

Ultraestructura del bambú *Guadua angustifolia* var. *bicolor* (Poaceae: Bambusoideae), presente en Costa Rica

Mayra Montiel^{1,2}, Víctor M. Jiménez³ & Eric Guevara³

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. The anatomy of several parts of *Guadua angustifolia* var. *bicolor* was analyzed and characterized under a scanning electron microscope. Many similarities were observed with other *Guadua* species, particularly the presence of high dome stomata, of large cells with sinuous walls and of silica cells. Specific *bicolor* characteristics include (1) a different stomatal pattern in the adaxial zone of the leaf base (close to the sheath); (2) the abundance of hook-shaped trichomes without papilla; (3) the distinctive golden brown color of the bract that covers the culm (caused by papillar trichomes that cover the adaxial sheath); and (4) the size of the groups of auricular trichomes (formed by 12 trichomes). Rev. Biol. Trop. 54(Suppl. 2): 13-19. Epub 2006 Dec. 01.

Key words: *Guadua angustifolia* var. *bicolor*; ultrastructure, morphology, anatomy.

Dentro de las aproximadamente 30 especies descritas del género *Guadua* (Judziewicz *et al.* 1999), hay dos variedades que resaltan por su coloración y aspecto: *Guadua angustifolia* var. *bicolor* y *Guadua angustifolia* var. *nigra*.

De éstas, *G. angustifolia* Kunth var. *bicolor* Londoño, ofrece un aspecto muy llamativo por tener culmos leñosos verdes con rayas amarillas e inconfundibles nudos blancos. Esta variedad se ha encontrado en las cordilleras central y occidental de Colombia, en los departamentos de Quindío, Risaralda, del Valle y Cundinamarca, en florestas de 1 100 a 1 200 msnm, generalmente en las zonas de vida denominadas bosques muy húmedos tropicales (Londoño 1989). Por su aspecto decorativo, esta variedad ha sido trasladada a muchos países, incluyendo Costa Rica, en donde se le encuentra en la zona de Guápiles (provincia de Limón) y en algunas áreas de la zona sur del país.

La variedad *bicolor* se conoce tradicionalmente como la guadua “rayada”, es muy solicitada como planta ornamental y en este sentido tiene un gran potencial; además, la calidad de su “madera” es buena, por lo que puede usarse con doble propósito (Montiel y García 1985).

Dentro de los estudios realizados en esta variedad, predominantemente silviculturales, no existe una descripción de su anatomía, por lo que el objetivo del presente estudio fue caracterizar la ultraestructura anatómica de *G. angustifolia* var. *bicolor*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetativo (bráctea del culmo, hojas con su vaina, ramas) fue recolectado de plantas adultas (4 años de edad) de *G. angustifolia* var. *bicolor* cultivadas en la finca de

Bryan Erickson, Guápiles, Limón, Costa Rica, a una altitud de 240 msnm.

Los especímenes recolectados se cortaron en fragmentos de aproximadamente 1 cm² 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 modelo Hitachi S-570.

RESULTADOS

Lámina foliar

Superficie adaxial: Se observan dos secciones bien definidas de estomas de bajo domo, separadas por una banda de células largas, las cuales tienen las paredes obviamente onduladas; también se observan algunas células cortas (Fig. 1A).

Cerca de la vaina, el patrón de distribución de los estomas es muy diferente y son de alto domo (Fig. 1B).

Superficie abaxial: Esta zona presenta zonas costales e intercostales, siendo las costales más pronunciadas en el envés que en el haz (Fig. 1C). Las zonas costales tienen tricomas unicelulares y tricomas ganchudos, en la zona intercostal se encuentran las células de sílice (Fig. 1C, 1D). Hay pocos tricomas unicelulares largos (Fig. 1E). Se aprecian zonas costales e intercostales y en estas últimas, gran cantidad de tricomas papilares ganchudos. Hay poca cera cuticular (Fig. 1F).

Vaina de la lámina foliar: En el envés de la vaina (superficie abaxial) hay pocos estomas

y abundantes células de sílice (Fig. 2A). Cerca de la base de la vaina se encuentran tricomas auriculares, cuyo número es de 12, muy largos y pubescentes (Fig. 2B). Además, un acercamiento de la base de estos tricomas permite observar la presencia de pequeños tricomas ganchudos y algunos pelos unicelulares (Fig. 2C). Al analizar la sección interna de la vaina, se distinguen tricomas unicelulares muy pequeños (Figs. 3A, 3B).

