

CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS DE *Oxycarpha suaedifolia* S. BLAKE (ASTERACEAE), ESPECIE ENDÉMICA DE LA PLANICIE XEROFÍTICA COSTERA DEL ESTADO FALCÓN (VENEZUELA)

Damelis Jáuregui, Luzmary García, Pedro Torrecilla y Marlene Lapp

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

jaureguid@agr.ucv.ve

COMPENDIO

Oxycarpha suaedifolia es una especie endémica de Venezuela, que ha sido poco estudiada. Se distribuye geográficamente desde la Reserva de Cuare hasta la cuenca baja del río Mitare, del estado Falcón, donde las características ambientales que predominan son: alta exposición solar, altas temperaturas y bajas precipitaciones, así como suelos secos y salinos. Se estudió la anatomía de sus órganos vegetativos con el fin de aportar información biológica e identificar rasgos de adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas imperantes en la zona donde crece. En esta especie se diferencian dos tipos de raíces adventicias, unas delgadas (≤ 1 mm de diámetro) con una estela di o triarca, y otras, de mayor diámetro (± 2 mm), las cuales se caracterizan por conservar su estructura primaria, aún en zonas alejadas del ápice, presentando seis arcas xilemáticas. Es notorio en las raíces gruesas la presencia de una estela hexarca, donde el xilema se esclerifica fuertemente, y su asociación con micorrizas. Los tallos ortótropos en sus porciones basales son anatómicamente semejantes a los estolones, siendo notoria en ambos la presencia de células de súber voluminosas y parénquima cortical aerífero, así como un sistema vascular secundario en un arreglo sinuoso. Las hojas son suculentas, equifaciales y anfiestomáticas. Esta especie posee, en sus órganos vegetativos, rasgos anatómicos que le confieren adaptabilidad ante las condiciones ambientales imperantes en la zona donde habita.

Recibido: 08/ 05/ 2012

Aceptado: 14/ 06/ 2012

PALABRAS CLAVE

Anatomía, Asteraceae, endemismo, estado Falcón, *Oxycarpha suaedifolia*, Venezuela.

ANATOMIC CHARACTERIZATION OF VEGETATIVE ORGANS OF *Oxycarpha suaedifolia* S. BLAKE (ASTERACEAE), AN ENDEMIC XEROPHYTIC SPECIES OF THE COASTAL PLAIN IN FALCON STATE (VENEZUELA)

ABSTRACT

Oxycarpha suaedifolia, is a little known endemic species, which is distributed geographically from Cuare Reserve to the lower basin of the Mitare River, Falcon State, Venezuela, where the prevailing environmental characteristics are: high exposure to sunlight, high temperatures, low rainfall, and dry saline soils. We studied the anatomy of vegetative organs in order to provide information and identify biological characters of adaptability to soil and climatic conditions prevailing in the area where it grows. In this species there are two types of adventitious roots, a thin one (≤ 1 mm diameter) with a bi- or triarch stele, and another, of larger diameter (± 2 mm), which is characterized by preserving its primary structure, even in areas away from the apex and has hexarc strongly sclerificated xylem, and is associated with mycorrhizae. Orthotropic stems in their basal portions are anatomically similar to the stolons, being evident in both the presence of voluminous cork cells and cortical aerenchyma, as well a secondary vascular system in a sinuous arrangement. The leaves are succulent, amphistomatic and equifacial. This species has, in its vegetative organs, anatomical features that confer adaptability to environmental conditions existent in the area where it grows.

KEY WORDS

Anatomy, Asteraceae, endemic, Falcon state, *Oxycarpha suaedifolia*, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la biología de las especies es un aspecto muy importante para la conservación de las mismas, pues permite identificar, describir y tratar de predecir los fenómenos biológicos y físicos, a escala de organismos,

interacciones y ambientes (Primack 1995; Galusky 2000). Para contribuir a una adecuada gestión ambiental de conservación de los recursos, se debe comenzar por conocer qué y cómo es lo que se ha de gestionar.

Oxycarpha S. Blake pertenece a la subtribu Spilanthinae, tribu Heliantheae, subfamilia Asteroideae, familia Asteraceae, y comprende a nivel mundial una sola especie, ***Oxycarpha suaedifolia***, la cual se caracteriza por ser una hierba perenne cespitosa, estolonífera, suculenta, ramificada; con hojas sésiles, lineares, glabras por ambas superficies, nervio medio conspicuo; capítulos cónico-esféricos, terminales, homógamos, discoideos; filarios de tres a cinco series, coriáceos; corolas blancas; anteras castañas; cispelas obovada, comprimida lateralmente, de unos 2 mm de largo, 10-costulada, glabras; *pappus* constituido por una corona amarillo azafranado, dura y terminando en una arista lateral rígida (García 2011).

Esta especie es endémica del área comprendida entre la Reserva de Cuare y la cuenca baja del río Mitare, estado Falcón (Venezuela); con poblaciones relativamente escasas y de cuya biología se tiene un conocimiento deficiente. Dicha especie, habita áreas aledañas a centros poblados y es potencialmente amenazada (García 2011).

En los últimos años se han caracterizado anatómicamente varias especies de Asteraceae, pudiendo citarse los trabajos de Melo-de-Pinna y Menezes (2002), Lapp *et al.* (2004), Milán *et al.* (2006), Rocha *et al.* (2006), Mistriková y Vaverková (2007), Coll *et al.* (2008), Appezzato-da-Glória y Cury (2011), Fritz y Saukel (2011), Sidhu y Saini (2011), Smaoui *et al.* (2011), entre otros; sin embargo, para la especie en estudio no se cuenta con información, así como tampoco para los otros géneros de las Spilanthinae (*Tetranthus* Sw., *Spilanthus* Jacq., *Acmella* Rich. y *Salmea* DC.). Con base en lo expuesto, el objetivo de este trabajo es aportar información biológica, en particular anatómica, de ***O. suaedifolia*** e identificar rasgos de adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas imperantes en la zona donde crece.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal fue colectado en tres localidades diferentes: Reserva de Fauna de Cuare, Jardín Xerófito y Salinas de La Vela, en el estado Falcón. Estas localidades se ubican en la zona costera caribeña y se caracterizan por tener precipitaciones muy bajas, temperaturas y radiación alta, así como suelos secos y salinos. Un ejemplar testigo (García *et al.* 22) fue depositado en el Herbario MY.

