

ANATOMÍA FOLIAR DE *Panicum* L., SECCIÓN *PARVIFOLIA* (POACEAE, PANICEAE) EN VENEZUELA

Lorena I. Guevara O.¹ & Mauricio Ramia²

RESUMEN

(Anatomía foliar de *Panicum* L., sección *Parvifolia* (Poaceae, Paniceae) en Venezuela) En el presente trabajo se caracterizó la anatomía foliar de las 10 especies de *Panicum* sección *Parvifolia* que presentan mayor dificultad para su delimitación desde el punto de vista morfológico: *P. arctum*, *P. fonticola*, *P. granuliferum*, *P. micranthum*, *P. pandum*, *P. petrense*, *P. polycomum*, *P. pyrularium*, *P. rivale* y *P. yavitaense*, utilizando especímenes provenientes de material de herbario colectados en el sur y centro de Venezuela. Caracteres como: número de células de las extensiones de la vaina vascular, células translúcidas en contacto con la vaina parenquimática y características de los cuerpos de sílice, resultaron ser útiles para la separación de algunas especies. Además se encontraron diferencias significativas en el tamaño de los micropelos bicelulares de la superficie epidérmica en las especies estudiadas.

Palabras clave: Poaceae, *Panicum*, anatomía foliar, Venezuela.

ABSTRACT

(Leaf anatomy of *Panicum* L., section *Parvifolia* (Poaceae, Paniceae) in Venezuela) A characterization of the leaf anatomy using herbarium specimens from the south and center of Venezuela, was carried out on 10 species of *Panicum* section *Parvifolia* which are difficult to be distinguished using morphological characters: *P. arctum*, *P. fonticola*, *P. granuliferum*, *P. micranthum*, *P. pandum*, *P. petrense*, *P. polycomum*, *P. pyrularium*, *P. rivale* and *P. yavitaense*. Characters such as the number of cells of the extensions of the vascular sheath, translucent cells in contact with the parenchymatous sheath, and characteristics of silica bodies, proved useful for delimitating some species. Additionally, significant differences in epidermal microhair size were found between studied species.

Key words: Poaceae, *Panicum*, leaf anatomy, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

El género *Panicum* L. s. l., se caracteriza por presentar una panícula abierta o contraída, espiguillas que generalmente desarticulan enteras del pedicelo, con dos flósculos y la primera gluma comúnmente presente. Es uno de los géneros más extensos dentro de la familia Poaceae (Gramineae), con 450 especies de distribución cosmopolita y dentro de este género, la sección *Parvifolia* se encuentra representada por unas 31 especies (Aliscioni *et al.* 2003). En Venezuela, la sección *Parvifolia* está constituida aproximadamente por 19 especies, distribuidas

en sabanas húmedas con pocos nutrientes, en morichales y algunas en los tepuyes (M. Ramia, com. pers.).

La sección *Parvifolia* se considera el grupo más grande y taxonómicamente más dificultoso dentro del género *Panicum*. Los trabajos realizados sobre este grupo están basados en caracteres cualitativos tales como la duración del ciclo (anual o perenne), forma de la lígula, indumento en las hojas, forma de la espiguilla, presencia y grado de pubescencia, entre otros. Tales caracteres con frecuencia son difíciles de distinguir y parecen no ser consistentes, ya que se observa mucha

Artigo recebido em 10/2005. Aceito para publicação em 08/2006.

¹Universidad Central de Venezuela, Instituto de Botánica Agrícola, Facultad de Agronomía, Apdo. 4573. Vía El Limón, Maracay, Estado Aragua, Venezuela. guevaral@agr.ucv.ve; lorenaguevara@fastmail.fm

²Universidad Central de Venezuela, Fundación Instituto Botánico de Venezuela, Jardín Botánico de Caracas, Apdo. 2156, Caracas, Venezuela. ramiamauricio@hotmail.com

Trabajo financiado por FONACIT y FUNDACITE Aragua, Venezuela.

variabilidad dentro de cada especie (Judziewicz 1990).

Es conocida la importancia que tienen los caracteres anatómicos en la sistemática de las Poaceae siendo, junto a otros rasgos, complemento de los caracteres morfológicos externos. La epidermis de las hojas de las gramíneas exhibe un número de características que son útiles en la identificación o clasificación de los miembros de la familia (Tateoka *et al.* 1959, Stewart 1965a, Metcalfe & Clifford 1968). En forma general se ha reportado que la sección *Parvifolia* incluye especies C_3 , siendo anatómicamente distinguibles por presentar dos vainas vasculares, la vaina interna del mestoma con células de paredes engrosadas, rodeada por una vaina parenquimática, con células más grandes que las del mesofilo y de paredes delgadas. El número de células del mesofilo entre haces contiguos varía de 5 a 12 y poseen un arreglo irregular (Zuloaga 1987, Zuloaga & Sendulsky 1988).

