

DESARROLLO DEL PERICARPIO DE CANAVALLIA ENSIFORMIS (L.) DC.

Damelis Jáuregui *

RESUMEN

En el presente estudio se describe el desarrollo del pericarpio de dos genotipos de *Canavalia ensiformis* (L.) DC., "Tovar" y "Frutos Cortos 1" (FC-1), comparando su estructura anatómica. Los resultados obtenidos muestran que ambos genotipos son anatómicamente muy similares. Sin embargo, se encontraron ciertas diferencias en el grosor de la hipodermis y del esclerénquima interno, capas estas relacionadas con la dehiscencia.

ABSTRACT

The present study describes the development of the pericarp in two genotypes of *Canavalia ensiformis* (L.) DC., "Tovar" and "Frutos Cortos 1" (FC-1) by comparison of their anatomical structure. The results show that both genotypes are very similar. However, some differences in the thickness of the dehiscence layers hypodermis and internal sclerenchyma were found.

PALABRAS CLAVE: Leguminosae, *Canavalia ensiformis*, pericarpio, anatomía

* Profesora: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.
Instituto de Botánica Agrícola Apdo. 4579 - Maracay, Edo. Aragua.

INTRODUCCIÓN.

Canavalia ensiformis (L.) DC. es una Leguminosa, Papilionoideae, conocida vulgarmente como haba de burro, de uso potencial en la alimentación animal.

La legumbre es el fruto típico de las leguminosas, la cual inicia su formación como un primordio abierto desarrollado hacia arriba, éste se cierra desde la porción basal hacia la apical, formando un carpelo conduplicado. El desarrollo del ovario de **Phaseolus vulgaris**, **Cicer arietinum**, **Vigna catjang**, **V. cylindrica**, **Indogophera enneaphylla**, ocurre en forma similar, presentado diferencias sólo a nivel del origen del esclerénquima y epidermis múltiple o "parénquima dérmico", en el espesor de las capas y en la estructura anatómica adulta (Reeve y Brown, 1968 a y b; Desphande y Untawale, 1971; Behl y Tiagi, 1977 y 1980).

La estructura del pericarpio es generalmente uniforme; sin embargo, la estructura de los diferentes elementos, su arreglo y las dimensiones de las respectivas capas, pueden variar mucho entre géneros y aún más entre especies (Fahn y Zohary, 1955; Roth, 1977; Pate y Kuo, 1981).

En este trabajo se estudió el desarrollo anatómico del pericarpio de dos genotipos de **C. ensiformis**.

MATERIALES Y METODOS.

Para este estudio se seleccionaron los genotipos Tovar y FC-1, los cuales presentan diferencias notorias en el tamaño de sus frutos (Viera y col. 1987). Estos materiales genéticos fueron sembrados en terrenos de la Facultad de Agronomía, en un diseño de bloques al azar, con dos repeticiones.

El muestreo se inició desde que se formaron los racimos hasta tener frutos cosechables (de color amarillo pajiso), a intervalos inicialmente de 3 días, luego 6 y finalmente 12. En cada muestreo se escogieron al azar 4 plantas y en cada una de ellas se establecieron 3 zonas: a) basal, racimos desarrollados en los nudos 1 y 2; d) media, racimos desarrollados en los nudos 3-6 y apical, racimos desarrollados del nudo 7 en adelante.

Los botones, flores y/o frutos fueron fijados en FAA, tomando al azar posteriormente un ovario o fruto de cada muestra fijada por repetición,

genotipo, planta y estrato, para deshidratarlo con una serie creciente de alcohol butílico terciario, embeberlo e incluirlo en parafina y seccionarlo con un micrótopo de rotación Leitz, aun espesor de 7-20 μm . Algunas de las secciones obtenidas fueron teñidas sin desparafinar con azul de Toluidina acuosa al 0,05% y luego se desparafinaron con xilol, y otras, previamente desparafinadas, se tiñeron con safranina-fast green; en ambos casos se montaron en Eukitt.

Se hicieron macerados para estudiar epidermis y forma celular de algunos tejidos; para ello se colocaron trocitos de 0,5 x 0,5 cm de la región media de frutas verdes y secos en una mezcla V:v de ácido crómico (10%) y ácido nítrico (10%) en estufa a 60 °C.

Además se realizaron pruebas microquímicas para almidón, proteínas, grasas, lignina, según Johansen (1940).

Las láminas fueron examinadas con un microscopio binocular Leitz y las mediciones se realizaron con un micrómetro ocular calibrado en un microscopio monocular Leitz para los objetivos 4, 10 y 40x.

El análisis estadístico fue realizado en un microcomputador equipado con el programa MSTAT, usando el análisis para parcelas subdivididas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El desarrollo del fruto de *Canavalia ensiformis* (L.) DC. ocurre en aproximadamente 75 días (contando a partir de la antesis).

