

ANATOMIA REPRODUCTIVA EN ULMACEAE "SENSU LATO" II. ESTRUCTURA Y DESARROLLO DEL FRUTO DE *CELTIS TALA* Y *TREMA MICRANTHA*

Por NILDA DOTTORI¹

Summary *Reproductive anatomy in Ulmaceae sensu lato II. Structure and ontogeny of the fruit in Celtis tala and Trema micrantha.* The anatomy and development of the drupaceous fruits of *Celtis tala* Planchon and *Trema micrantha* (L.) Blume have been studied. In both species, the endocarp and the mineralized inner layers of the mesocarp are involved in the formation of the pyrene; nevertheless, there are strong differences, especially in relation to the number of endocarp strata and the mineralization of the mesocarp. Concretions of calcium carbonate are present in *C. tala*, whereas in *T. micrantha* silica is the main component of them; furthermore, the endocarp is 1-layered in the former species and 2- or 3-layered in the latter one. The placental sclereids of *C. tala* are stellate in form; instead, the ones of *T. micrantha* show a polygonal outline. This paper also includes a comparative discussion between *Ulmoideae* and *Celtidoideae* in relation to carpological characters, i.e. fruit type, its dispersal mode, the origin of the sclerenchymatous tissue and the peculiarities of the mesocarp mineralization. The results of the present study together with the available data from the literature, reveal interesting carpological differences between representatives of *Ulmoideae* and *Celtidoideae*; all this information reinforces the idea of considering both taxa as independent families: *Ulmaceae* and *Celtidaceae*, as was proposed by Grudzinskaya in 1967.

INTRODUCCION

Ulmaceae sensu lato está integrada por 2 taxones, considerados subfamilias (*Ulmoideae* y *Celtidoideae*) por algunos autores, o familias independientes (*Ulmaceae* y *Celtidaceae*) por otros. Al último taxon pertenecen los géneros *Celtis* y *Trema*, representados en la flora argentina por 5 especies y 1 especie respectivamente.

De los estudios que informan sobre la anatomía del fruto, puede citarse el de Chernik (1980), para varios géneros de *Ulmaceae* y *Celtidaceae*; en su análisis carpológico, este autor —que apoya el criterio de incluir ambos taxones en el nivel de familia— hace especial referencia a especies del viejo mundo. Por otra parte, al dar a conocer el género americano *Sparrea*, Hunziker y Dottori (1978) señalaron características generales de semilla y fruto, entre ellas la mineralización del pireno en *Celtis* y *Trema*.

Como ningún estudio anatómico del pericarpio había demostrado en dichos géneros tal deposición mineral, se consideró de interés encarar la presente investigación, con el objetivo de profundizar el

conocimiento carpológico en especies que crecen en Argentina, aportando así, nuevos datos de posible importancia en la taxonomía de *Ulmaceae s.l.*

MATERIAL Y METODOS

Material estudiado:

Celtis tala Planchon.

ARGENTINA. Prov. Córdoba: Dpto. Calamuchita, Los Molinos, 5-III-1978, Dottori 47 (CORD); Dpto. Colón, Río Ceballos, 22-X-1980 y 8-XI-1980, Dottori 90 y 100 (CORD). Prov. La Rioja: Dpto. Gral. Angel Vicente Peñaloza, Ruta 30 entre Chila y Tuizón, 28-I-1965, Hunziker y Cocucci 18125 (CORD).

Trema micrantha (L.) Blume.

ARGENTINA. Prov. Corrientes: Dpto. Capital, 25-X-1980, Schinini 20933 (CTES). Prov. Tucumán: Dpto. Capital, Instituto Miguel Lillo (cultivado), 11-VII-1980, Subils 2348 (CORD); Dpto. Famaillá, Quebrada de Lules, 12-III-1981, Toledo, Vervoorst y Castro 186 (CORD).

El material, consistente en frutos jóvenes y maduros, fue fijado en FAA, deshidratado con una serie de alcohol etílico-xilol y luego incluido en "paraplast". Se realizaron cortes microtómicos seriados de 10 a 18 μm de espesor en frutos jóvenes y de 20 a 25 μm en los maduros. Se utilizaron con la triple coloración de hematoxilina, safranina y verde permanente (Conn *et al.*, 1960) o con violeta de

¹ Laboratorio de Morfología Vegetal. Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV). Casilla de Correo 495, 5000 Córdoba, Argentina.

resilo (Dizeo de Strittmatter, 1980). La realización de preparados se vio dificultada, en los frutos maduros, por la presencia de concreciones de carbonato cálcico en *C. tala* y de sílice en *T. micrantha*. El primer compuesto se puso de manifiesto por tratamiento con ácido clorhídrico (Molish, 1923) y el sílice se detectó por la técnica de Parry y Smithson (1966), o tiñendo con azul de metileno y cristal violeta (Johansen, 1940). En los 2 casos se realizó el análisis de dispersión energética de rayos X. Para ello se colocaron trozos de pireno previamente metalizados en el microscopio electrónico de barrido (MEB) y en un equipo EDAX Phillips 9100 se obtuvieron los gráficos correspondientes; éstos indicaron, como se sabe, la composición mineral cualitativa de la muestra analizada. Para la maceración de los pirenos se siguió el método de Jeffrey (Johansen, *op. cit.*). La existencia de mucílago fue comprobada con soluciones acuosas de ácido tánico al 5% y de cloruro férrico al 3% (Pizzolato, 1977); la de lignina con fluoroglucina y ácido clorhídrico (Johansen, *op. cit.*). Las fotomicrografías se tomaron con MEB y con fotomicroscopio Zeiss II; los dibujos se realizaron con la ayuda de una cámara clara.

OBSERVACIONES

Celtis tala

Caracteres generales e histología del pericarpo. El fruto es una drupa de forma globosa con polos algo achatados, que mide aproximadamente 5 a 7,5 mm de long. por 5 a 7,8 mm de lat. y de color amarillo-anaranjado a la madurez. En ella se pueden distinguir 3 partes: una externa (exocarpo)¹ unistratificada; una media (mesocarpo) parenquimática, cuyos estratos internos se mineralizan y

¹ Los términos exocarpo, mesocarpo y endocarpo se emplean teniendo en cuenta su ontogenia, derivándose respectivamente de epidermis externa, mesofilo y epidermis interna del carpelo (Font Quer, 1975).