Por otra parte, los trabajos sobre anatomía foliar dentro de la sección *Parvifolia*, son muy escasos, Davidse & Zuloaga (1991) describieron una especie nueva de la Guayana Venezolana: *Panicum tepuianum* (Davidse & Zuloaga), determinando sus afinidades con las secciones *Lorea* y *Parvifolia*, usando además de los caracteres morfológicos, algunas características micromorfológicas del flósculo superior, como la presencia y forma de los micropelos bicelulares. Asimismo, determinaron afinidades con *P. nervosum* (Davidse & Zuloaga) de la sección *Parvifolia* por medio de características de la anatomía foliar, tales como las extensiones de la vaina vascular parenquimática, la anatomía C_3 y la disposición de las células del mesofilo.

Debido a la dificultad que existe para delimitar algunas de las especies de la sección *Parvifolia* de Venezuela por medio de caracteres morfológicos, en el presente trabajo se realizó la caracterización de la anatomía de la lámina foliar de 10 especies de *Panicum* L.: *P. arctum* Swallen, *P. fonticola* Swallen, *P. granuliferum* Kunth, *P. micranthum* Kunth, *P. pandum* Swallen, *P. petrense* Swallen, *P.*

polycomum Trin., *P. pyrularium* Hitch. & Chase, *P. rivale* Swallen y *P. yavitaense* Swallen, con el fin de contribuir a la mejor comprensión de esta sección.

MATERIALES Y METODOS

El material vegetal estudiado fue extraído de muestras herborizadas de holotipos, isotipos o colecciones identificadas en obras publicadas sobre la sección *Parvifolia*, procedentes del herbario VEN de la Fundación Instituto Botánico de Venezuela (UCV) y del herbario US del Smithsonian Institution, Washington, USA (Tab. 1).

Se tomó la porción media de la lámina foliar de la hoja que se encuentra debajo de la hoja bandera, siendo esta última la localizada más próxima a la inflorescencia. Estas porciones foliares se rehidrataron parcialmente siguiendo la técnica de preparación de material herborizado para el estudio anatómico mediante el uso de lactofenol de Peña & Saralegui (1982).

Las porciones foliares parcialmente hidratadas con lactofenol, fueron seccionadas a mano alzada. Para su completa rehidratación, estas secciones se colocaron en una solución acuosa de hipoclorito de sodio al 5%, durante 20 seg. a 1 min., dependiendo del material. Luego de este tiempo las secciones foliares se enjuagaron exhaustivamente con agua destilada. Para la tinción se utilizó azul de toluidina acuosa (0.01 %). Se prepararon láminas semipermanentes, montando las secciones foliares en una solución de glicerina-agua (V:V), sobre láminas portaobjeto.

Para el estudio epidérmico se realizó un aclarado de la lámina foliar colocándose trozos de hoja de aproximadamente 1 cm² (incluyendo los márgenes foliares), en una solución acuosa de hipoclorito de sodio al 5%, durante 25 minutos a temperatura ambiente. Luego, estos trozos se lavaron con agua destilada, para después teñir con azul de toluidina acuosa al 0,01 % y obtener láminas semipermanentes.

Las láminas fueron observadas y analizadas con un microscopio óptico marca Nikon, utilizando como muestra tres secciones

Tabla 1 - Material vegetal utilizado en el estudio de especies de *Panicum* sección *Parvifolia*

Especie	Colector	N° Col.	Lugar de colección	Herbario
<i>Panicum arctum</i> Swallen	Maguire	24214	Surinam	US (Tipo)
<i>Panicum fonticola</i> Swallen	Maguire, Cowan & Wurdak	29636	Edo. Amazonas	US (Tipo)
<i>Panicum granuliferum</i> Kunth	Curran	113	Edo. Amazonas	VEN
	Maguire, Wurdak & Maguire	41576	Edo. Amazonas	VEN
	Steyermark	75237	Edo. Bolívar	VEN
<i>Panicum micranthum</i> Kunth	Tamayo	3995	Edo. Guárico	VEN
	Parra	s/n	Edo. Bolívar	VEN
	Ortiz & Ramia	2617	Edo. Guárico	VEN
<i>Panicum pandum</i> Swallen	Panier & Schwabe	19097	Edo. Bolívar	VEN
	Liesner & Holst	20508	Edo. Bolívar	VEN
	Liesner & Holst	20520	Edo. Bolívar	VEN
<i>Panicum petrense</i> Swallen	Maguire	29259	Edo. Amazonas	US (Tipo)
<i>Panicum polycomum</i> Trin.	Steyermark	90472	Edo. Amazonas	VEN
	Steyermark & Dunsterville	113131A	Edo. Bolívar	VEN
	Steyermark	90335	Edo. Amazonas	VEN
	Liesner & Delascio	22209	Edo. Amazonas	VEN
<i>Panicum pyrularium</i> Hitch. & Chase	Steyermark, Holst & Manara	131234	Edo. Bolívar	VEN
	Guanchez	371	Edo. Amazonas	VEN
	Davidse & Miller	27235	Edo. Amazonas	VEN
<i>Panicum rivale</i> Swallen	Maguire	24732	Surinam	US (Isotipo)
<i>Panicum yavitaense</i> Swallen	Wurdack & Adderley	42910	Edo. Amazonas	VEN (Isotipo)