El margen de la vaina tiene tricomas unicelulares pequeños en forma de gancho, y tricomas unicelulares largos (Fig. 3C).

También en la zona abaxial, las zonas costales son más pronunciadas, en especial en la parte superior de la vaina, y presentan tricomas unicelulares pequeños (Fig. 3D).

Corte transversal de lámina foliar y rama

El corte transversal de la zona costal de la lámina de la hoja permite observar el haz vascular, constituido por un vaso grande de protoxilema con puntuaciones escalariformes y células esclerenquimatosas, el floema no se observa bien (Fig. 4A).

La nervadura central presenta vasos conductores más grandes, distinguiéndose metaxilema y protoxilema, así como las perforaciones de los vasos, una pequeña acumulación de floema un poco distorsionado y las células esclerenquimatosas que rodean el haz vascular (Fig. 4B). En la figura 4C se ve claramente el vaso xilemático con sus puntuaciones escalariformes.

El corte transversal de la rama tiene gran cantidad de tejido parenquimatoso, cuyas células presentan acumulación de sustancias, posiblemente granos de almidón (Fig. 4D).

Bráctea del culmo

En esta variedad, las brácteas del culmo son grandes, con vellosidades color café claro, que le dan un aspecto castaño en el haz. La superficie adaxial de la bráctea presenta tricomas papilares unicelulares, largos y muy abundantes, que cubren toda la superficie (Fig. 5A). También se pueden observar algunos tricomas