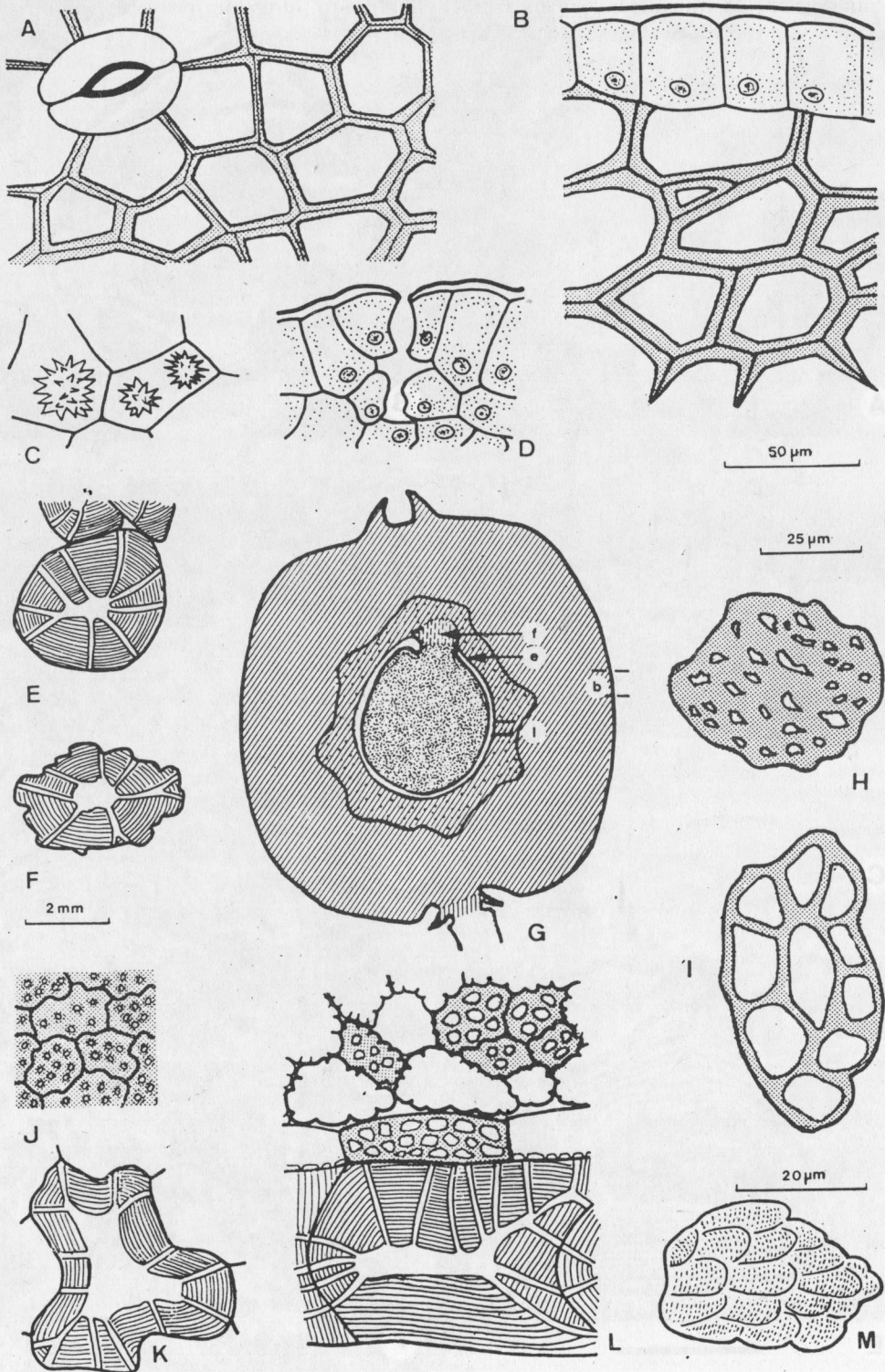
una interna (endocarpo) constituida por un estrato lignificado. El endocarpo y la zona mineralizada del mesocarpo componen el pireno que protege a la única semilla contenida en su interior (Fig. 1 G; 2 B); su superficie externa es irregular con saliencias y depresiones (Fig. 2 A).

El exocarpo está formado por células pequeñas de contorno poligonal en vista superficial; las que rodean a las oclusivas poseen cutícula finamente estriada. Tanto en la epidermis como en el parénquima subepidérmico hay grupos de células con paredes desigualmente engrosadas y silicificadas (Fig. 1 A, B). Al mismo nivel que las demás células epidérmicas se hallan estomas anomocíticos (Fig. 1 D), orientados en forma irregular, cuyas paredes también pueden engrosarse y silicificarse.

En el mesocarpo se pueden distinguir 2 zonas: una externa de ± 65 estratos que contiene a los tejidos vasculares y una interna que alcanza ± 30 estratos en las saliencias del pireno. La primera constituye la parte carnosa de la drupa y está formada por células parenquimáticas de paredes delgadas, algunas con drusas (Fig. 1 C); además se observaron idioblastos con mucílago, más abundantes próximo al polo estigmático y a la porción mineralizada. La zona interna del mesocarpo, que representa la mayor parte del pireno, posee células más pequeñas que las anteriores, de forma variable y contorno ondulado con paredes incrustadas de sílice e irregularmente engrosadas, con concreciones de carbonato de calcio a la madurez (Fig. 1 H, I, M; 2 F; 3 A). Algunas células de esta región, usualmente alejadas del endocarpo, se destacan por tener sus paredes más engrosadas que las restantes. El estrato más interno del mesocarpo posee características citológicas diferentes y es denominado aquí estrato de transición. Lo componen células aplanadas, de contorno irregular en vista superficial y paredes silicificadas, la tangencial interna impregnada con lignina (Fig. 1 J, L; 2 C, D).