diferentes por espécimen y analizándose en cada una cinco campos visuales. Se realizaron fotografías de las secciones transversales y de las vistas paradérmicas con un equipo microscópico Biomed Leitz con cámara incorporada. La caracterización se realizó siguiendo la terminología sugerida por Ellis (1976, 1979) y Metcalfe (1960). Además, se realizaron ilustraciones de los micropelos bicelulares y cuerpos de sílice para cada uno de los especímenes, utilizando una cámara clara adaptada a un microscopio óptico.

Por otra parte, con el uso de un ocular micrometrado se efectuaron las siguientes mediciones a los micropelos bicelulares, siguiendo a Tateoka *et al.* 1959: ancho máximo del micropelo (AM), largo de la célula apical (LA), largo de la célula basal (LB), se calculó el índice de longitud de micropelo (LA/LB) tomándose en cuenta 30 repeticiones para cada especie. Los datos obtenidos no cumplieron con el supuesto de normalidad de los errores, sin embargo la población fue lo suficientemente grande para aplicar el Teorema del Límite Central y así aplicar otras pruebas. Con el fin de demostrar si existían diferencias significativas en los valores obtenidos del índice LA/LB y de los valores individuales LA y LB, se aplicó el

análisis de varianza de una vía y la prueba de comparaciones múltiples de SNK, utilizándose los siguientes paquetes estadísticos: SAS ver. 8.02 (SAS Institute Inc. 1999-2001) y Statistix ver. 7.0 (Anónimo 2000)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Anatomía foliar

En la Tabla 2 se resumen las características más resaltantes encontradas en la sección transversal y vista paradérmica de las especies estudiadas.

Secciones Transversales

En sección transversal, el contorno de la lámina foliar de todas las especies se muestra ligeramente ondulado, generalmente con surcos pequeños en la cara adaxial de la epidermis que se encuentra entre los haces vasculares, encontrándose las células buliformes en esa zona (Figs. 1, 2 y 3).

El tejido epidérmico posee una cutícula delgada y presenta muy pocos rasgos diferenciales entre las especies, encontrándose papilas de base ancha, a excepción de *P. granuliferum*, *P. micranthum* y *P. polycomum* en donde están ausentes. Las células buliformes adaxiales están en grupos

de 3-8 (Figs. 1, 2 y 3). Los macropelos poseen base bulbosa, constricta y las células asociadas a la base tienen forma inflada, sobresaliendo del nivel de la superficie epidérmica (Fig. 3).

El mesofilo presenta arreglo del clorénquima incompletamente radiado, encontrándose de 4 a 12 células clorénquimáticas entre haces vasculares (Fig. 2). Las secciones muestran un solo haz vascular medio (Fig. 1), muy raras veces se observan haces vasculares

de 2do orden tal como los describe Ellis (1979). *P. pandum* y *P. pyrularium* generalmente presentan células traslúcidas en contacto y rodeando el haz vascular medio (Fig. 5), las cuales no fueron evidenciadas por Davidse & Zuloaga (1991) al describir la especie *Panicum tepuianum*, incluida dentro de la sección *Parvifolia*. La semilámina consta de 1 a 4 haces vasculares de 1er orden entre los cuales pueden haber de 1 a 3 haces vasculares

