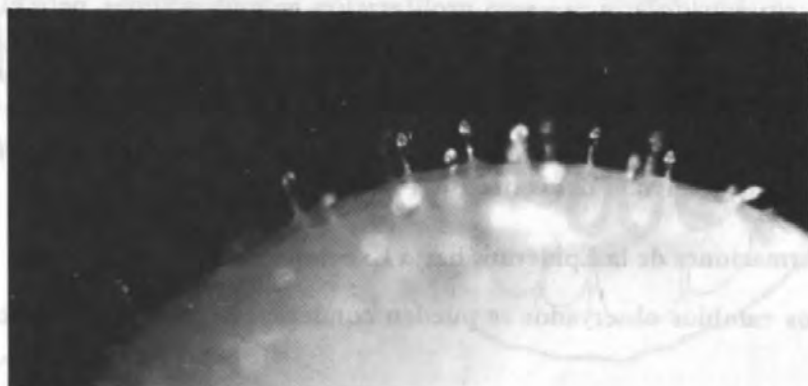
Fig. 3. Ovario. Anatomía de la pared. EE.: epidermis externa; M.: mesófilo; E.I.: epidermis interna. (400 X). AC = arena cristalina, P = punteadura.



En la base del estilo y la superficie colindante del ovario existen numerosos pelos glandulares de ápice ensanchado, los cuales perduran en los primeros estadios de desarrollo (Fig. 4).

Los rudimentos seminales son anátropos, numerosos, pequeños, de color blanco, unitégmicos.

Fig. 4. Pelos glandulares localizados en: A— Zona de inserción del estilo. B— Superficie de un fruto de 4 mm diámetro. C— Superficie de un fruto de 10 mm-diámetro.



Desarrollo Anatómico del Fruto

Las transformaciones anatómicas normales que sufre un ovario fecundado hasta la formación del fruto se dan en este tipo de Baya, es decir: de la epidermis externa se desarrolla el exocarpo; del mesófilo el mesocarpo y de la epidermis interna del carpelo, el endocarpo (tomado en sentido topográfico, puesto que verdadero endocarpo no se forma). Lo anterior muestra que existen tres zonas muy bien definidas que permiten estudiar los cambios anatómicos del fruto, a medida que transcurre su desarrollo. El cambio anatómico del fruto es gradual y progresivo y permite delimitar con cierta dificultad estadios de desarrollo, por ello el enfoque que se seguirá en este trabajo será el mencionado en primera instancia.

Una zona responsable, en gran medida, del incremento en diámetro de las bayas de las Solanáceas, es la proliferación del tejido placentario; además del desarrollo del mesocarpo y crecimiento de las semillas.

En *Lycopersicum* la mayor parte del tejido comestible proviene principalmente de la proliferación celular de la placenta (Roth, 1967); en *Physalis peruviana* proviene tanto del crecimiento de la placenta como del pericarpio (Valencia, 1986).

S. sisymbriifolium presenta proliferación en ambas zonas, pero el avance hacia los lóculos no siempre llega a completar los falsos tabiques, típicos de tomate y uchuva, en donde los lóculos se llenan completamente por el avance de la placenta y el pericarpo.

El proceso anterior se puede observar en la figura 5 a lo largo de distintas etapas de desarrollo del fruto.

Transformaciones de la Epidermis hasta Exocarpo

Los cambios observados se pueden condensar en los siguientes resultados:

- La epidermis del fruto desde su primer estadio de desarrollo está constituida por una capa de células, la cual se mantiene hasta la madurez. (Fig. 6).
- La división que se lleva a cabo en estas células es de tipo anticlinal y ocurre hasta estadios muy avanzados de su crecimiento, aunque en forma cada vez más escasa.
- El fruto maduro presenta una cutícula muy bien desarrollada que llega a ser tan gruesa o más que la capa que conforma el exocarpo. La cuticularización se inicia desde frutos de 4 mm. de diámetro polar en adelante. (Fig. 6).

Fig. 5. Corte transversal medio, vista general. (C-F Secciones parciales). Se muestra la secuencia del crecimiento del pericarpo y la placenta. A— fruto de 3 mm. de diámetro (con tres tabiques); B— de 4 mm. C— de 6-7 mm. D— de 8 mm. E— semimaduro; F— maduro. (A-F 19.2 X).