Las muestras fueron colectadas en dos a tres individuos de cada localidad. Se tomaron porciones de raíces ubicadas entre 5 y 10 cm del ápice. Para los tallos, se tomaron trozos de entrenudos provenientes de partes distales y proximales de tallos ortótopos y de los estolones. En el caso de las hojas, se muestrearon aquellas completamente expuestas a radiación solar, tomando un segmento de la porción media. Dicho material fue fijado en FAA (formaldehído, ácido acético y etanol 70%), hasta su procesamiento.

Se realizaron secciones transversales a mano alzada, de los tres órganos, las cuales se tiñeron con azul de toluidina acuosa (1%), se montaron en agua-glicerina (1:1) y se sellaron con esmalte transparente para uñas, preparando así láminas semipermanentes (Johansen 1940). Asimismo, se realizó la detección de almidón, grasas y lignina, siguiendo los protocolos descritos por Johansen (1940).

Con la finalidad de estudiar las epidermis foliares, se realizaron macerados, colocando fragmentos de hoja en hipoclorito de sodio (4,5%) comercial; las epidermis obtenidas se lavaron con agua destilada y se tiñeron y montaron de forma semejante a lo expuesto anteriormente.

Todas las secciones se estudiaron bajo un microscopio de luz, calibrado, marca Olympus modelo HO26O7, al cual se le incorporó un ocular micrométrico. Se realizaron las siguientes cuantificaciones en secciones de hojas: grosor de los diferentes tejidos foliares, largo de los estomas, densidad estomática y relación parénquima en empalizada/parénquima acuífero (Pclorofiliano/Pacuífero). Se efectuaron un mínimo de 40 medidas en distintas preparaciones escogidas al azar, para posteriormente calcular los valores promedio. Se tomaron fotografías con una cámara Evolution LC acoplada a un microscopio marca Nikon, modelo E200.

RESULTADOS

Las plantas de *O. suaedifolia* desarrollan un sistema subterráneo, integrado por raíces y estolones que crecen enterrados a poca profundidad o superficiales, además de un sistema aéreo conformado por tallos ortótopos que llevan las hojas y las inflorescencias (Fig. 1).

Raíz: El sistema radical de esta especie está representado por raíces adventicias, unas delgadas (≤ 1 mm) y otras de mayor grosor (2-2,5 mm), ambas originadas en los nudos del estolón (Fig. 1). Anatómicamente, se caracterizan por tener una rizodermis uniestratificada con pelos absorbentes de diferente longitud

(Figs. 2D) e hifas micorrízicas (Fig. 2F, 2G). Subepidérmicamente, se distingue la corteza delimitada externamente por la exodermis de paredes engrosadas, no suberificadas e internamente por la endodermis (Figs. 2A-2C). En las raíces delgadas, el parénquima de esta región presenta células voluminosas, de paredes delgadas, de diferentes tamaños y sin un arreglo específico (Figs. 2A y 2B), mientras que en las raíces gruesas, las células parenquimáticas son más pequeñas y tienen un arreglo aproximadamente radial (Fig. 2C); asimismo son evidentes en estas raíces espacios intercelulares relativamente grandes en la porción externa (Fig. 2C), células esclerificadas (Fig. 2E) y otras con hifas micorrízicas (Figs. 2C, 2F y 2G). El cilindro vascular está delimitado por el periciclo uniestratificado y está constituido por una estela diarca o triarca en las raíces más delgadas (Figs. 2A y 2B) y hexarca con alta proporción de tejido esclerificado en las gruesas (Fig. 2C y 2I). En algunas raíces gruesas es evidente la diferenciación temprana de felógeno (Figs. 2C y 2H).

Tallo: El tallo de *O. suaedifolia* está formado por dos porciones, las de crecimiento plagiótropo y las de crecimiento ortótropo; las primeras son por lo general de mayor diámetro que las segundas (Fig. 1), pero en ambos casos el contorno es circular.

Los entrenudos de los tallos verticales (porciones apicales) presentan en sección transversal epidermis uniestratificada con pared celular más cutícula relativamente delgada (Figs. 3A y 3B). Subepidérmicamente, se diferencian seis a siete capas de parénquima clorofiliano, con la capa más externa de células ligeramente alargadas en el plano radial, mientras que el resto son células globosas de diferentes tamaños (Figs. 3A y 3B), la capa más interna constituye una vaina amilífera (Fig. 3B) y próximas a ella se distinguen cavidades secretoras (Figs. 3A y 3C). Los haces vasculares se organizan en una eustela con cuatro haces de mayor tamaño, uno frente a otro, y a los lados de ellos haces de menores dimensiones y complejidad; en la zona central se diferencia la médula parenquimática (Fig. 3A).

