

## Estudio Anatómico y de los Procesos de Crecimiento y Desarrollo del Fruto de la Badea (*Passiflora quadrangularis* L.)<sup>1</sup>

NOHORA MONTENEGRO DE CARRILLO<sup>2</sup>

**Resumen.** El presente trabajo se realizó para contribuir al estudio de los procesos de crecimiento y desarrollo del fruto de la Badea (*Passiflora quadrangularis* L.). Para su realización se tomaron muestras de frutos de diferentes tamaños, los cuales fueron tratados mediante técnicas histológicas y analizados al microscopio. Se evaluaron ocho estadios de crecimiento correspondientes a frutos de los diámetros: 6; 10; 18; 22; 30; 40; 60 y 80 mm.

En los tres primeros estadios de desarrollo del fruto, se observaron continuas divisiones en las células de la epidermis externa y del parénquima. Adicionalmente, el fruto que se ha originado de un ovario triangular, va tomando forma circular. A partir del cuarto estadio, se inicia la maduración del fruto y la placenta empieza a llenar los lóculos y a rodear las semillas. En el estadio ocho, se observa el arilo cuyo origen proviene de un engrosamiento de la zona apical del funículo. Todos los procesos, que ocurren a lo largo del crecimiento del fruto, originan su forma final y le proporcionan las características organolépticas.

### ANATOMICAL, GROWTH AND DEVELOPMENT STUDIES IN BADEA FRUITS (*Passiflora quadrangularis* L.)

**Summary.** This work had been done as a

<sup>1</sup> Este trabajo hace parte del proyecto "Estudio anatómico y de los procesos de crecimiento y desarrollo de frutos tropicales de importancia económica", financiado por COLCIENCIAS y la Universidad Nacional de Colombia.

<sup>2</sup> Profesora Asistente, Depto. de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Apartado Aéreo 23227, Bogotá.

contribution to the study the processes of growth and development of Badea fruit (*Passiflora quadrangularis* L.). Fruit samples of different sizes were taken and treated by histological techniques and analyzed under microscope. Eight stage of development of diameter fruits were evaluated: 6; 10; 18; 22; 30; 40; 60 y 80 mm. Continues divisions in the external epidermis cells and parenchima on the three first stages were observed. Additionally, the fruit originated from a triangular ovary, progresively pets a circular form. From the fourth stage, fruit ripening initiates and the placenta starts to fill the locules and sarround the seed. At the eight stage the aril, which is originated from thickening of funiculus apical zone is observed all the processes, which take place during the fruits growth produce their final form and establish the organoleptic characteristics.

### INTRODUCCION

*Passiflora quadrangularis* L. es una Passiflorácea originaria del continente americano; su área de extensión va desde México, a través de Centro América y las Antillas, hasta el centro norte de Suramérica (Romero Castañeda, 1961).

Según Romero Castañeda (1961) recibe los siguientes nombres vernáculos: Badea en todas las zonas cálidas de Colombia, Corvejo en el Carare (Santander) y Granadillo grande, en Chinchiná (Caldas).

*Passiflora quadrangularis* L. es una planta trepadora, con zarcillos que al adherirse a soportes permiten que reciba buena luz y aire. El tallo es glabro y cuadrangular, las hojas alternas, elípticas, con la base cordiforme y el ápice terminado en un pequeño acumen. Las hojas tienen de 25 a 30 cm de

longitud y muestran glándulas en el pecíolo. Las flores, abundantes y grandes, tienen un diámetro de 12.5 cm. El cáliz es tubular en la base y posee cinco sépalos suculentos de color verde y blanco. La corola es de cinco pétalos suculentos. El involucre y las estípulas son de color verde. Las anteras, el ovario, el androginóforo y los estigmas son blancos. Posee cinco estambres. Los pistilos presentan tal alargamiento que dificultan la autogamia, necesiándose, a menudo, la polinización a mano para lograr la fecundación. Se produce por semillas y por estacas (Kennard y Winters, 1963).

Según Purseglove (1974), la parte comestible del fruto (mesocarpo y endocarpo) contiene aproximadamente 93.7% de agua, 0.7% de proteína, 0.2% de grasas, 4.3% de carbohidratos, 0.7% de fibra y 0.4% de cenizas.