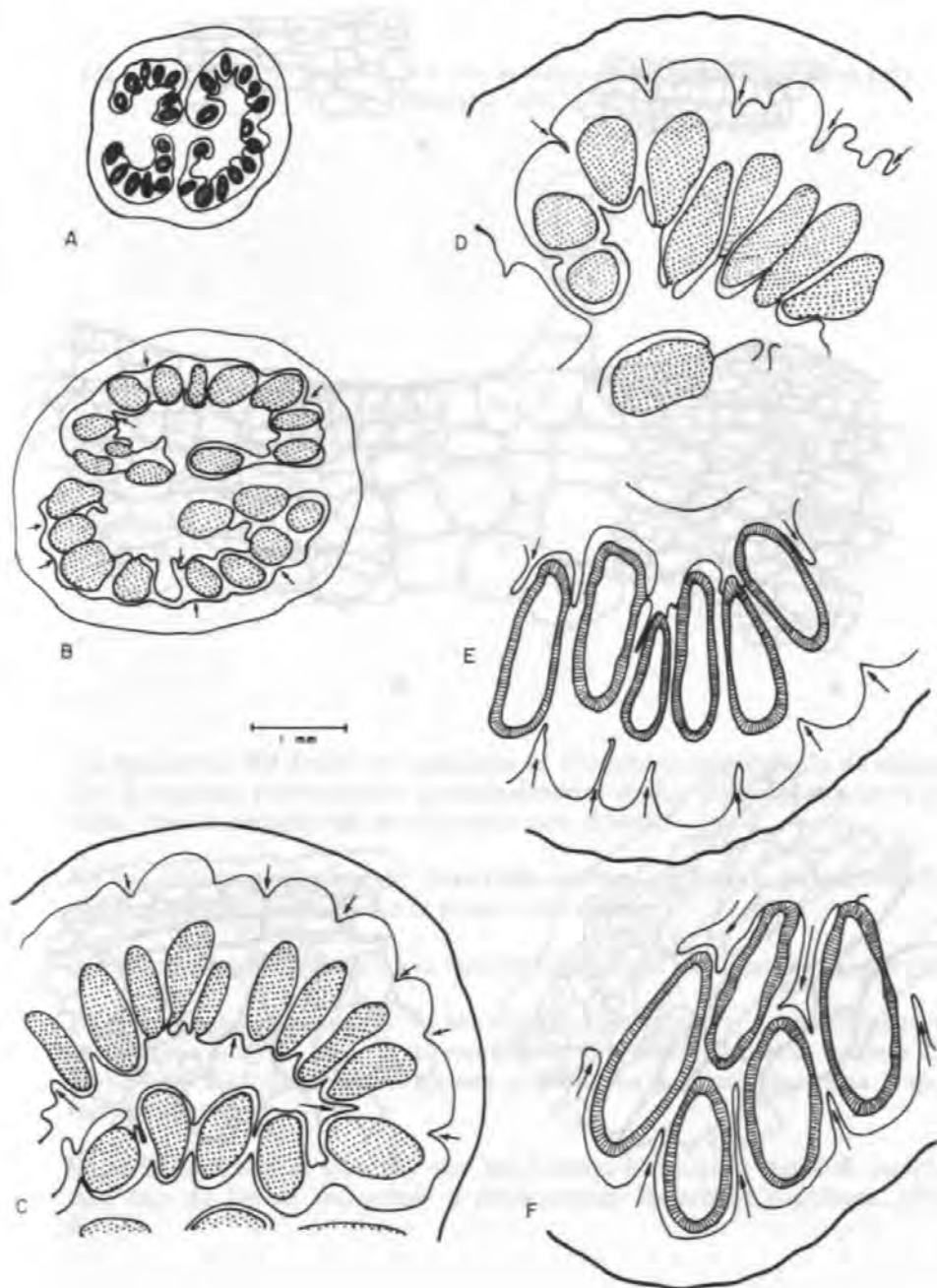
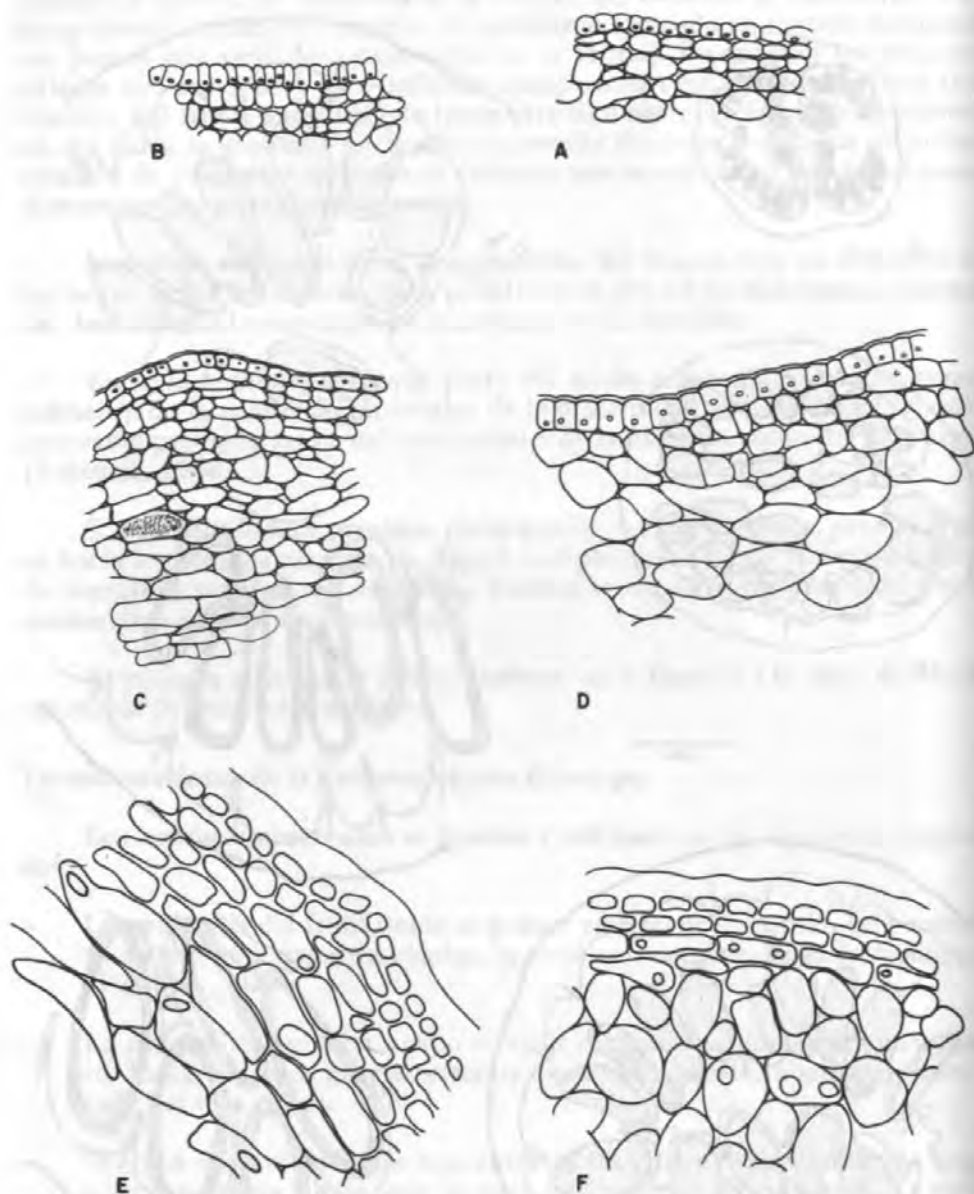
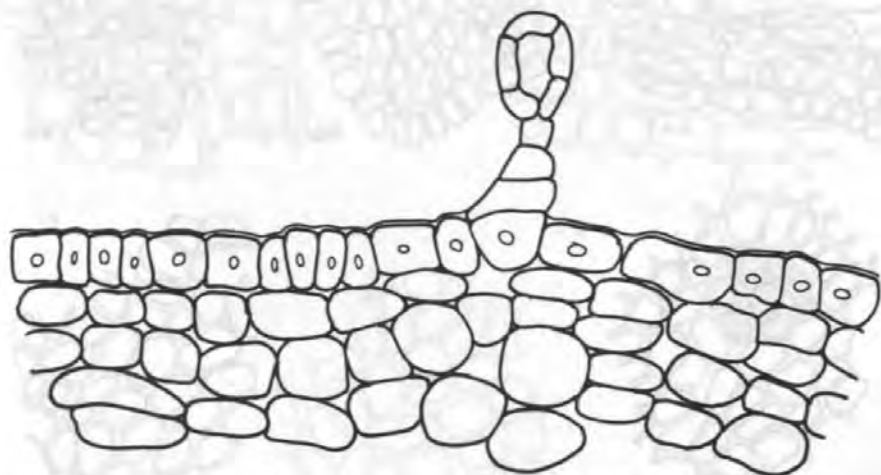


Fig. 6. Transformaciones de epidermis-exocarpo y capas subyacentes durante el desarrollo. A— Ovario. B— Ovario recién formado. C— fruto 4-5 mm. de diámetro, D— 6.7 mm. E— 1.1 cm. F— fruto maduro. (A-F 400 X).



- La superficie del fruto presenta, en los primeros estadios, pelos glandulares. En etapas más avanzadas se observan pequeñas ondulaciones o levantamientos pero sin ninguna caracterización anatómica. (Fig. 4 y 7).

Fig. 7. Epidermis de un fruto de 5 mm de diámetro con persistencia de un pelo glandular (400 X).



- La epidermis del fruto en ocasiones se encuentra impregnada de sustancias pegajosas provenientes principalmente de los pelos glandulares del cáliz que se encuentran en contacto con el fruto.
- En los primeros estadios del desarrollo pueden, también, derivarse de los pelos glandulares que todavía poseen los frutos.
- No se encontró estomas en la epidermis externa o exocarpo. (Fig. 8 y 9).
- El incremento del tamaño de las células Epidérmicas – Exocárpicas es comparativamente bajo y su equilibrio con el crecimiento interno del fruto está dado por las divisiones anticlinales presentadas hasta etapas muy avanzadas.
- Superficialmente se observa que sus células no poseen paredes onduladas, son de forma poligonal y predominan las aristas angulosas. (Fig. 8–9).

