

Anatomía del tallo de lima Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka)

Stem anatomy of Tahitian lime (*Citrus latifolia* Tanaka)

Adolfo Enrique CAÑIZARES CHACÍN^{✉1}, Maria Elena SANABRIA² y Eybar ROJAS²

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. CIAE Monagas. Vía Laguna Grande. San Agustín de la Pica. Monagas, Venezuela y ²Posgrado de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela. E-mails: acanizares2@hotmail.com, acanizares@inia.gov.ve y mesanabria@ucla.edu.ve

✉ Autor para correspondencia

Recibido: 29/09/2006 Fin de primer arbitraje: 30/10/2006 Primera revisión recibida: 30/10/2007
Fin de segundo arbitraje: 13/11/2007 Segunda revisión recibida: 20/12/2007 Aceptado: 21/12/2007

RESUMEN

Se estudió la anatomía del tallo de la lima Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka), injertada sobre limón volcameriano (*Citrus volcameriano* Pasq.), para ello se colectaron muestras del órgano con crecimiento primario, intermedio y secundario, provenientes de plantas cultivadas en el estado Yaracuy, Venezuela. Se seccionaron y fijaron en FAA por 12 h; se deshidrataron e incluyeron en parafina, y se seccionaron utilizando un micrótopo de rotación. Las secciones se tiñeron con safranina y luego de desparafinar se montaron en Permount. Las observaciones se hicieron con un microscopio Olympus BX40. El tallo de lima Tahití con crecimiento primario presenta epidermis uniestrada, glabra, con estomas y con células de paredes delgadas. Los tejidos conductores primarios se disponen en haces colaterales abiertos. En el crecimiento intermedio del tallo el tejido protector presentó una estructura semejante a la descrita para el crecimiento primario, seguido con una corteza, completamente parenquimatosa y los tejidos conductores distribuidos en un anillo continuo que rodea la médula en el centro de la sección. El felógeno se originó a partir de la epidermis del tallo, constituyendo súber hacia la periferia y felodermis hacia la corteza creándose así una peridermis con la formación de las lenticelas en los sitios donde se presentaron los estomas en el crecimiento primario. En los tallos con crecimiento secundario el xilema y el floema secundario se disponen en anillos continuos y la peridermis se engrosó considerablemente.

Palabras clave: Anatomía, *Citrus*, tallo, lima Tahití, Rutaceae,

ABSTRACT

In order to study the stem anatomy of Tahitian lime (*Citrus latifolia* Tanaka), grafted on Volkameriano lemon (*Citrus volkameriano* Pasq.), samples were collected with primary, intermediate and secondary growth, at the Yaracuy state, Venezuela. These structures were sectioned and fixed in FAA for 12 hours, they were dehydrated and demersed in paraffin and mounted on block to make the cuts. These sections were dyed with saffranin and mounted in permount for their description. The stem of Tahitian lime presents unistrata epidermis, bald, with cells of thin walls. In the primary growth, the conductive tissues: xylema and primary floemas are arranged in collateral sheafs. In the intermediate growth, the conductive tissues form continuous rings. The felogen begins to produce cork (suber) towards the periphery of the stem and felodermis towards the bark, with this activity, the formation of lenticels begins in the epidermis of the stem. In the secondary growth, xilema and secondary floema are arranged in continuous rings.

Key words: Anatomy, *Citrus*, stem, Tahitian lime, Rutaceae

INTRODUCCION

Los cítricos son uno de los cultivos frutales de mayor importancia económica en el mundo, por cuanto su productividad se mide en términos del número de frutos cosechados por su peso, siendo el tamaño final un parámetro de calidad para consumidores (Davies y Albrigo, 1994).

El desarrollo de la parte aérea de los cítricos, no tiene lugar de un modo continuo, durante todo el período de actividad vegetativa de los mismos. La aparición y desarrollo de nuevos brotes se producen en ciclos definidos, que pueden variar de dos a cinco anualmente. La brotación no se produce en fecha fija, varía de un año a otro y en un mismo año, según la variedad, existiendo variaciones de carácter individual, determinadas por las condiciones climáticas.