Tanto en los entrenudos basales de los tallos verticales como en aquellos de los estolones, se distingue: epidermis uniestratificada, de células tabulares con paredes tangenciales internas y externas gruesas, estas últimas revestidas por una cutícula ornamentada, la misma se colapsa prontamente en los tallos aéreos (Fig. 3D). Subepidérmicamente, es evidente la diferenciación y actividad del felógeno, el cual forma hasta cuatro capas de células en los entrenudos aéreos (Figs. 3E y 3I) y hasta dos en los estolones (Figs. 3J y 3K), dichas células incrementan su tamaño y adquieren forma alargada radialmente y con paredes ligeramente

suberificadas (Fig. 3H); hacia adentro el felógeno forma una o dos capas de felodermis, mas evidente en las porciones verticales (Figs. 3E y 3I). También en estas últimas porciones es evidente la formación de lenticelas (Fig. 3E). La corteza está formada por parénquima clorofiliano, de células globosas a alargadas tangencialmente con amplios espacios intercelulares, estos últimos más pronunciados en los tallos ortótropos (Figs. 3I, 3J y 3K). Abundan granos de almidón en toda esta región, pero particularmente en la capa más interna, conformando una vaina amilífera (Figs. 3I y 3K). Sólo en las porciones proximales de los tallos aéreos se observaron unos cuerpos de morfología y tamaño variable (Fig. 3F), los cuales dieron reacción positiva ante la prueba de grasas (Fig. 3G). Sobre los haces vasculares son evidentes casquetes de fibras (Fig. 3D). El crecimiento en grosor se inicia por la diferenciación del cambium vascular, el cual tiene una actividad desigual, produce más células en determinados momentos en una región que en otra, por lo que se generan sinuosidades en el xilema y floema secundario (Figs. 3I-3K). La médula está ocupada por parénquima reservante (Fig. 3J), el cual presenta paredes esclerificadas en algunas de sus células, principalmente en tallos aéreos.

Hoja: El contorno foliar en sección transversal es variable, presentándose formas tendientes a redondeadas hasta reniformes (Figs. 4A y 4B). Las epidermis adaxial y abaxial, en vista frontal, presentan células epidérmicas típicas de contornos levemente ondulados y paredes ligeramente gruesas con cutícula estriada (Fig. 4C y 4D). Las hojas son anfiestomáticas con estomas diacíticos en ambas epidermis, ocasionalmente anomocíticos (Figs. 4C y 4D). La densidad estomática fue mayor en la epidermis abaxial (131,71 estomas/mm²), que en la adaxial (84,32 estomas/mm²) y la longitud promedio de los estomas fue semejante en ambas epidermis con un valor de 28,3 μ m. En sección transversal, ambas epidermis son uniestratificadas, de células típicas tabulares hasta subglobosas con pared celular más cutícula de 3,3 μ m de grosor (Figs. 4A, 4B y 4E). Las hojas son equifaciales con un mesofilo bien desarrollado, formado por parénquima clorofiliano en empalizada, dispuesto en dos a tres capas (Figs. 4A y 4B). En la región central, se diferencian cinco a ocho capas de parénquima acuífero, con pocos espacios intercelulares. La relación Pclorofiliano/Pacuífero es menor a uno, siendo el grosor del primero igual a 332 μ m y del segundo 512 μ m. Asimismo, son evidentes algunas células secretoras, en posición subepidérmica (Fig. 4E). El sistema vascular está conformado por una serie de cuatro a seis haces vasculares colaterales cerrados (Fig. 4F), dispuestos en forma de arco (Figs. 4A y 4B). Por ser una hoja, casi terete no hay una nervadura pronunciada, pero sí un haz central de mayor complejidad y a nivel del parénquima clorofiliano es evidente una interrupción del mismo en ambas caras de la hoja, dicha zona es ocupada por parénquima acuífero.