Fig. 8. Vista superficial de la Epidermis del Fruto. A— fruto de 3 mm. de diámetro; B— de 4 mm; C— 6 mm; D de 1.2 cms. m— zona media del fruto; a— zona apical; b— bssal. (A-C 400X) (D-100X).

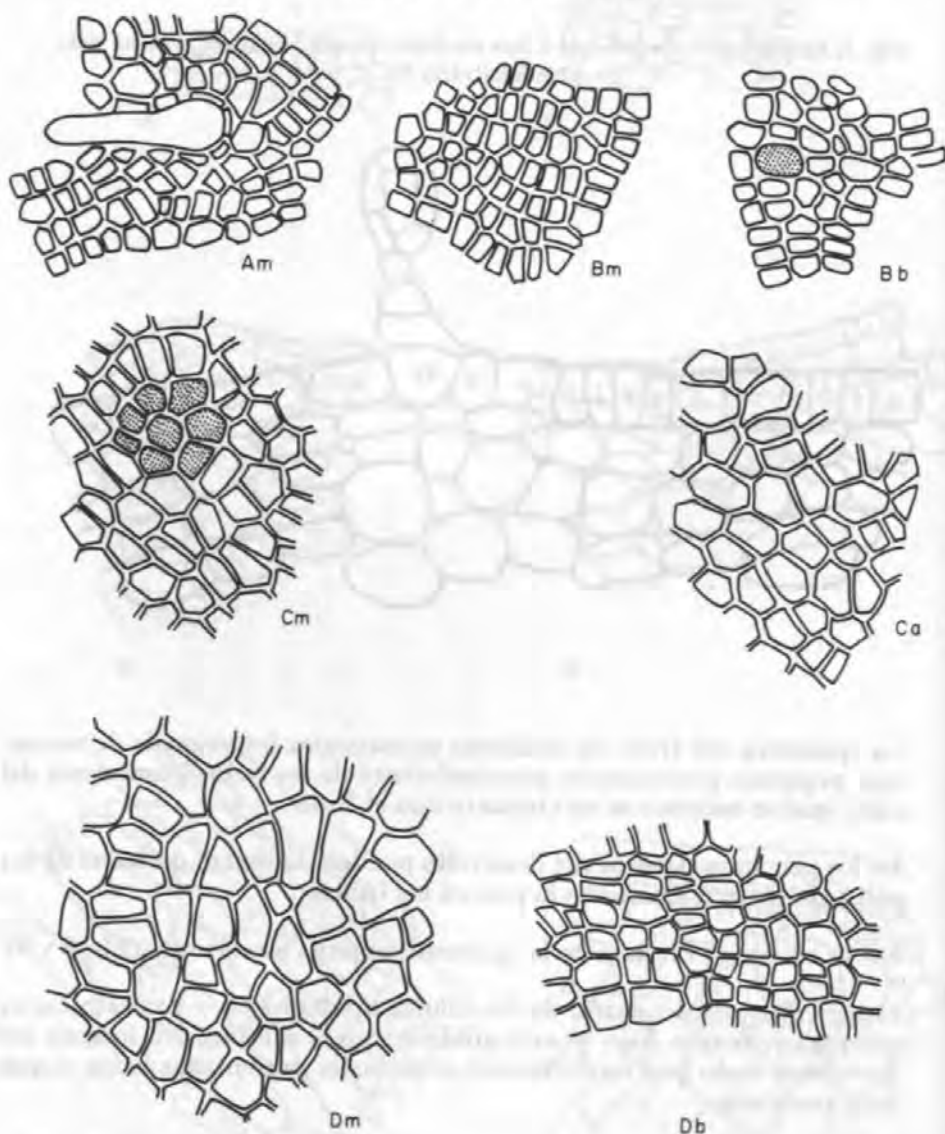
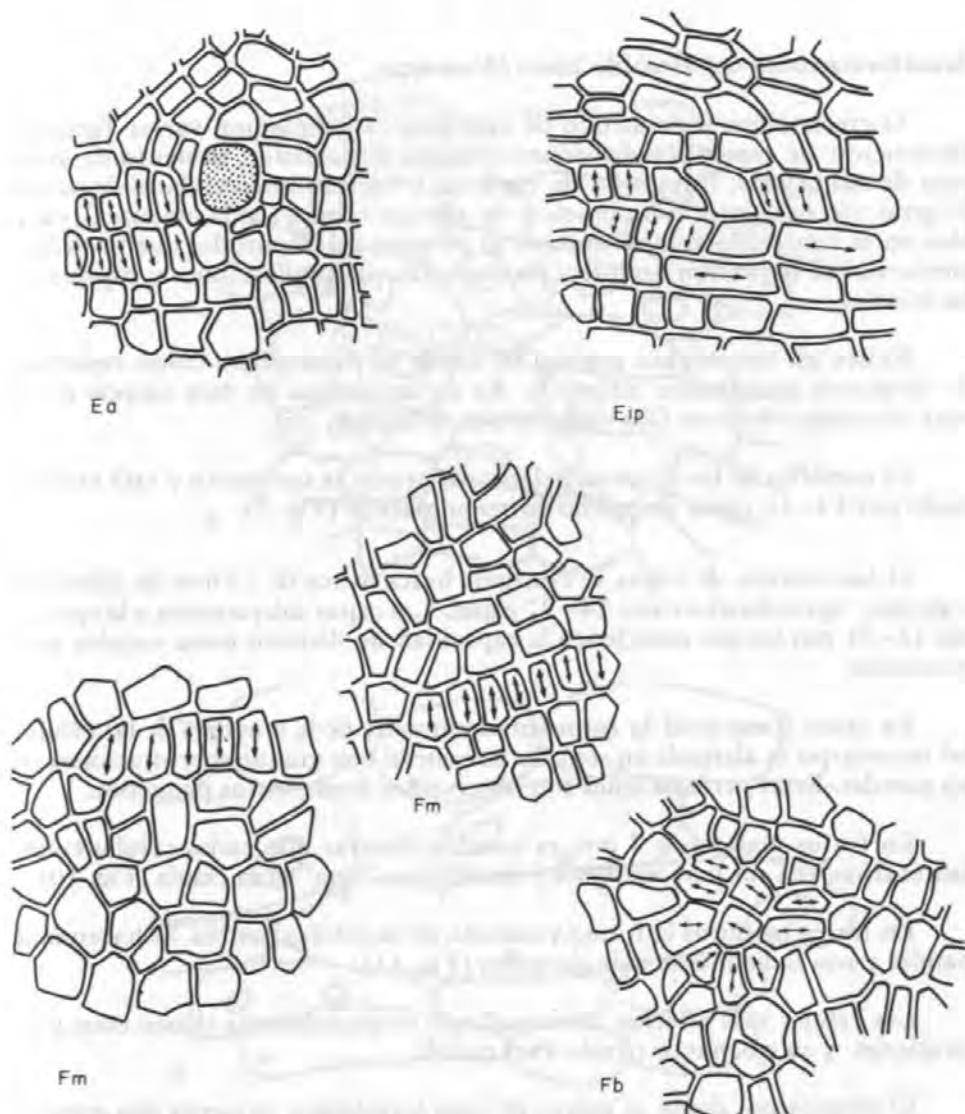


Fig. 9. Vista superficial de la Epidermis del Fruto. E— fruto semimaduro; F— fruto maduro: a— zona apical del fruto; ip— zona de inserción del estilo; m— zona media; b— zona basal. (E—400X) (F—100X) ↔ división de células epidermales.



