

## Ultraestructura del bambú *Guadua amplexifolia* (Poaceae: Bambusoideae) presente en Costa Rica

Mayra Montiel<sup>1,2</sup>, Víctor M. Jiménez<sup>3</sup> & Eric Guevara<sup>3</sup>

1 Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca. Apdo. Postal 2060, San José, Costa Rica; mmontiel@cariari.ucr.ac.cr

2 Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMIC), Universidad de Costa Rica. Apdo. Postal 2060, San José, Costa Rica. Fax: (506) 207-3182.

3 Centro de Investigaciones en Granos y Semillas (CIGRAS), Universidad de Costa Rica. Apdo. Postal 2060, San José, Costa Rica.

Recibido 15-VI-2006. Corregido 15-VII-2006. Aceptado 20-VIII-2006.

**Abstract:** We used a scanning electron microscope to study the ultrastructure of vegetative and floral parts of *Guadua amplexifolia* from Costa Rica, a bamboo characterized by a solid culm in the base and a small lumen in the distal part. The most evident characteristics were: epidermic cells with operculated-oblique papillae in the palea, the great amount of ceric papillae forming rosettes in the adaxial section of the leaf blade, the abundance of silica cells in the lemma, the numerous trichomes of the palea and lemma, and the abundance of starch in the parenchymatous tissue. Leaves in the particular genotype under study were 7-16 cm long and 3 cm width, while previous studies reported 16-24 cm long and 3-5 cm width for the species. Rev. Biol. Trop. 54(Suppl. 2): 21-28. Epub 2006 Dec. 01.

**Key words:** Bamboo, morphology, ultrastructure, anatomy, diversity.

*Guadua amplexifolia* j.s. Presl, Reliq. Haenk presenta tallos de 10-20 m de alto y de 6-10 cm de grosor, erectos, sólidos en su base, huecos en su porción distal, con un lumen menor de la mitad del diámetro, entrenudos verdes y glabros que tienden a papilosos-hispídulos. Las brácteas del culmo tienen vainas glabrescentes, y las hojas de las ramas son glabras y generalmente auriculadas; las aurículas pueden tener hasta 35 mm de largo. Además, tiene de seis a diez flósculos.

Esta especie presenta una distribución más restringida que *Guadua angustifolia*, generalmente en bosques húmedos, con floraciones ocasionales o causadas por estrés climático (Davidse y Pohl 1994). Se encuentra desde el sur de México hasta el norte de Colombia y Venezuela. Young y Judol (1992) describen dos variedades de esta especie: una presente

en México, con culmos huecos y sin espinas, y otra en América Central, con culmos sólidos y con espinas.

La descripción macroscópica de ambos tipos fue realizada por Davidse y Pohl (1994) y coincide con lo descrito y comparado por Young y Judol (1992). Estos últimos indican que son necesarios más estudios para dilucidar las relaciones taxonómicas en esta especie.

En Costa Rica, la variedad de *G. amplexifolia* con culmos sólidos y con espinas, se ha encontrado en forma nativa, principalmente en la provincia de Guanacaste y en la zona sur del país, lugares donde, sin embargo, no es abundante, y más bien se le ha observado en puntos muy específicos, por lo que se le considera casi en peligro de extinción. La ausencia de estudios taxonómicos y anatómicos de esta especie ha dificultado su identificación, situación que,

dadas las pocas áreas donde se le encuentra, también ha limitado su conservación.

El propósito de este trabajo fue realizar la caracterización preliminar de la ultraestructura de la variedad de *G. amplexifolia* con espinas, presente en Costa Rica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron ramas, láminas foliares, vainas y culmos de plantas de *G. amplexifolia* localizadas 6.5 km al sureste de Nicoya, sobre la carretera a Mansión, provincia de Guanacaste, Costa Rica; a una elevación de 101 msnm. Al momento de la recolecta, en mayo de 2004, las plantas se encontraban en floración, por lo que también fue posible recolectar y estudiar las estructuras florales.