Se establecieron 8 estados de desarrollo según los cambios anatómicos que se iban produciendo. Así, el Estado 1 (Fig. 1A y 1B), corresponde con la anatomía del botón floral, cuando éste mide en promedio 287,2 x 234,5 μm en sección transversal. En este Estado, el ovario presenta protodermis externa uniestratificada, con una alta densidad de tricomas glandulares y protectores. En posición más interna una hipodermis discontinua, con células de mayor tamaño que las epidérmicas, aproximadamente isodiamétricas. El tejido subyacente constituye parénquima tempranamente diferenciado, con células alargadas y altamente vacuoladas, interrumpido en algunas zonas por células de mayor tamaño, de contenido verde-amarillento (de composición química desconocida). Las células

más internas de esta región son pequeñas y con un contenido celular más denso. La última capa de esta región constituye la hipodermis interna, la cual es menos definida que la hipodermis externa. La protodermis interna está constituida por células más pequeñas que las de la protodermis externa y carece de tricomas. En la región parenquimática son visibles cordones procambiales en las porciones laterales del ovario y en la sutura dorsal y ventral.

El desarrollo del fruto se inicia al momento de la floración con una base muy activa de divisiones celulares periclinales en la protodermis e hipodermis internas (Estado 2), a consecuencia de estas divisiones, los tejidos mencionados se hacen multiestratificados (Fig. 1C).

En el Estado 3 se inicia la diferenciación de las células derivadas de la protodermis e hipodermis interna. Las células derivadas de la hipodermis interna son alargadas y estrechas y ocupan planos oblicuos a la superficie interna de la legumbre. Estas derivadas constituyen células jóvenes que más tarde llegan a formar una vaina fibrosa.

La protodermis interna al dividirse origina células que tienen la apariencia de células parenquimáticas, conformándose una epidermis múltiple, comúnmente referida como parénquima dérmico (Fig. 1D a 1G).

El Estado 4 se caracteriza porque en esta fase se comienzan a hacer visibles los engrosamientos de las células de la hipodermis externa, esclerénquima y elementos xilemáticos de los tejidos adultos presentes en el pericarpio. El exocarpio está constituido por la epidermis externa uniestratificada, de cutícula delgada, con pocos tricomas capitados, con estomas provistos de amplias cámaras subestomáticas y con cuernos cuticulares; en vista frontal, las células epidérmicas normales son de contornos poligonales, con estomas tipo ciclocítico, semejantes a lo reportado por Shah y Mohandas (1982) para *Canavalia gladiata* (DC.). Se presentan además células con cristales agrupados mayormente en pares y ocasionalmente en grupos de cuatro. Las células hipodérmicas son irregulares en forma y tamaño, orientadas de forma oblicua en relación al eje de la legumbre (Fig 2.).

El mesocarpio está formado por parénquima clorofiliano y/o reservante según el estado de desarrollo. En él se presentan células

grandes conteniendo una sustancia verde-amarillenta, de composición química desconocida. Muchos conductos secretores son visibles en esta zona solos o en conexión con los haces vasculares. En las suturas dorsal y ventral, se distinguen capas de esclereidas y fibras sobre los haces vasculares respectivos; en este caso o cuando se presenta como paquetes aislados o sobre haces vasculares laterales, se encuentran asociados con células pequeñas que contienen un cristal prismático de oxalato de calcio. Los haces vasculares son colaterales, pero se encuentran también haces vasculares constituidos sólo de floema, como ocurre en ***Phaseolus coccineus*** (Gonzales y Engleman, 1982). (Fig. 3).

El endocarpio está constituido por tejido esclerenquimático y por la epidermis interna (múltiple). El esclerénquima inicia en esta fase el engrosamiento de sus paredes; en él son visibles dos estratos, el externo formado por células cortas y gruesas con sus extremos obtusos y el interno constituido por células largas, agudas en sus extremos y de paredes más delgadas. La epidermis múltiple comúnmente llamada parénquima dérmico, presenta células alargadas tangencialmente en relación a la superficie de la legumbre; carece de cloroplastos y de granos de almidón, presenta cristales hexagonales de oxalato de calcio.

El Estado 5 se define por engrosamiento marcados en las células hipodérmicas, xilemáticas y esclerenquimáticas. Granos de almidón ocupan casi todas las células parenquimáticas y se inicia la separación de las células de la epidermis en filas, tomando la apariencia de pelos pluricelulares (Fig. 4A y 4B).

En el Estado 6 (Fig. 4C a 4E), la legumbre comienza a endurecerse, por lo que los engrosamientos de las paredes celulares son muy evidentes, notorios en las suturas dorsal y ventral. De aquí en adelante se inicia un proceso de reducción del grosor de las paredes del fruto y aumento de la cavidad del mismo, provocando el aplastamiento y la desecación de las células del parénquima, como se observa en la Fig. 5A (Estado 7).

En el Estado 8 (Fig. 5B a 5E). el fruto está completamente seco, de color amarillo tostado; la epidermis múltiple se ha separado totalmente formando una intrincada trama de estructuras pluricelulares semejantes a pelos, las cuales macroscópicamente tienen la apariencia de un tejido

blanquecino lanoso en la cavidad del fruto.