Flores-Vindas (1999) describió la epidermis de los tallos de dicotiledóneas y de los cítricos con crecimiento como uniestrata, con cutícula y con las paredes cutinizadas. En algunos casos es posible observar abundantes tricomas y tipos tricomáticos, así como estomas. La corteza básicamente está constituida por colénquima y parénquima, usualmente con cloroplastos en las capas externas; y con el segundo tejido de diferentes tipos; angular, lagunar o laminar. La médula es casi siempre parenquimática y puede contener cloroplastos; entre las células puede haber espacios intercelulares conspicuos, que suelen ser más grandes hacia el centro del órgano. Los tejidos vasculares pueden distribuirse en haces colaterales, porque el xilema y el floema están en contacto radial, con el floema externo, o bicolaterales con floema en ambos extremos del haz; en los dos casos, los haces se presentan separados por tejido parenquimático interfascicular.

En el crecimiento secundario del tallo, el cambium se origina de los remanentes cambiales que quedan en los haces caulinares y del parénquima que ocupa zonas interfasciculares. La interpolación de tejidos vasculares secundarios entre el floema y el xilema primario ocasiona cambios y ajustes estructurales en la anatomía del tallo, especialmente hacia afuera del órgano. El xilema y floema secundarios sustituye a los primarios en su función, quedando estos últimos comprimidos, aunque el parénquima vascular puede quedar funcional. La epidermis puede permanecer y ajusta su circunferencia al crecimiento del tallo, no obstante es sustituida por la peridermis (Flores-Vindas, 1999). La literatura acerca de las características anatómicas de los órganos de las cítricas es escasa, hasta la fecha se conoce el estudio realizado por Schneider (1968) quien le atribuyó al pedúnculo que sostiene a los frutos, características de tallo. Este mismo autor consideró que el tejido vascular primario del tallo en el género *Citrus* consiste en haces separados entre sí por células grandes de parénquima. La diferenciación del metaxilema y metafloema ocurre a partir de las derivadas procambiales dispuestas radialmente a semejanza del cambium vascular. El tejido vascular secundario es poroso, con vasos rodeados por floema. El xilema secundario es poroso, difuso, con vasos rodeados de células parenquimáticas y fibras (Esau, 1976; Schneider, 1968).

La descripción del floema secundario se hizo con base en una diferenciación entre el floema

funcional o porción conductiva de este tejido formada por tubos cribosos sin calosa depositada, dispuesto en la parte interna de la corteza y adyacente al cambium vascular se encontró el floema en desarrollo, cuyas células derivan de las células madres del cambium y se encuentran en proceso de diferenciación. Por fuera de la banda de floema funcional se dispone una banda de floema en degeneración, cuyos tubos cribosos presentaban abundante calosa, la cual una vez que se deposita, hace que el tubo colapse y pase a formar parte del floema no funcional, en el cual se observan además capas de fibras. Al comenzar el crecimiento secundario la peridermis sustituye gradualmente a la epidermis (Schneider, 1968).

El objetivo del trabajo fue realizar un estudio de la anatomía de la lima Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) injertada sobre limón Volcameriano (*Citrus volkameriano*) en las condiciones de Venezuela, como un aporte al conocimiento de la especie.

MATERIALES Y METODOS

Se colectaron segmentos de tallos de plantas de lima Tahití (*C. latifolia*) injertada sobre limón volcameriano (*C. volkameriano*) ubicadas en la finca Hato Criollo, en la población de Temerla, Municipio Nirgua, Estado Yaracuy, Venezuela. Las muestras se tomaron en tres estados de desarrollo: crecimiento primario, en los extremos de las ramas (tercer flujo de crecimiento); intermedio, 15 a 20 cm por debajo del último corte en la rama (segundo flujo de crecimiento) y con crecimiento secundario (primer flujo de crecimiento), en la parte basal de la misma y se fijaron en FAA (formol, alcohol etílico (75%) y ácido acético) por 24 h. La deshidratación se realizó en una batería de alcoholes de concentración creciente (75 a 96%) y una duración de 45 min en cada paso, terminado con un paso de xilol y alcohol (1:1) por 10 min y xilol puro, por igual tiempo, para facilitar la penetración del Paraplast. Las secciones de tallo deshidratadas se colocaron en el Paraplast y luego en una estufa a 56°C. Posteriormente se prepararon los bloques de parafina que contenían los segmentos de tallo y el seccionamiento se realizó de forma transversal y tangencial a un grosor 10 y 15 µm con un micrótopo de rotación Leica 820. La tinción fue con Safranina al 1% en 50% de alcohol (Roth, 1964, modificado por Cañizares, 1997) y el montaje en Permout. Las observaciones de las secciones se realizaron con un microscopio óptico Cambridge Instruments.