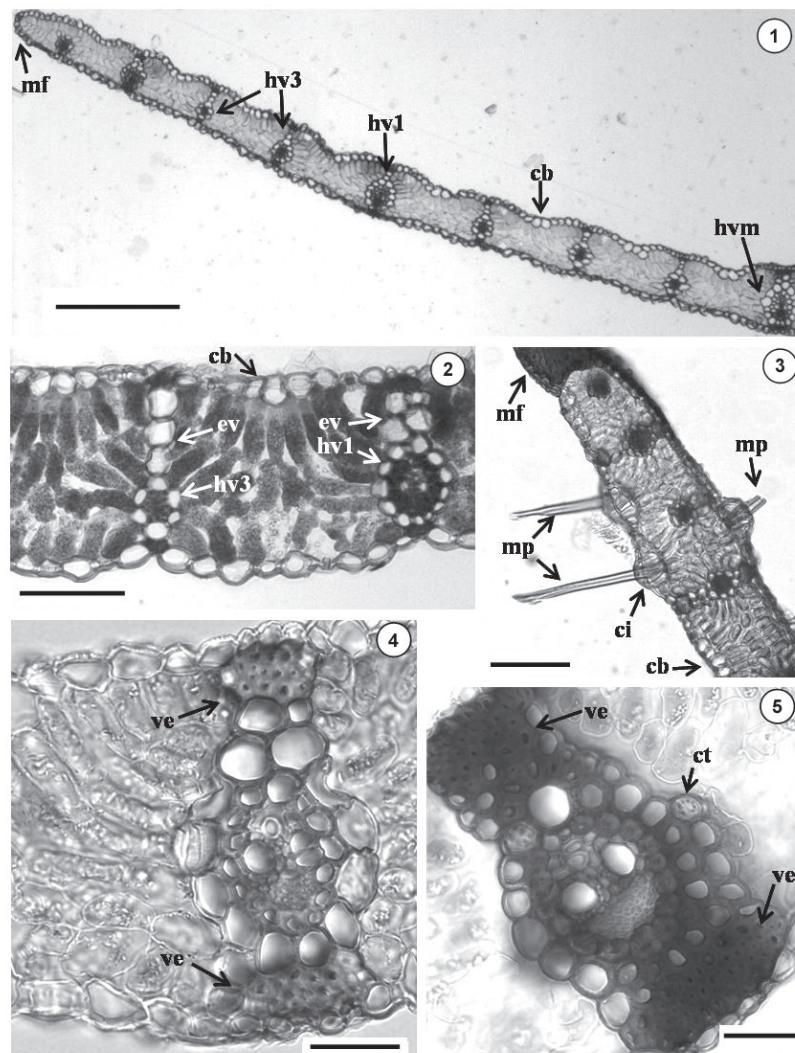


Figura 1.- *P. fonticola*. Vista general de la sección transversal foliar. **Figura 2.-** *P. arctum*. Semilámina en sección transversal. **Figura 3.-** *P. granuliferum*. Semilámina en sección transversal. **Figura 4.-** *P. polycomun*. Sección transversal mostrando haz vascular medio. **Figura 5.-** *P. pyrularium*. Sección transversal mostrando haz vascular medio. Figura 1, barra = 300 μ m; Figuras 2 y 3, barra = 100 μ m. Figuras 4 y 5, barra = 30 μ m. (cb) células buliformes; (ci) células infladas asociadas a base de micropelo; (ct) células traslúcidas en contacto con vaina parenquimática; (ev) extensión de la vaina; (hv1) haz vascular de 1er orden; (hv3) haz vascular de 3er orden; (hvm) haz vascular medio; (mf) margen foliar; (mp) macropelo; (ve) viga esclerenquimática.

de 3er orden, todos ubicados hacia la epidermis abaxial (Fig. 1).

Las vainas vasculares son circulares o elípticas, se encuentran dos en los haces de 1er orden y una en los de 3er orden. La vaina externa es denominada parenquimática y la interna de mestoma (Brown 1975). La vaina parenquimática de todos los haces vasculares, está compuesta por células parenquimáticas globosas y traslúcidas, con paredes fuerte o ligeramente engrosadas (Figs. 4 y 5), en ocasiones interrumpidas por las prolongaciones de los paquetes de esclerénquima en el haz medio (Fig. 5), siendo estas características coincidentes con lo descrito por Davidse & Zuloaga (1991) para *Panicum tepuianum*. Esta vaina presenta extensiones tal como lo señala Renvoize (1987) para las Paniceae, las cuales están conformadas por células de parénquima que se encuentran hacia la cara adaxial de la epidermis (Figs. 1 y 2), únicamente *P. granuliferum* y *P. micranthum* las presentan hacia ambas caras. Casi todas las especies mostraron hasta tres células formando la extensión adaxial de la vaina parenquimática, a excepción de *P. pyrularium* que presentó hasta cuatro.