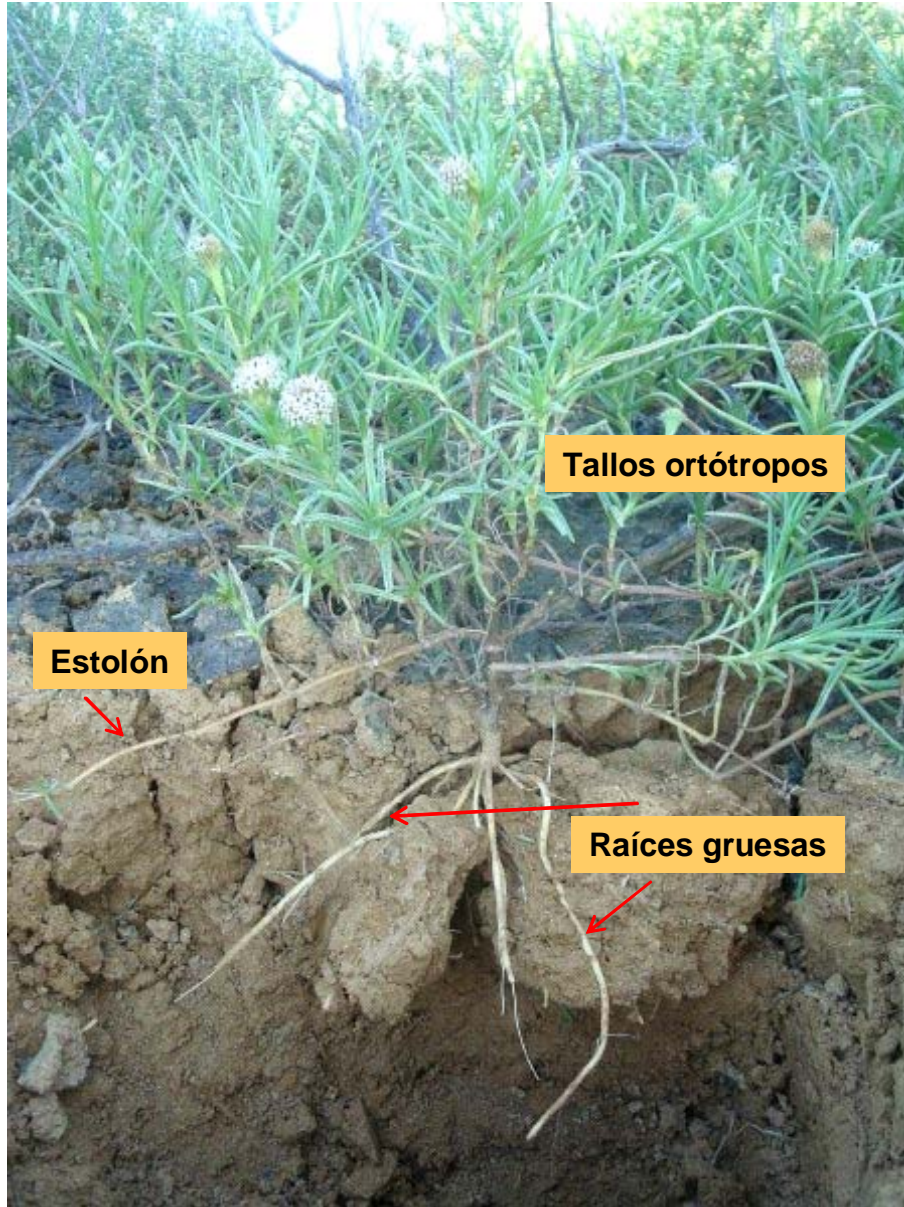


Fig. 1. Vista general de una planta de *Oxycarpha suaedifolia*, nótese el sistema subterráneo en suelo excavado.

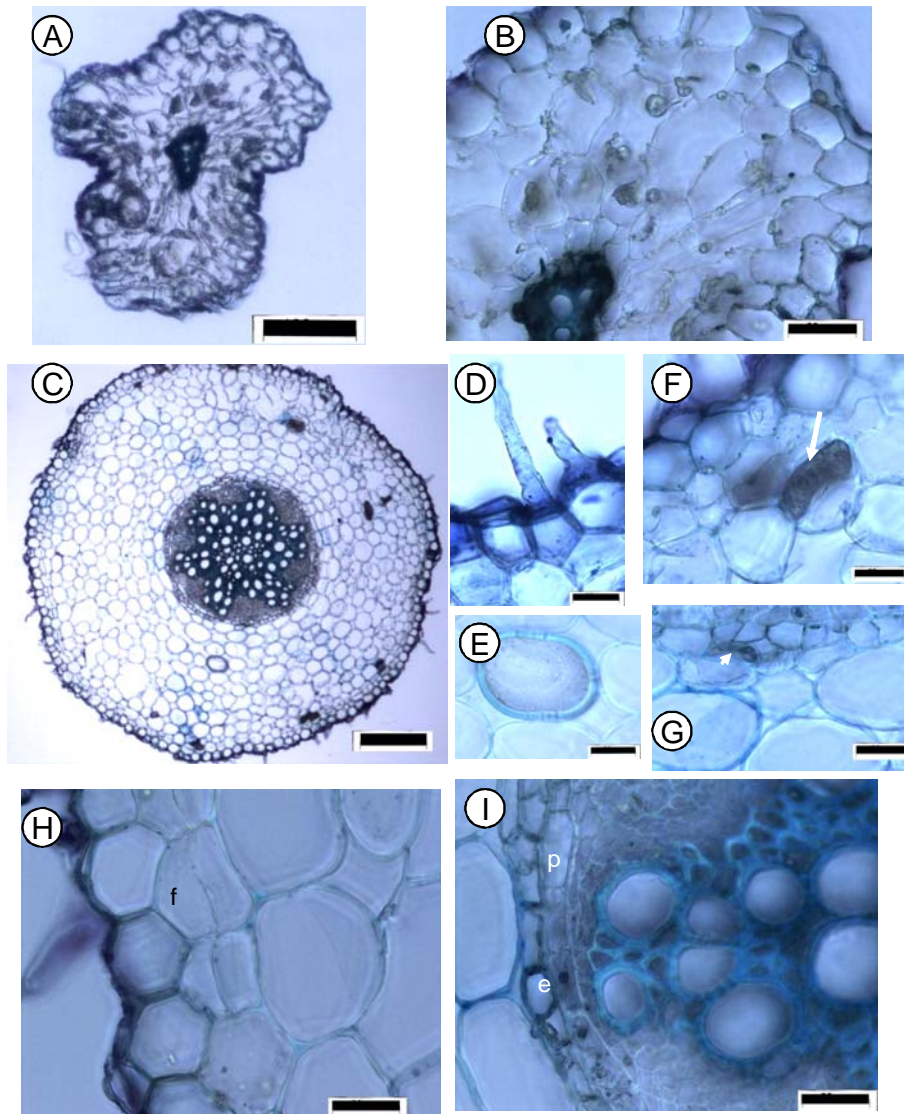


Fig. 2. Anatomía de raíces de *Oxycarpha suaedifolia* (Secciones transversales). A. Vista general de una raíz delgada, diámetro ≤ 1 mm. B. Detalle de la anterior. C. Raíz gruesa, de aprox. 2 mm de diámetro. D. Detalle de la rizodermis con pelos absorbentes. E. Célula esclerificada en la corteza. F. y G. Células con micorrizas, indicadas con flechas. H. Diferenciación del felógeno (f). I. Detalle del cilindro central, nótese endodermis (e) y periciclo (p). A y C Barra = 100 μ m. B, D, E, F, G, H, I Barra = 30 μ m.