El análisis de varianza para los valores del espesor de las diferentes capas del pericarpio, no reveló diferencias estadísticas entre genotipos cuando se hizo para 5 fechas y 3 estratos, pero sí cuando se analizó en función de 8 fechas y dos estratos, presentándose diferencias estadísticas en las variables hipodermis y esclerénquima; estas dos regiones tienen paredes gruesas y se han asociado con dehiscencia (Fahn y Zohary, 1955). Los estratos basal y medio fueron bastante homogéneos en cuanto al grado de desarrollo que alcanzaron los frutos de los racimos ubicados en estas dos zonas. Por otra parte, se observó claramente el menor desarrollo (espesor de las capas) de los frutos que nacen en los nudos apicales (Cuadro 1). Estos últimos se desarrollaron tardíamente (aproximadamente 69 días después de la siembra), en comparación con los de los estratos inferiores (51 días después de la siembra). El desarrollo total de los frutos fue probablemente limitado por la suplencia de fotoasimilados y otros nutrientes; los frutos que se desarrollan primero, tienen mayor habilidad competitiva por nutrientes que aquéllos desarrollados más tarde (Sheldrake y Saxena, 1979; Sheldrake y Narayanan, 1979 y Stephenson, 1981).

Cuadro 1. Espesor de las capas de la semilla de *C. ensiformis* de acuerdo a tres factores, genotipo, estrato y estado de desarrollo del pericarpio.

Factor		Espesor de la Capa (um)							
		CM	H	P	M	Te	Ti	Te1	Te2
Tovar		39	30	112	42	204	11	196	166
Genotipo	FC-1	45	32	105	34	184	12	108	154
Estrato	Basal	49	39	133	45	229	10	229	224
	Medio	52	37	128	41	220	12	216	194
	Apical	21	14	55	26	121	12	117	83
	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	6	0	0	0	7	12	11	0
	3	11	1	7	22	40	14	97	52
	4	22	5	125	84	296	20	224	197
	5	94	62	205	107	468	18	374	335
	6	140	97	197	79	513	6	373	334
	7	141	116	367	93	718	1	577	484
	8	144	130	526	55	854	0	710	656

CM= Capa de Malpighi; H= Hipodermis; P= Parénquima;

M= Parénquima micoidal; Te= Tegumento externo;

Ti= Tegumento interno; Te1= H + P + M; Te2= H + P.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Behl, H. and B. TIAGI. 1977

Developmental anatomy of seed and fruit in *Cicer arietinum*.
J. Indian Bot. Soc. 56: 313-321.

1980. Seed and fruit development in Vigns. Proc. Indian Acad.
Sci. (Plant Sci) 89(2): 143-149.

DESPHANDE, P.K. and A.G. UNTAWALE. 1975

Development of seed and fruit in *Indogophera enneaphylla* L.
Bot. Gaz. 132(2): 96-102.

FAHN, A. and M. ZOHARY. 1955

On the pericarpial structure of the legumen, its evolution and
relation to deshiscence Phytomorphology 5: 99-111.

GONZALEZ A. y E.H. ENGLEMAN. 1982

Anatomía de la vaina de *Phaseolus coccineus*. Agrociencia
48: 7-28.

JOHANSEN, D.A.

Plant microtechnique. New York. Mc Grawhill. Book Company
Inc 1940. 1ra. ed. 523 p.

PATE, J. and J. KUO. 1981

Anatomical studies of legume pods a possible tool in taxonomic
research. IN Avances in legume systematics ed. R.M. Polhill
and P.H. Raven. Royan Botanical Gardens, Kew, England
903-912.

ROTH, I. 1977

Fruits of Angiosperms. Gebruder Borntraeger. Berlín . 75 p.

- REEVE, R. and M. BROWN.** 1968a
Histological development of the greebean pod as related to culinary texture. Esrly stages of pod development. *Journal of Science*. 33: 321-326.
- _____. (1968b). Histological development of the green bean pod as related to culinary texture 2 structure and composicion at edible maturity. *Journall of Food Science* 33: 326-331.
- SHAH, G.L. and K.H. MOHANDAS.** 1982
The structure and ontogeny of stomata and trichomes of floral organs of *Canavalia gladiata* DC. *Geobios New Reports*. 1:58-60.
- SHELDRAKE, A and A. NARAYANAN.** 1979
Comparisons of earlier and later formed of pigeonpeas *Cajanus cajan* (L.) Millsp. *Ann Bot.* 43: 459-466.
- SHELDRAKE, A. and SAXENA.** 1979
Comparisons of earlier-later former pods of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) *Ann. Bot.* 43: 467 - 473.
- STEPHENSON, a.** 1981
Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate funcions. *Ann. Rev. Ecol. Sust.* 12: 253-279.
- VIERA, J. et al.** 1987
Variacines en la longitud del ruto y su efecto sobre algunas características en *Canavalia ensiformis* (L.) DC. Resumen en *Recursos Tropicales para la alimentación Animal* L. 1(1):24.

Fig. 1 Detalles estructurales del pericarpio de *Canavalia ensiformis*, estados 1, 2 y 3.