El tejido esclerenquimático está asociado a los haces vasculares, extendiéndose hacia ambas caras de la epidermis formando vigas esclerenquimáticas (Figs. 4 y 5), también se localiza en los márgenes foliares (Fig. 3). El esclerénquima es abundante en la mayoría de los casos, lo cual se explica como una adaptación al hábitat donde se encuentran estas especies (Lindorf *et al.* 1991), caracterizado predominantemente por suelos pobres en nutrientes, con saturación de agua o muy secos. El tejido esclerenquimático asociado a los haces vasculares de la semilámina es invariablemente poco desarrollado, a diferencia del esclerénquima del haz vascular medio y el del margen foliar. En la mayoría de los casos estudiados se evidencia poco desarrollo del esclerénquima asociado al margen foliar y mayor desarrollo en el haz vascular medio. Sin embargo, *P. granuliferum* y *P. micranthum*

presentaron abundante esclerénquima en ambas regiones. *P. arctum* mostró poco desarrollo de este tejido en las mismas (Tab. 2).

Las especies estudiadas pertenecen al grupo de las gramíneas C_3 o no-Kranz, tal como se ha señalado para el subgénero *Phanopyrum* (Zuloaga & Sendulsky 1988, Davidse & Zuloaga 1991, Aliscioni *et al.* 2003). Esta condición se evidencia por la presencia de haces vasculares de 1er orden con dos vainas; entre éstas, la vaina de mestoma compuesta por células más engrosadas que las de la vaina parenquimática (Metcalf 1960, Brown 1975, Renvoize 1987, Zuloaga & Sendulsky 1988; Lindorf *et al.* 1991). Asimismo, la presencia de 4 - 12 células clorenquimáticas entre haces vasculares adyacentes (Zuloaga 1987), el consecuente amplio espaciado entre estos haces y las células clorenquimáticas incompletamente radiadas, constituyen características que también identifican a las especies como C_3 o no-Kranz, como lo indicaron Hattersley & Watson (1975).

Vistas Paradérmicas

La cara abaxial de la epidermis presenta constancia en las características y mayor número de caracteres informativos que la cara adaxial, siendo de mayor utilidad la primera para fines descriptivos; esto se corresponde con lo señalado por Stewart (1965a). Sin embargo, la epidermis adaxial fue de particular utilidad para la observación de caracteres como los macropelos y las células buliformes.

Las células largas intercostales poseen paredes anticlinales paralelas, moderadamente engrosadas y con ondulación ligera a moderada en la cara adaxial de la epidermis (Fig. 8). En la cara abaxial pueden ser acortadas (ligeramente más largas que anchas), con las paredes anticlinales paralelas, arqueadas o angulares, moderadamente engrosadas y con ondulación de ligera a profunda (Figs. 7, 9 y 10). *P. fonticola* y *P. pandum* presentan papilas (pared celular periclinal externa ligeramente convexa)

constituyendo las células largas costales e intercostales (Fig. 11). Se pueden encontrar papilas hacia los bordes de las zonas intercostales y hacia los estomas (Fig. 11), lo cual se ha reportado como protección al poro estomático (Metcalf 1960). Presencia de aguijones solo en el margen foliar (Fig. 6), ausentes en *P. arctum*, *P. fonticola* y *P. rivale*. Los macropelos unicelulares son largos, de consistencia dura y de paredes engrosadas generalmente, distribuidos solamente en zonas

intercostales, más frecuentes en la epidermis adaxial. En *P. pandum*, los macropelos se distribuyen irregularmente.

El aparato estomático con células subsidiarias predominantemente de tipo domo bajo (Figs. 9, 10 y 11), aunque también se observaron las de tipo triangular en *P. granuliferum* (Fig. 8) y *P. polycomum* (Fig. 7). La forma de domo bajo y triangular de las células subsidiarias son caracteres que han sido ampliamente reportados tanto para el género