El endocarpo está constituido por un estrato de esclereidas de contorno ondulado con paredes lignificadas donde se observan laminillas dispuestas

Fig. 1.— Fruto de *Celtis tala* (A-L, de Hunziker y Cocucci 18125; M, de Dottori 47). A, vista superficial del exocarpo; B, detalle del sector del pericarpo señalado en G como b; C, células parenquimáticas del mesocarpo conteniendo drusas; D, transcorte por estoma; E, F, esclereidas de las zonas indicadas en G como e y f respectivamente; G, corte longitudinal por fruto; H, I, células de la parte externa del pireno, descalcificadas para su mejor observación; J, K, vista superficial de las células del estrato de transición y del endocarpo respectivamente; L, detalle del sector del pireno señalado en G como l; M, célula del pireno con concreciones de carbonato de calcio. Simbolismo: rayado oblicuo, zona parenquimática del mesocarpo; rayado y punteado, pireno; rayas cortadas, zona placentaria; rayado vertical, tépalos; grisado, semilla; punteado, paredes silicificadas. Aumentos: la escala de 50 μ m vale para A, C y J; la de 25 μ m para D; la de 2 mm para G; la de 20 μ m para el resto.



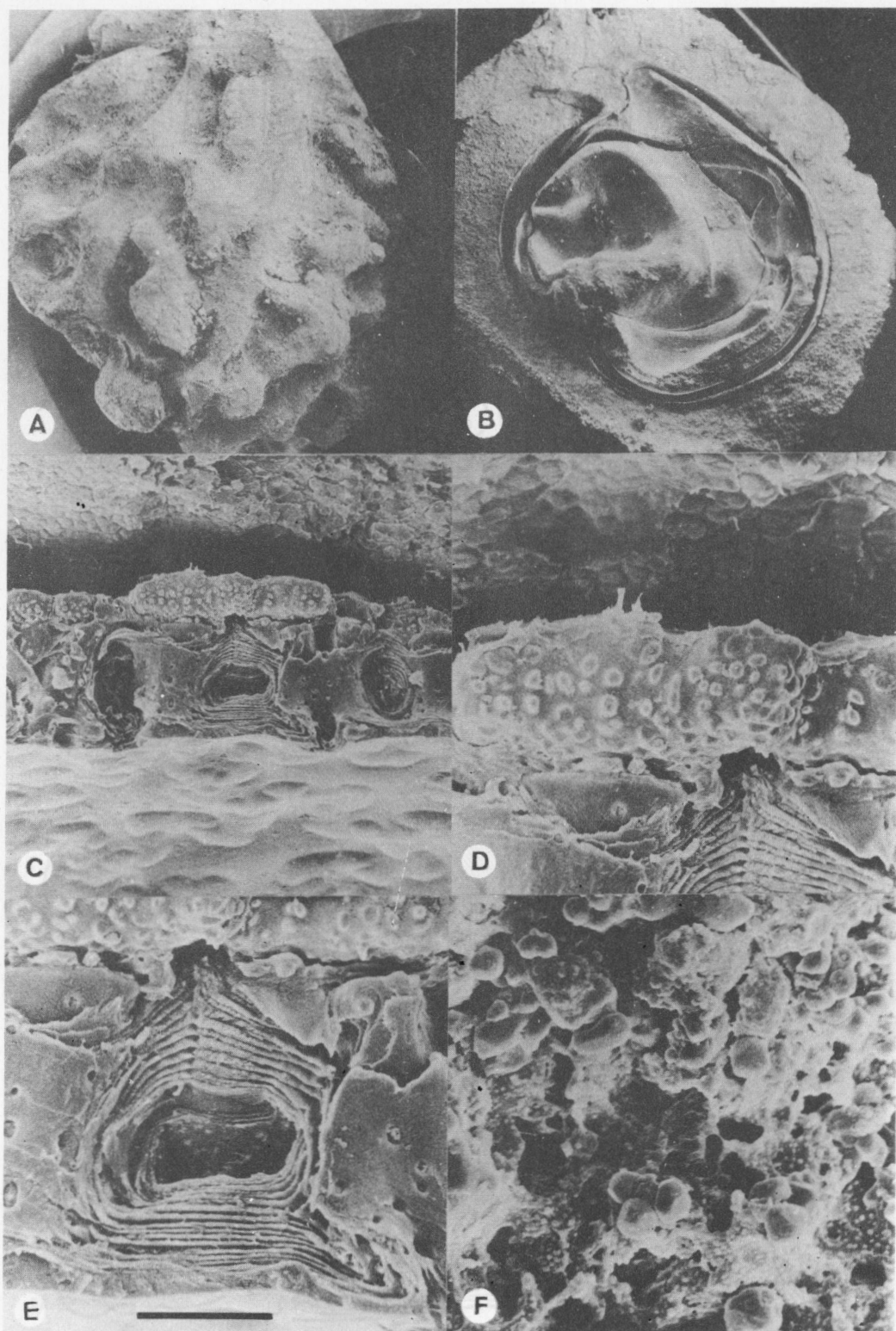


Fig. 2.— Fruto de *Celtis tala* (Dottori 47). Fotomicrografías obtenidas con MEB. A, vista externa del pireno; B, corte longitudinal por pireno y semilla; C, corte longitudinal por endocarpo y estrato de transición; D, E, detalles de las células del estrato de transición y del endocarpo respectivamente; F, concreciones de carbonato de calcio. Aumentos: la escala representa 1500 μm para A y B; 30 μm para C; 10 μm para D y E; 6 μm para F.



Fig. 3.— Análisis de dispersión energética de rayos X (EDAX) aplicado a la cara externa del pireno. A, en *Celtis tala* (Dottori 47) hay un pico mayor y otro menor de calcio mientras el contenido de silicio es escaso; B, en *Trema micrantha* (Subils 2348) el pico corresponde al silicio y el contenido de calcio es mínimo.

concéntricamente y puntuaciones simples ramificadas o no (Fig. 1 K, L; 2 C, E). Próximo a la inserción de la semilla, presenta 4 ó 5 capas de braquisclereidas (Fig. 1 E), mientras que la placenta está integrada por esclereidas de contorno ondulado y con paredes lignificadas pero más pequeñas que las adyacentes (Fig. 1 F). Las células del tejido transmisor engrosan sus paredes.