- A.** Sección transversal de pistilo de botón floral. Carpelo (C), óvulo (O), tegumentos (T), núcela (N), saco embrional (S). 160 X
- B.** Detalle de la pared del ovario en sección transversal Estado 1. Protodermis externa (DE), hipodermis (H), células con sustancia desconocida (S), cordones procambiales (CP), parénquima interno (PI), hipodermis interna (HI), protodermis interna (DI). 640 X.
- C.** Detalle de la protodermis interna (DI) e hipodermis interna (HI) en esta última han ocurrido divisiones celulares y se inician en la primera Estado 2. 640 X.
- D.** Diferenciación de esclerénquima (E) y parénquima dérmico (PD). Estado 3. 160 X.
- E.** Detalle del Anterior. 640 X.
- F.** Sección transversal del haz ventral alejado de la sutura. 160 X.
- G.** Sección transversal sutura dorsal. Epidermis (E), hipodermis (H), parénquima (P), esclerénquima (E), nótese en este último la ausencia de engrosamientos en sus células. 160 X.

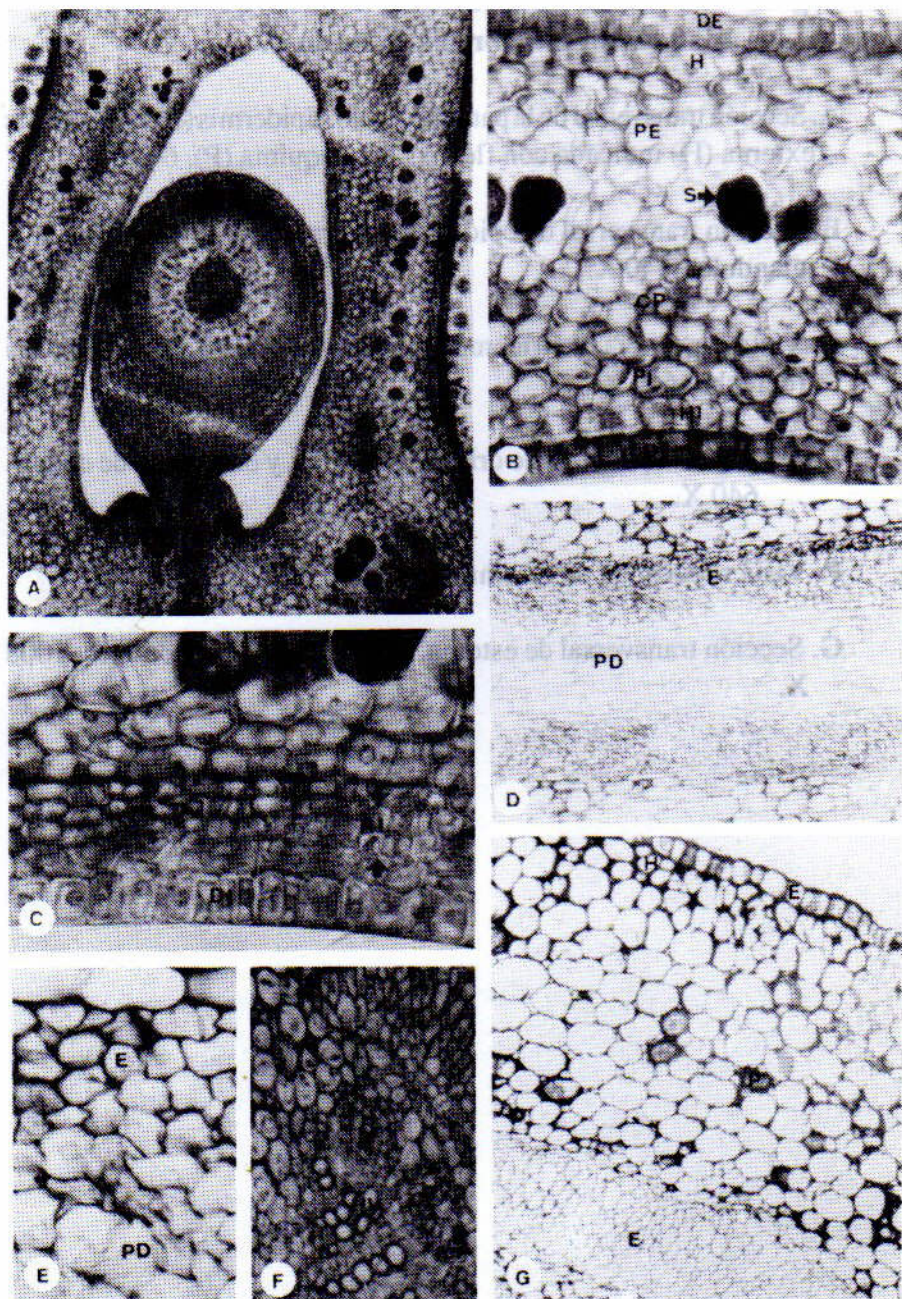


Fig. 2. Detalles de la epidermis externa del fruto de *Canavalia ensiformis*. Estado 4.