Se presentan grupos de células (1–8) con contenidos citoplasmáticos densos, que presuponen una actividad metabólica diferente, pero sin conexión con el exterior u otra diferenciación anatómica secretora; su distribución es al azar y en las distintas etapas del desarrollo. (Fig. 8–9).

- No se desarrolla una hipodermis colenquimatosa, aunque en fruto maduro las dos capas subyacentes al exocarpo permanecen unidas, tangencialmente alargadas y con paredes engrosadas. (Fig. 6F).

Transformaciones del Mesófilo hasta Mesocarpo

El crecimiento y desarrollo de esta zona está dado por varios factores: Incremento de capas por divisiones celulares periclinales; aumento de volumen de sus células; formación de espacios y lagunas intercelulares de origen lisígeno y/o rexígeno; rompimiento de algunas células (en la madurez); cambios en el contenido celular durante el proceso del desarrollo, que probablemente varían su presión osmótica produciendo plasmolizaciones y ruptura de las mismas.

Existe un incremento gradual de capas de parénquima como resultado de divisiones periclinales, sucesivas. Es de anotar que en ésta especie no es muy frecuente observar filas radiales bien definidas.

El mesófilo de las hojas carpelares del ovario es compacto y está conformado por 14-15 capas de células parenquimáticas (Fig. 3).

El incremento de capas se continúa hasta frutos de 10 mm. de diámetro y alcanza aproximadamente 24-27 capas. Las capas subyacentes a la epidermis (3-5) son las que mantienen la capacidad de división hasta estados más avanzados.

En corte transversal la forma predominante de la mayoría de las células del mesocarpo es alargada en sentido tangencial con grandes perforaciones en sus paredes. Estas perforaciones son observables desde frutos pequeños.

En frutos mayores a 7 mm. es común observar que varias células colindantes disuelven sus perforaciones y conforman "una" gran célula (Fig. 10).

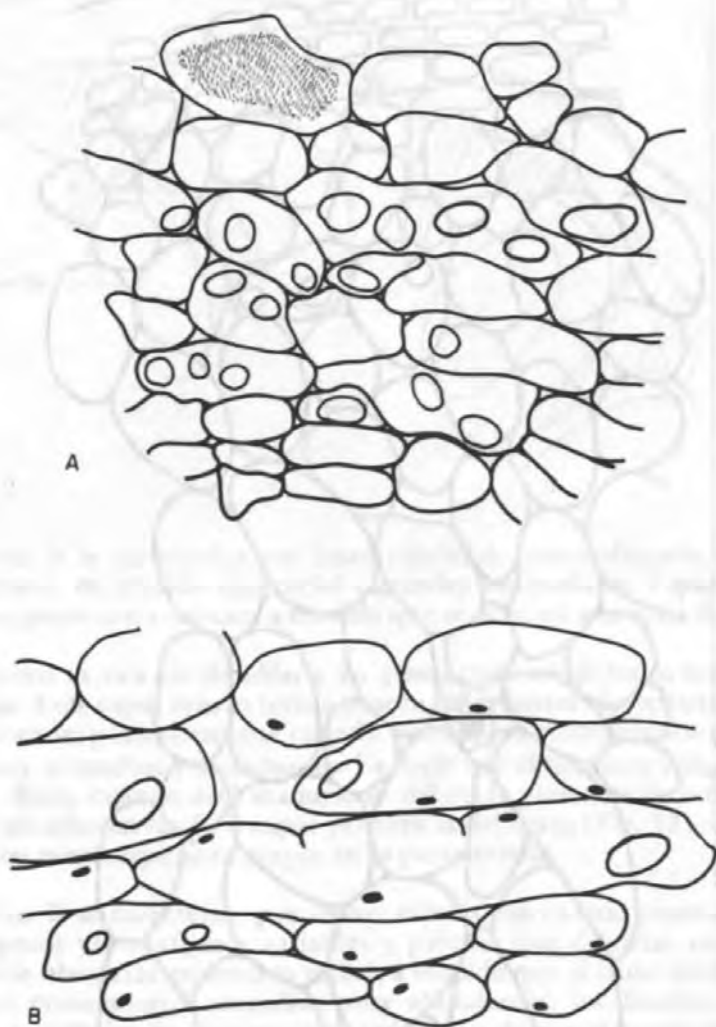
En frutos maduros la forma y tamaño de las células cambia. Se hacen más grandes y son radialmente más alargadas (Fig. 11).

Las células más internas del mesocarpo ocasionalmente tienen estas perforaciones y su eje mayor tiende a ser radial.

El mesocarpo, desde el punto de vista histológico, presenta dos grandes zonas las cuales empiezan a diferenciarse en frutos de 6-7 mm. diámetro. Esta diferenciación es clara hasta el estado semimaduro.

Las dos zonas están definidas no sólo por la forma de sus células sino también por sus contenidos.

Fig. 10. Comparación de células parenquimáticas con grandes perforaciones en dos estados de desarrollo del Mesocarpo. A—fruto 4–5 mm. B—fruto de 8 mm.— (400 X).



El límite entre ellos aproximadamente lo marca la posición de los haces vasculares carpelares. (Fig. 12).

Fig. 11. Corte transversal, de material fresco, de un fruto maduro. Exocarpo (E) y Mesocarpo (M). (100 X).