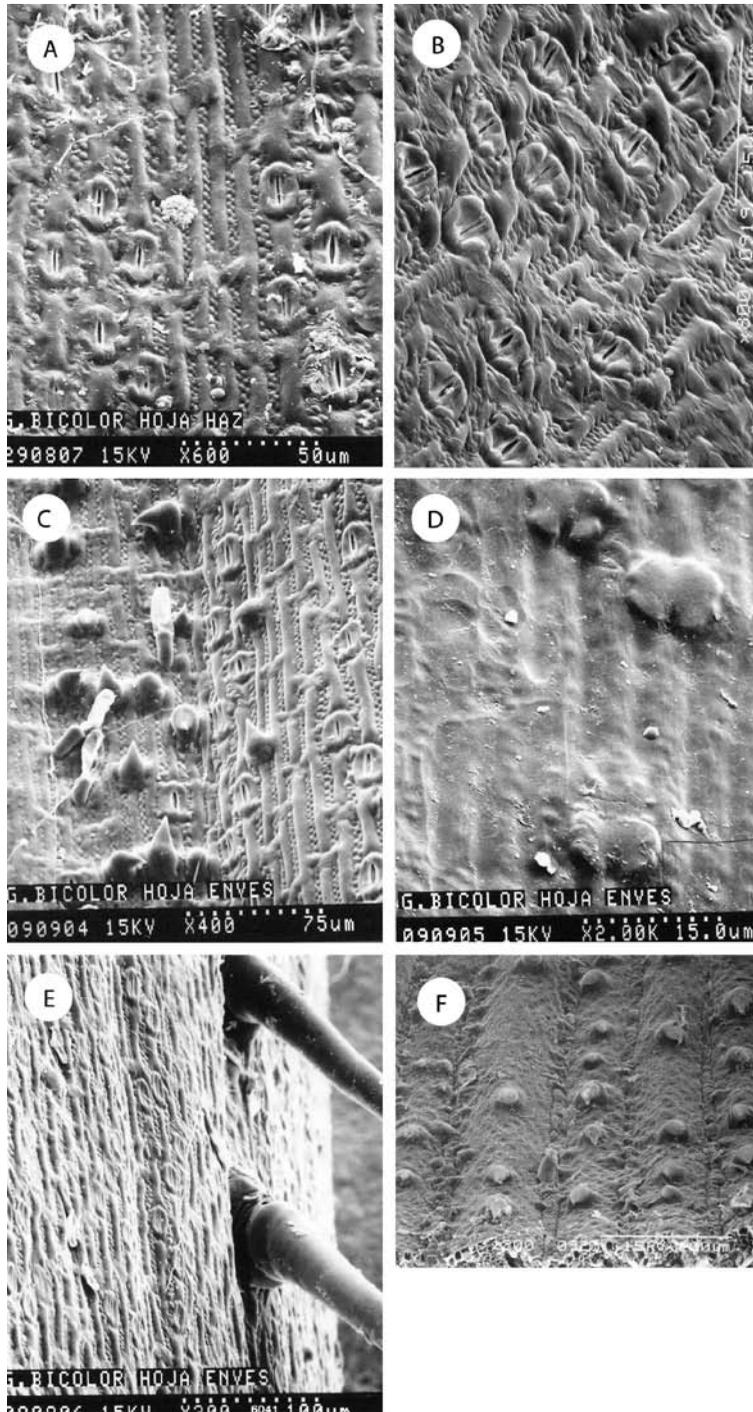


Fig. 1. Ultraestructura de la lámina foliar de *G. angustifolia* var *bicolor*. A. Superficie adaxial; se observan estomas y células largas con paredes muy onduladas. B. Superficie adaxial; cerca de la vaina, con un patrón estomático diferente. C. En la zona abaxial (envés) se observan tricomas papilares ganchudos, tricomas bicelulares pequeños, células largas de paredes onduladas, estomas y células de sílice. D. Detalle de las células de sílice. E. Tricomas largos unicelulares del envés de la lámina foliar. F. Superficie del envés de la hoja con tricomas papilares.

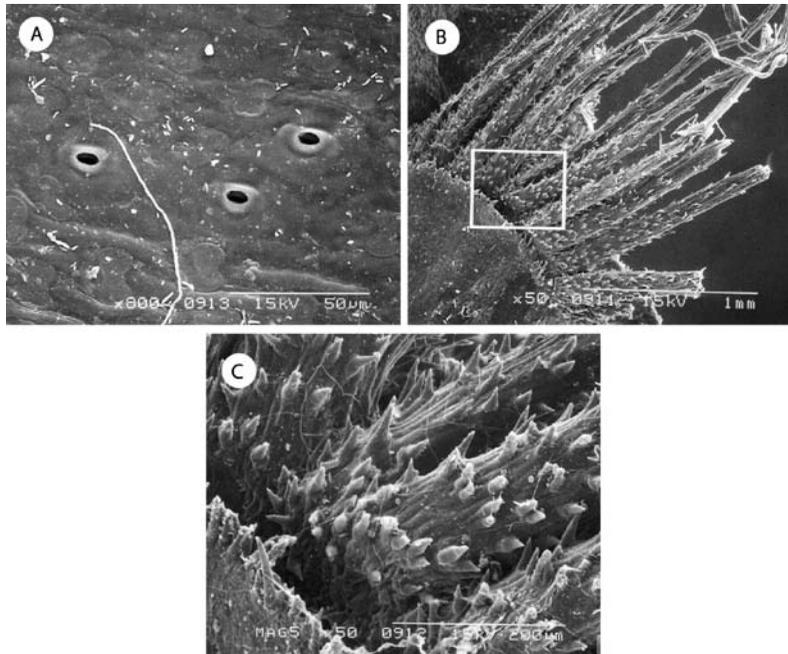


Fig. 2. Ultraestructura de la vaina de la hoja de *G. angustifolia* var. *bicolor*. A. Zona abaxial de la vaina presentando pocos estomas y abundantes células de sílice. B. Tricomas auriculares largos, pubescentes y muy numerosos. C. Ampliación de la pubescencia presente en los tricomas auriculares, con pequeños tricomas ganchudos.