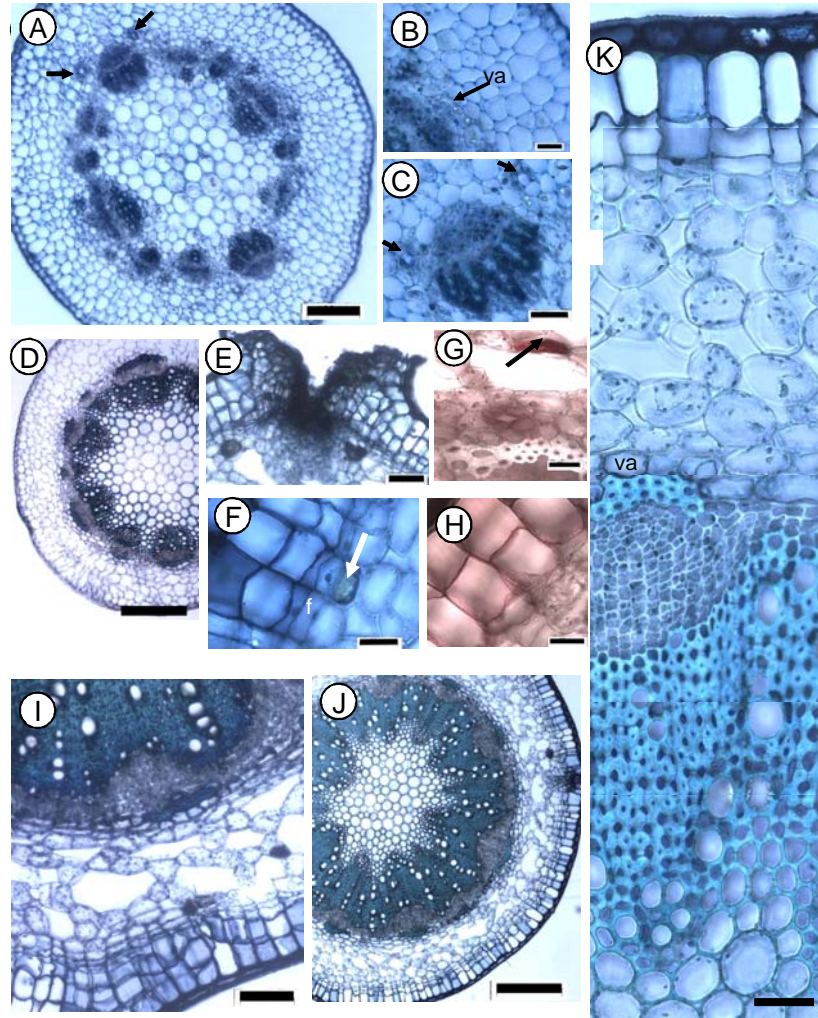


Fig. 3. Anatomía de los tallos de *Oxycarpha suaedifolia* (Secciones transversales). A-I. entrenudos de tallos ortótropos. A. Vista general, porción apical. B. Detalle de la anterior a nivel de la zona cortical. C. Detalle de un haz vascular, nótese cavidades secretoras indicadas con flechas. D. Vista general, porción intermedia. E-I. Porción basal. E. Detalle de lenticela. F. Cuerpo de morfología variable (indicado con flecha), nótese felógeno (f) y células grandes en el súber. G-H. Reacción positiva ante prueba de grasas en cuerpo de morfología variable (indicado con flecha) y en paredes de células del súber, respectivamente. I. Vista general. J-K. Entrenudo de estolón. J. Vista general. K. Detalle de la anterior. A, B, C, E, I Barra = 100 μ m. D, J Barra = 300 μ m. F, G, H, K Barra = 30 μ m.