Los especímenes se cortaron en fragmentos de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup> y se fijaron en una solución de glutaraldehído (2.5%) y paraformaldehído (2%), en amortiguador de fosfato de sodio (0.1 M, pH 7.4) por 24 horas; luego se lavaron tres veces con el mismo amortiguador, se posfijaron con tetraóxido de osmio (1%) por dos horas, se lavaron nuevamente, esta vez con agua destilada; se deshidrataron utilizando un gradiente ascendente de alcohol etílico (30-100%) y se secaron en terbutanol por sublimación. Las muestras secas se montaron en bases de aluminio, se cubrieron con 30 nm de oro utilizando un cobertor iónico (IB-3) y se observaron en un microscopio electrónico de barrido Hitachi (S-570).

## RESULTADOS

### Flor

La figura 1A muestra las estructuras florales, con la pálea o bráctea floral de tamaño más pequeño, la lema como una gluma más grande, el estigma plumoso y las anteras en número de tres. Las anteras tienen cuatro tecas, con una

superficie muy corrugada (Fig. 1B). La nervadura que une las tecas o lóbulos por su sección central se aprecia muy claramente en la figura 1C. En las flores examinadas no se encontraron granos de polen.

Como en todas las especies de Pooideae, los estigmas plumosos (con apariencia de tricomas y que deben captar los granos de polen) son muy evidentes (Fig. 1D). La lema presenta gran cantidad de tricomas largos unicelulares, así como gran cantidad de células de sílice en la epidermis (Fig. 1E, 1F).

Al observar con mayor detalle la estructura de la lema y la pálea, es notorio el agrupamiento de las células de sílice en forma de cadenas (Fig. 2A). Estas células de sílice son grandes y profundizan mucho en la epidermis de la lema produciendo gran dureza a esta estructura; también se encontraron estomas, así como los tricomas descritos previamente (Fig. 2B, 2C).

La pálea presenta dos tipos de tricomas: unicelulares largos, grandes en su parte interna y tricomas pequeños papilares en el margen (Fig. 2D). Además, en su superficie media hay gran número de células epidérmicas con papilas oblicuas, que al ser observadas a mayor aumento, semejan opérculos, y tienen prolongaciones que muy probablemente sean de cera cuticular (Fig. 2E). En la figura 2F se observan en detalle estomas de alto domo cubiertos por cera cuticular.

### Lámina foliar

La superficie adaxial de la lámina foliar presenta bandas de células buliformes agrupadas en pares y formando bandas largas (Fig. 3A). Intercalando con las bandas de células buliformes hay gran cantidad de cera cuticular en grupos que forman rosetas (Fig. 3B).

La superficie abaxial (envés) carece de tricomas y se observan claramente estomas y células largas con márgenes muy ondulados (Fig. 3C). Solamente en la periferia o margen de la lámina se observan filas de tricomas ganchedos de mediano tamaño (Fig. 3D).