RESULTADOS Y DISCUSION

Tallo con crecimiento primario

La epidermis se observó uniestrada y glabra (Flores-Vindas, 1999); con las células de 1,0 a 1,75 μm de largo, dispuestas compactamente o interrumpida por la presencia de estomas. El grosor de la pared externa con la cutícula midió 0,025 a 0,05 μm . Tal cual lo estableció Flores-Vindas (1999) para los tallos de dicotiledóneas, la corteza se observó dividida en dos zonas bien delimitadas, una externa de 5 a 10 capas de colénquima lagunar, con células de 0,75 a 3,0 μm de ancho y de 1,25 a 2,75 μm de largo y una interna de 6 a 13 capas de células parenquimáticas vacuoladas y con escaso citoplasma de 1,75 a 4,5 μm de ancho y de 2,5 a 8,75 μm de largo, con las paredes celulares delgadas, espacios intercelulares pequeños y el citoplasma de algunas células se tiñó de rojo intenso con Safranina, probablemente por la presencia de aceites esenciales. En estos tejidos se observaron abundantes cristales hexagonales de 1,2 a 3,75 μm de ancho y de 1,0 a 5,0 μm de largo y drusas de 1,5 a 4,5 μm de radio. El parénquima medular fue

escaso, con células de 3,75 a 5,5 μm de ancho y de 3,5 a 5,0 μm de largo, con características semejantes a las descritas para la corteza y que en algunos casos se presentaron llenas de aceite. Los tejidos conductores primarios se presentaron dispuestos en haces colaterales abiertos de 10,0 a 15,0 μm de largo separados, por dos a cinco capas de parénquima interfascicular (Schneider, 1968, Flores-Vindas, 1999). Hacia la corteza se presentaron las fibras del floema primario, dispuestas en casquetes sobre este tejido, de 3,75 a 8,75 μm de ancho y de 6,75 a 23,5 μm de largo (Flores-Vindas, 1999) cuyo diámetro de lumen varía de 0,25 a 0,75 μm (Figura 1).

Tallo con crecimiento intermedio

Los tejidos conductores se observaron formando anillos continuos y el parénquima interfascicular no estaba presente por la formación de nuevas células de floema y xilema. Los miembros de tubos cribosos del metafloema presentan aproximadamente la misma forma y el mismo tamaño de las células parenquimáticas de este tejido (de 0,3 a 2,5 μm de ancho y de 1,0 a 3,25 μm de largo), lo que dificultó su diferenciación y las células