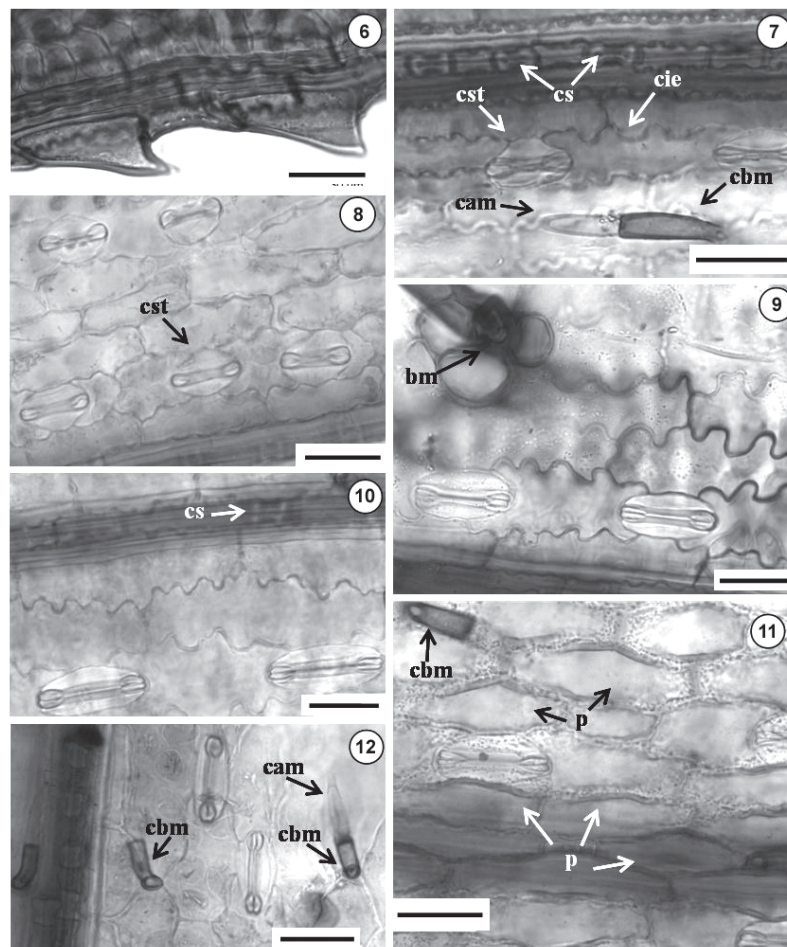


Figura 6 - *P. pandum*. Aguijones en margen foliar. **Figura 7** - *P. polycomum*. Vista paradérmica abaxial, zona intercostal (abajo) y costal (arriba). **Figura 8** - *P. granuliferum*. Vista pardérmica adaxial, zona costal (abajo) y zona intercostal (arriba). **Figura 9** - *P. yavitaense*. Vista pardérmica abaxial, zona costal. **Figura 10** - *P. arctum*. Vista paradérmica abaxial, zona costal (arriba) y zona intercostal (abajo). **Figura 11** - *P. fonticola*. Vista paradérmica abaxial, zona costal (abajo) y zona intercostal (arriba). **Figura 12** - *P. micranthum*. Vista paradérmica abaxial, zona intercostal con micropelos y estomas. Barras = 30 μ m. (bm) base del macropelo; (cam) célula apical del micropelo; (cbm) célula basal del micropelo; (cie) células interestomáticas; (cs) célula silfíca; (cst) célula subsidiaria triangular; (mp) macropelo; (p) papila (pared periclinal externa convexa).

Panicum como para la subfamilia Panicoideae (Metcalf 1960, Stewart 1965b, Ellis 1987, Renvoize 1987, Davidse & Zuloaga 1991). Los estomas se encuentran distribuidos en cada zona intercostal en dos, rara vez tres o cuatro filas longitudinales, ubicados hacia las zonas costales y separados por más de dos filas de células largas (Fig. 8). Las paredes de las células interestomáticas en contacto con el estoma son cóncavas, en número de 1, a veces 2 o 3 entre estomas consecutivos. Estas células son cortas en relación al aparato estomático, sólo *P. polycomum* las presenta largas (Fig. 7).

Las células cortas silicificadas se encuentran principalmente en las zonas costales (Figs. 7 y 10), distribuidas en dos a tres filas longitudinales, lo cual está de acuerdo con lo señalado por Metcalfe (1960) como carácter diagnóstico para el género. No obstante, estas células también se encontraron hacia el margen foliar y pocas en las zonas intercostales. Todas las especies poseen células silicificadas con cuerpos de sílice halteriformes, *P. fonticola*, *P. pandum* y *P. rivale* además los presentan nodulares (Figs. 13 b, e e i). Los bordes de los cuerpos de sílice son rectos, indentados o redondeados, siendo esto coincidente con lo señalado por Palmer & Gerbeth-Jones (1986), para *Panicum trichoides* Sw. Los cuerpos de sílice son horizontalmente alargados, tal como lo señalado por Ellis (1987) para la subfamilia Panicoideae. Adicionalmente se hallaron cuerpos de sílice equidimensionales en *P. granuliferum*, *P. micranthum*, *P. petrense* y *P. yavitaense* (Figs. 13 c, d, f, j). Se observan diferencias en el tamaño y forma de los cuerpos de sílice entre las especies estudiadas. *P. pandum*, posee cuerpos de sílice conspicuamente más alargados y con forma nodular diferentes a las observadas en el resto de las especies (Fig. 13 e). Igualmente se evidencian similitudes entre algunos de ellos en relación a la forma y el tamaño: *P. fonticola* con *P. rivale* (Figs. 13 b, i); *P. granuliferum* con *P. petrense* (Figs. 13 c, f) y *P. arctum* con *P. yavitaense* (Fig. 13 a, j).