Si bien el fruto es indehiscente, el pireno se abre longitudinalmente permitiendo la germinación de la semilla. Esta zona de dehiscencia tardía se ubica a la altura de los hacecillos dorsales y las células mineralizadas se ordenan allí en hileras radiales.

El perianto es persistente y la zona de abscisión se localiza inmediatamente por debajo del mismo, de manera que cuando el fruto cae, el pedicelo queda unido al tallo.

Ontogenia del pericarpo: Las principales modificaciones que experimenta la pared ovárica se producen a nivel de la epidermis interna que origina el endocarpo esclerosado y de los estratos parenquimáticos internos que forman la parte mineralizada del mesocarpo.

Después de la fecundación, y cuando el núcleo endospermogénico aún no se ha dividido, la pared del ovario está constituida por una epidermis externa con células levemente alargadas en sentido radial y de contorno poligonal en vista superficial, una epidermis interna con células también alargadas radialmente, mayores que las anteriores y de sección irregular con paredes anticlinales curvas; entre ambas hay una zona pluristratificada de células pequeñas, poliédricas.

En el curso de la ontogenia las células epidérmicas externas se vuelven más alargadas radialmente, mientras que las de la epidermis interna aumentan su tamaño adquiriendo forma casi isodiamétrica en corte longitudinal, cuando el endosperma tiene aproximadamente 15 núcleos (Fig. 4 A-C). El estrato subyacente a la epidermis interna se ha aplanado debido a la expansión en dirección tangencial (Fig. 4 C). En la zona placentaria no han ocurrido modificaciones, observándose células isodiamétricas de paredes no engrosadas (Fig. 4 D).

Cuando el endosperma posee aproximadamente 90 núcleos y el cigoto todavía no se ha dividido (Fig. 4 E) se evidencian los mayores cambios. Las

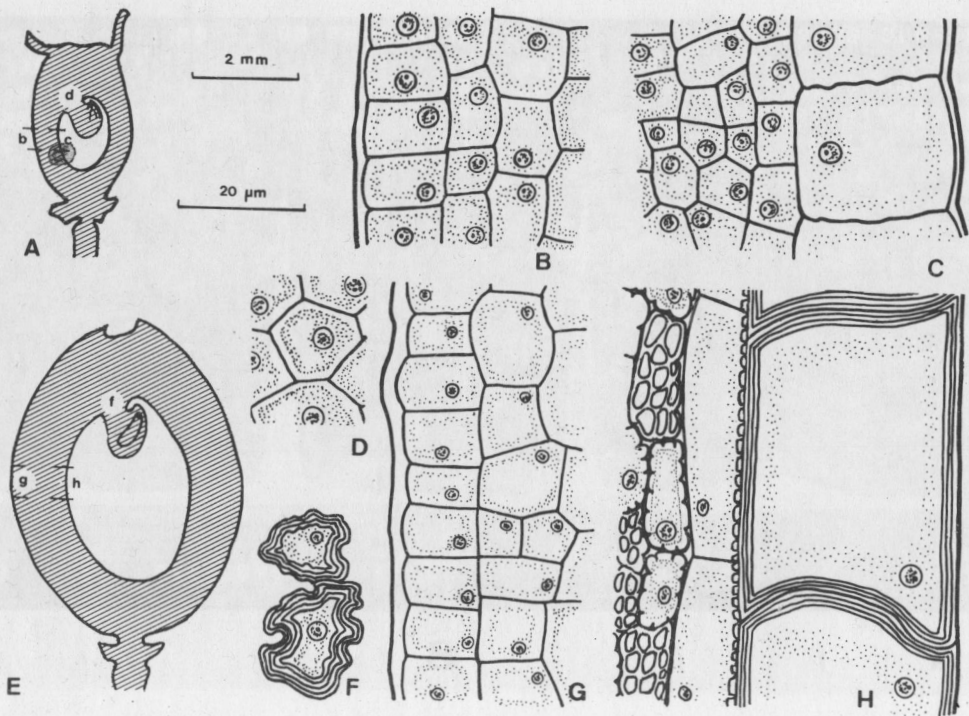
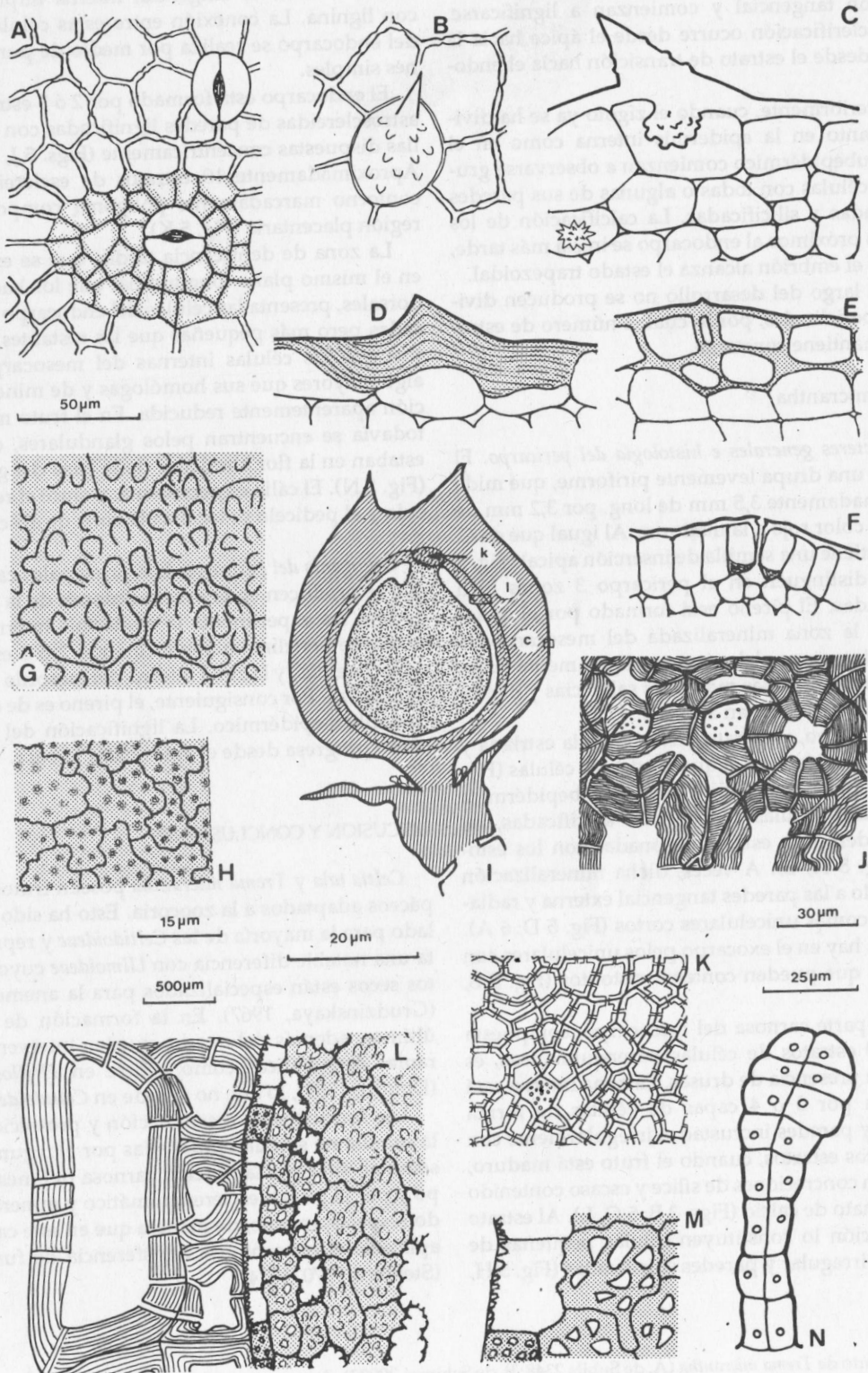