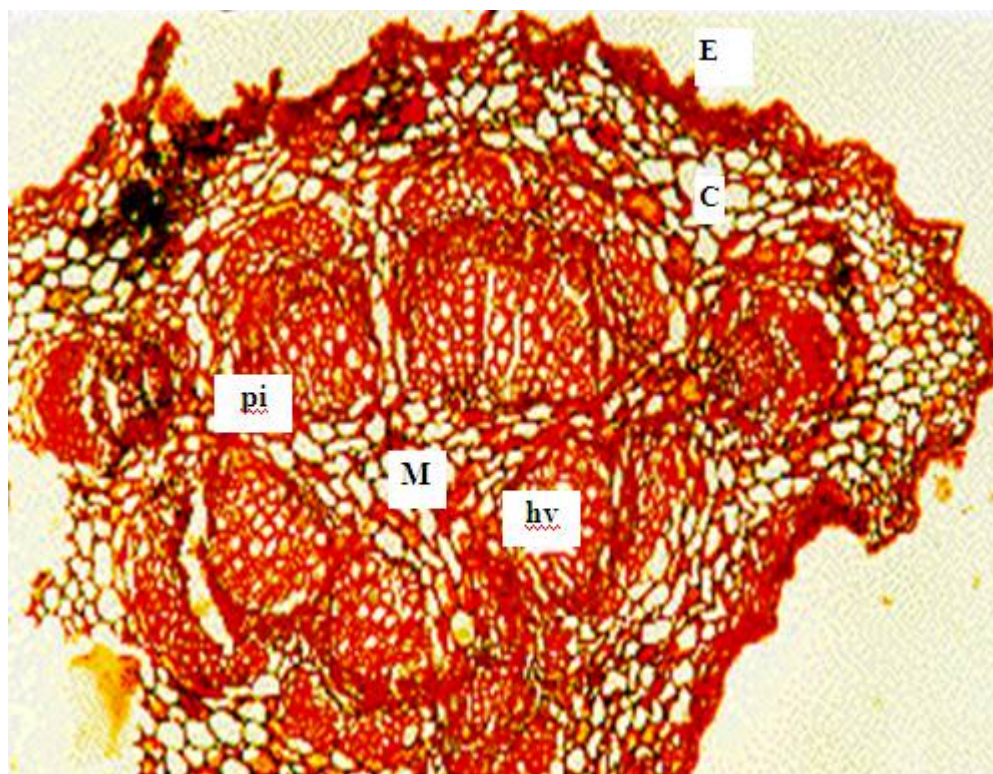


Figura 1. Sección transversal del tallo de *Citrus latifolia* Tanaka, Rutaceae (lima Tahiti) con crecimiento primario. Fotomicrografía con detalles del corte: Epidermis (E), corteza (C), haz vascular (hv), médula (M), parénquima interfascicular (pi).

parenquimáticas que los acompañaban presentaron un contenido celular claro. El metafloema sustituyó al protofloema colapsado y una vez que se hace funcional; del parénquima protofloemático, por desdiferenciación y rediferenciación originó a las fibras perifloemáticas que se observaron dispuestas en casquetes hacia la corteza. En el xilema, las fibras xilemáticas presentaron paredes celulares de 0,5 a 1,75 μm de ancho y el lumen de 0,25 a 0,75 μm de diámetro. El metaxilema en sección transversal está formado por poros simples de 1,25 a 4,5 μm de

diámetro. Los radios xilemáticos en sección transversal con células parenquimáticas de 0,48 a 1,5 μm de ancho y de 1,0 a 5,0 μm de largo. El protoxilema escaso, colapsado, una banda de células ubicadas hacia la médula, con células de 1,0 a 2,0 μm de ancho y de 1,50 a 2,75 μm de largo, en algunos casos con las paredes esclerosadas. En la corteza el tejido parenquimático se interrumpió por la formación de cavidades secretoras de aceites de 6,5 a 15,0 μm de ancho y de 8,0 a 21,25 μm de largo (Figura 2).