Con el fin de contribuir al conocimiento de los procesos de crecimiento y desarrollo de los frutos de plantas nativas, se propone el presente estudio, teniendo en cuenta la importancia científica. Desde el punto de vista económico, se justifica el estudio por cuanto los frutos de la badea son utilizados como fuente de alimentación, en mermeladas, jugos, en la preparación de frutas confitadas y, además, se han reportado sus posibles usos medicinales (Guzmán y Páez, 1984).

## MATERIALES Y METODOS

El material fue coleccionado en Villeta (Cundinamarca), Pitalito (Huila), Cunday (Tolima) y Fusagasugá (Cundinamarca). Su clasificación se efectuó con base en la información presentada por Uribe (1972) y con la colaboración del Profesor Eduardo Barrera<sup>3</sup>.

El muestreo de los frutos se realizó seleccionando bayas de diferente tamaño, las cuales se fijaron en una mezcla de formol-ácido acético-etanol (F.A.A.). Posteriormente, se empleó el micrótopo para la elaboración de micro-preparados permanentes, los cuales fueron coloreados con Safranina y

fastgreen, según la técnica de Roth (1964, 1977). Sin embargo, parte del material fue cortado a mano alzada, coloreado con tioni-na, montado en una mezcla de glicerina y agua en partes iguales y sellado con esmalte.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Anatomía del ovario.** El ovario muestreado presenta 4 mm de diámetro, 3 carpelos, 3 costillas y 3 lóculos. En la pared del mismo se observan, aproximadamente, 43 capas de células incluidas la epidermis externa, el parénquima, la placenta y la epidermis interna. Externamente, el ovario presenta forma triangular, la cual contrasta con la forma redonda del fruto maduro (Figura 1).

La epidermis está compuesta por dos capas: (a) la epidermis externa, conformada por células rectangulares radialmente alargadas que experimentan divisiones anticlinales y periclinales. Las paredes internas de estas células son delgadas y no dejan espacios intercelulares. La pared externa recubierta por una cutícula gruesa (Figura 2); (b) La hipodermis constituida por células más pequeñas que las de la epidermis. Las células de ambas capas presentan núcleos de gran tamaño fácilmente reconocibles (Figura 2). Las capas de la epidermis e hipodermis están seguidas hacia dentro por un parénquima. A continuación del parénquima se observa la epidermis interna que está constituida por células ligeramente alargadas radialmente.

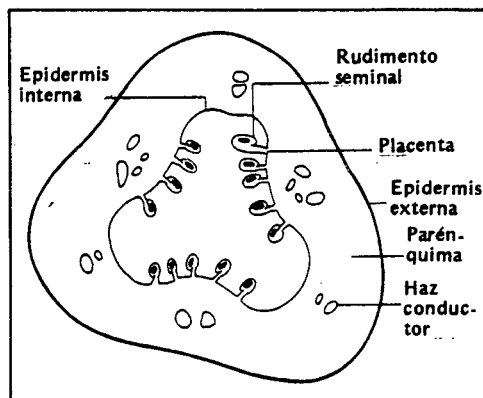


Figura 1. Corte transversal del ovario de *P. cuadrangularis* L., diámetro aproximado 4mm. Aumento 128X.

<sup>3</sup> Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

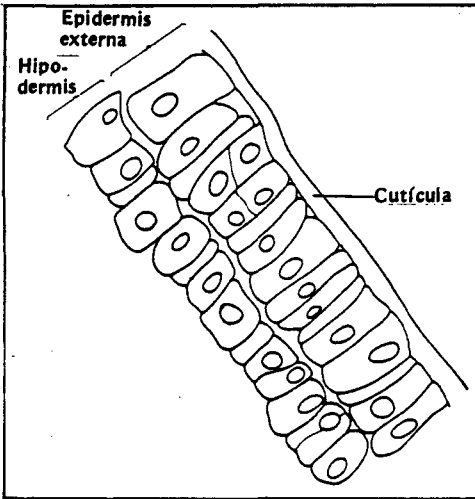


Figura 2. Ovario de 4 mm de *Passiflora quadrangularis* L. Tanto las células de la epidermis externa como las de la hipodermis presentan divisiones. Aumento 640X.