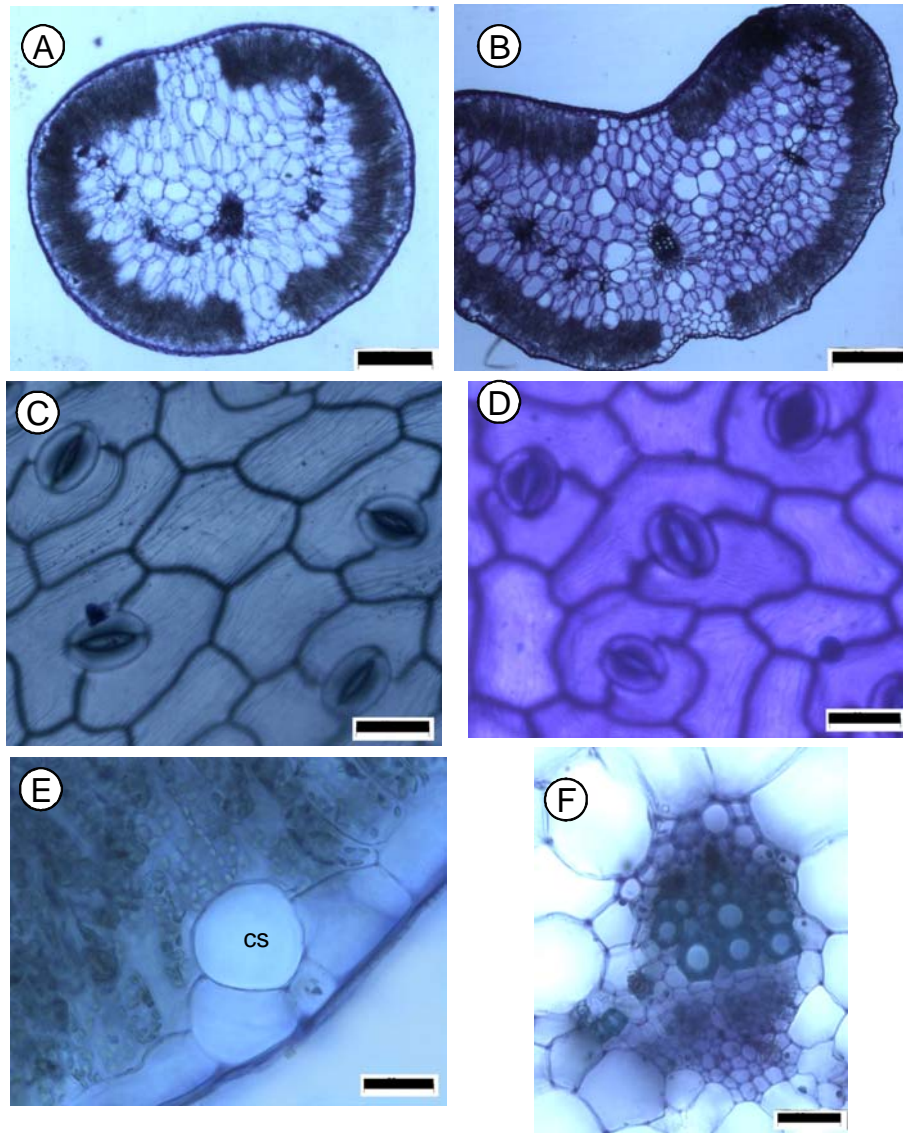


Fig. 4. Anatomía de la hoja de *Oxycarpha suaedifolia*. A y B. Vista general de la hoja en sección transversal, nótese variación en el contorno de la misma. C y D. Epidermis adaxial y abaxial, respectivamente. E. Célula secretora próxima a la epidermis adaxial. F. Detalle del haz vascular principal. A y B. barra=300 µm. C,D, E, F Barra = 30 µm.

DISCUSIÓN

En Asteraceae se presenta gran diversidad morfoanatómica en los sistemas subterráneos, lo cual se ha relacionado con la tolerancia de las plantas a estreses ambientales. En la especie en estudio, se debe destacar la presencia de dos tipos de raíces y de tallos estoloníferos, algunos de los cuales crecen enterrados.

Es posible que los dos tipos de raíces observadas estén vinculadas con el proceso de absorción de agua (insumo escaso en el sitio donde crece la especie), ya que ambas permanecen probablemente, por largo tiempo, en estructura primaria, destacando las gruesas, en las que las raíces más largas colectadas, tienen arreglo característico de raíces absorbentes pero además, están asociadas con micorrizas, las cuales, basados en la definición de Mauser (2009) se pueden catalogar como endomicorrizas. Este tipo de asociación ha sido señalada en otras especies de Asteraceae, pertenecientes a los géneros *Vernonia* Schreb. (Sajo y Menezes 1986a), *Ianthopappus* Roque & D.J.N. Hind (Melo-de-Pinna y Menezes 2002) y *Smallanthus* Mack. (Coll *et al.* 2008). Además, se ha indicado que esta relación mutualística es muy importante en ecosistemas naturales y particularmente en aquellos áridos y semiáridos, ya que los hongos micorrízicos exploran grandes volúmenes de suelo a mayores profundidades y distancias de lo que lo hacen las raíces de las plantas, para suministrar agua y nutrimentos a sus asociados vegetales (Montaño *et al.* 2007). Asimismo, se ha demostrado que gracias a ellos, numerosas especies de plantas de zonas secas adquieren beneficios nutrimentales y de protección contra parásitos y sustancias alelopáticas; igualmente, se ha comprobado el papel funcional de dichos hongos en la construcción de una red hifal que conecta físicamente a las plantas que conforman una comunidad o un «parche» de vegetación, en donde se aprovechan los recursos disponibles con alta eficiencia (Montaño *et al.* 2007).

Los tallos aéreos muestran un arreglo anatómico típico de dicotiledóneas. Destaca la presencia de canales secretores en las porciones más jóvenes. Metcalfe y Chalk (1957) y Drury y Watson (1966) indicaron que en Asteraceae es frecuente la presencia de estructuras secretoras, tanto en tallos como en raíces y que las mismas tienen valor taxonómico.

Tanto en los tallos ortótropos como en los plagiótropos, se evidenció una capa de células con abundantes granos de almidón próxima al sistema vascular, la cual algunos autores refieren como endodermis (Metcalfe y Chalk 1957, Melo de Pinna y Menezes 2002). Se ha señalado que la endodermis en los tallos puede tener paredes suberizadas (Metcalfe y Chalk, 1957, Hoehne *et al.* 1952,

citados por Melo-de-Pinna 2002) o puede contener almidón (Metcalf y Chalk 1957, Rocha *et al.* 2006); no obstante, se prefiere utilizar el término endodermis sólo cuando está presente la banda de suberina en sus paredes. A este estrato de células se le atribuye, entre otras, la función de protección del sistema vascular lo que, en la especie aquí estudiada, sería efectuada adicionalmente por las fibras de los casquetes esclerenquimáticos.

La cutícula gruesa y ornamentada visible sobre todo en los estolones, constituye un rasgo de adaptación, ya que contribuye a evitar la desecación, tal como ha sido referido por Fahh y Cutler (1992).

La diferenciación de parénquima aerífero en estos tallos sometidos a déficit hídrico, altas temperaturas y elevadas concentraciones de sales, no es un rasgo común en este tipo de ambiente; sin embargo, se debe destacar que las plantas colectadas estaban creciendo en suelos tendentes a arcillosos y probablemente con un drenaje limitado. Por otra parte, Cutler (1987) indicó que muchas xerófitas suculentas y escleróticas poseen el mesófilo o el clorénquima del tallo con abundantes espacios aéreos, por ejemplo *Laxmannia* R.Br. (Asparagaceae) e *Hypolaena* R.Br. (Restionaceae). En los últimos tiempos la presencia de aerénquima se ha relacionado con suelos con baja disponibilidad de fósforo (Fan *et al.* 2003).