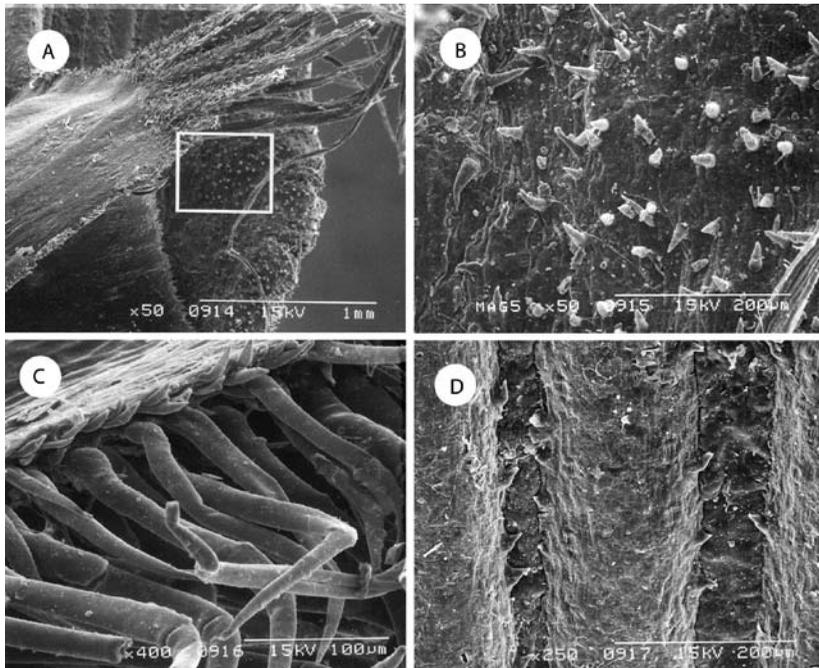


Fig. 3. Ultraestructura de la parte interna de la vaina de la hoja de *G. angustifolia* var. *bicolor*. A. Sección interna de la vaina con tricomas auriculares y sección de la lámina foliar. B. Detalle de los numerosos tricomas unicelulares pequeños que cubren el interior de la vaina. C. Margen de la vaina con tricomas unicelulares muy largos y gruesos, así como tricomas unicelulares pequeños. D. Sección superior y abaxial de la vaina, con zonas costales más pronunciadas.