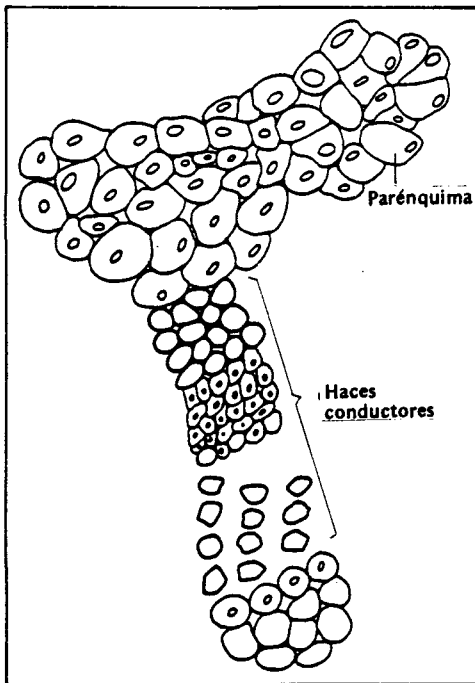


Figura 3. Parénquima de un ovario de 4 mm de *Passiflora quadrangularis* L. Aumento 640X.

El parénquima presenta células redondeadas y células de contornos poligonales de tamaño variable y paredes delgadas; hacia el interior, las células aumentan paulatinamente de tamaño (Figura 3). El parénquima está

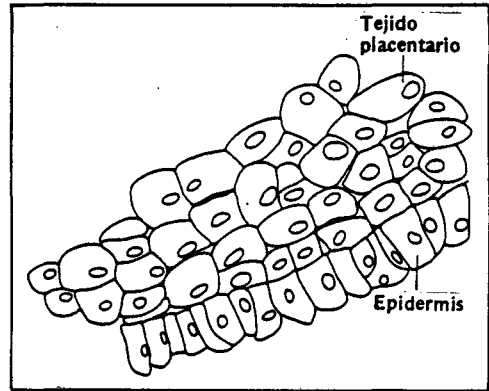


Figura 4. Tejido placentario en ovario de 4 mm, de *Passiflora quadrangularis* L. La actividad mitótica es relativamente frecuente.

interrumpido por haces vasculares, los cuales están profundamente situados en la pared del ovario. Las placentas se localizan a lo largo de la pared y sus células presentan formas diferentes a las del resto del parénquima; se dividen periclinalmente y se disponen más apretadamente; presentan forma poligonal y no dejan espacios intercelulares entre sí. Los contornos de estas células tienden a ser más redondeados (Figura 4). De trecho en trecho, sobre la placenta, se insertan los óvulos anátropos por medio del funículo.

Para el estudio de la anatomía y los procesos de crecimiento de la badea, los frutos muestreados se clasificaron de acuerdo al diámetro y se ubicaron en 8 estadios correspondientes a los siguientes valores:

Estadio	Diámetro (mm.)
1	6
2	10
3	18
4	22
5	30
6	40
7	60
8	80

*Estadio 1 (Corte transversal del fruto de 6 mm).* Cuando el fruto ha alcanzado el estadio correspondiente al tamaño de 6 mm, el ancho de la pared del ovario ha aumentado

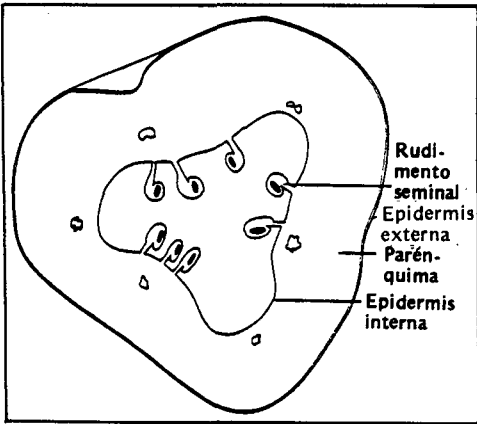


Figura 5. Corte transversal de un fruto de *Passiflora quadrangularis* L., diámetro aproximado 6 mm. Aumento 128X.