Fig. 4.— Ontogenia del fruto de *Celtis tala* (A-D y E-H, de Dottori 90 y 100 respectivamente). A, E, cortes longitudinales por frutos en sucesivos estados de desarrollo, conteniendo semilla con cigoto y endosperma de ± 15 núcleos y de ± 90 núcleos respectivamente; B, G, modificaciones del exocarpo y mesocarpo externo; C, H, modificaciones del endocarpo y mesocarpo interno, de acuerdo a lo señalado en A y E respectivamente; D, F, detalle de células placentarias al estado de A y E respectivamente. Aumentos: la escala de 2 mm vale para A y E; la de 20 μm para el resto.

células de la epidermis externa engrosan su pared tangencial externa (Fig. 4 G). En el mesocarpo se pueden reconocer 2 zonas: una externa, constituida por células parenquimáticas vacuolizadas que no dejan espacios intercelulares y una interna, cuyas células, todavía con contenido vivo, presentan engrosamientos irregulares en forma de red. El estrato subyacente a la epidermis interna, que constitui-

rá el estrato de transición, acentúa sus diferencias citológicas respecto a las restantes capas mesoflicas; sus células crecen en dirección tangencial, engrosan sus paredes especialmente la tangencial interna y se conectan mediante puntuaciones simples (Fig. 4 H). En la placenta se diferencian esclereidas de paredes onduladas y lignificadas, pero todavía con núcleo (Fig. 4 F). Las células epidérmicas inter-

Fig. 5.— Fruto de *Trema micrantha* (Subils 2348). A, vista superficial del exocarpo; B, pelo unicelular verrugoso; C-E, transcortes por exocarpo y estratos subepidérmicos, en C pelo con cistolito y en D con gruesa pared silicificada al igual que las células en E; F, corte transversal por estoma; G, H, células silicificadas del mesocarpo interno con concreciones de sílice y del estrato de transición respectivamente; I, corte longitudinal por fruto; J, esclereidas del endocarpo en vista superficial; K, L, detalles de los sectores indicados en I con k y l respectivamente; M, detalle de células mineralizadas del mesocarpo sin concreciones de sílice y del estrato de transición; N, pelo glandular ubicado en la axila de tépalos persistentes. Simbolismo: rayado oblicuo, zona parenquimática del mesocarpo; rayado y punteado, pireno; rayas cortadas, zona placentaria; rayado vertical, tépalos y receptáculo; grisado, semilla; punteado, paredes silicificadas. Aumentos: la escala de 50 μm vale para A y B; la de 20 μm para G; la de 500 μm para I; la de 30 μm para L; la de 15 μm para M; la de 25 μm para el resto.



nas crecen notablemente tornándose alargadas en dirección tangencial y comienzan a lignificarse. Esta esclerificación ocurre desde el ápice hacia la base y desde el estrato de transición hacia el endocarpo.

Posteriormente, cuando el cigoto ya se ha dividido, tanto en la epidermis interna como en el tejido subepidérmico comienzan a observarse grupos de células con todas o algunas de sus paredes engrosadas y silicificadas. La calcificación de los estratos próximos al endocarpo se inicia más tarde, cuando el embrión alcanza el estado trapezoidal.

A lo largo del desarrollo no se producen divisiones periclinales, por lo cual el número de estratos se mantiene constante.

Trema micrantha

Caracteres generales e histología del pericarpo. El fruto es una drupa levemente piriforme, que mide aproximadamente 3,5 mm de long. por 3,2 mm de lat. y de color rojo a la madurez. Al igual que en *C. tala*, contiene una semilla de inserción apical (Fig. 5 I) y se distinguen en el pericarpo 3 zonas bien delimitadas. El pireno está formado por el endocarpo y la zona mineralizada del mesocarpo; la superficie externa del mismo es ligeramente rugosa, desprovista de las marcadas saliencias y depresiones que caracterizan a *C. tala*.