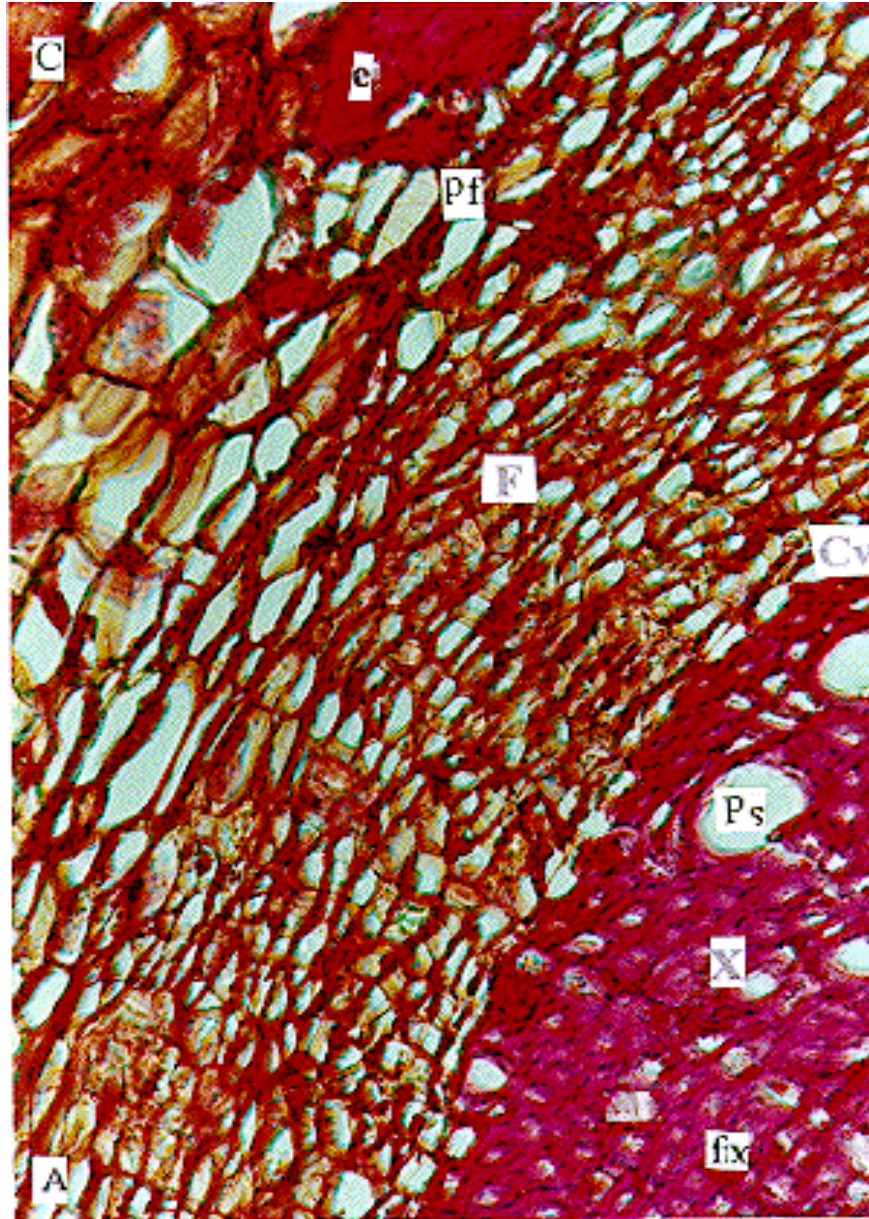


Figura 2. Sección transversal del tallo de *Citrus latifolia* Tanaka, Rutaceae, (Lima Tahití) con crecimiento intermedio. Fotomicrografía con detalles del corte. Corteza (C); esclerénquima (e); floema (F); cambium vascular (Cv); xilema (X); fibra xilemática (fx); poro solitario (Ps).

Estas cavidades se forman por ruptura de las células parenquimáticas llenas de aceites (lisis). El parénquima medular de 2,75 a 4,5 µm de ancho y de 3,5 a 5,0 µm de largo, con cristales hexagonales, las paredes se presentaron esclerosadas, con punteaduras simples (Figura 2).

Los vasos del metaxilema en sección tangencial se observaron con engrosamientos escalariformes y con las paredes terminales transversas y perforadas. Los radios xilemáticos se presentaron homogéneos, por estar constituidos por un sólo tipo de células (parenquimáticas) dispuestas en uno o dos series (uni o biseriados) y dentro de las cuales se observaron cristales semejantes a los descritos para el parénquima cortical. Estos radios alternan con fibras xilares y los miembros de vasos del metaxilema (Figura 3).

Tallo con crecimiento secundario

La formación del crecimiento secundario ocasionó que las células de la corteza externa

degeneraran o se presentaran apretadas contra la periferia del tallo. La cutícula y la epidermis fueron reemplazados, una vez iniciada la actividad del felógeno, el cual se originó a partir de las células más externas de la corteza (primera o segunda capa de colénquima lagunar). El felógeno comenzó a producir corcho (súber) hacia la periferia del tallo y felodermis hacia la corteza, con esta actividad se formó la peridermis del tallo, y se formaron lenticelas donde se encontraban los estomas. Gradualmente a medida que avanza el crecimiento secundario la peridermis reemplazó a la epidermis. El xilema y el floema secundarios se disponen en anillos continuos, la médula se redujo considerablemente. Durante la transición entre el crecimiento primario y secundario del tallo se desarrollaron fibras a partir del parénquima xilemático, por lo que hubo un predominio de estas células en el secundario. No fue fácil observar exactamente el inicio de la formación del xilema secundario, el primario si se observó claramente delimitado por células parenquimáticas del floema secundario (Figuras 4 y 5).

