

Anatomía de los órganos vegetativos de *Centrosema venosum* Mart. ex Benth. (Fabaceae)

Damelis Jáuregui

¹Laboratorio de Morfoanatomía Vegetal. Instituto de Botánica Agrícola. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101, Aragua. Venezuela.

RESUMEN

Centrosema venosum es una especie anficárpica de posible uso en programas de mejoramiento que crece en sabanas venezolanas. El objetivo de este trabajo es describir anatómicamente sus órganos vegetativos con el fin de aportar información biológica de la especie e identificar caracteres de posible valor adaptativo a las condiciones edafoclimáticas imperantes en las zonas donde habita. El material vegetal se recolectó en El Tigre (edo. Anzoátegui), se fijó en formaldehído ácido acético y etanol 70%, hasta su procesamiento mediante técnicas convencionales para su estudio con microscopio óptico. Entre los resultados obtenidos, se pueden citar hojas equifaciales y anfiestomáticas, esclerénquima asociado a los haces vasculares y en los márgenes foliares. Tallos aéreos con mayor desarrollo de esclerénquima y tejido vascular (principalmente xilema) que los subterráneos. Raíces de dos tipos, tuberosas con desarrollo secundario atípico, ya que predomina parénquima reservante de agua y almidón y raíces con desarrollo secundario típico. En todos los órganos se evidencian rasgos de xeromorfismo y escleromorfismo, los cuales constituyen mecanismos de adaptación de esta especie a las condiciones imperantes en el hábitat donde crece.

Palabras clave: *Centrosema venosum*, histología, hoja, tallo, raíz.

Anatomy of vegetative organs of *Centrosema venosum* Mart. ex Benth. (Fabaceae)

ABSTRACT

Centrosema venosum is an amphicarpic species of possible use in improvement programs that grows in Venezuelan savannahs. The objective of this work describes anatomically its vegetative organs in order to contribute with biological information of this species and to identify characters with possible adaptive value to the prevailing edaphoclimatic conditions in the zones where it grows. The material was collected at El Tigre (Anzoátegui State), fixed in formaldehyde, acetic acid, and ethanol 70% until its processing with conventional techniques through an optical microscope study. Among the results obtained, there can be mentioned equifacial and amphystomatic leaves, and sclerenchyma associated with vascular bundles and leaves margins. Aerial stems had higher proportion of sclerenchyma and vascular tissue (mainly xylem) than the underground stems. Roots are of two types, tuberous with atypical secondary development, since water storing parenchyma and starch are predominant, and roots with typical secondary development. In all organs there were observed xeromorphic and scleromorphic characters which constitute adaptative mechanisms of this species to the prevailing conditions in the habitat where it grows.

Key words: *Centrosema venosum*, histology, leaf, stem, root.

*Autor de correspondencia: Damelis Jáuregui

E-mail: jaureguid@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Centrosema venosum Mart. ex Benth. (Fabaceae) es una especie propia de sabanas, tiene hábito de crecimiento exclusivamente rastrero, presenta hojas coriáceas, raíces tuberosas y anficarpia; estas dos últimas características le permiten sobrevivir a la quema y al sobrepastoreo (Schultze-Kraft *et al.*, 1997). Este taxón ha sido referido también como hierba trepadora (Hokche *et al.*, 2008). Se encuentra en el hemisferio norte, en los llanos colombianos y venezolanos, al sur del Ecuador, en islas de sabana de la Amazonía brasileña y en los Campos y Cerrados del centro-oeste y sur-este de Brasil (Schultze-Kraft *et al.*, 1997). En Venezuela crece entre 50 y 350 msnm, y está distribuida en los estados Amazonas, Anzoátegui, Apure, Bolívar, Guárico y Monagas (Hokche *et al.*, 2008).

El potencial agronómico de *C. venosum* es bajo, ya que produce poca materia seca y ha sido difícil de cultivar fuera de su hábitat natural. No obstante, su excelente adaptación a suelos ácidos, extremadamente pobres y arenosos, además de su resistencia a las quemadas son caracteres positivos que resultan valiosos en programas de hibridación interespecífica, considerando que existen especies de *Centrosema* de alto valor, como *C. acutifolium*, *C. brasilianum* y *C. macrocarpum* (Schultze-Kraft, 1997).

Existe muy poca literatura donde se refieran a los rasgos anatómicos de los órganos vegetativos de especies de *Centrosema*. Entre ellos, se puede citar el trabajo de Fonseca *et al.* (1999) quienes estudiaron la influencia de la salinidad en la frecuencia y tamaño de estomas en seis ecotipos de *Centrosema pubescens*.