El exocarpo, unistrato, tiene cutícula estriada y estomas al mismo nivel que las demás células (Fig. 5 A, F). En posición epidérmica o subepidérmica hay algunas células con paredes silicificadas, las que pueden o no estar relacionadas con los estomas (Fig. 5 A, E). A veces, dicha mineralización afecta sólo a las paredes tangencial externa y radiales de tricomas unicelulares cortos (Fig. 5 D; 6 A). Además, hay en el exocarpo pelos unicelulares con verrugas que pueden contener cistolitos (Fig. 5 B, C).

En la parte carnosa del mesocarpo, compuesta por ± 20 estratos de células parenquimáticas, es común la presencia de drusas. La zona interna está integrada por 3 ó 4 capas de células de forma variable y paredes incrustadas irregularmente con sílice. Estos estratos, cuando el fruto está maduro, presentan concreciones de sílice y escaso contenido de carbonato de calcio (Figs. 3 B; 5 G, L). Al estrato de transición lo constituyen células pequeñas de contorno irregular y paredes silicificadas (Fig. 5 H,

L, M), estando la tangencial interna impregnada con lignina. La conexión entre estas células y las del endocarpo se realiza por medio de puntuaciones simples.

El endocarpo está formado por 2 ó 3 estratos de astrosclereidas de paredes lignificadas con laminitas dispuestas concéntricamente (Figs. 5 J, L; 6 B). Aproximadamente 10 estratos de esclereidas de contorno marcadamente poligonal componen la región placentaria (Fig. 5 K).

La zona de dehiscencia tardía, que se extiende en el mismo plano longitudinal que los hacecillos dorsales, presenta las células del endocarpo lignificadas pero más pequeñas que las restantes, mientras que las células internas del mesocarpo son algo mayores que sus homólogas y de mineralización aparentemente reducida. En el fruto maduro todavía se encuentran pelos glandulares, que ya estaban en la flor alrededor de la base del gineceo (Fig. 5 N). El cáliz es persistente, y entre el receptáculo y el pedicelo se localiza la zona de abscisión.

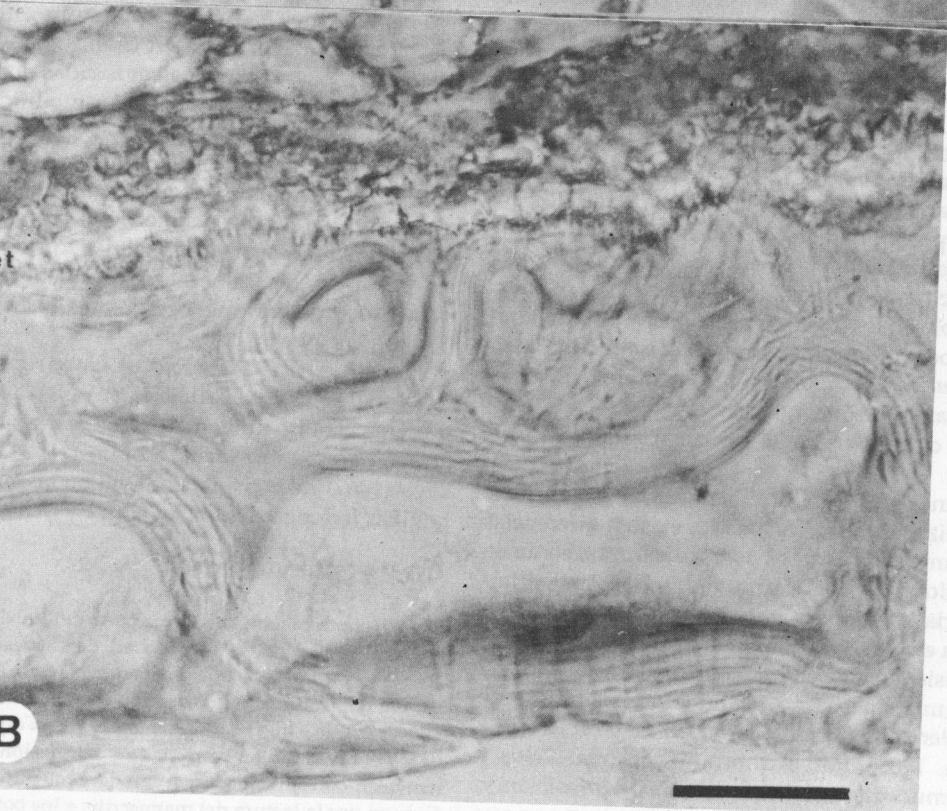
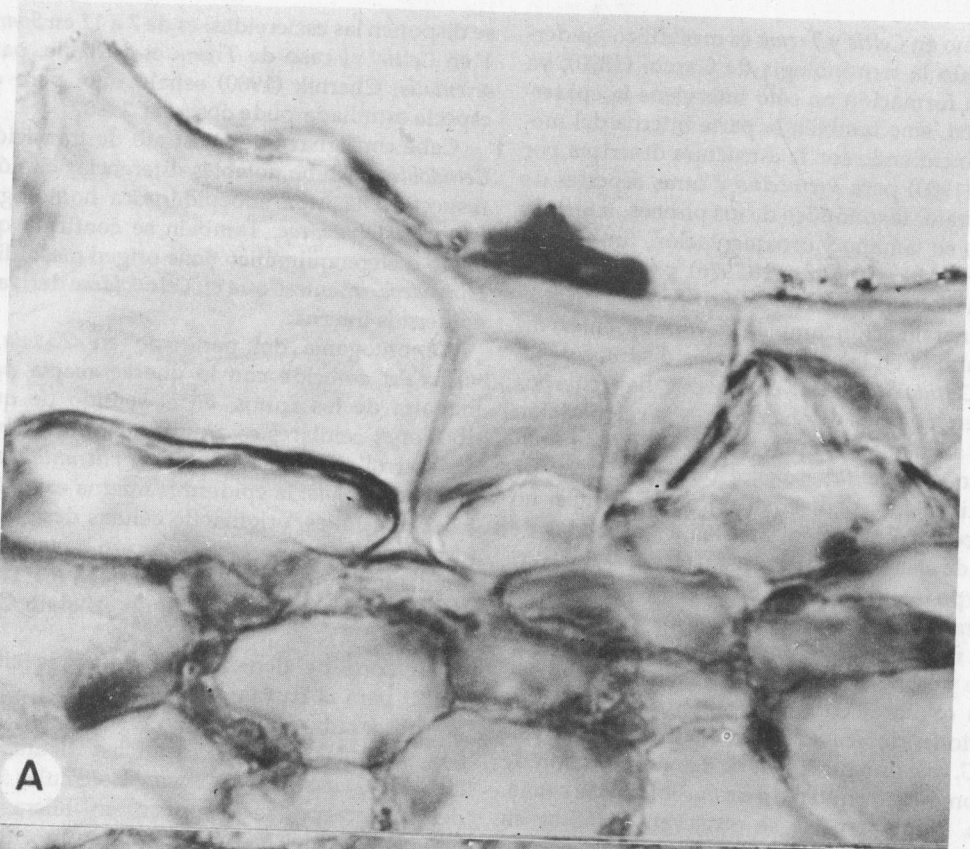
Ontogenia del pericarpo. Los principales cambios que se producen en el ovario después de la fecundación, los experimenta la epidermis interna que se divide periclinalmente formando 2 ó 3 estratos de esclereidas, y la zona interna del mesofilo que se mineraliza. Por consiguiente, el pireno es de origen mesofílico-epidérmico. La lignificación del endocarpo progresa desde el ápice hacia la base.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Celtis tala y *Trema micrantha* poseen frutos drupáceos adaptados a la zoocoria. Esto ha sido señalado para la mayoría de las *Celtidoideae* y representa una notable diferencia con *Ulmoideae* cuyos frutos secos están especializados para la anemocoria (Grudzinskaya, 1967). En la formación de estos últimos, además del ovario, pueden intervenir las ramas estigmáticas como ocurre en *Phyllostylon* (Dottori, 1989), lo que no sucede en *Celtidoideae*.