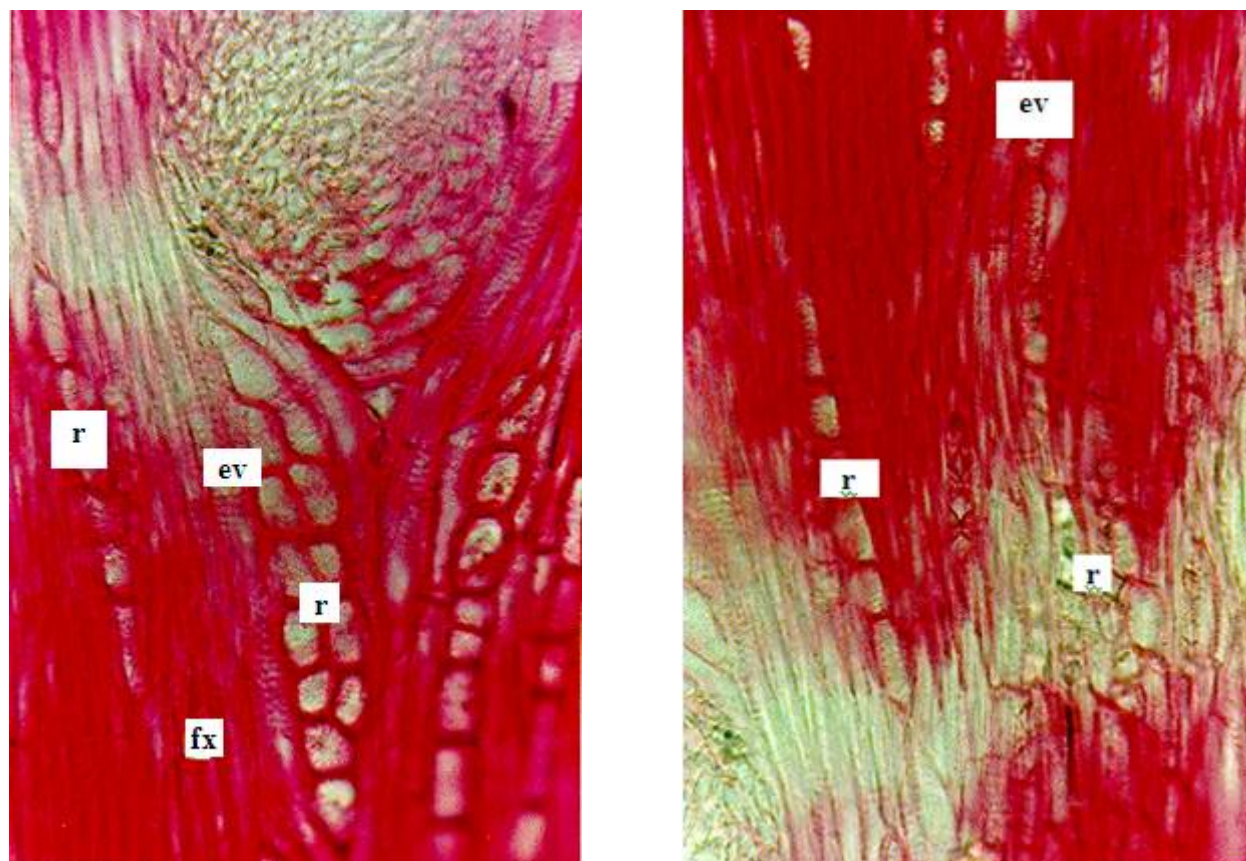


Figura 3. Sección tangencial del tallo de *Citrus latifolia* Tanaka, Rutaceae, (Lima Tahití) con crecimiento intermedio. Fotomicrografía con detalles del corte: Elemento de vaso (ev); radio xilema (r); cristal (cr); fibras xilares (fx).