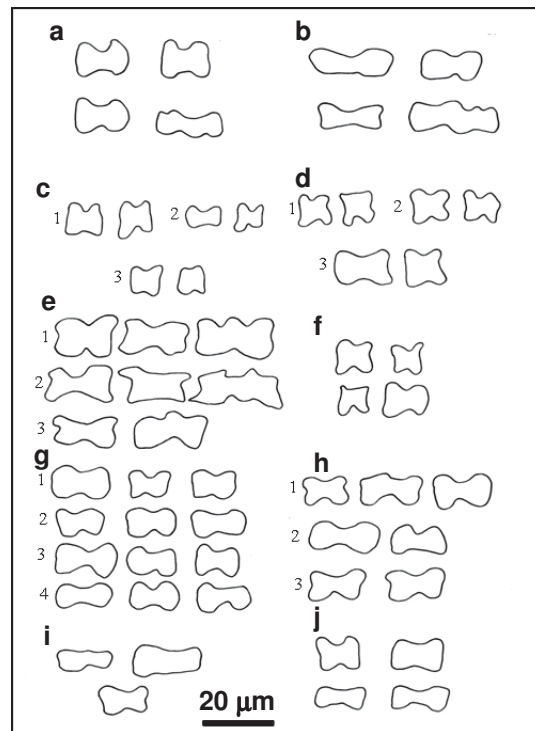


Figura 13 - Forma de los cuerpos de sílice en epidermis foliar de especies de la sección *Parvifolia*. a. *P. arctum* Swallen (Maguire 24214). b. *P. fonticola* Swallen (Maguire, Cowan & Wurdack 29696). c. *P. granuliferum* Kunth (1. Steyermark 75237; 2. Maguire, Wurdack & Maguire 41576; 3. Curran 113). d. *P. micranthum* Kunth (1. Tamayo 3995; 2. Parra s/n; 3. Ortiz & Ramia 2617). e. *P. pandum* Swallen (1. Panier & Schwabe 19097; 2. Liesner & Holst 20508; 3. Liesner & Holst 20520). f. *P. petrense* Swallen (Maguire 29259). g. *P. polycomum* Trin. (1. Steyermark 90335; 2. Steyermark 90472; 3. Steyermark & Dunsterville 113131A; 4. Liesner & Delascio 22209). h. *P. pyrularium* Hitch. & Chase (1. Guanchez 371; 2. Steyermark, Holst & Manara 131234; 3. Davidse & Miller 27235). i. *P. rivale* Swallen (Maguire 24732). j. *P. yavitaense* Swallen (Wurdack & Adderley 42910).

Micropelos - Análisis Estadístico de las Longitudes

Están conformados por una célula apical y una basal. La célula apical es caediza, colapsable, de paredes muy delgadas y ápice agudo, mientras que la célula basal tiene paredes engrosadas y base en forma de cúpula (Figs. 7 y 11 y 12). Estos micropelos emergen derechos (rectos); se presentan principalmente en zonas intercostales y hacia el margen foliar, encontrándose pocos en las zonas costales. Las células de inserción de los micropelos son redondeadas o cuadrangulares (Fig. 14).

Tabla 2 - Resumen de los principales caracteres anatómicos foliares de las especies estudiadas del género *Panicum* sección *Parvifolia*.

Caracteres Anatómicos / Especies		<i>P. arctum</i>	<i>P. fonticola</i>	<i>P. granuliferum</i>	<i>P. micranthum</i>	<i>P. pandum</i>	<i>P. petrense</i>	<i>P. polycomum</i>	<i>P. pyrularium</i>	<i>P. rivale</i>	<i>P. yavitaense</i>
Sección transversal											
Haz vascular medio	Mayor desarrollo esclerénquima		x	x	x	x		x	x	x	x
	Interrupción abaxial de la vaina parenquimática	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Interrupción adaxial de la vaina parenquimática			x	x	x	x				
	Extensión adaxial de la vaina parenquimática	x	x				x	x	x		
	Células traslúcidas en contacto con la vaina vascular					x				x	
Semilámina	Mayor desarrollo esclerénquima en el margen foliar			x	x		x				
	Papilas en la epidermis	x	x			x	x		x	x	x
	Vaina vascular en haces de 3er orden con extensión abaxial			x	x						
	Células conformando la extensión adaxial en haces de 3er orden de 1-4								x		
	Presencia de macropelos		x	x	x	x			x	x	x
Vista paradérmica											
	Cuerpos de sílice equidimensionales y alargados			x			x				x
	Cuerpos de sílice únicamente equidimensionales				x						
	Células interestomáticas relativamente largas							x			
	Células subsidiarias tipo triangular			x				x			
	Papilas abundantes en la epidermis abaxial	x				x					
	Presencia de agujones en el margen foliar			x	x	x	x	x	x		x
	Micropelos bicelulares con célula apical de mayor tamaño que la célula basal			x	x		x		x		