En este trabajo se describen anatómicamente los órganos vegetativos de *Centrosema venosum*, con el fin de aportar información biológica de la misma e identificar caracteres de posible valor adaptativo a las condiciones edafoclimáticas imperantes en las zonas donde habita esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal fue colectado en el Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Anzoátegui (CIAE) del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), en la localidad de El Tigre, a 625 msnm. El clima de dicha zona es semiárido, con una precipitación anual promedio de 1067 mm, concentrada entre mayo y octubre, y una temperatura promedio de 26,7°C; los suelos son de textura arenosa, ácidos y de baja fertilidad (Rodríguez *et al.*, 2006).

Los individuos de *C. venosum* se encontraron esparcidos en el campo antes citado y se recolectaron muestras vegetales de tres de ellos. Exsiccatas del material

muestreado se depositaron en el herbario Víctor M. Badillo (MY). Se muestrearon ramas aéreas con hojas compuestas y porciones de los ejes subterráneos observados, los cuales se lavaron exhaustivamente con agua de chorro, antes de proceder a subdividirlo. Trozos de porciones medias de raíces laterales, raíces tuberosas y ejes caulinares subterráneos, así como de entrenudos de tallos aéreos y hojas (folíolo central y pecíolo) se fijaron en FAA (formaldehído, ácido acético y etanol 70%), hasta que fueron seccionados a mano alzada. Las secciones obtenidas se tiñeron con azul de toluidina acuosa (1%) y se montaron en agua-glicerina (V/V). Se realizó la detección de almidón, grasas y lignina, utilizando los protocolos establecidos por Johansen (1940). Las láminas se observaron y fotografiaron con una cámara digital Evolution LC, acoplada a un microscopio óptico Nikon E200.

RESULTADOS

C. venosum es una hierba rastrera, que alcanza unos 30 cm de altura (Figura 1A, B). Produce tallos aéreos, donde se desarrollan hojas y flores casmógamas y también tiene tallos subterráneos en los cuales se evidencian flores cleistógamas y frutos. El sistema radical está formado por dos tipos de raíces, unas gruesas tuberosas y otras delgadas. Presenta hojas compuestas, pentafolioladas, los folíolos son relativamente largos, angostos y coriáceos.

Hoja

La lámina del folíolo tiene epidermis uniestratificada en ambas caras con pared celular mas cutícula relativamente gruesa en ambas epidermis (Figura 2A). Es equifacial y anfiestomática. En el mesofilo se distinguen de cinco a seis capas de parénquima en empalizada, en ocasiones con uno-dos capas de parénquima esponjoso en la porción media de la sección, adyacente a los haces vasculares; algunas células de esta región presentan mucílago. Los haces conductores son colaterales cerrados con extensiones esclerenquimáticas hacia ambas epidermis y relativamente próximos entre ellos (Figura 2A, B). En los márgenes del folíolo se localiza esclerenquima (Figura 2C).

La nervadura central (Figura 3A) tiene dos salientes, uno hacia cada superficie y en ella se distinguen las epidermis adaxial y abaxial uniestratificadas con las paredes celulares periclinales externas, incluida la cutícula, ligeramente convexas y gruesas. Seguidamente, se localiza clorénquima, dos a tres capas en la cara adaxial y tres a cuatro en la abaxial. Internamente es visible un cilindro esclerenquimático, bastante grueso, el cual tiene contorno circular en la cara abaxial y triangular en la adaxial. El tejido vascular está constituido por xilema y floema arreglado en forma de arco, ubicado hacia el saliente abaxial; el resto de la región está ocupado por células parenquimáticas de paredes engrosadas.



Figura 1. *Centrosema venosum* Mart. ex Benth. A. Hábito de crecimiento. B. Tallos y raíces.

El pecíolo (Figura 3B) tiene contorno relativamente triangular hacia la cara abaxial y aplanado con dos pequeños salientes redondeados hacia la adaxial. Externamente está provisto de epidermis uniestratificada con pared externa más cutícula gruesa y tricomas uncinados evidentes. Subepidérmicamente se diferencian dos a tres capas de clorénquima y un cilindro de cuatro a cinco estratos de esclerénquima, el cual adopta la forma ya descrita para el contorno del pecíolo. El tejido vascular primario se arregla en anillo y en la porción central se distingue parénquima de reserva. En cada saliente se localiza un haz conductor colateral cerrado, el cual se dispone horizontalmente respecto a la superficie adaxial, por lo que el floema se observa hacia los flancos laterales; dichos haces están provistos de una vaina esclerenquimática a su alrededor, siendo más desarrollada hacia el floema.

Tallo

Los tallos aéreos se pueden distinguir de los subterráneos por grosor y color, los primeros son de mayor diámetro y verdes y los subterráneos son delgados y blanquecinos (Figura 1B). Además, los tallos aéreos muestran contornos circulares a ligeramente hexagonales (Figura 4A), mientras que los subterráneos son muy irregulares (Figura 4C).