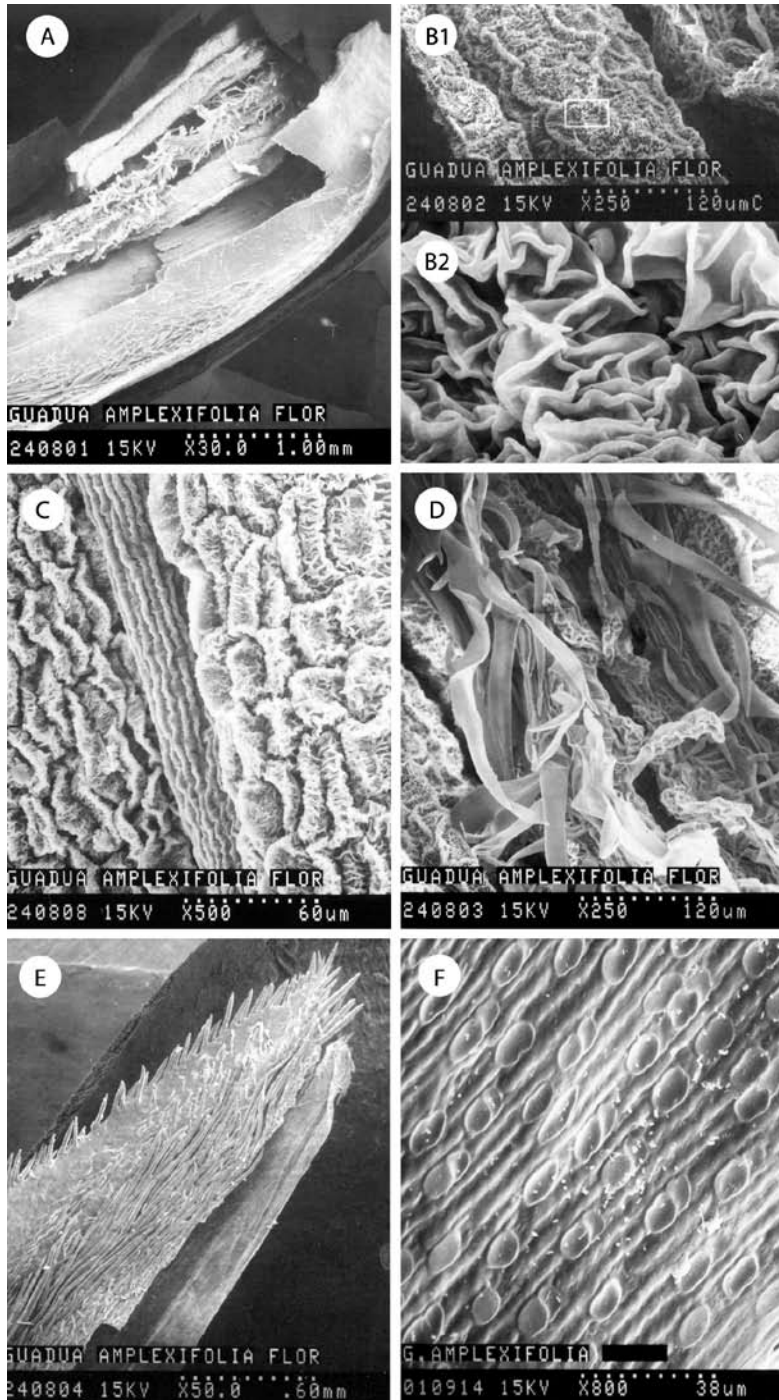


Fig. 1. Ultraestructura de la flor de *G. amplexifolia*. A. Panorámica de las estructuras florales: pálea o bráctea floral, estigmas plumosos, anteras y lema. B. Patrón celular de las tecas, al ampliarse se observan las células muy corrugadas. C. Nervadura que une los lóbulos o tecas de las anteras. D. Estructuras plumosas del estigma, cuyos tricomas captan los granos de polen. E. Lema presentando gran cantidad de tricomas unicelulares largos. F. Células de sílice, en grandes cantidades sobre la epidermis de la lema.