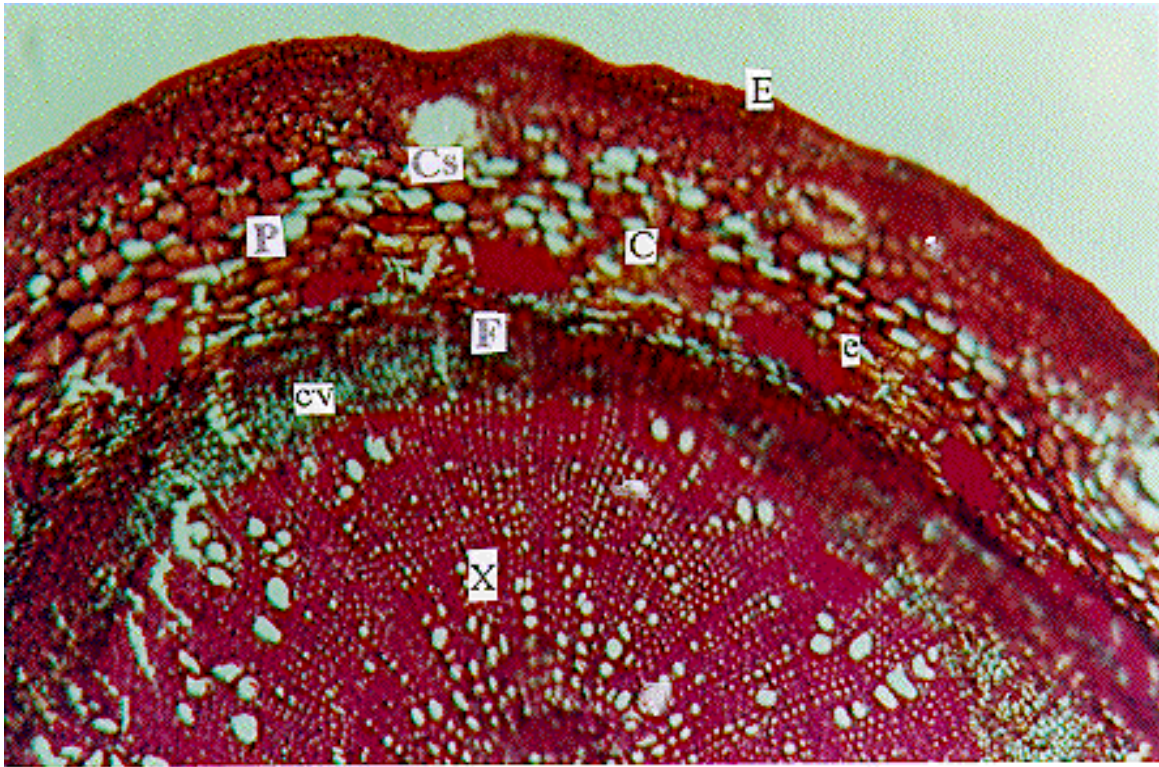


Figura 4. Sección transversal del tallo de Lima Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) con crecimiento secundario. Fotomicrografía con detalles del corte. (E) epidermis; (C) corteza; (P) parénquima; (Cs) cavidad secretora de aceite; (e) esclerenquima (fibras en casquetes); (Cv) cambium vascular; (F) floema; (X) xilema.

LITERATURA CITADA

- Cañizares, A. 1997. Efecto de la cianamida de hidrógeno y el ácido e- cloroetil fosfónico sobre la defoliación, refoliación, floración y fructificación de la lima Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka). Tesis de Grado. *Magister Scienterum*. Postgrados de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto, Venezuela. p 54.
- Davies, P. y L. Albrigo. 1994. Citrus, CAB Internacional Wallingford, UK.
- Esau, K. 1976. Anatomía Vegetal. Ediciones Omega, Barcelona.
- Flores Vindas, U. 1999. La planta estructura y función. Libro Universitario Regional (LUR). Costa Rica.
- Schneider, H. 1968. The anatomy of *Citrus*. In: Reuther, Batchelor y Webber (eds.). The Citrus Industry. Vol. 2. University of California, Berkeley, pp. 1-86.