El arreglo histológico de estos dos tipos de tallo es parecido; sin embargo, se pueden diferenciar. Ambos tipos de caule presentan epidermis uniestratificada con células de paredes externas, incluida la cutícula, convexas y gruesas, asimismo son evidentes tricomas uncinados y estomas (Figuras 4A, C). La región cortical es variable; en el caso de los tallos aéreos está constituida por tres a cuatro capas de células parenquimáticas, bastante homogéneas

en lo que a tamaño y forma se refiere (Figuras 4A, B), mientras que en los subterráneos se distinguen tres zonas, una inmediatamente después de la epidermis cuyas células son variables en tamaño y forma, debajo de ésta una zona constituida por células colapsadas y más internamente una tercera zona formada por dos a tres capas de células relativamente grandes y organizadas, que en algunas porciones están en división (Figura 4C). En los dos tipos de tallo se diferencia esclerénquima, pero en el caso de los aéreos éste se organiza en un anillo relativamente continuo, de hasta ocho capas de células con paredes muy gruesas y lumen estrecho (Figuras 4A, B). En ocasiones, el anillo esclerenquimático está interrumpido por células parenquimáticas; sin embargo, dichas células tienen también sus paredes lignificadas. Asimismo, en los tallos subterráneos es evidente un anillo de esclerénquima, pero en este caso está formado por una o dos capas de células interrumpidas por células parenquimáticas de paredes delgadas (Figura 4C, D). El sistema vascular se dispone en anillo en ambos tipos de tallo, pero se distinguen porque en los aéreos hay crecimiento secundario, aunque incipiente y en los subterráneos no, siendo evidente el gran desarrollo de floema y xilema en los aéreos y escaso en los subterráneos (Figura 4C, D). En el xilema de los tallos aéreos los vasos son relativamente amplios, si se los compara con los observados en los subterráneos (Figura 4). Las células parenquimáticas externas de la región central y de las zonas interfasciculares tienen paredes engrosadas y diámetros semejantes a los de los vasos en los tallos subterráneos (Figura 4C). En las células parenquimáticas asociadas al tejido xilemático, principalmente en tallos subterráneos, existen abundantes gránulos de almidón (Figura 4D), al igual que en la región medular.