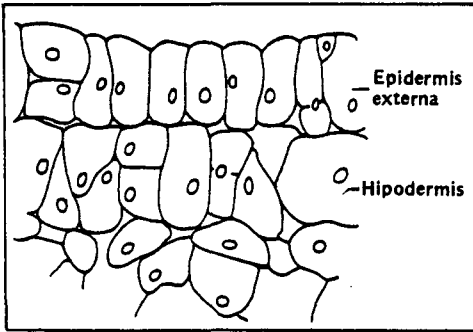


Figura 6. Corte transversal de un fruto de *Passiflora quadrangularis* L. La epidermis externa y la hipodermis con divisiones anticlinales y periclinales.

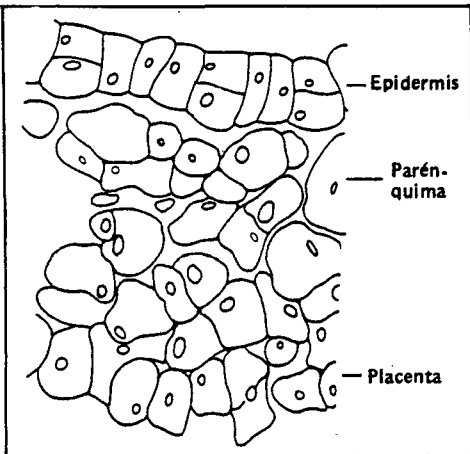


Figura 7. Tejido placentario de un fruto de *Passiflora quadrangularis* L., diámetro aproximado 6 mm.

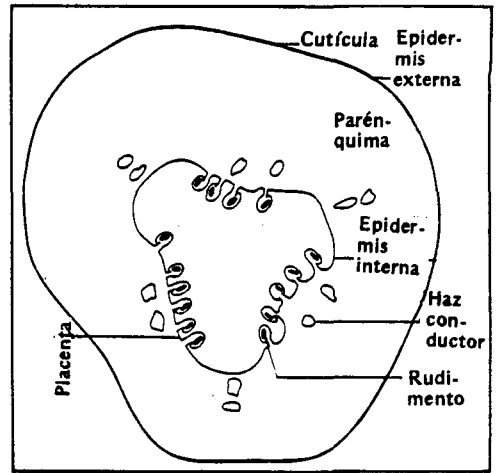


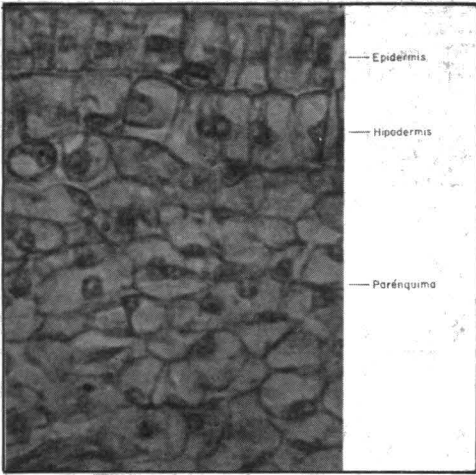
Figura 8. Corte transversal de un fruto de *Passiflora quadrangularis* L., diámetro aproximado 10 mm. Aumento 128X. El fruto aún no presenta la forma circular del fruto maduro.

do a 60 capas de células y mantiene la forma triangular (Figura 5). En este fruto, se observa una epidermis externa cuyas células continúan dividiéndose anticlinal y periclinalmente. Por lo tanto, se presentan células más angostas por las continuas divisiones (Figura 6). Las células de la hipodermis siguen dividiéndose anticlinalmente y se observan pocas divisiones periclinales.

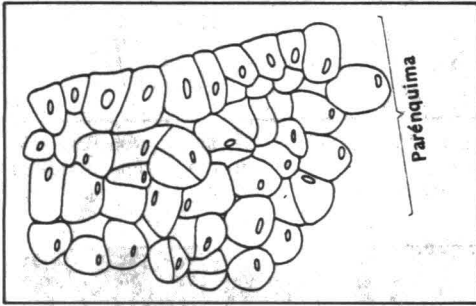
El parénquima de estos frutos muestra gran actividad mitótica; los espacios intercelulares que presenta son de mayor tamaño que los que aparecen en el ovario. Se aprecia aumento en el número de capas de células en el parénquima placentario (Figura 7).