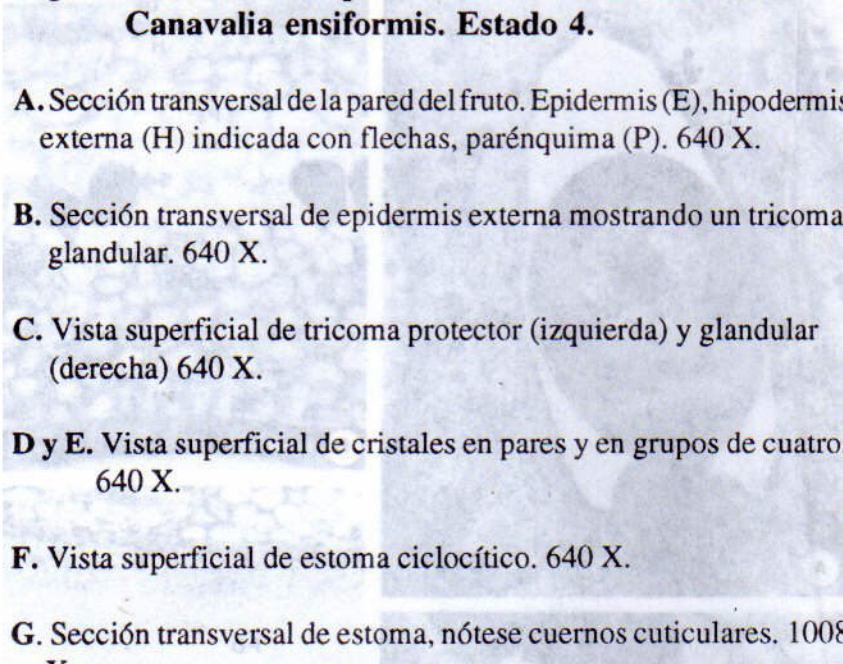
- A. Sección transversal de la pared del fruto. Epidermis (E), hipodermis externa (H) indicada con flechas, parénquima (P). 640 X.
- B. Sección transversal de epidermis externa mostrando un tricoma glandular. 640 X.
- C. Vista superficial de tricoma protector (izquierda) y glandular (derecha) 640 X.
- D y E. Vista superficial de cristales en pares y en grupos de cuatro. 640 X.
- F. Vista superficial de estoma ciclocítico. 640 X.
- G. Sección transversal de estoma, nótese cuernos cuticulares. 1008 X
- 

Fig. 3. Detalles estructurales del mesocarpio de *Canavalia ensiformis*. Estado 4.

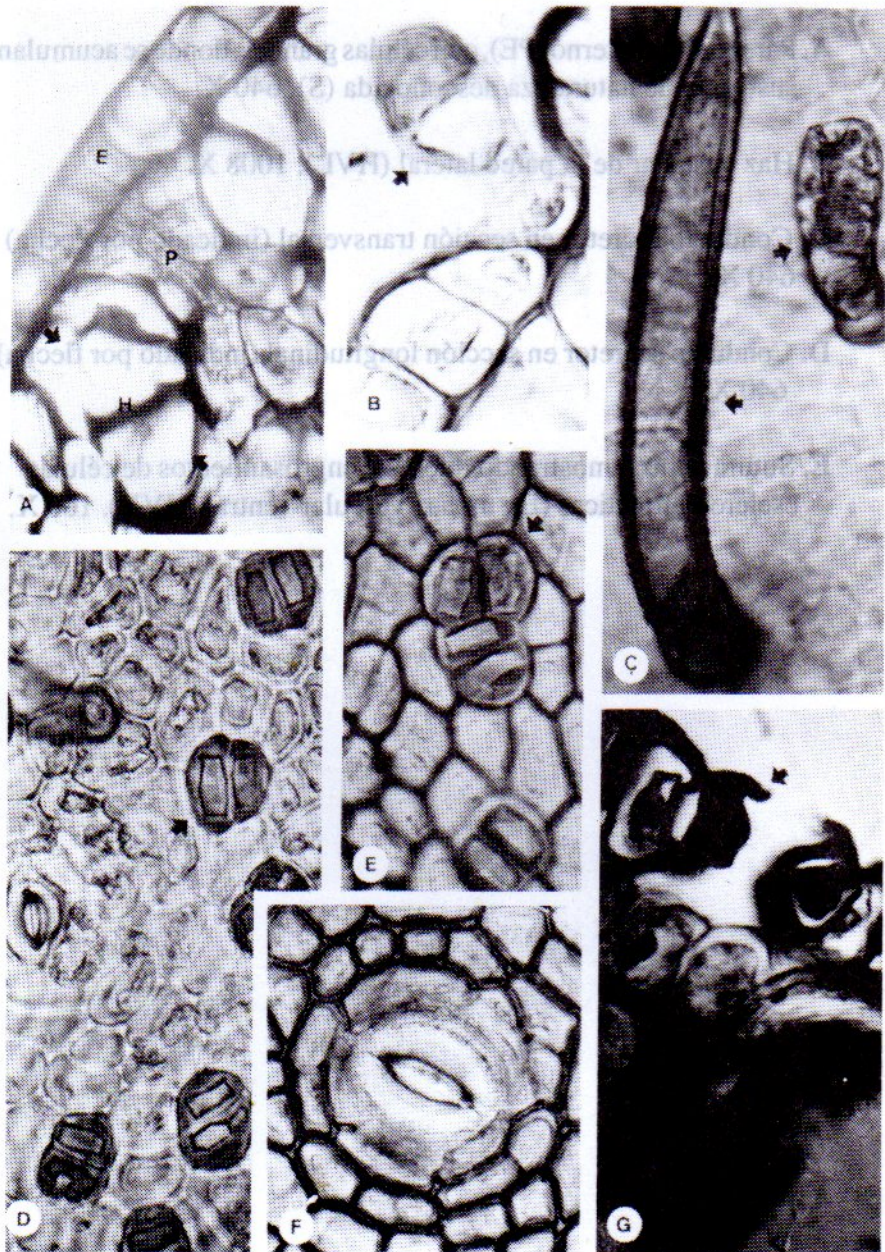


Fig. 3. Detalles estructurales del mesocarpio de *Canavalia ensiformis*. Estado 4.