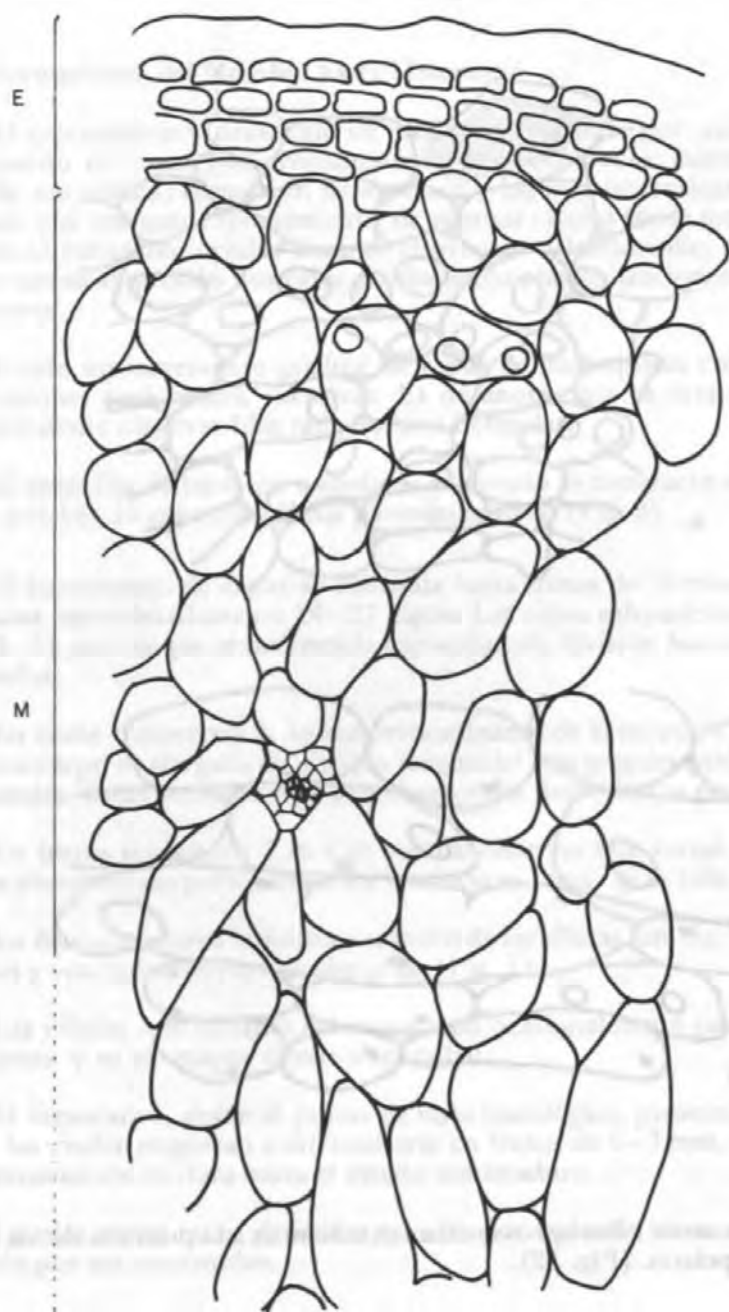
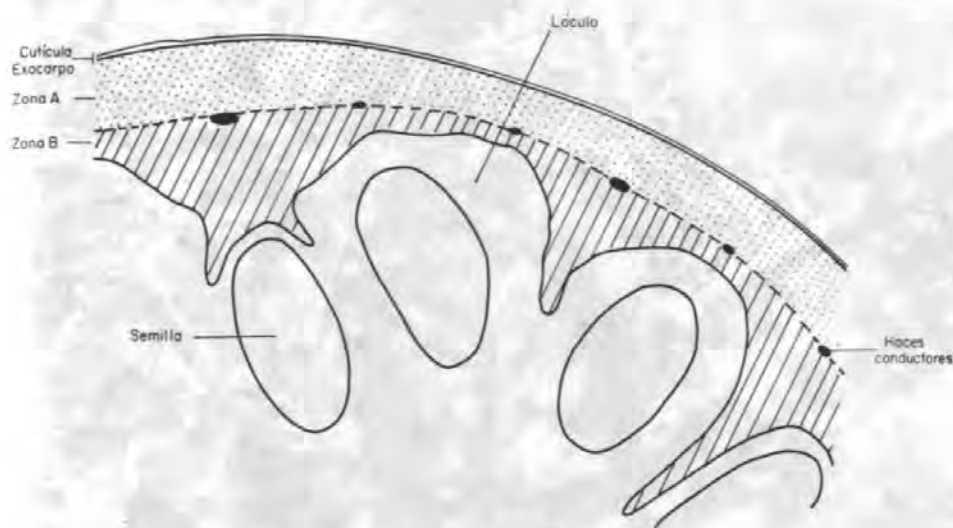


Fig. 12. Esquema topográfico del pericarpo de un fruto semimaduro, vista transversal. (Explicación en el texto) 16X.



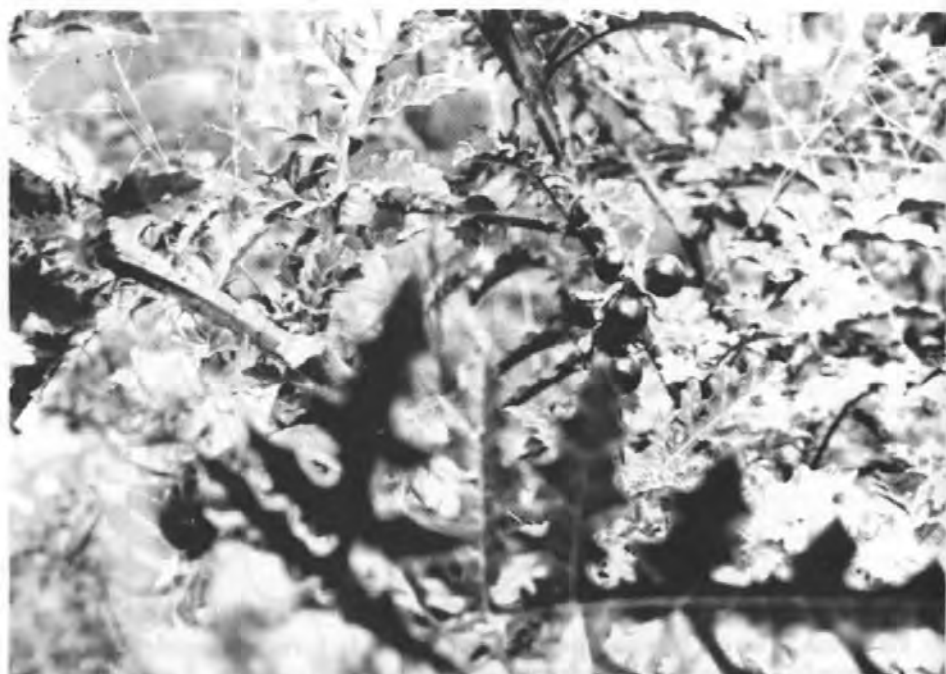
La zona A se caracteriza por tener células de forma alargada, en mayor o menor grado, en sentido tangencial y grandes puntaduras. Espacios lisígenos y/o rexígenos son comunes a medida que se acercan a la zona B.

Esta zona es rica en almidón y en grasas pero sus glóbulos son muy pequeños. Las 5–6 capas más externas poseen abundantes cloroplastos cuando el fruto es verde; posteriormente cuando madura los cromoplastos son de color rojo muy pequeños y abundantes. Es decir que el hermoso color rojo que posee esta Baya, cuando está madura, se debe a la presencia de estos cromoplastos localizados en las 5–6 capas periféricas del fruto (Fig. 13). El tamaño de las células mesocárpicas es mayor en la parte media.

La zona B se caracteriza por tener: células con escasas puntaduras; espacios lisígenos y/o rexígenos variables y paredes más delgadas, con tendencia a ser más alargadas en sentido radial, a medida que el fruto madura. Además poseen cromoplastos amarillos muy abundantes, localizados alrededor del núcleo y glóbulos de grasa muy abundantes y de tamaño considerable, en ocasiones llenan por completo toda la célula. (Fig. 14).

Si se comparan cortes a mano alzada de material fresco o fijado en FAA y micropreparados, se establece que la formación abundante de lagunas y colapso de células, que se observan en los micropreparados, obedece quizá más a la acción de los deshidratantes usados, que a la realidad misma de las células.

Fig. 13. Frutos en estado maduro.



las. La zona B se observa muy destruída o colapsada, probablemente por el alto contenido de sustancias oleosas que al reaccionar con los deshidratantes y los aclarantes produce ruptura de las paredes celulares.