**Estadio 2 (Corte transversal del fruto de 10 mm).** En este estadio el fruto aún no muestra la forma circular que tiene cuando está maduro (Figura 8). La epidermis externa está formada de células rectangulares, alargadas en sentido radial; solamente algunas células individuales presentan actividad mitótica. En las células de la hipodermis se aprecian divisiones anticlinales y algunas periclinales. El número de células que conforman esta capa aumenta (Figura 9).

Después de la hipodermis se pueden apreciar hasta cinco capas de células del parénquima con gran actividad mitótica. Estas presentan formas muy variadas y tamaños



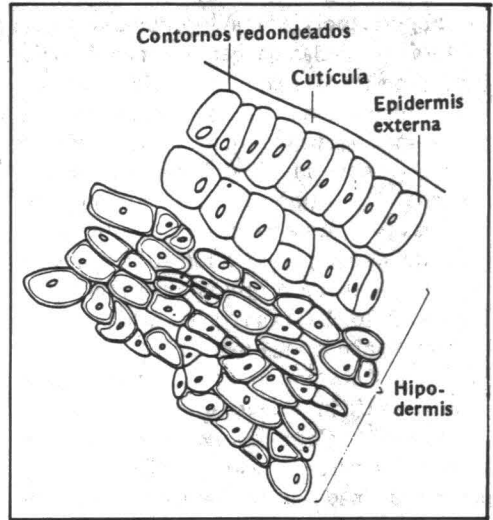
**Figura 9.** Corte transversal de un fruto de *Passiflora quadrangularis* L., diámetro aproximado 10 mm.



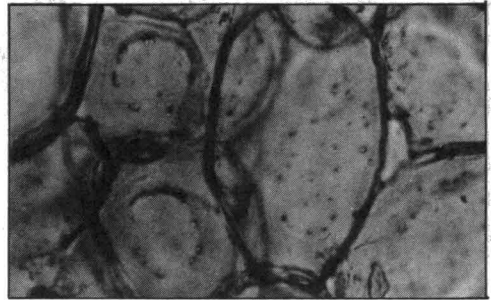
**Figura 10.** Parénquima de un fruto de *Passiflora quadrangularis* L., diámetro aproximado 10 mm. Aumento 640 X. Las 5 capas del parénquima presentan mayor actividad mitótica y divisiones oblicuas.

diferentes (Figura 10). La dirección de las divisiones no es predominantemente anticlinal, ocurren también divisiones oblicuas. El parénquima, en su totalidad, está formado por unas 80 capas de células. En la placenta, las células no dejan espacios intercelulares y, en su mayoría, presentan divisiones anticlinales. Los núcleos son de gran tamaño.

**Estadio 3 (Corte transversal del fruto de 18 mm).** En este estado de desarrollo, las células de la epidermis externa presentan alargamiento anticlinal y hacia el exterior contornos redondeados a manera de papilas. Las células de la hipodermis siguen dividiéndose rápidamente, muestran gran actividad mitótica y núcleos de gran tamaño (Figura 11). Hacia el interior, se extiende el pa-



**Figura 11.** Fruto de *Passiflora quadrangularis* L. Diámetro aproximado de 18 mm. Las células de la epidermis externa presentan alargamiento anticlinal y hacia el exterior contornos redondeados a manera de papilas. Las células de la hipodermis se dividen rápidamente, presentan núcleos de gran tamaño.



**Figura 12.** Fruto de *Passiflora quadrangularis* L. diámetro aproximado 18 mm. Las paredes de las células del parénquima cortical presentan punteaduras.

réncima cortical formado por células de contornos poligonales o redondeados cuyo tamaño no es uniforme. Sin embargo, las células de las capas corticales más externas son más pequeñas que las de las capas más internas. En las paredes de las células de este parénquima se observan punteaduras (Figura 12).

Las capas externas de la corteza (5 a 6 capas de células) presenta intensa actividad mitótica y aparecen de trecho en trecho

terrumpidas por lagunas producidas por la ruptura de células de paredes más delgadas (tipo lisogénico). También, se observan lagunas de mayor tamaño producidas por la misma causa en las células más profundas del parénquima parietal. Predominan las células alargadas en sentido anticlinal, aunque, también, las hay isodiamétricas. Las células de la placenta se alargan, el volumen de éstas aumenta y se guarda el ritmo de crecimiento de todo el fruto. Las capas de las células del parénquima han aumentado a 140. Externamente, el fruto presenta forma más circular, en contraste con la de los estadios anteriores.