A. Parénquima externo (PE), con células grandes, donde se acumulan sustancia de naturaleza desconocida (S). 640 X.

B. Haz vascular de la pared lateral (HVL). 1008 X.

C. Conducto secretor en sección transversal (indicado por flecha) 640 X.

D. Conducto secretor en sección longitudinal (indicado por flecha) 640 X.

E. Sutura ventral mostrando inicio de engrosamientos de células esclerenquimáticas (E); un haz vascular ventral (HVV). 160 X.

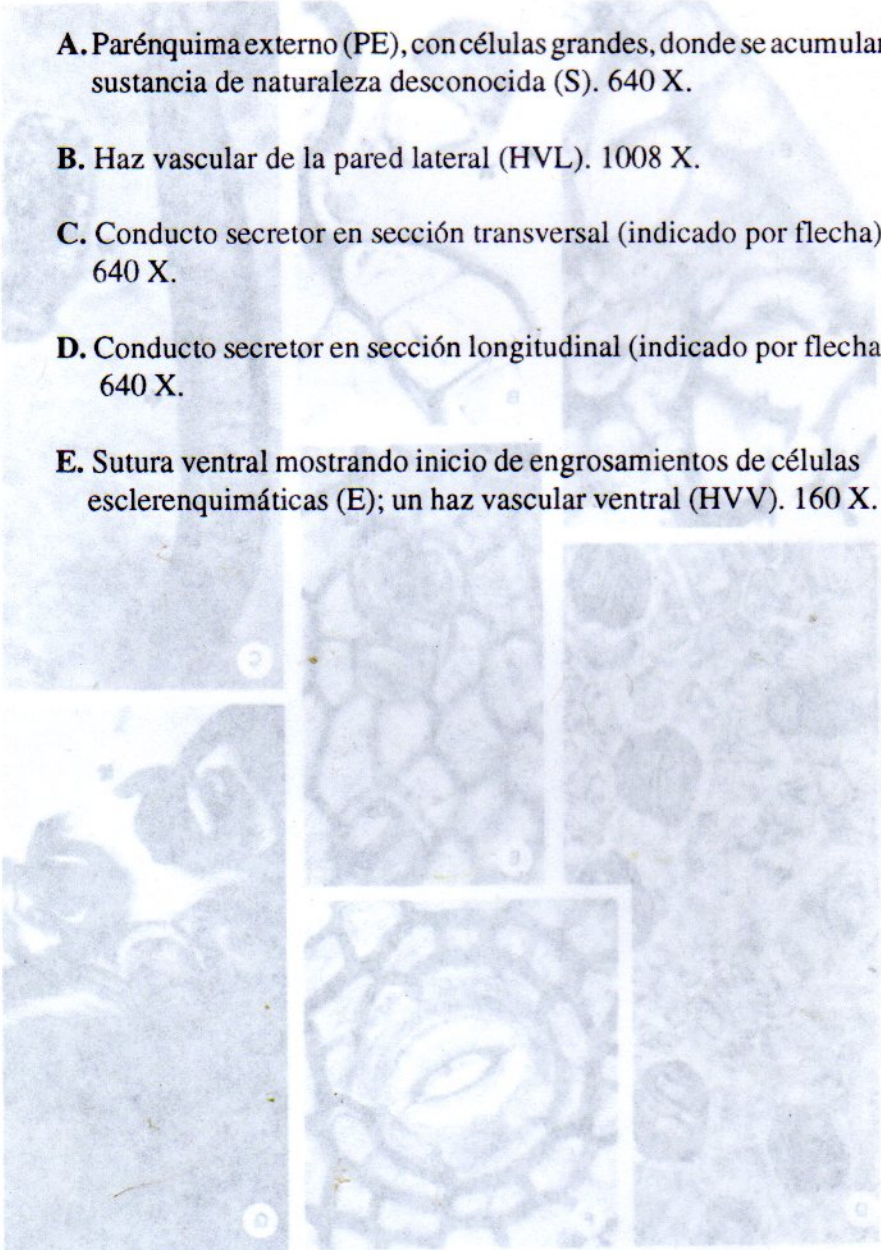


Fig. 4. Características anatómicas del fruto de *Canavalia ensiformis*, Estado 5 y 6.