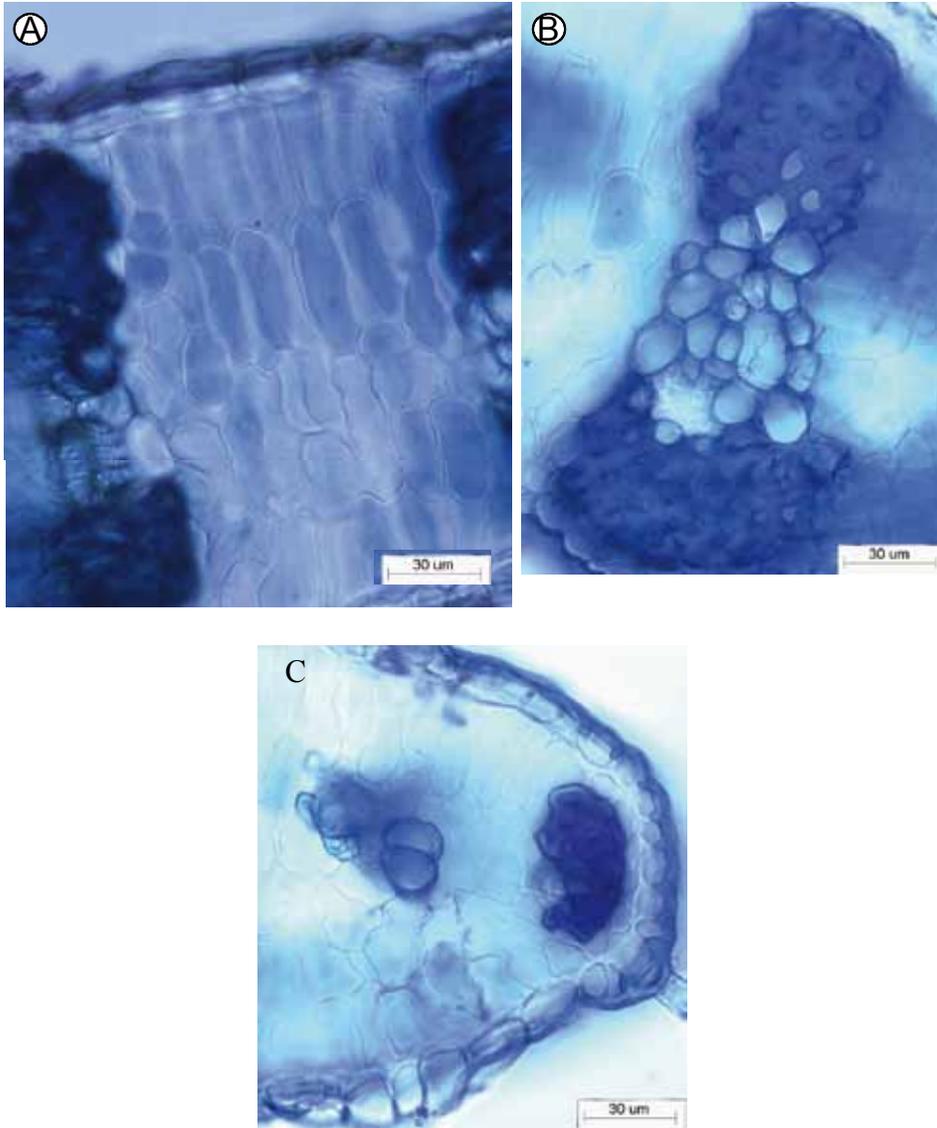


Figura 2. Lámina foliar de *Centrosema venosum* Mart. ex Benth., en sección transversal. A. Epidermis con pared celular externa mas cutícula gruesa y mesofilo equifacial. B. Haz vascular transcurrente. C. Margen foliar, nótese células esclerenquimáticas.

Raíz

En las plantas de *C. venosum* son evidentes dos tipos de raíces morfológicamente distintas, unas gruesas y relativamente cortas y las otras delgadas y largas (Figura 1B). La anatomía de estas raíces se describe a continuación.

En las raíces más delgadas (Figura 5A, B), externamente, se observa la peridermis con ocho a diez estratos de súber, el felógeno y una a dos capas de felodermis, en la cual hay cristales romboédricos. Seguidamente es evidente el floema secundario intercalado con grupos de células esclerenquimáticas; mas internamente, se distingue el anillo cambial y por debajo de éste, el xilema ocupando la

región central, caracterizado por la ocurrencia simultánea de vasos anchos y estrechos, de paredes gruesas, y radios parenquimáticos con una hasta cinco células de anchura en sección transversal; también son evidentes en esta región gran cantidad de células esclerenquimáticas y de granos de almidón. Las raíces de mayor diámetro (Figura 5C) son semejantes externamente a las ya descritas, sólo que en estas últimas la cantidad de cristales parece ser mayor. En el resto de la sección la organización histológica es muy diferente, ya que el cambium vascular produce gran proporción de esclerénquima al diferenciarse el floema secundario y una cantidad considerable de parénquima al desarrollar el xilema secundario. Por ello en la sección

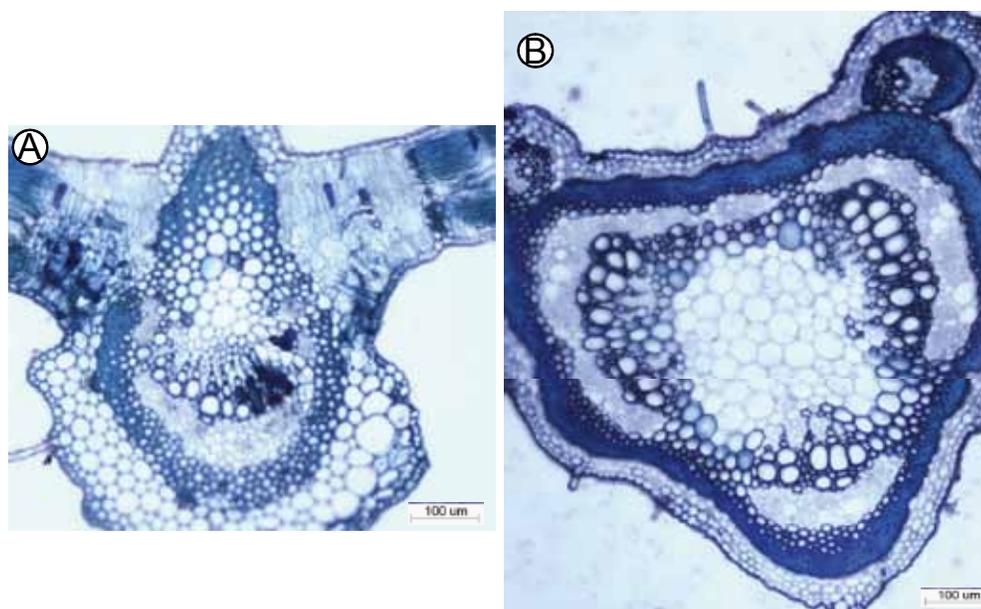


Figura 3. *Centrosema venosum* Mart. ex Benth. A. Transcorte de la nervadura central del folíolo. B. Transcorte del pecíolo.

transversal se observan grupos de floema entremezclados con paquetes de esclerénquima externamente y hacia el interior abundantes células parenquimáticas, generalmente alargadas, de paredes delgadas y arregladas radialmente (Figura 5C), las cuales en ocasiones están llenas de almidón (Figuras 5D, E) o son mucilaginosas, y células del xilema en grupos de diversa complejidad, además de células esclerenquimáticas (Figura 5D). En la porción central es evidente una región constituida por xilema primario (Figura 5E).