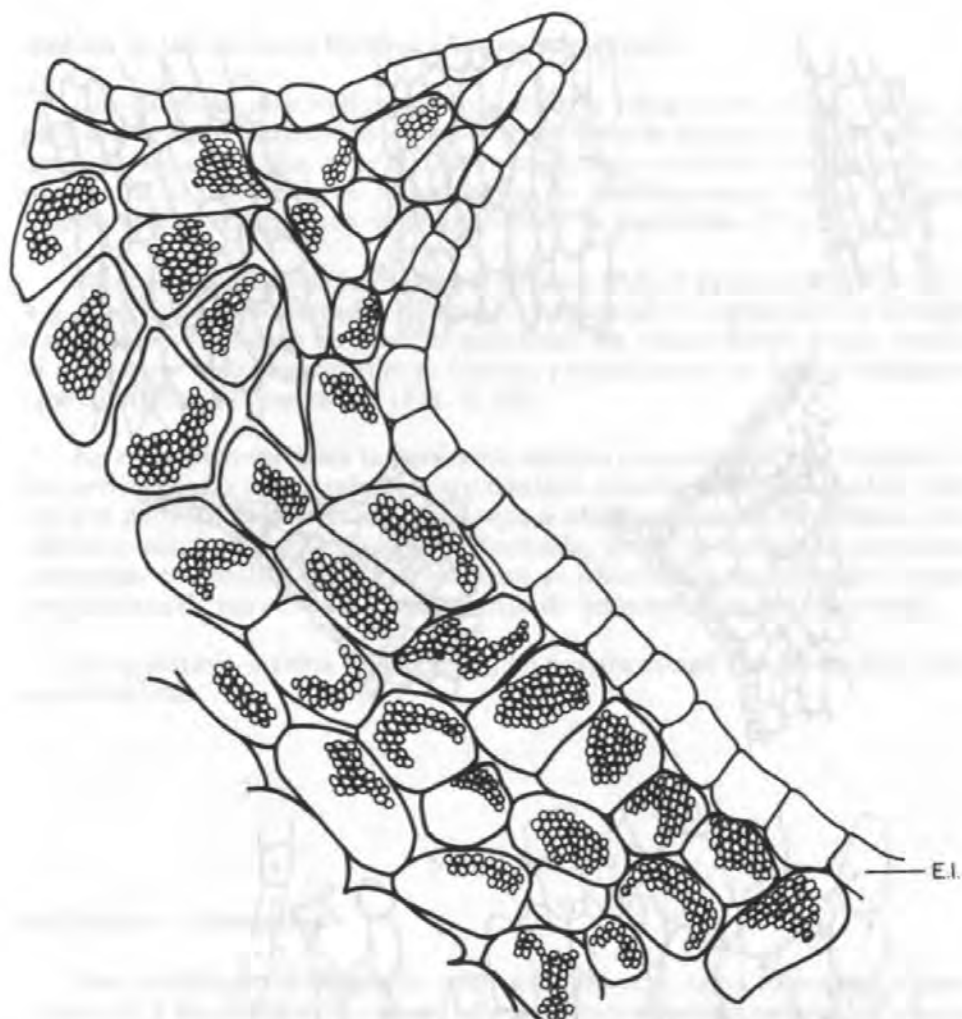
En frutos observados en fresco las células mantienen sus contenidos y su forma y, aunque existen lagunas o espacios, están en menor proporción. Compárese (Fig. 11, 13 y 15 D₃).

Reacciones Microquímicas del Pericarpo

Estas se llevaron a cabo con frutos frescos: verdes, semimaduros y maduros. Se emplearon los reactivos descritos por Johansen (1940) y Roth (1964). Los resultados fueron los siguientes:

La característica más destacada es el alto contenido de grasas en la mayor parte de las células del mesocarpo de todos los estadios. La zona B particularmente es la más rica en contenidos oleosos.

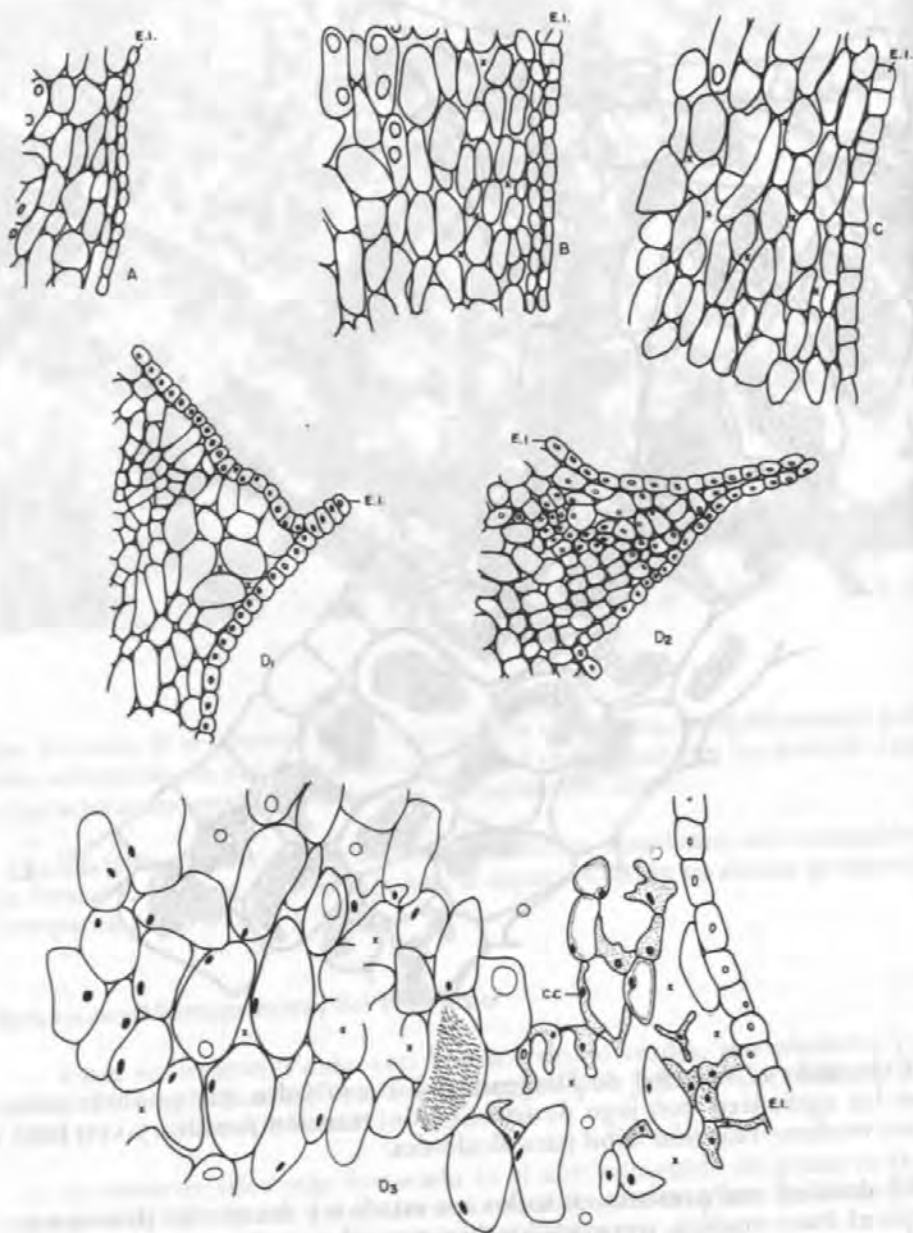
Fig. 14. Epidermis interna y células subyacentes de un fruto verde de 1.2 cm, observación en fresco (200 X). — Epidermis interna.



Utilizando el reactivo de Dragendorff los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes: con jugo de fruto verde reacción positiva y con jugo de fruto maduro reacción débil para alcaloides.