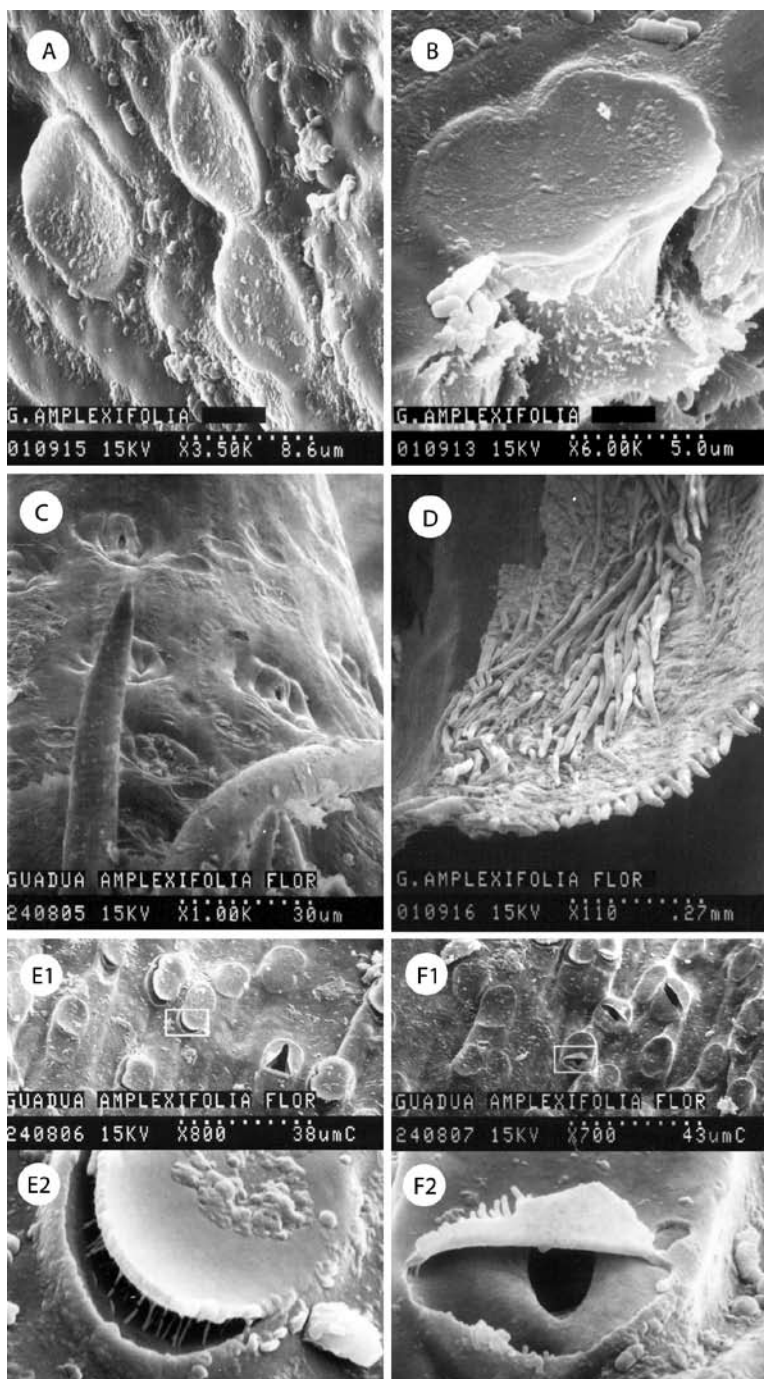


Fig. 2. Detalle estructural de la lema y la pálea de la flor de *G. amplexifolia*. A. Células de sílice formando cadenas en la lema. B. Célula de sílice mostrando la profundidad que tiene en la epidermis. C. Superficie adaxial de la lema donde se aprecian tricomas unicelulares largos, estomas y células de sílice. D. Sección de la pálea con gran cantidad de tricomas unicelulares largos en su superficie interna y tricomas cortos en su margen. E. Sección media de la pálea con numerosas células epidérmicas con papilas oblicuas operculadas y filamentos de cera cuticular. F. Células estomáticas cubiertas por cera cuticular.