DISCUSIÓN

Las hojas de *C. venosum* muestran rasgos de hojas de sol y de xerofitismo, tales como cutícula gruesa, hojas equifaciales y anfiestomáticas, y esclerénquima relativamente abundante con células de paredes gruesas. Estas características se han relacionado con alta incidencia de luz y/o con poca disponibilidad de agua o de nutrientes (Pykkö, 1966; Ferri, 1978; Parkhurst, 1978; Fahn, 1985). Asimismo, la presencia de células con mucílago ha sido considerada de valor adaptativo en condiciones xerofíticas (Fahn y Cutler, 1992), indicándose que probablemente participan en la economía hídrica de la planta (Fahn y Cutler, 1992; Jordan y Kruger, 1992). La proximidad de los haces vasculares indica una red densa de venas, las cuales están interconectadas con las epidermis, lo cual asegura la movilización del agua en el interior del órgano y evita el colapso de este ante el déficit hídrico (Pykkö, 1966; Heide-Jorgesen, 1990).

La clara distinción de tallos aéreos y subterráneos se debe a la función que cumple cada uno de ellos y al ambiente donde se localizan, así el color, contorno, grosor y arreglo histológico de los tallos subterráneos obedece a que su desarrollo ocurre en el suelo, por lo que deben adecuar su estructura para tal fin. Dichos tallos constituyen, básicamente, estructuras de perpetuación de la especie, por la presencia de yemas y más aún por la posibilidad que tienen de formar flores y por ende frutos y semillas, fenómeno conocido como anficarpía (Cheplick, 1994). Es probable que el desarrollo de este tipo de tallos en esta especie sea de data relativamente reciente, ya que aún se distinguen estomas y tricomas en la epidermis, los cuales comúnmente están ausentes en tallos subterráneos modificados. Los tallos aéreos básicamente dan soporte al resto de partes aéreas (hojas, flores y frutos) y constituyen los órganos de conducción, por lo que muestran una estructura relativamente rígida y un sistema vascular bien desarrollado, particularmente el xilema, probablemente debido a las limitaciones en la disponibilidad de agua del lugar donde habitan.

Las raíces más delgadas muestran una estructura anatómica propia de raíces con estructura secundaria típica; sin embargo, es notorio el xeromorfismo que muestran las mismas, así como los tallos aéreos, evidente por la presencia de peridermis bien desarrollada (en raíces), vasos anchos y estrechos en el xilema, abundantes fibras con paredes gruesas, probablemente algunas de ellas gelatinosas, con capacidad para acumular agua como ha sido sugerido por