En otras especies de Asteraceae se ha señalado la presencia de rizóforos, definidos como tallos con geotropismo positivo y formadores de las raíces de la planta, los cuales se pueden originar de yemas cotiledonares, como sucede en *Vernonia herbacea* (Vell.) Rusby, *V. platensis* (Spreng.) Less. (Hayashi y Appezzaato-da-Glória 2005) o por engrosamiento del hipocotilo, como ocurre en *Richtera* spp. (Melo-de-Pinna y Menezes 2002, Menezes 2007). Dichos ejes pueden orientarse vertical u horizontalmente en relación a la superficie del suelo. Es necesario hacer evaluaciones ontogenéticas en *O. suaedifolia* para verificar el origen de lo que se ha llamado tallos estoloníferos.

El temprano desarrollo de la peridermis (debido a la diferenciación de felógeno) como ocurre en la especie aquí estudiada, es una característica xeromórfica importante, ya que protegería a los tallos contra la desecación (Fahh y Cutler, 1992). Resulta interesante la morfología que adoptan las células del súber, las cuales son de gran tamaño, contrario a lo expuesto por Mauseth (2009) quien señaló que las células de este tejido incrementan ligeramente de tamaño. Esto podría estar asociado a la acumulación de agua, antes de que completen su diferenciación. La presencia de corcho con mucilago fue señalada por Warming (1977) en especies desérticas asiáticas.

Las sinuosidades presentes en el anillo vascular, producto de la actividad desigual del cambium vascular, pueden facilitar la flexibilidad de los tallos de crecimiento plagiótropo. Se ha indicado que la presencia de tejidos con paredes celulares delgadas intercalados con aquellos de paredes gruesas puede conferir al órgano que lo posee la capacidad de torcerse y deformarse sin la indebida compresión del suministro vascular, tal como ocurre en muchas lianas (Cutler 1987).

Los cuerpos de morfología y tamaño variable observados en la corteza de los tallos ortótropos y plagiótropos ameritan un análisis más riguroso, a fin de verificar su naturaleza, pudiendo tratarse de fructanos en combinación con alguna sustancia lipídica, los primeros compuestos han sido referidos para otras Asteraceae (Vilhalva y Appezzato-da-Glória 2006, Hayachi y Appezzato-da-Glória 2007, Appezzato-da-Glória *et al.* 2008, Appezzato-da-Glória y Cury 2011). Dichos compuestos se han relacionado con la resistencia de las plantas ante el déficit de agua (Portes y Carvalho 2006), actuando como crioprotectores y osmoreguladores en plantas que están bajo deficiencia de agua.

El rasgo más notorio en las hojas relacionado con el hábitat es su succulencia, esta especie presenta abundante parénquima acuífero, lo cual mejora notablemente la capacidad de conservación de agua, y contribuye a la supervivencia de la planta en hábitats salinos y secos. Fann y Cutler (1992) y Roth (1992) han señalado que la succulencia es una característica que provee ventajas en lo que respecta a la economía hídrica, considerándose favorable para aquellas plantas que crecen en ambientes cálidos y secos, ya que se protegen de manera directa ante las altas radiaciones solares y las consecuentes altas temperaturas. Según García *et al.* (2008), los tejidos acuíferos sirven de mecanismo controlador de los niveles de sales que ingresan a la planta, siendo tejidos de almacenamiento especializados, los cuales tienden a acumular agua como compensación al exceso de concentración salina intracelular.

La especie estudiada ha desarrollado otras adaptaciones a nivel de la hoja que le permiten sobrellevar las condiciones ambientales desfavorables, entre las que se pueden citar: estomas en ambas superficies que incrementan la difusión de CO₂ al interior de la hoja. Por otra parte, el parénquima en empalizada desarrollado a ambos lados de la hoja, probablemente sea el producto de la alta radiación (Lindorf *et al.* 1991), favoreciéndose con ello la fotosíntesis.

CONCLUSIONES

Algunas de las características anatómicas observadas en los órganos vegetativos de *O. suaedifolia* pueden ser de importancia adaptativa para su supervivencia, destacándose: raíces con capacidad de absorción de agua, ya que una porción importante de ellas están en estructura primaria y además están asociadas con hongos; tallos con pared más cutícula gruesa y ornamentada, la diferenciación temprana de felógeno, así como el desarrollo de células del súber que parecen actuar como tejido conservador de agua; y hojas suculentas, equifaciales y anfiestomáticas.

AGRADECIMIENTO

Los(as) autores(as) agradecen al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la Universidad Central de Venezuela, por el financiamiento recibido para la realización del presente trabajo, a través del proyecto de Grupo N° PG-01-7487-2009/1.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Appezato-da-Glória, B., G. Cury and M.K.M. Soares. 2008. Underground systems of Asteraceae species from the Brazilian Cerrado. *J. Torrey Bot. Soc.* 135: 103-113.
- Appezato-da-Glória, B. and G. Cury. 2011. Morpho-anatomical features of underground systems in six Asteraceae species from the Brazilian Cerrado. *An. Acad. Bras. Cienc.* 83: 981-991.
- Coll, A.M., M. Mercado, A. Grau y G. Ponessa. 2008. Morfología y anatomía foliar, caulinar y radicular de *Smallanthus macroscyphus* (Asteraceae). *Lilloa* 45: 23-33.
- Cutler, D. 1987. Anatomía vegetal aplicada. Librería Agropecuaria S.A. Buenos Aires, Argentina. 220 p.
- Drury, D. and L. Watson. 1966. Taxonomy implications of a comparative anatomical study of Inuloideae-Compositae. *Amer. J. Bot.* 53: 823-833.
- Fahn, A. and D. Cutler. 1992. Xerophytes. *Encyclopedia of plant anatomy*. Gebrüder, Borntraeger. Berlin, Germany. 177 p.