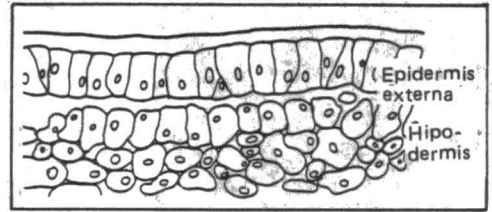
**Estadio 4 (Corte transversal del fruto de 22 mm).** A partir de este estadio empieza el proceso de maduración. Las células de la epidermis presentan divisiones anticlinales y en las paredes de las células de la hipodermis comienzan a aparecer engrosamientos (Figura 13). Los núcleos de las células de la hipodermis son grandes y éstas se dividen anticlinal y periclinalmente. Las placentas se han extendido debido a las continuas divisiones celulares, a tal punto que comienzan a llenar los lóculos y rodear las semillas.

En conjunto, el parénquima muestra zonas de gran actividad mitótica, en cuya periferia aparecen células con paredes que se tiñen de rojo con safranina debido a la cutinización. El parénquima del mesocarpo presenta un conjunto de células grandes aparentemente sin contenido, cuyas paredes se engrosan paulatinamente (Figura 14). En este estadio las células que conforman la epidermis interna muestran menor actividad mitótica.

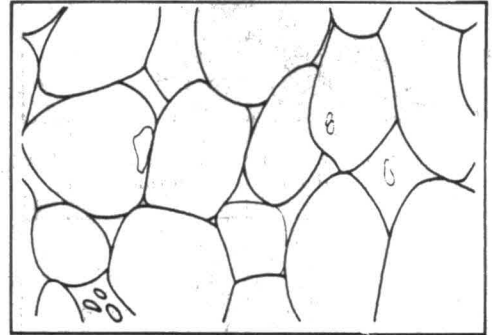
**Estadio 5 (Corte transversal de un fruto de 30 mm).** En este estadio se observan grandes transformaciones histológicas. El fruto manifiesta externamente coloración amarillenta. Las células de la epidermis externa y las de algunas capas de la hipodermis se han alargado tangencialmente, con lo cual el fruto poco a poco adopta la forma cilíndrica.

El mesocarpo, que se halla constituido por numerosas capas de parénquima, presenta algunas células de gran tamaño debido al crecimiento en sentido radial (Figura 15).

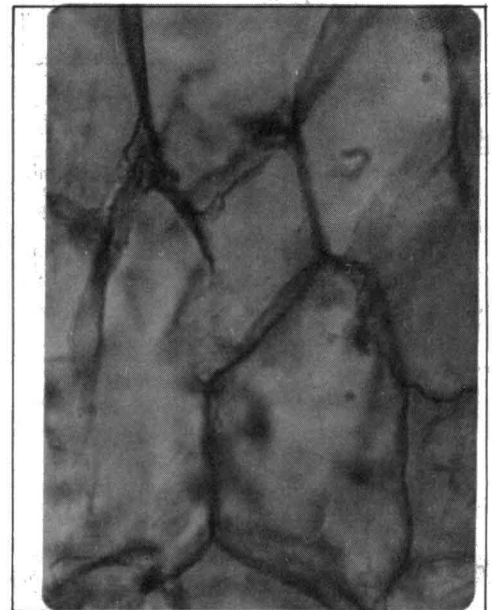
La epidermis interna se mantiene continua pero sus células se alargan tangencial-



**Figura 13.** Corte transversal de un fruto de *Passiflora quadrangularis* L., diámetro aproximado 22 mm. La epidermis externa presenta divisiones anticlinales y en la hipodermis aparecen engrosamientos.



**Figura 14.** Parénquima de un fruto de *Passiflora quadrangularis* L., diámetro aproximado de 22 mm, las células del parénquima sufren alargamiento.



**Figura 15.** Parénquima que conforma el mesocarpo de un fruto de *Passiflora quadrangularis* L., diámetro aproximado 30 mm, con alargamiento radial de las células.