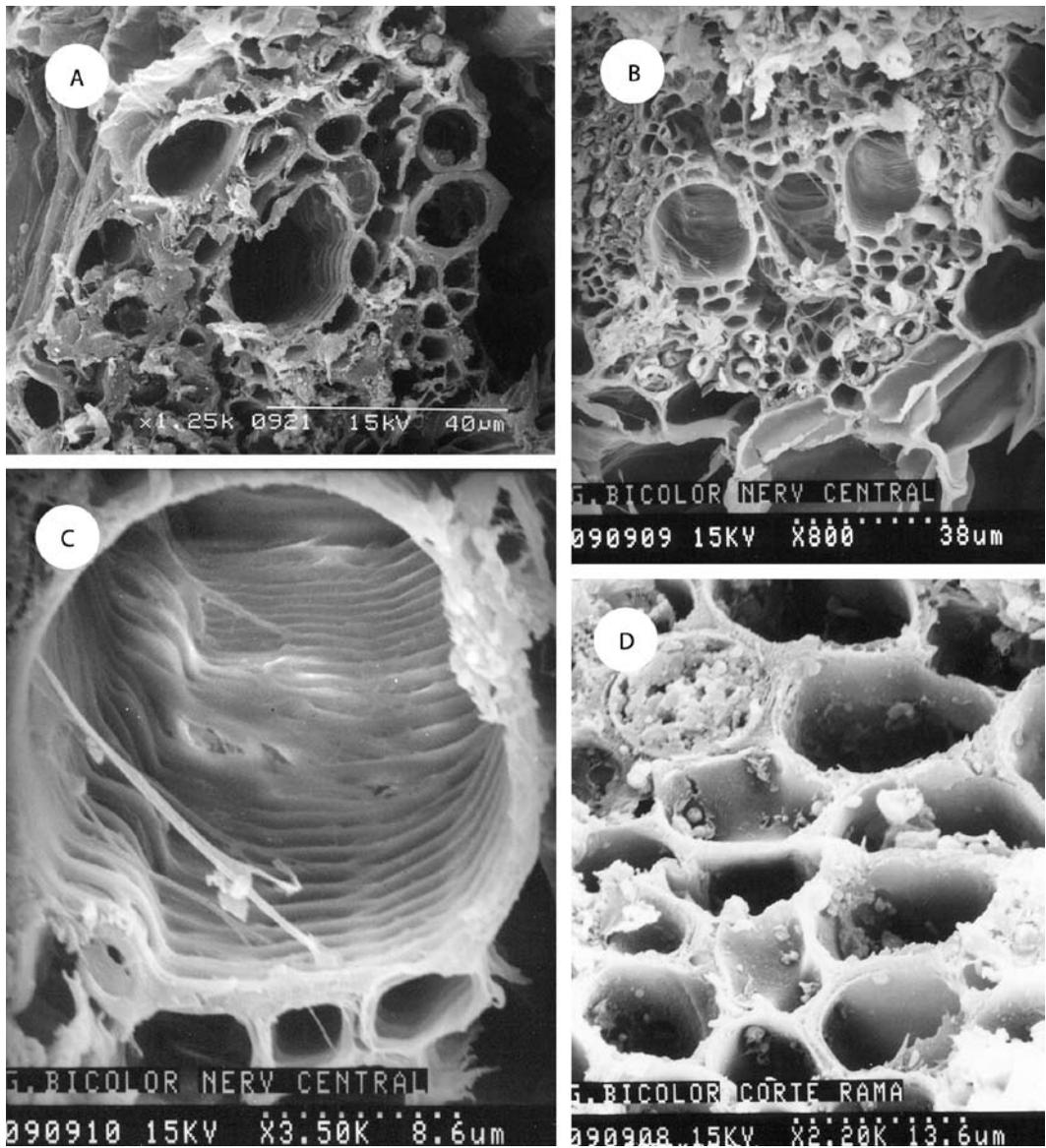


Fig. 4. Cortes transversales de lámina foliar y rama de *G. angustifolia* var. *bicolor*. A. Corte transversal de la lámina de la hoja con el haz vascular de la zona costal, vasos de protoxilema y tejido parenquimatoso. B. Corte transversal de la nervadura central donde se observa metaxilema, protoxilema, tejido esclerenquimatoso y parenquimatoso y también las perforaciones de los vasos. C. Vaso xilemático con perforaciones escalariformes. D. Corte transversal de la rama en el que se observa el tejido parenquimatoso con gránulos de almidón.

unicelulares largos y un poco de cera cuticular (Fig. 5B).

Por otra parte, el envés (superficie abaxial) tiene células largas con cierto grado de ondulación en sus márgenes, estomas de bajo domo y cera cuticular muy escasa (Fig. 5C).

DISCUSIÓN

El análisis ultraestructural realizado en el presente estudio mostró algunas similitudes con la descripción realizada por Bisen (1999) para *G. angustifolia*. Por ejemplo, la epidermis