Las funciones de diseminación y protección de la semilla no son desempeñadas por el tegumento seminal, sino por la porción carnosa del mesocarpo y por el pireno esclerenquimático y mineralizado respectivamente, de manera que en este caso es aplicable el concepto de transferencia de función (Stebbins 1970, 1974).

Fig. 6.— Fruto de *Trema micrantha* (A, de Subils 2348; B, de Schinini 20933). A, exocarpo con paredes silicificadas; B, corte longitudinal por pireno mostrando endocarpo, estrato de transición y células del mesocarpo todavía sin concreciones de sílice. Abreviatura: et, estrato de transición. Aumentos: la escala vale 10 μ m para A y 25 μ m para B.



El pireno en *Celtis* y *Trema* es mesofilico-epidémico, según la terminología de Garcin (1890), ya que en su formación no sólo interviene la epidermis interna, sino también la parte interna del mesofilo, coincidiendo con la estructura descrita por Chernik (1980) para *Pteroceltis* y otras especies de *Celtis*. El valor taxonómico de los pirenos, teniendo en cuenta su tamaño y ornamentación, fue señalado por Hunziker y Dottori (1976) y por Chernik (1980) en distintas especies de *Celtis*.

La mineralización también es variable en extensión y calidad en las drupas de los distintos géneros de *Celtidoideae*. Así, en *Sparrea* hay cuerpos síliceos en los pelos del exocarpo, y la calcificación se limita a la zona de la placenta (Dottori, no publicado); en *Aphananthe monoica* (Hemsl.) Leroy no hay calcificación, pero la silicificación alcanza no sólo a los tricomas, sino también a la paredes de grupos de células dispersos en el exocarpo y el mesocarpo (Dottori, 1983). En *C. tala* y *T. micrantha* la mineralización se extiende a varios estratos de la porción mesofilica interna, variando la proporción de sílice y carbonato de calcio. El sílice incrusta las paredes celulares en ambos géneros; empero, las concreciones depositadas son de carbonato de calcio en *C. tala*, mientras que en *T. micrantha* son de sílice con escaso contenido de carbonato de calcio. En esta última especie se observan cistolitos en algunos pelos del exocarpo, particularidad que no presenta *C. tala*, aunque sí otras especies del género. Por lo conocido para *Ulmoideae* (Chernik, 1980; Dottori, 1989), se concluye que la mineralización del pericarpo sería una característica distintiva nueva para *Celtidoideae*; si bien la misma no fue mencionada por Chernik (1980), no debe descartarse la posibilidad de que el mencionado autor hubiera estudiado frutos no totalmente maduros.

Aun cuando la densidad pilífera en el exocarpo es variable en los 2 géneros analizados, por lo aquí visto y por lo descrito para *Phyllostylon rhamnoides* (*Ulmoideae*) en un estudio anterior (Dottori, 1989), pareciera que los tricomas verrugosos a veces con cistolitos sólo se presentarían en *Celtidoideae*.

Además de la distinta naturaleza y grado de mineralización ya mencionado, existen diferencias en el número de estratos de transición, así como en la histología del pericarpo; todas ellas tienen importancia taxonómica para los géneros de *Celtidoideae*. En efecto: *Aphananthe monoica* posee 2 estratos de transición y el endocarpo está formado por 2 capas (una interna no fácilmente visualizable de astrosclereidas y una externa de macrosclereidas; Dottori, 1983). Por el contrario, *Sparrea*, *Celtis* y *Trema* muestran un único estrato de transición y, en el endocarpo, varía el número de estratos en que

se disponen las esclereidas: es de 7 a 12 en *Sparrea* y 1 en *Celtis*; el caso de *Trema* es variable: para *T. orientalis*, Chernik (1980) señaló uno, pero en la especie estudiada pude observar 2 ó 3.

Cabe consignar que el estrato de transición de *Celtidoideae* exhibe notables diferencias citológicas respecto a la capa subepidérmica homóloga del fruto de *Ulmoideae*. También se confirma que el tejido esclerenquimático tiene origen mesofilico en *Ulmoideae*, mientras que en *Celtidoideae* deriva de la epidermis interna.