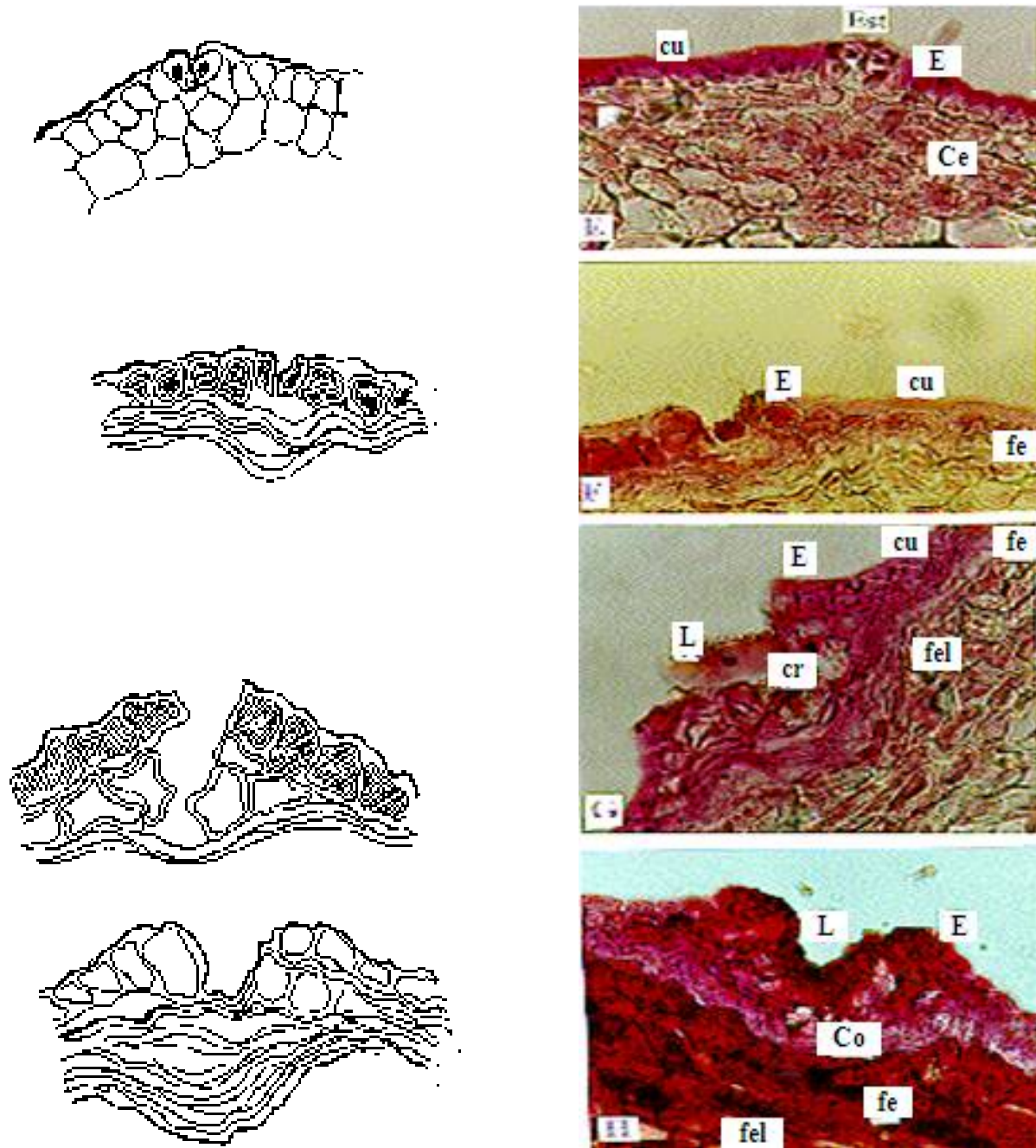


Figura 5. Sección transversal del tallo de *Citrus latifolia* Tanaka, Rutaceae, (Lima Tahití) con crecimiento secundario. Fotomicrografía con detalles del corte. Epidermis (E); estomas (Est); cutícula (cu); corteza externa (Ce); felógeno (Fe); lenticela (L); felodermis (fel), cavidad secretora de aceites (Cs); células de relleno (cr); corteza (C); parénquima (P); floema (F) y xilema (X).