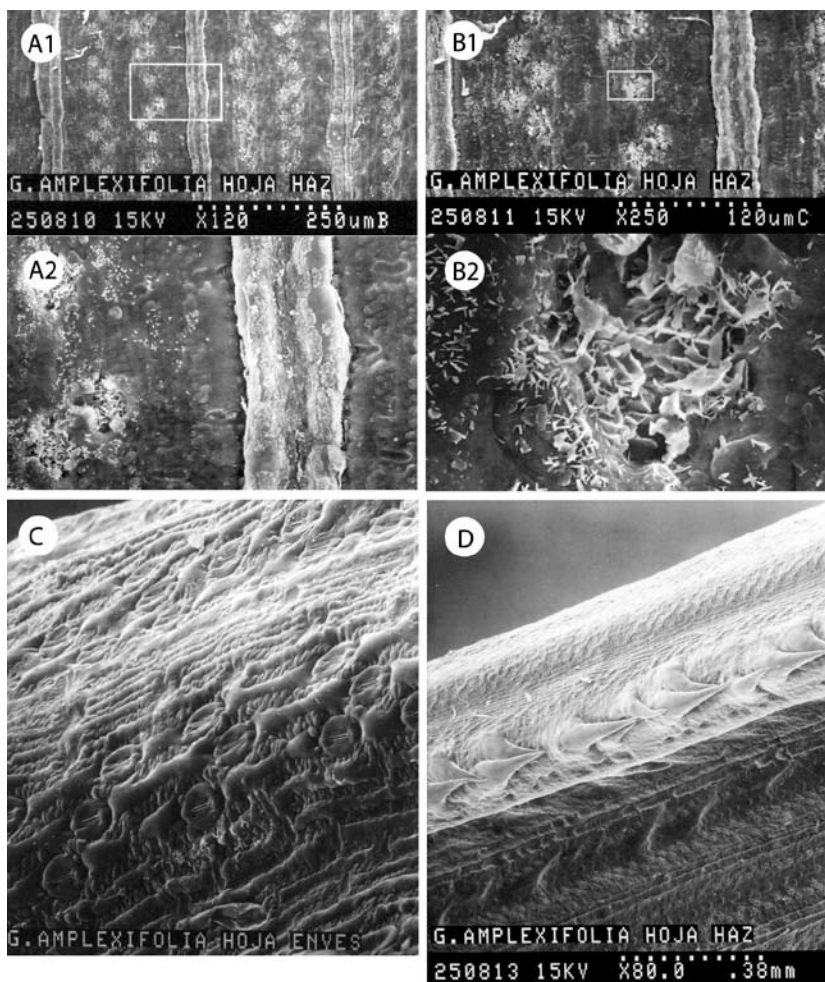


Fig. 3. Ultraestructura de la lámina foliar de *G. amplexifolia*. A. Epidermis adaxial con: arriba, una sección de banda de células buliformes; abajo, el patrón de distribución de las rosetas de cera cuticular y células buliformes. B. En esta foto a menor aumento abajo y a mayor aumento arriba, se observa muy bien cómo están formadas las rosetas de cera cuticular. C. Sección abaxial; se observan estomas y células largas con paredes muy onduladas. D. Presencia de filas de tricomas ganchudos en el borde de la lámina.

### Rama y culmo

El culmo es una atactostela con numerosos haces vasculares y una zona central de tejido medular, que en la especie estudiada tiene un pequeño lumen. La epidermis de la rama presenta gran cantidad de cera cuticular que impide observar bien estructuras propias de la superficie (Fig. 4A).

El corte transversal de la rama presenta un haz vascular tipo II, compuesto por dos grandes vasos de metaxilema y uno peque-

ño de protoxilema. Este haz se encuentra rodeado por un tejido esclerenquimatoso de paredes gruesas y de tejido parenquimatoso con gránulos de almidón. La sección floemática se tiene sin el contenido celular de las células compañeras y los tubos cribosos (Fig. 4B, 4C).

Cortes longitudinales permiten observar claramente dos vasos de metaxilema separados por un anillo (Fig. 4D). Una visión muy clara de las puntuaciones de los elementos de los vasos se aprecia en la figura 4E.