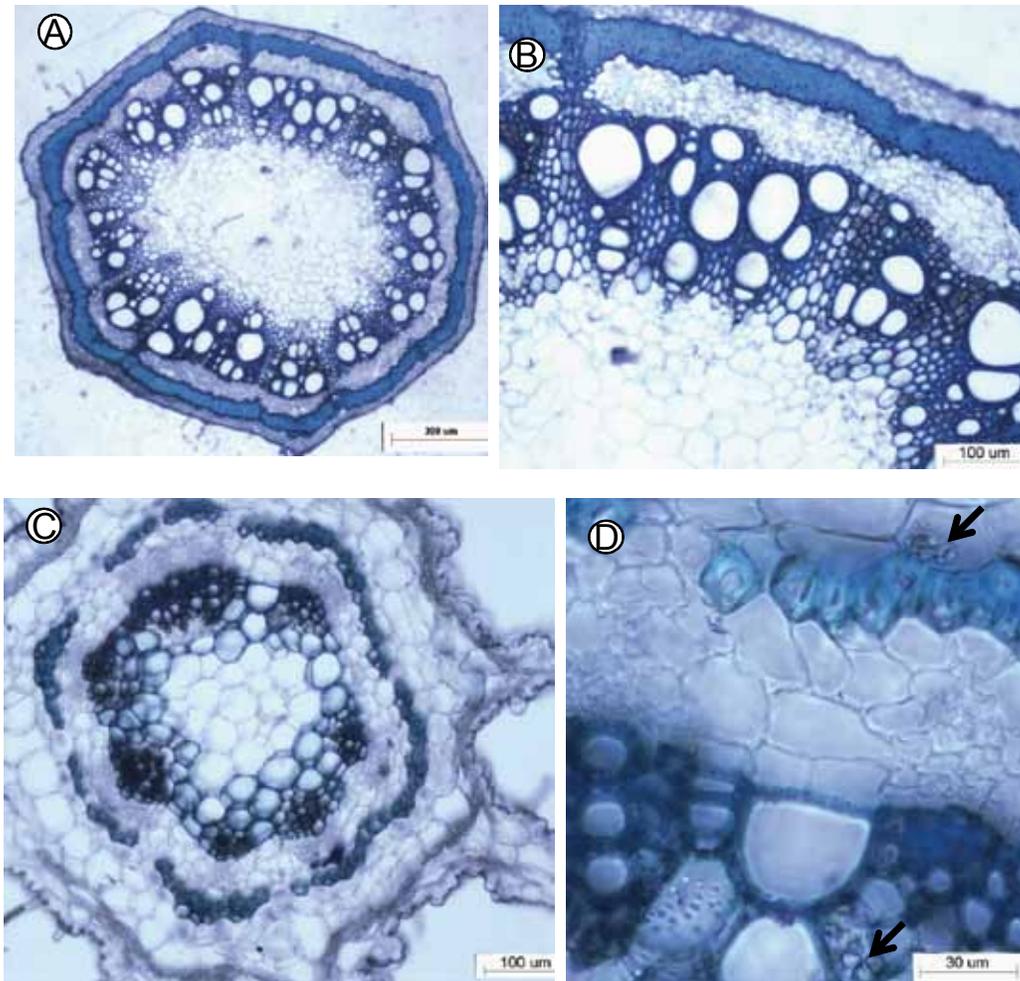


Figura 4. Eje caudal de *Centrosema venosum* Mart. ex Benth. en sección transversal. A y B. Aéreo. C. y D. Subterráneo; células con granos de almidón, indicadas con flechas.

Paviani (1978). Este conjunto de características se han asociado con la seguridad en la conducción (Fahn y Cutler, 1992).

La conformación histológica de las raíces de mayor diámetro es semejante a la reportada para *Daucus carota* (Esau, 1940), *Mandevilla illustris* (Appezatto da Glória y Estelita, 2000), *Arracacia xanthorrhiza* (Appezatto da Glória, 2003) y *Pachyrhizus ahipa* (Millanez y Moraes-Dallaqua, 2003). Dadas las características de estas raíces, se puede indicar que experimentan un desarrollo secundario atípico, y si se toman en cuenta las definiciones de Appezatto da Glória (2003), se pueden considerar tuberosas, ya que predomina parénquima reservante de almidón y agua. No se comprobó la presencia de xilopodio, referida por Clements (1997); no obstante, se requiere hacer más investigaciones de este tipo, incluyendo alguna que involucre desarrollo ontogenético, para verificar la diferenciación o no de esta estructura. Asimismo, es

necesario corroborar si las raíces de esta especie tienen capacidad para producir yemas reparativas o adicionales, las cuales de estar presentes serían un mecanismo más de adaptabilidad. Estas yemas han sido referidas en especies que viven en condiciones extremas en el Cerrado-Brasil (Hayashi *et al.*, 2001).

Fahn y Cutler (1992) señalaron que raíces tuberosas son comunes en regiones áridas y semiáridas. Se ha reportado formación de este tipo de raíces en *Vernonia oxylepis* Sch. Bip. in Mart. ex Baker (Vihalva y Appezatto da Glória, 2006), *V. grandiflora* Less. y *V. brevifolia* Less. (Hayashi y Appezatto da Glória 2007), taxones que crecen en los campos del Cerrado brasileño, en los cuales la presencia de estas estructuras aseguran la sobrevivencia de las plantas ante las condiciones ambientales del lugar, particularmente al largo período seco y a las quemadas frecuentes. Sin embargo, también se destacan taxones en los que sus raíces tuberosas son comestibles o de uso