A. Sección transversal de la pared del fruto y la semilla. Estado 5.

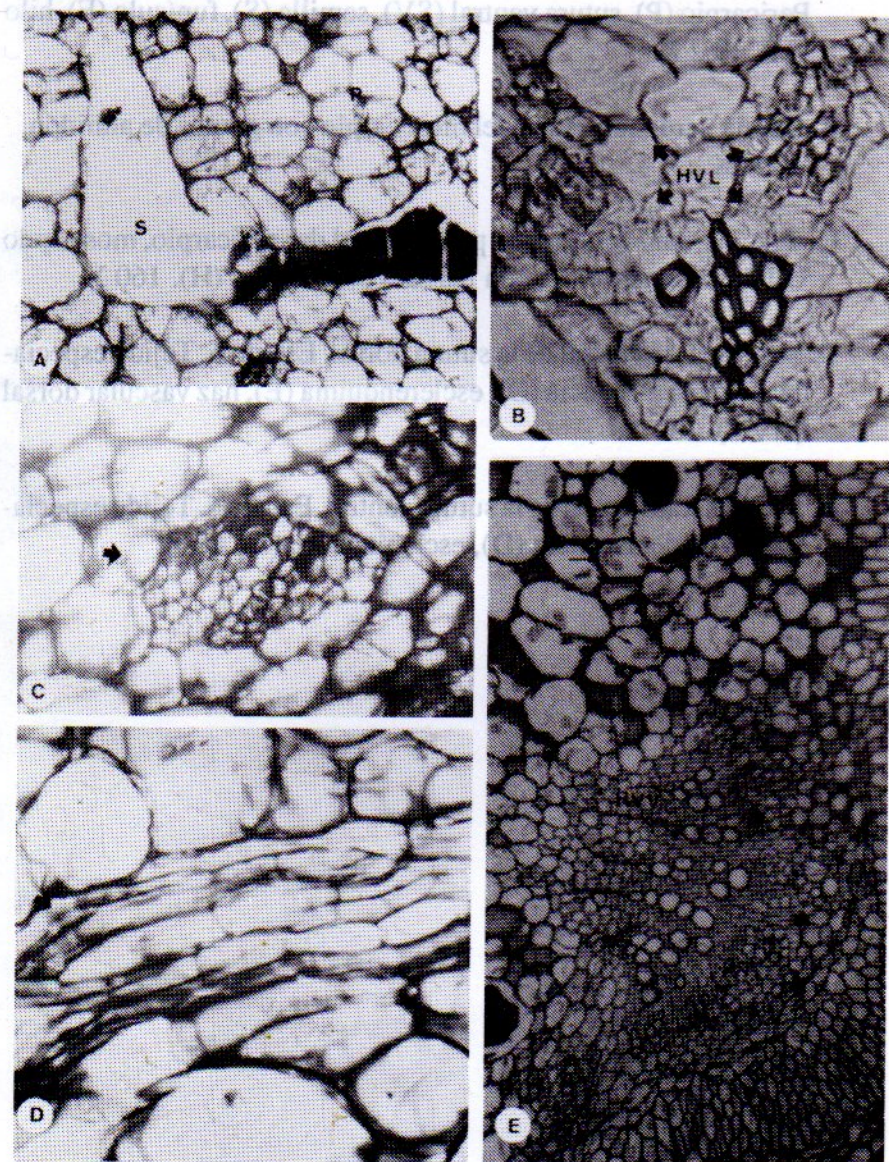


Fig. 4. Características anatómicas del fruto de *Canavalia ensiformis*, Estado 5 y 6.

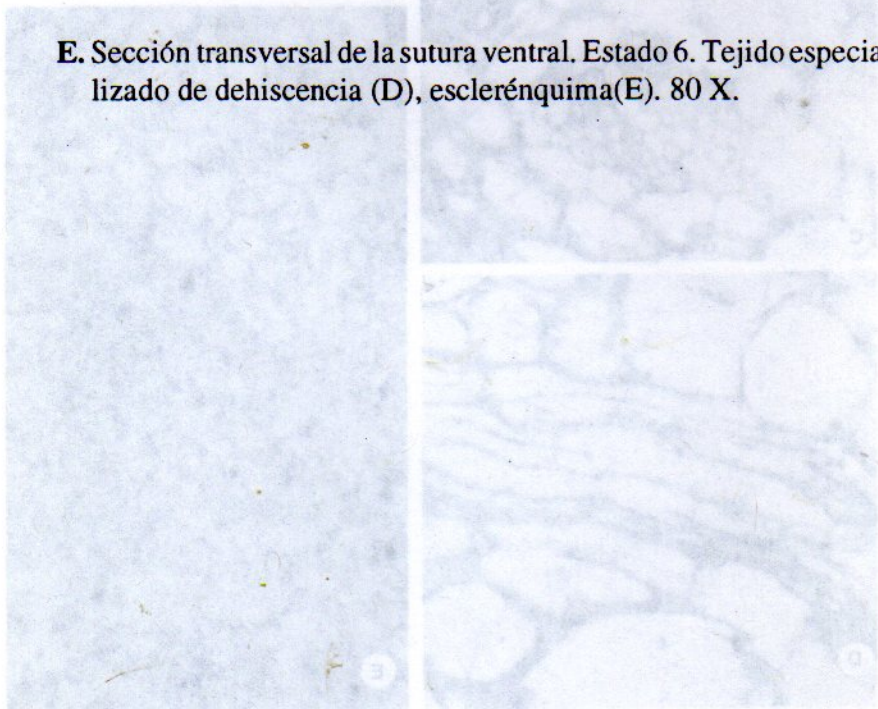
A. Sección transversal de la pared del fruto y la semilla. Estado 5. Pericarpio (P), sutura ventral (SV), semilla (S), funículo (F), hilo (H). 19,2 X.