La ontogenia del pericarpo en *C. tala* y *T. micrantha* coincide con lo que se acepta para la mayoría de los frutos, en el sentido de que las divisiones celulares cesan muy temprano durante el desarrollo (Roth, 1977). En *T. micrantha*, a diferencia de *C. tala*, la epidermis interna experimenta 1 ó 2 divisiones, originando células desiguales en forma y tamaño. La esclerificación en las especies estudiadas es basípeta, al igual que en *Hemiptelea davidii* (Hance) Planchon, según señalara Chernik (1980).

La zona de dehiscencia tardía que citó Joxe (1912) para el fruto de *Celtis australis* L., también fue observada en *C. tala* y *T. micrantha*, aunque hay variantes al respecto en las distintas especies. En *C. australis* y *C. tala* las células internas del mesocarpo se disponen en hileras radiales, pero las del endocarpo muestran diferencias específicas: mientras que en *C. australis* son más bajas y con paredes menos engrosadas que las adyacentes, en *C. tala* no presentan modificaciones. En cuanto a *T. micrantha*, no es fácil distinguir anatómicamente esa zona, si bien la misma se pone de manifiesto cuando germina la semilla y el pireno se abre en 2 partes simétricas; en los estratos internos del mesocarpo sus células son algo mayores y están menos mineralizadas, mientras que las del endocarpo son menores y más bajas que sus homólogas.

Las diferencias carpológicas entre representantes de *Ulmoideae* y *Celtidoideae*, reveladas por el presente estudio junto a las señaladas en la bibliografía, parecen apoyar la propuesta de Grudzinskaya (1967) de considerar a ambos taxones como familias independientes: *Ulmaceae* y *Celtidaceae*.

AGRADECIMIENTOS

Esta contribución, que forma parte del trabajo de Tesis Doctoral presentado a la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, fue realizada bajo la dirección de los Profesores Dra. T.E. Di Fulvio e Ing. Agrón. A.T. Hunziker, a quienes agradezco el asesoramiento brindado y la revisión crítica del manuscrito. También deseo agradecer al Prof. Dr. A.E. Cocucci por la lectura del manuscrito; a los botánicos que

colaboraron en la recolección de materiales: Dr. F. Vervoorst, Dra. R. Subils, Sr. A. Schinini y Biol. J. Toledo; a las Dras. S. Maldonado de Magnano y R. Subils por la obtención de parte del material bibliográfico; al Lic. J. Indovino y al Ing. B. Buteler del Centro de Investigación de Materiales y Metrología (CIMM-INTI) por la ejecución de los espectros de dispersión energética de rayos X; al Sr. R. Münch por el procesamiento de las fotomicrografías con microscopio óptico y al Servicio de Microscopía Electrónica del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

BIBLIOGRAFIA

- CHERNIK, V. V. 1980. Peculiarities of structure and development of the pericarp of the representatives of the families *Ulmaceae* and *Celtidaceae*. *Bot. Zurn.* (Moscow and Leningrad) 65 (4): 521-531, fig. 1-4 (en ruso).
- CONN, H. J., M. A. DARROW and V. M. EMMEL. 1960. *Staining procedures*. I-XII, 1-289. Williams and Wilkins Co., Baltimore.
- DIZEO DE STRITTMATTER, C. G. 1980. Coloración con "Violeta de Cresyl". *Bol. Soc. Argent. Bot.* 19 (1-2): 273-276.
- DOTTORI, N. M. 1983. Anatomía del pericarpo de *Aphananthe monoica* (*Ulmaceae*). *Kurtziana* 16: 91-99, fig. 1-2.
- 1989. Anatomía reproductiva en *Ulmaceae sensu lato*. I. Estructura y desarrollo del fruto de *Phyllostylon rhamnoides*. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 26 (1-2): 85-89, fig. 1.
- FONT QUER, P. 1975. *Diccionario de Botánica*. 3ª reimp. I-XXXII, 1-1244, figs. Labor, Barcelona.
- GARCIN, A. G. 1890. Recherches sur l'histogénese des péricarpes charnus. *Ann. Sci. Nat. Bot.* (sér. 7) 12: 175-401, fig. 23-76.
- GRUDZINSKAYA, I. A. 1967. The *Ulmaceae* and reasons for distinguishing the *Celtidoideae* as a separate family *Celtidaceae* Link. *Bot. Zurn.* (Moscow and Leningrad) 52 (12): 1723-1748, fig. 1-10 (en ruso).
- HUNZIKER, A. T. y N. DOTTORI. 1976. Contribución al conocimiento sobre los talas (*Celtis, Ulmaceae*) de Argentina con especial referencia a la región mediterránea. I. Sobre una especie austrosudamericana y sobre otra de área disyunta. *Kurtziana* 9: 103.140, fig. 1-6.
- 1978. *Sparrea*, nuevo género de *Ulmaceae*. *Kurtziana* 11: 25-40, fig. 1-5.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. 1ª ed. I-XI, 1-523, fig. 1-110. Mc Graw Hill Book Co., New York.
- JOXE, J. E. 1912. Sur l'ouverture des fruits indéhiscents, a la germination. *Ann. Sci. Nat. Bot.* (sér. 9 Bot.) 15: 257-375, fig. 1-52.
- MOLISH, H. 1923. *Mikrochemie der Pflanzen*. I-XI, 1-438, fig. 1-135. G. Fischer, Jena.
- PARRY, W. and F. SMITHSON. 1966. Opaline silica in the inflorescences of some British grasses and cereals. *Ann. Bot.* (London) n.s. 30 (119): 525-538, fig. 1-36.
- PIZZOLATO, T. D. 1977. Staining of *Tilia* mucilages with Mayer's tannic acid-ferric chloride. *Bull. Torrey Bot. Club* 104 (3): 277-279, fig. 1-2.
- ROTH, I. 1977. *Fruits of Angiosperms*. En: K. LINSBAUER (Ed.) *Handbuch der Pflanzenanatomie* 10 (1): I-XVI, 1-675, fig. 1-232. Gebruder Borntraeger, Berlin.
- STEBBINS, G. L. 1970. Transference of function as a factor in the evolution of seeds and their accessory structures. *Israel J. Bot.* 19 (2-3): 59-70.
- 1974. *Flowering Plants. Evolution above the species level*. I-XVIII, 1-399, figs. The Belknap Press of Harvard Univ. Press, Cambridge.