El almidón está presente en todos los estadios y decrece un poco a medida que el fruto madura, son gránulos muy pequeños.

Fig. 15. Cambios de la epidermis interna y capas subyacentes en diferentes etapas del desarrollo. A- Flor; B- Fruto de 3 mm; C- de 5 mm; D- de 6-7 mm; (D1-D2 200 X; D3 400 X). A-C 400 X, x- espacios y/o lagunas; c. c- células colapsadas; E.I.- Epidermis interna.



El uso de floroglucina no detectó células pétreas en el mesocarpo. La prueba para resinas dio negativa en todos los estadios. La sustancia de reserva de la semilla dio positivas para grasas y la cubierta de la semilla positiva para lignina.

Cambios de la Epidermis Interna y Capas Subyacentes

Los cambios observados no involucraron variaciones en las células, ni aparición de tipos estructurales nuevos. Este fruto se comporta como muchas bayas jugosas en las que no se forma un endocarpo como tal. Sin embargo, es importante su ingerencia en la formación de ondulaciones y falsos tabiques posteriores que llenan, poco a poco, los lóculos carpelares. (Fig. 5).

La epidermis interna se mantiene durante todo el proceso uniestratificada y con células más alargadas en sentido tangencial; su capacidad de división se mantiene y lo hacen en sentido anticlinal. En zonas donde existe avance del pericarpo hacia los lóculos se forman proyecciones de forma variada en la pared interna del pericarpo. (Fig. 5, 15).

En estas proyecciones la epidermis interna presenta una alta división de tipo periclinal; las capas subyacentes también poseen una capacidad de división alta pero sin llegar a formar una capa o zona meristemática definida. Inicialmente estas proyecciones están formadas por células parenquimáticas compactas, en cambio en frutos maduros se observan lagunas o espacios por rompimiento de sus células y estiramiento de las mismas en sentido radial.

La epidermis interna no presenta, en ningún estado del desarrollo, estomas ni cutícula.

SEMILLA

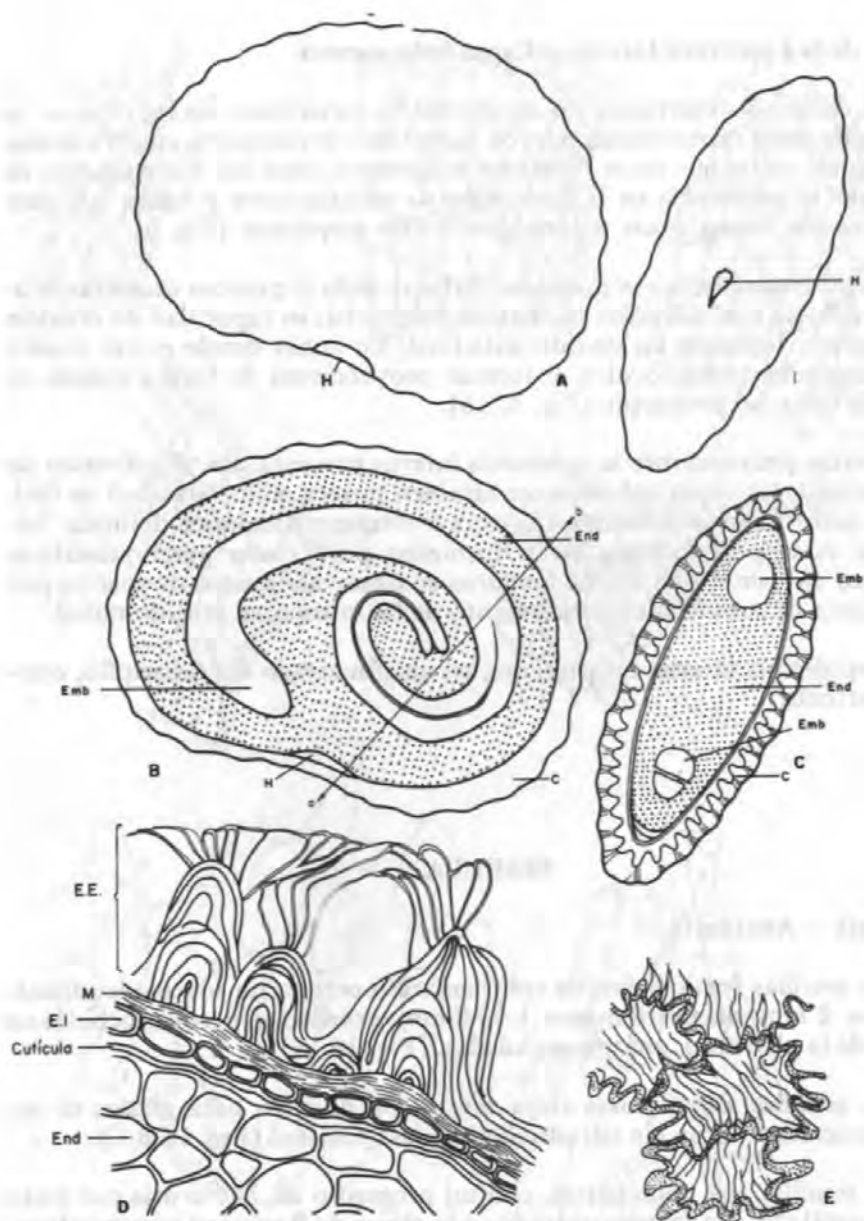
Morfología — Anatomía

Son semillas lenticulares; de color amarillo-ocre; testa foveolada; diámetro mayor 2 mm, diámetro menor 1.5—2 mm. exariladas (pero embebidas en la pulpa de la placenta); anátropas; hiladas. (Fig. 16 A).

Son semillas albuminosas cuya reserva da positivo para grasas; el embrión es curvado con un eje cilíndrico bien desarrollado. (Fig. 16-B-C).

Las semillas son abundantes, con un promedio de 120 o más por fruto bien desarrollado. En frutos cultivados a la altura de Bogotá el número de semillas es más bajo y por lo general los frutos también son más pequeños.

Fig. 16. Semilla: A— aspecto interno, vista frontal y lateral respectivamente. B— posición del embrión C— estructura interna del plano a-b. D— sección transversal de las cubiertas (400X). E— Células epidérmicas, vista frontal (200X). H—Hilo, End— endospermo, Emb—embrión, C— cubierta, EI— Epidermis interna, EE — Epidermis externa, M— Mesófilo.



Semilla exotestal, (capa mecánica en la epidermis externa) epidermis externa bien desarrollada constituida por una capa compacta de células (esclereidas) con la pared tangencial interna y las radiales engrosadas y lignificadas; en su parte distal con engrosamientos delicados y reticulados, estas últimas ocasionalmente se rompen.

Mesófilo no persistente, constituido por restos de células aplastadas.

Epidermis interna de células rectangulares con paredes un poco engrosadas uniestratificada. (Fig. 16D).

Cutícula presente y bien desarrollada entre la epidermis interna y el endospermo. Endospermo rico en grasas y proteínas (?).

La forma de las células externa de la testa (Epidermis externa), en vista frontal, es irregular con paredes muy onduladas (Fig. 16 E).