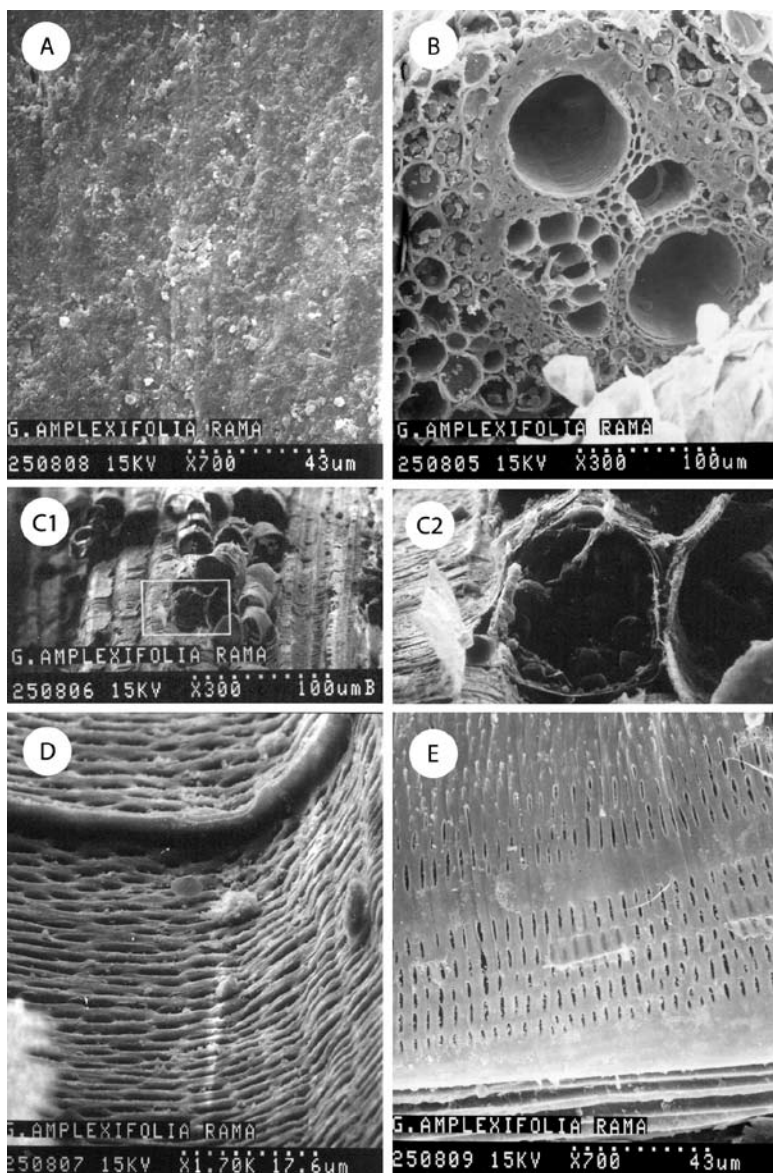


Fig. 4. Ultraestructura de la rama de *G. amplexifolia*. A. Epidermis cubierta por gran cantidad de cera cuticular. B. Corte transversal de la rama donde se observan dos vasos de metaxilema, un vaso de protoxilema, la sección floemática sin contenido celular, las células de esclerenquima de paredes gruesas que rodean el haz y células parenquimatosas con gránulos de almidón. C. En corte longitudinal se observa tejido parenquimatoso con gránulos de almidón. D. Corte longitudinal de la rama donde se observan bien dos vasos de metaxilema separados por un anillo. E. Puntuaciones de los elementos de los vasos del xilema.