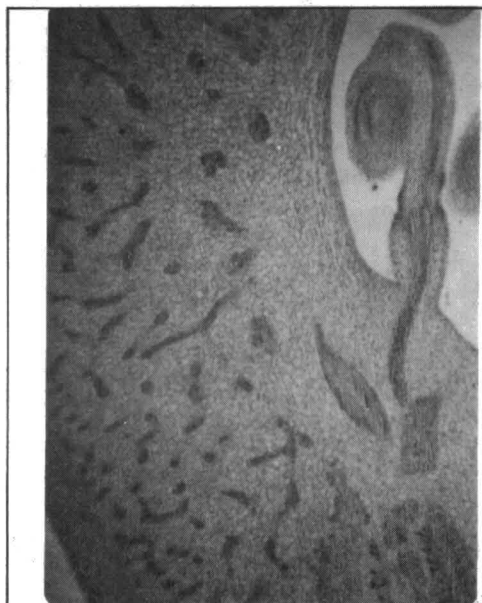
**Figura 16.** Corte transversal de un fruto de *Passiflora quadrangularis* L., diámetro aproximado de 60 mm. Parénquima placentario con punteaduras grandes, de forma cilíndrica y organizadas a manera de retículos.

mente. El parénquima placentario se torna de aspecto pulposo y exhibe consistencia blanda y jugosa.

**Estadio 6 (Corte transversal de un fruto de 40 mm).** En este estadio de desarrollo, las células de la epidermis externa siguen su alargamiento. Las células que integran la hipodermis presentan gran engrosamiento y se evidencian células colenquimáticas. El tejido placentario continúa creciendo y acaba por llenar los lóculos. Las células que integran este tejido prosiguen dividiéndose en varias secciones. Las paredes de las células del parénquima, que se hallan cerca de los haces conductores, desaparecen. En la epidermis interna se observa el alargamiento de las células en sentido radial, al tiempo que en el parénquima aparecen lagunas debido al rompimiento de las paredes celulares.

**Estadio 7 (Corte transversal de fruto de 60 mm).** En las bayas de 60 mm, las células de la hipodermis se tornan colenquimatosas a medida que sus paredes se engrosan. Las células del parénquima, que se encuentran cerca a la epidermis interna, adoptan forma tubular y aparentemente carecen de contenido celular (Figura 16).

**Estadio 8 (Corte transversal de fruto de 80 mm).** En este estadio, las células del parénquima de la placenta presentan punteaduras grandes y son de forma cilíndrica y se organizan a manera de retículos con espacios intercelulares entre ellas. A este nivel, al igual que en *Passiflora edulis* (Dathan y



**Figura 17.** Rudimento seminal de *Passiflora quadrangularis* L., diámetro aproximado de 2.8 mm. Funículo engrosado de la zona apical.

Singh, 1972), se observa la aparición de un engrosamiento en la zona apical del funículo que da origen al arilo, una vez ocurre la fecundación. En el interior del rudimento seminal, se aprecia el saco embrionario, el núcleo y el tegumento (Figura 17). El arilo que se extiende hacia el ápice de las semillas está formado por células que se caracterizan por acumular sustancias que originan el olor y sabor característicos del fruto (Guzmán y Páez, 1984).

## LITERATURA CITADA

1. Dathan, A., S.R. y D. Singh, 1972. Development and Structure of Seed in Tacsonia Juas. and *Passiflora* L. Proceedings of the Indian Academy of Sciences. Vol. 35, Section B.
2. Guzmán R. M. Páez, 1984. Contribución al estudio de la Badea y su industrialización a pequeña escala. Frutas Tropicales. Boletín Informativo No. 5.
3. Kennard, W.C. y H.F. Winters, 1960. Some Fruits and Nuts for the Tropics, Agricultural Research Service, Federal Experimental Station in Puerto Rico, Mayaguez.
4. Purseglove, J.W. 1974. Tropical Crops Dicotyledons, Longman Group Limited, London.

5. Romero-Castañeda, R. 1961. Frutas Silvestres de Colombia V.I. Familia Passifloraceas.
6. Roth, Ingrid. 1964. Microtecnia Vegetal. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Caracas.
7. Roth, Ingrid, 1977. Fruits of Angiosperms, Gedruher Borntraeger, Berlín, Stuttgart.
8. Uribe, L. 1972. Catálogo ilustrado de las plantas de Cundinamarca. Passifloraceae-Begoniaceae-Melastomataceae. V.5. Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional. Bogotá.