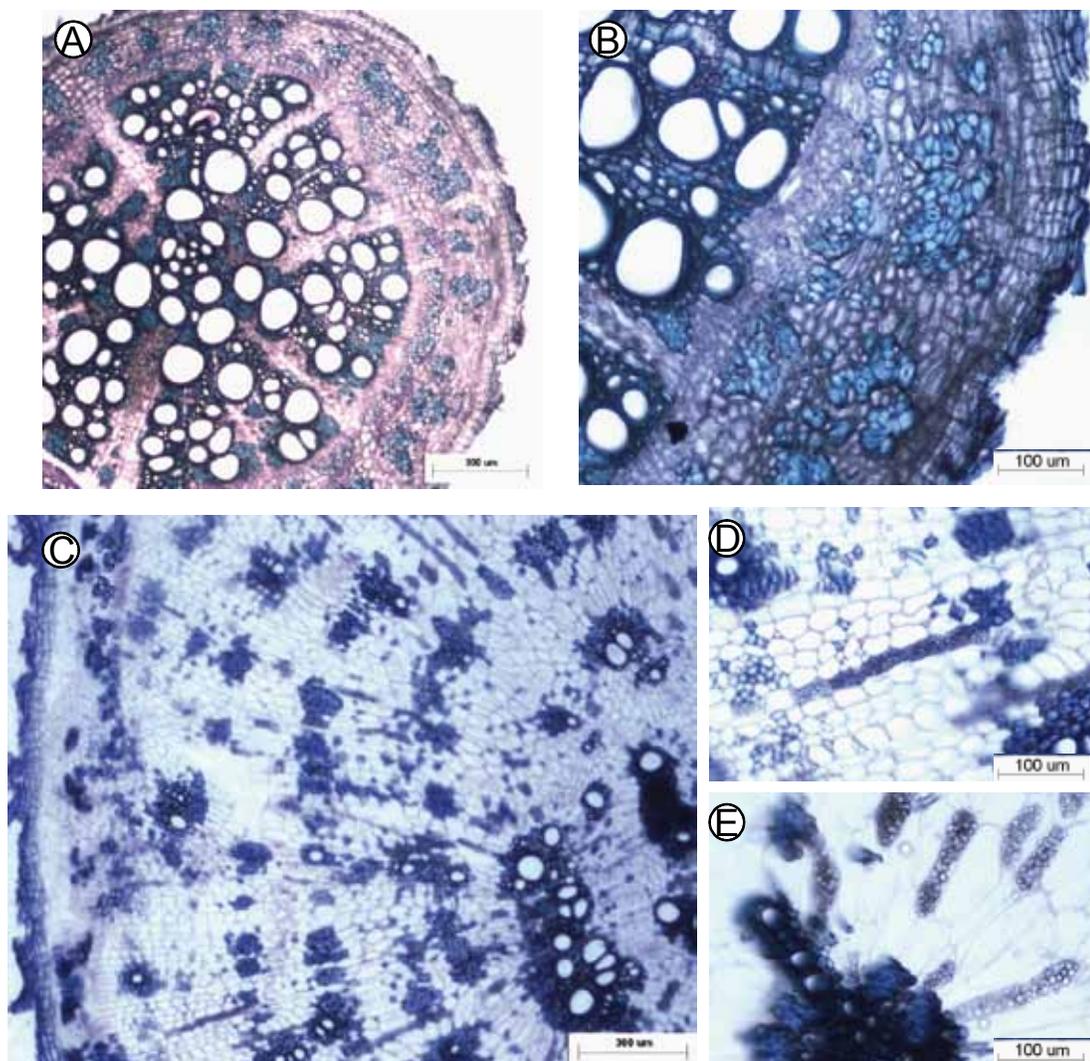


Figura 5. Raíces de *Centrosema venosum* Mart. ex Benth. en sección transversal. A. y B. Delgadas. C D y E. Tuberosas.

industrial, como ha sido referido para otras Fabaceae del género *Pachyrhizus* Rich. ex DC. (Millanez y Moraes-Dallaqua, 2003).

CONCLUSIONES

Los órganos de *C. venosum* estudiados muestran rasgos de xeromorfismo, destacando la presencia de peridermis gruesa en la raíz y de hojas con cutícula gruesa, equifaciales y anfiestomáticas. Escleromorfismo es evidente por el desarrollo de células esclerenquimáticas con paredes gruesas en los órganos estudiados.

C. venosum desarrolla raíces delgadas y gruesas. Las primeras con estructura secundaria típica, mientras que las segundas exhibieron un desarrollo secundario

atípico y se pueden considerar tuberosas. La especie bajo estudio produce tallos aéreos y subterráneos, estos últimos con mayor desarrollo de tejido parenquimático.

Entre los caracteres estructurales de posible valor adaptativo a las condiciones edafoclimáticas imperantes en las zonas donde habita *C. venosum*, se pueden citar la presencia de rasgos xeromórficos en hojas, tallos y raíces; la formación de tallos subterráneos con anficarpía y la producción de raíces tuberosas (reservantes de agua y almidón).

REFERENCIAS

Apezatto da Glória, B. 2003. Morfología de sistemas subterráneos. Histórico e evolução do conhecimento no Brasil. Ribeirão Preto. A.S. Pinto. Brasil. 80 p.