### Vaina de la hoja

La zona de unión entre la vaina y la hoja se aprecia claramente en la figura 5A. En su parte interna, la vaina es totalmente lisa, con

tejido parenquimatoso uniforme (Fig. 5B). La parte externa de la vaina o sección adaxial presenta estomas en poca cantidad, células de sílice y tricomas pequeños ganchudos y abultados (Fig. 5C). El borde de la vaina presenta

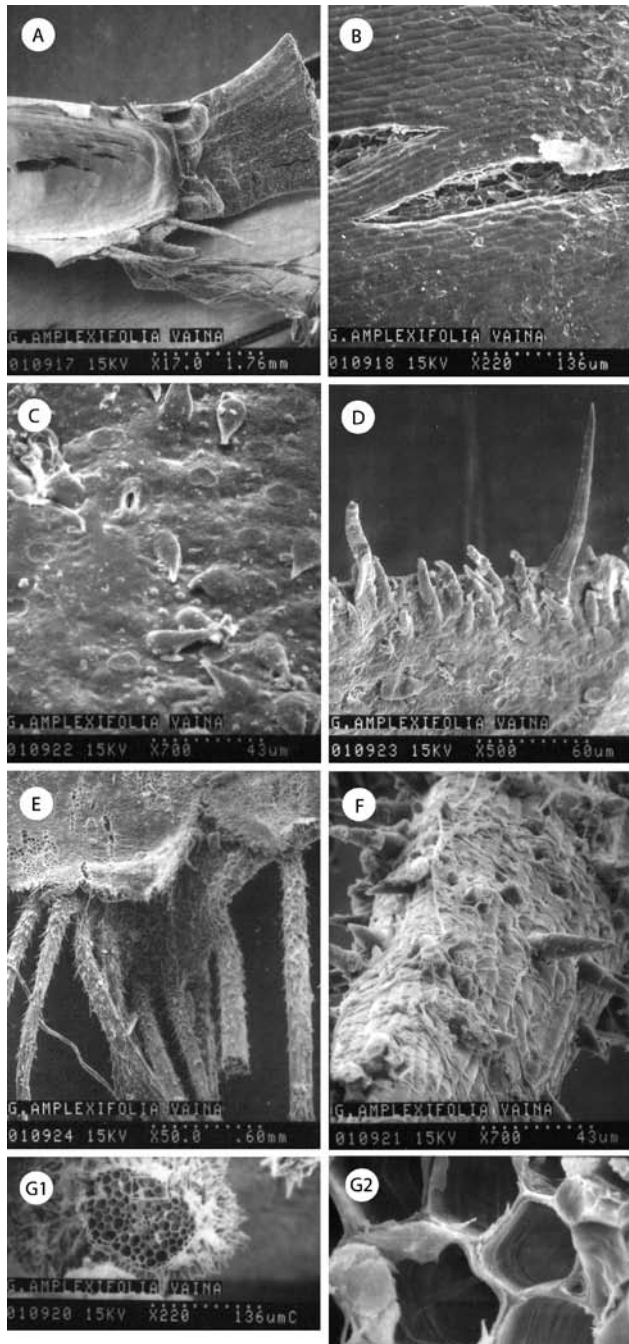


Fig. 5. Estructura de la vaina de la hoja de *G. amplexifolia*. A. Sección de la vaina y una sección de la lámina de la hoja y tricomas. B. Parte interna de la vaina, la cual es lisa; en las secciones rasgadas se observa el tejido parenquimatoso. C. Sección adaxial (haz) de la vaina donde se observan estomas, células de sílice y tricomas ganchudos abultados. D. El margen de la vaina presenta dos tipos de tricomas, largos unicelulares y cortos unicelulares. E. Tricomas auriculares en número de 10, largos y gruesos. F. Ornamentación de los tricomas auriculares con gran cantidad de tricomas unicelulares pequeños. G. Corte transversal de un tricoma auricular; se tiene el tejido parenquimatoso y esclerenquimatoso, y un detalle del tejido parenquimatoso.

dos tipos de tricomas unicelulares: largos y pequeños (Fig. 5D).