- Fan, M., J. Zhu, Ch. Richards, K. Brown and J. Linch. 2003. Physiological roles for aerenchyma in phosphorous-stressed roots. *Func. Plant Biol.* 30: 493-506.
- Fritz, E. and J. Saukel. 2011. Anatomy of subterranean organs of medicinally used Cardueae and related species and its value for discrimination. *Sci Pharm.* 79 157–174.
- Galusky, W. 2000. The promise of conservation biology. *Organ. Environ.* 13: 226-232.
- García, L. 2011. Estudio de algunos aspectos de la biología y evaluación poblacional de *Oxycarpha suaedifolia* S. Blake (Asteraceae). Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 81 p.
- García, M.; D. Jáuregui y E. Medina. 2008. Adaptaciones anatómicas foliares en especies de Angiospermas que crecen en la zona costera del Estado Falcón (Venezuela). *Acta Bot. Venez.* 31: 291-306.
- Hayashi, A. and B. Appezzato-da-Glória. 2005. The origin and anatomy of rhizophores in *Vernonia herbacea* and *V. platensis* (Asteraceae) from the Brazilian Cerrado. *Austr. J. Bot.* 53: 273-279.
- Hayashi, A. and B. Appezzato-da-Glória. 2007. Anatomy of the underground system in *Vernonia grandiflora* Less. and *V. brevifolia* Less. (Asteraceae). *Braz. Arch. Biol. Technol.* 50: 979-988.
- Johansen, D. 1940. *Plant microtechnique*. Mc Graw Hill, United States. New York, USA. 523 p.
- Lapp, M.; D. Jáuregui y T. Ruiz-Zapata. 2004. Anatomía foliar de ocho especies venezolanas del género *Oyedaea* DC. (Asteraceae - Heliantheae). *Acta Bot. Venez.* 27: 1-16.
- Lindorf, H., P. Rodríguez y L. de Parisca. 1991. *Botánica. Clasificación, estructura, reproducción*. Universidad Central de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. Caracas, Venezuela. 584 p.
- Mauseth, J.D. 2009. *Botany: An introduction to plant biology*. Jones and Bartlett Publishers. USA. 624 p.

- Medina, E, A. Francisco, R. Wingfield y O. Casañas. 2008. Halofitismo en plantas de la costa caribe de Venezuela: halófitas y halotolerantes. *Acta Bot. Venez.* 31: 49-80.
- Melo-de-Pinna, G.F.A. and N.L. Menezes. 2002. Vegetative organ anatomy of *Ianthopappus corymbosus* Roque & D.J.N. Hind (Asteraceae-Mutiseae). *Rev. Bras. Bot.* 25: 505-514.
- Menezes, N. 2007. Rhizophore in angiosperms. *An. Acad. Pernambucana Ciênc. Agron. Recife.* 340-353.
- Metcalfe, C. and L. Chalk. 1957. *Anatomy of the Dicotyledons*. Vol. II. 2nd. Edition. Clarendon Press. Oxford, England. 297 p.
- Milan, P., A. Hayashi and B. Appezzato-da-Gloria. 2006. Comparative leaf morphology and anatomy of three Asteraceae species. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 49: 135-144.
- Mistriková, I. and S. Vaverková. 2007. Morphology and anatomy of *Echinacea purpurea*, *E. angustifolia*, *E. pallida* and *Parthenium integrifolium*. *Biología* 62: 2-5.
- Montaño, M., S. Camargo, R. García y A. Monroy (Eds.). 2007. *Micorrizas arbusculares en ecosistemas áridos y semiáridos*. Instituto Nacional de Ecología SEMARNAT, Mundi-Prensa SA de CV, UAM-Iztapalapa, FEZ Zaragoza, UNAM. Distrito Federal, México. 460 p.
- Portes, M.T.R. and M. de Carvalho. 2006. Spatial distribution of fructans and fructan metabolizing enzymes in rhizophores of *Vernonia herbacea* (Vell.) Rusby (Asteraceae) in different developmental phases. *Pl. Sci.* 170: 624-633.
- Primack, R. 1995. *A primer of conservation biology*. Sinauer- Sunderland, Massachusetts, USA. 277 p.
- Rocha, L., K. Mathias, A. Meyer, D. Garcia, B. Dias-Filho e C. Nakamura. 2006. Estudo morfoanatômico preliminar do caule e da folha de *Acanthospermum australe* (Loefl.) Kuntze (Asteraceae-Heliantheae). *Braz J. Pharmacogn.* 16: 42-52.
- Roth, I. 1992. *Leaf structure: coastal vegetation and mangroves of Venezuela*. Gebrüder Borntraeger. Berlin, Germany. 173 p.

- Sajo, M.G. e N.L. Menezes. 1986a. Anatomia do rizóforo de espécies de *Vernonia* Scrib. (Compositae) da Serra do Cipó, MG. Rev. Bras. Biol. 46: 189-196.
- Sajo, M.G. e N.L. Menezes. 1986b. Origen e crescimento do rizóforo em espécies de *Vernonia* Scrib. (Compositae) da Serra do Cipó, MG. Rev. Bras. Biol. 46: 197-202.
- Sidhu, M.C. and P. Saini. 2011. Anatomical investigations in *Silybum marianum* (L.) Gaertn. J. Res. Biol. 8: 603-608.
- Smaoui, A., J. Jovini, M. Rabhi, G. Bouzalen, A. Albouchi and C. Abdelly. 2011. Physiological and anatomical adaptations induced by flooding in *Cotula coronopifolia*. Acta Biol. Hung. 62: 182-193.
- Vilhalva, D. e B. Appezzato-da-Glória. 2006. Morfo-anatomia do sistema subterrâneo de *Calea verticillata* (Klatt) Pruski e *Isostigma megapotamicum* (Spreng.) Sherff – Asteraceae. Re. Bras. Bot. 29: 39-47.
- Warming, E. 1977. Oecology of plants. Arno Press, Inc. USA. 407 p.