- Appezato da Glória, B.; M.E. Estelita. 2000. The developmental anatomy of the subterranean system in *Mandevilla illustris* (Vell.) Woodson e de *M. velutina* (Mart. Ex Stadelm.) Woodson (Apocynaceae). *Rev. Bras. Bot.* 23: 27-35.
- Cheplick, G.P. 1994. Life history evolution in amphicarpic plants. *Plant Species Biol.* 9: 11-132.
- Clements, R.J. 1997. Especies de *Centrosema* para regiones áridas y subtropicales. In Schultze-Kraft, R.; R.J. Clements y G. Keller-Grein (Eds.) *Centrosema. Biología, Agronomía y Utilización*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 87-112.
- Esau, K. 1940. Developmental anatomy of the fleshy storage organ of *Daucus carota*. *Hilgardia* 13: 175-226.
- Fahn, A. 1985. *Anatomía Vegetal*. Ed. Pirámide. Madrid, España. 599 p.
- Fahn, A.; D. Cutler. 1992. Xerophytes. *Encyclopedia of Plant Anatomy XIII*(3). Gebrüder, Berlin Alemania 177 p.
- Ferri, G. 1978. Ecología comparada del Cerrado y de la Caatinga. *Memorias V Congreso Venezolano de Botánica*. Sociedad Botánica de Venezuela. Barquisimeto, Venezuela. pp. 189-244.
- Fonseca, I.; L.M. González; R. López; R. Zamora. 1999. Influencia de la salinidad en la frecuencia y el tamaño de estomas de seis ecotipos de *Centrosema pubescens* Benth. *Pastos Forrajes* 22: 127-135.
- Hayashi, A.H.; A. Penha; R.R. Rodrigues; B. Appezato da Glória. 2001. Anatomical studies of shoot bud-forming roots of Brazilian tree species. *Aust. J. Bot.* 49: 1-7.
- Hayashi, A.; B. Appezato da Glória. 2007. Anatomy of the underground system in *Vernonia grandiflora* Less. and *V. brevifolia* Less. (Asteraceae). *Braz. Arch. Biol. Technol.* 50: 979-988.
- Heide-Jorgesen, H. 1990. Xeromorphous leaves of *Hakea suaveolens* R.Br. IV. Ontogeny, structure and function of sclereids. *Aust. J. Bot.* 38: 25-43.
- Hokche, O.; P. Berry; O. Huber (Eds). 2008. Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela. Fundación Instituto Botánico de Venezuela, Caracas, Venezuela. 859 p.
- Johansen, D.A. 1940. *Plant Microtechnique*. McGraw Hill. New York, EUA. 523 p.
- Jordan, A.; H. Kruger. 1992. Leaf surface and anatomy of two xerophytic plants from southern Africa. *S. Afr. J. Bot.* 58: 133-138.
- Millanez, C.R.; M.A. Moraes-Dallaqua. 2003. Ontogênese do sistema subterrâneo de *Pachyrhizus ahipa* (Wedd.) Parodi (Fabaceae). *Rev. Bras. Bot.* 26: 415-427.
- Parkhurst, D.F. 1978. The adaptative significance of stomatal occurrence on one or both surfaces of leaves. *J. Ecol.* 66: 367-383.
- Paviani, T.I. 1978. Anatomia vegetal e cerrado. *Ciênc. Cult.* 30: 1077-1086.
- Pyykkö, M. 1966. The leaf anatomy of east Patagonian xeromorphic plants. *Ann. Bot. Fenn.* 3: 453-662.
- Rodríguez, I., R. Schultze-Kraft y E. Guevara. 2006. Potencial de producción de semilla de la leguminosa forrajera *Centrosema pascuorum* Mart. ex Bentham en la Mesa de Guanipa, estado Anzoátegui, Venezuela. *Zootecnia Trop.* 24: 251-266.
- Schultze-Kraft, R. 1997. Especies de *Centrosema* para suelos ácidos. In Schultze-Kraft, R.; R.J. Clements y G. Keller-Grein (Eds.) *Centrosema. Biología, Agronomía y Utilización*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 113-133.
- Schultze-Kraft, R.; R.J. Clements; L. Coradin. 1997. Biogeografía de *Centrosema*. In Schultze-Kraft, R.; R.J. Clements; G. Keller-Grein (Eds.) *Centrosema. Biología, Agronomía y Utilización*. CIAT, Cali, Colombia. pp. 35-86.
- Vihalva, D.A.; G. Appezato da Glória. 2006. Morfoanatomía da raiz tuberosa de *Vernonia oxylepis* Sch. Bip. in Mart. ex Baker-Asteraceae. *Acta Bot. Bras.* 20: 591-598.