B. Célula parenquimática del mesocarpio con granos de almidón. 1008 X.

C. Sección transversal de la pared lateral del pericarpio, mostrando células hipodérmicas con paredes engrosadas (H). 160 X.

D. Sección transversal de la sutura dorsal. Estado 6. Tejido especializado de dehiscencia (D), esclerenquima (E), haz vascular dorsal (HVV). 160 X.

E. Sección transversal de la sutura ventral. Estado 6. Tejido especializado de dehiscencia (D), esclerenquima(E). 80 X.



Desarrollo del Pericarpio de *Canavalia Ensiformis* (L.) DC.

Fig. 2. Características anatómicas del fruto de *C.*

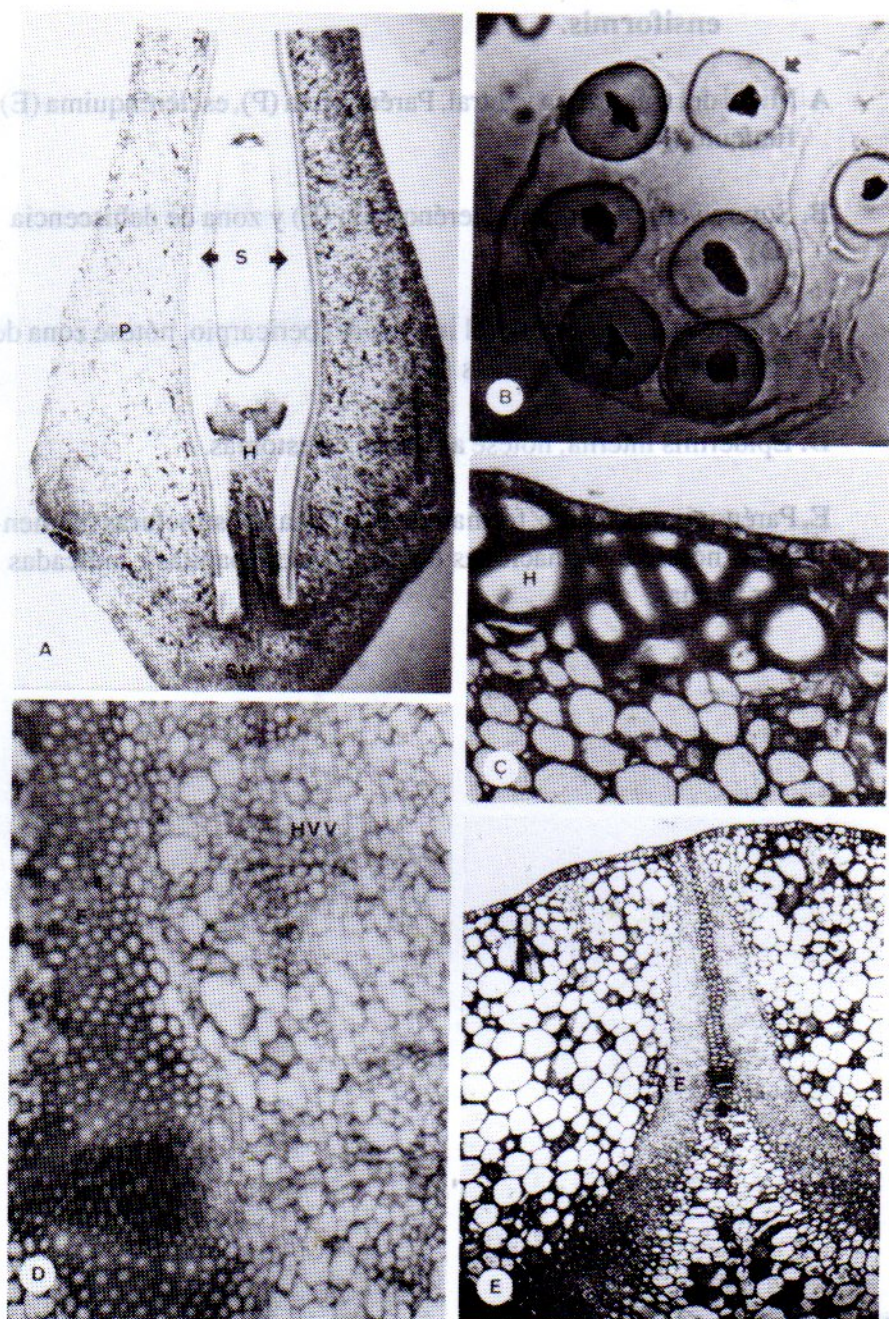


Fig. 5. Características anatómicas del fruto de *C. ensiformis*.

A Mitad del fruto, zona ventral. Parénquima (P), esclerénquima (E), funículo (F).

B. Sutura ventral nótese esclerénquima (E) y zona de dehiscencia (D).

C. Detalle de la región lateral interna del pericarpio, nótese zona de fibras (F) y de esclereidas (E).

D. Epidermis interna, nótese ausencia de estomas.

E. Parénquima dérmico, formando una trama de estructuras filamentosas, nótese evaginaciones de las paredes (papilas), indicadas por flechas.