Los tricomas auriculares se presentan en general en número de 10, y tienen en su superficie pequeños tricomas unicelulares (Fig. 5E, 5F). Un corte transversal de los tricomas auriculares permite observar la presencia de tejido interno parenquimatoso y de células esclerenquimatosas, y en alta magnificación el tejido parenquimatoso (Fig. 5G).

## DISCUSIÓN

Dentro de los aspectos ultraestructurales más evidentes que presenta esta especie, están las papilas operculadas observadas en sus estructuras florales, las cuales son similares a las descritas para las glumas de *D. latiflorus* (Montiel *et al.* 2006a), la gran cantidad de papilas céricas formando rosetas en la sección adaxial de la lámina de la hoja, la abundancia de células de sílice en la lema, los numerosos tricomas de la pálea y la lema, así como la abundancia de almidones de tejido parenquimatoso. El tejido medular sólido observado es similar al encontrado en otras especies del género *Guadua* (Montiel *et al.* 2006b).

Davidse y Pohl (1994) informaron, para las láminas de las hojas de esta especie, dimensiones comprendidas entre 16-24 cm de largo y de 3-5 cm de ancho. En el presente estudio se observó que las hojas presentaron láminas de 7-16 cm de largo y 3 cm de ancho.

La ausencia de polen en las flores estudiadas hace pensar que las espiguillas sean pseudoespiguillas y que la floración haya sido por estrés (Davidse y Pohl 1994). Este aspecto hace necesario que se recurra a técnicas de propagación vegetativas (tanto métodos convencionales como métodos por cultivo *in vitro*) para evitar que esta especie se extinga en el país.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica

el apoyo que ha dado a este proyecto, así como al Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas de la Universidad de Costa Rica por las facilidades brindadas. Este trabajo se realizó con la ayuda financiera de la Comunidad Europea, en el marco del Proyecto *Guadua: Research for Sustainable Management and Markets of Bamboo in Colombia and Costa Rica* (EU INCO ICA4-CT-2001-10091).

## RESUMEN

Se realizó un estudio anatómico ultraestructural, con microscopio electrónico de barrido, de partes vegetativas y florales de *Guadua amplexifolia* de Costa Rica, la cual se caracteriza por presentar culmo sólido en la sección basal y un pequeño lumen en la zona distal. Las características más evidentes fueron las células epidérmicas con papilas oblicuas operculadas en las paleas, la gran cantidad de papilas céricas formando rosetas en la sección adaxial de la lámina foliar, la abundancia de células de sílice en la lema, los numerosos tricomas de la pálea y lema; y la abundancia de almidones en el tejido parenquimatoso. Las hojas midieron 7-16 cm de largo y 3 cm de ancho, mientras que en trabajos previos se informaron 16-24 cm de largo y 3-5 cm de ancho para esta especie.

**Palabras clave:** Bambú, morfología, ultraestructura, anatomía, diversidad.

## REFERENCIAS

- Davidse, G. & R. Pohl. 1994. Subtribu Guaduiinae (*Guadua*), p. 194-195. In Davidse, G., M. Sousa and A. Chater (eds.). Flora Mesoamericana. Vol. 6. Alismataceae a Cyperaceae. Universidad Autónoma de México, México D.F., México.
- Montiel, M. & E. Sánchez. 2006a. Ultraestructura de bambúes del género *Dendrocalamus* (Poaceae: Bambusoideae) cultivados en Costa Rica I: *Dendrocalamus latiflorus*. Rev. Biol. Trop. 54 (Supl. 2): 43-50.
- Montiel, M., V.M. Jiménez & E. Guevara. 2006b. Caracterización anatómica ultraestructural de las variantes "Atlántica", "Sur" y "Cebolla" del bambú, *Guadua angustifolia* (Poaceae: Bambusoideae), en Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 54 (Supl. 2): 1-12.
- Young, S.M. & W.S. Judol. 1992. Systematics of the *Guadua angustifolia* complex (Poaceae: Bambusoideae). Ann. Missouri Bot. Gar. 79: 737-769.