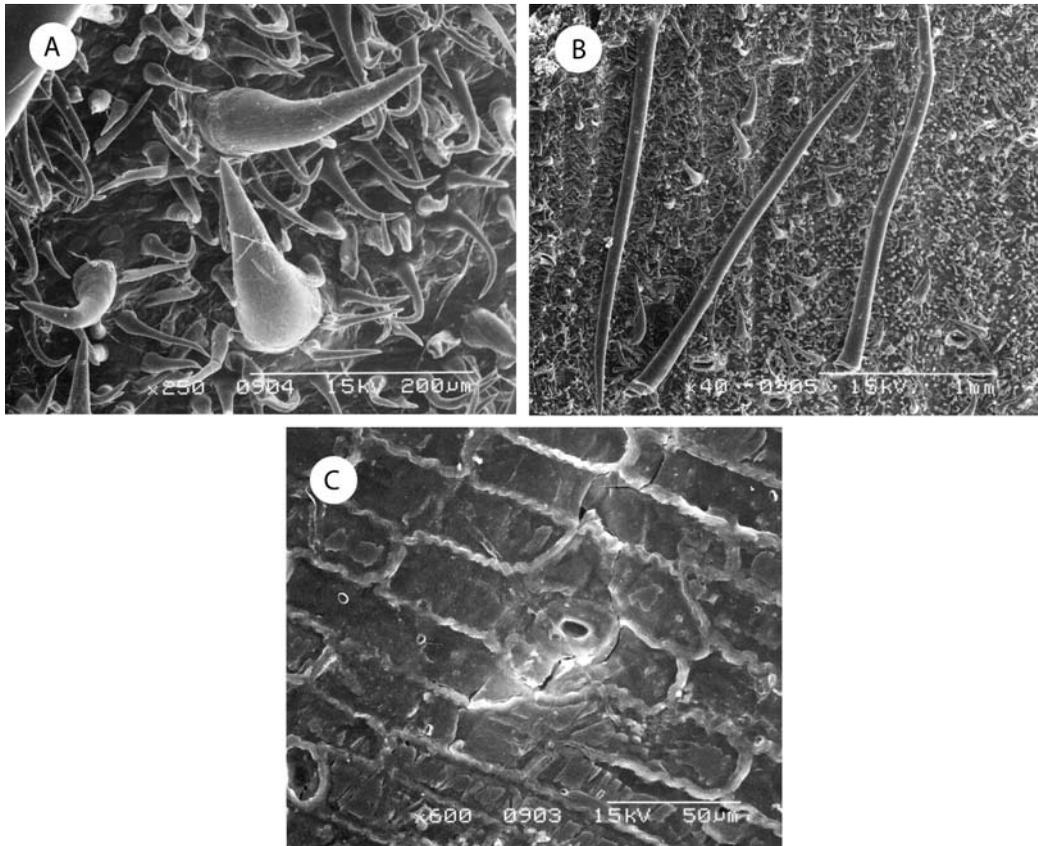


Fig. 5. Ultraestructura de la bráctea del culmo de *G. angustifolia* var. *bicolor*. A. Superficie adaxial; se observan tricomas papilares unicelulares largos y abundantes. B. Superficie adaxial de la bráctea del culmo con tricomas unicelulares muy largos en escasa cantidad, también hay cera cuticular. C. Superficie abaxial; se observan células largas con márgenes un poco ondulados, así como escasos estomas de bajo domo.

de la hoja, tanto en *G. angustifolia* como en *G. angustifolia* var. *bicolor*, presenta estomas de alto domo, células largas con paredes sinuosas y células de sílice. Sin embargo, para *G. angustifolia* var. *bicolor*, cerca de la vaina, la base de la hoja tiene un patrón estomático en la zona adaxial diferente con respecto a lo observado por Bisen (1999).

Adicionalmente, *G. angustifolia* var. *bicolor* se diferencia de *G. angustifolia* (forma llamada en Costa Rica “atlántica”) por presentar en la zona abaxial de la lámina foliar gran cantidad de tricomas ganchudos, pocos tricomas bicelulares pequeños y también tricomas unicelulares. Bisen (1999) informó la presencia de anillos de papilas alrededor de tricomas unicelulares en *G. angustifolia* que él analizó;

sin embargo la analizada en este estudio y en otros realizados en Costa Rica sobre la especie *G. angustifolia* no presentan anillos de papilas (Montiel *et al* 2006). Además, mientras la var. *bicolor* tiene los tricomas auriculares en la base de la vaina en número de 12, en *G. angustifolia* el número es de cuatro ó cinco.

Tanto la rama como el culmo de *G. angustifolia* var. *bicolor* presentan un arreglo de atactostela típico de las Pooideae (Metcalfé 1960) y los haces vasculares son de tipo II con vasos de metaxilema que poseen puntuaciones escalariformes y el tejido parenquimatoso con sustancias de acumulación.

Una característica que se destaca en la variedad *bicolor* es la presencia de brácteas que cubren los culmos de un color café dorado, y

que se debe a la presencia de tricomas papilares en el haz y a tricomas unicelulares.

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 estudió la ultraestructura anatómica de la lámina y la vaina de la hoja, así como de la bráctea del culmo, de *Guadua angustifolia* var. *bicolor*, por medio del microscopio electrónico de barrido. Se encontraron similitudes con otras guaduas: estomas de alto domo, células largas con paredes sinuosas y células de sílice. Son propios de la var. *bicolor* el patrón estomático en la zona abaxial de la hoja cerca de la vaina, con la presencia de gran cantidad de tricomas ganchudos y sin papilas; las brácteas de color café

dorado que cubren los culmos y tienen tricomas papilares que cubren el haz; y el abundante número de tricomas auriculares, en grupos de 12.

Palabras clave: *Guadua angustifolia* var. *bicolor*; ultraestructura, morfología, anatomía.

REFERENCIAS

- Bisen, S.S. 1999. Identification and classification of Indian Bamboos (SEM Atlas of epidermis). Bishen Singh Mahendra Pal Singh, Dehra Dum, India. 200 p.
- Judziewicz, E.J., L.G. Clark, X. Londoño & M.J. Stern. 1999. American Bamboos. Smithsonian Institution, Washington D.C., Washington, Estados Unidos.
- Londoño, X. 1989. Una nueva variedad de *Guadua angustifolia* Kunth de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exactas Fis. Nat. 17: 379-381.
- Metcalf, C.R. 1960. Anatomy of the monocotyledons. I. Gramineae. Oxford Clarendon, Oxford, Inglaterra. 731 p.
- Montiel, M. & R. García. 1985. Bambú: análisis de una alternativa de desarrollo. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 16 p.
- Montiel, M., V.M. Jiménez & E. Guevara. 2006. Caracterización anatómica ultraestructural de tres variaciones de la especie de bambú *Guadua angustifolia*, "Atlántica", "Sur" y "Cebolla", en Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 54 (Supl. 2): 1-12.