DISCUSION

Roth (1977) discute ampliamente los cambios anatómicos observados en las Bayas de las Solanáceas y cita numerosos trabajos realizados en géneros de esta familia entre ellos figuran: Wazinska (1967) dice que "en frutos globulares las células de la epidermis externa son poligonales, pero pueden variar de acuerdo con la parte del fruto donde ocurren". Lo anterior es cierto para *Physalis peruviana* De Valencia (1986); en *S. sisymbriifolium*. Todas estas células son poligonales y no cambian de forma.

Bitter (1911a) encontró concreciones de células pétreas en 31 especies de *Solanum*". La formación de estas concreciones parece que se lleva a cabo en partes especiales del fruto y con formas típicas globulares o en forma de huso (*Physalis alkekengi* y *Ph. francheti*). Concreciones muy grandes se encuentran en *Cyphomandra betacea*. En especies de *Physalis* las concreciones ocurren en ciertas zonas blandas externas del fruto carnoso".

En este trabajo a nivel de las secciones transversales y longitudinales realizadas no se encontraron células pétreas; además se hicieron maceraciones de la pulpa del fruto semimaduro y maduro utilizando como indicador de lignina, la floroglucina, con resultados igualmente negativos.

Fisher (1929b) señala que "en *Solanum*, *Atropa* y *Nicotiana* ocurre formación de estomas anómalos o reducción de los mismos por fusión del aparato estomático con tejidos subyacentes o taponamiento del ostiolo por protuberancias cuticulares. En *Solanum tuberosum* los estomas ocurren esparcidos sobre toda la superficie del fruto principalmente hacia el ápice; en *Physalis peruviana* y *Ph. alkekengi* ocurren en la parte baja del mismo".

Las observaciones hechas en *S. sisymbriifolium* no reportaron la presencia de estomas.

“Las Bayas de las Solanáceas generalmente desarrollan hipodermis colénquimatosas.

En las bayas que están rodeadas por un cáliz protector persisten el colénquima poco se desarrolla, en *S. sisymbriifolium* la formación del colénquima se suprime en el pericarpo puesto que el cáliz desarrolla una cubierta protectora alrededor del fruto” Roth (op. cit.). Lo anterior se confirma en el presente trabajo.

Este fruto presenta la anatomía típica de las bayas jugosas, en donde el fruto se origina completamente de las transformaciones del ovario. La parte comestible está constituida básicamente por parénquima, producido por la proliferación del pericarpo y placenta hacia los lóculos conformando, en estado maduro, falsos tabiques que encierran las semillas.

Klemt (1907) demostró “que el alargamiento y proliferación de la placenta es característico de las bayas jugosas de las Solanáceas”.

Krüger (1932) “En Solanáceas, la proliferación del endocarpo o de la placenta se desarrolla a partir de la primera capa subepidermal”.

Kraus (1949) “observó proliferación proveniente tanto de la placenta como del endocarpo en *Physalis alkekengi*” y Valencia (1986) para *Physalis peruviana*. En el tomate la proliferación procede de la placenta; en *Solanum nigrum* sólo prolifera el endocarpo Roth (op. cit.).

CONCLUSIONES

- Las células epidermales conservan capacidad de división hasta los estados avanzados del desarrollo y su forma es poligonal en toda la superficie del fruto.
- No presenta estomas en su epidermis externa, ni estructuras secretoras especiales.
- No se encontraron concreciones de células pétreas en la pulpa del fruto.
- La cáscara del fruto está conformada por la epidermis y las 2-3 capas subyacentes, sin llegar a formar hipodermis.
- Presencia de falsos tabiques formados por tejidos placentarios y pericárpicos, aunque en ocasiones son incompletos.

- Muchas de las células parenquimáticas del pericarpio y principalmente los de la placenta poseen arena cristalina de oxalato de calcio.
- La proliferación celular del pericarpio se observa hasta frutos con 10 mm. de diámetro. En adelante el crecimiento del fruto está determinado por cambios celulares en forma, tamaño y contenido.
- Es un fruto rico en sustancias oleosas, tanto el pericarpio como las semillas y en menor proporción almidones. Los almidones se encuentran en mayor proporción en los tejidos placentarios.
- Capas externas del pericarpio ricas en cromoplastos rojos; placenta y capas internas del pericarpio ricas en cromoplastos amarillos.

RECOMENDACIONES

Es necesario hacer el estudio fitoquímico de esta Baya para determinar la riqueza y naturaleza de los componentes oleosos que posee. Debe incluirse también la semilla.

Si se compara la cantidad de pulpa o parte comestible con las semillas, es relativamente baja; por ello se haría necesario un mejoramiento orientado a disminuir el número de semillas y aumentar los tejidos placentarios y pericárpicos (pulpa).

AGRADECIMIENTOS

A los Profesores Nubia de Lozano, por sus conceptos en la interpretación histológico-anatómica y corrección del manuscrito y al Profesor Jorge Cogua, por las fotografías.

Al Señor Germán López dibujante del Depto., al Señor Ramón Fernández microtecnista.

BIBLIOGRAFIA

- BARATO, A.M. y BURBANO, M.C. 1975. Análisis de los extractos lípidos de las semillas del *Solanum marginatum* en tres estados de maduración diferentes. Tesis de grado, Departamento de Química - Universidad Nacional, Bogotá.

- CRUZ, D. y MICHELI, R. 1977. Contribución al estudio de dos especies del género *Solanum*. Tesis de grado, Departamento de Farmacia — Universidad Nacional, Bogotá.
- GARCIA, B. y RIAÑO, C. 1977. Contribución al estudio fitoquímico del *Solanum asperrimum* y del *Solanum oblongifolium*. Tesis de grado, Dpto. de Farmacia — Universidad Nacional, Bogotá.
- GRACIA, C. y VELASCO, B. 1976. Contribución al estudio fitoquímico del *Solanum nigrum* var. *americanum*. Tesis de grado, Departamento de Farmacia — Universidad Nacional, Bogotá.
- HERRERA, A. y KEGAN, G. 1969. Análisis fitoquímico y farmacológico de la planta *Solanum marginatum*. Tesis de grado. Departamento de Farmacia — Universidad Nacional, Bogotá.
- HIGUERA, M. y ZAMUDIO, L. 1976. Contribución al estudio químico de los alcaloides del *Solanum crinitipes* Dunal. Tesis de grado, Departamento de Farmacia — Universidad Nacional, Bogotá.
- JOHANSEN, D.A. 1940. Plant Microtechnique. Mc. Graw Hill Publication Book Co., New York. pp. 523.
- MORTON, C. 1976. A revision of the Argentine Species of *Solanum*. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba pp. 194-197.
- ROMERO, R. 1969. Frutas silvestres de Colombia. Volumen II. Banco de la República, Bogotá. pp. 334-335.
- ROTH, I. 1977. Fruits of Angiosperms. Gebruder Borntraeger, Berlin. pp. 675.
- 1964. Microtecnia Vegetal. Universidad Central de Venezuela, Caracas. pp. 88.
- SCHULTES, R. y ROMERO, R. 1962. Edible fruits of *Solanum* in Colombia. Botanical Museum Leaflets. Volumen XIX. pp. 276-278.
- SMITH, L. y DOWNS, R. 1966. Flora ilustrada catarinense — Solanáceas. Herbario Barbosa Rodríguez, Itajaí. pp. 183-185.
- VALENCIA, M.L. de. 1986. Anatomía del fruto de la Uchuva (*Physalis peruviana* L.). Acta Biológica Colombiana. Vol. 1 (2): 63-89.