El largo promedio total de los micropelos fue de 44,82 μm , lo que coincide con lo indicado por Steward (1965b), para *Panicum*, siendo además los valores para el largo de la célula apical de los micropelos en este género, similares a los encontrados por Watson & Dallwitz (1992). El promedio obtenido del ancho máximo de los micropelos (Tab. 6) se acerca al valor de 5,4–6,6 μm indicado por Watson & Dallwitz (1992). El valor del índice LA/LB promedio de las especies estudiadas fue de 1,22 (Tab. 6), encontrándose dentro del rango de 0,801–1,301 μm , determinado por Tateoka *et al.* (1959) para el género *Panicum*.

Se encontraron diferencias significativas para LA/LB, LA y LB ($\alpha=0,05$). Al aplicar la prueba al índice de longitud de micropelo (LA/LB) se obtuvo una agrupación diferente a la obtenida cuando se aplicó a las longitudes individuales (Tabs. 3, 4 y 5). Además, el coeficiente de variación y la desviación

estándar para LA/LB fueron bajos, a diferencia de los encontrados en los valores individuales de LB y LA (Tab. 6), indicando que los valores absolutos de longitudes pueden ser variables y estar posiblemente influenciados por otros factores como los ambientales.

Las especies cuyos micropelos presentaron célula basal más pequeña que la apical fueron: *P. granuliferum*, *P. micranthum*, *P. petrense* y *P. pyrularium*, el resto posee células de longitudes similares. *P. micranthum* es la especie con mayor diferencia en las longitudes de las células de los micropelos y forma un subgrupo aparte. *P. polycomum* fue la especie que presentó menor diferencia en cuanto a las longitudes de las células de los micropelos. El hecho de haberse encontrado diferencias altamente significativas en los valores del índice LA/LB para las

especies estudiadas, hace inferir que la longitud de las células de los micropelos puede ser útil taxonómicamente a nivel interespecífico, corroborando la pequeña variación intragenérica encontrada en el género *Panicum* por Tateoka *et al.* (1959).

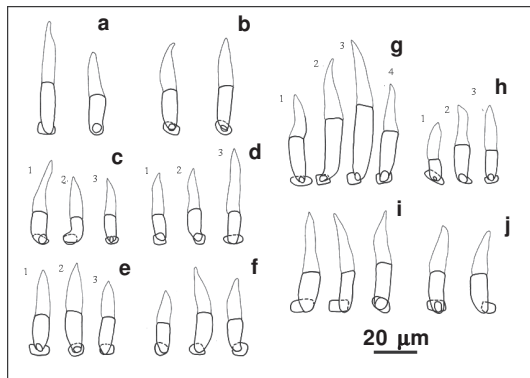


Figura 14 - Micropelos bicelulares en epidermis foliar de especies de la sección *Parvifolia*. a. *P. arctum* Swallen (Maguire 24214). b. *P. fonticola* Swallen (Maguire, Cowan & Wurdack 29696). c. *P. granuliferum* Kunth (1. Steyermark 75237; 2. Maguire, Wurdack & Maguire 41576; 3. Curran 113). d. *P. micranthum* Kunth (1. Tamayo 3995; 2. Ortiz & Ramia 2617; 3. Parra s/n). e. *P. pandum* Swallen (1. Panier & Schwabe 19097; 2. Liesner & Holst 20508; 3. Liesner & Holst 20520). f. *P. petrense* Swallen (Maguire 29259). g. *P. polycomum* Trin. (1. Steyermark 90335; 2. Steyermark & Dunsterville 113131A; 3. Steyermark 90472; 4. Liesner & Delascio 22209). h. *P. pyrularium* Hitch. & Chase (1. Guanchez 371; 2. Steyermark, Holst & Manara 131234; 3. Davidse & Miller 27235). i. *P. rivale* Swallen (Maguire 24732). j. *P. yavitaense* Swallen (Wurdack & Adderley 42910).

Tabla 3 - Prueba de Comparaciones Múltiples de SNK para el largo de la célula basal (LB) de micropelos presentes en la lámina foliar de especies de *Panicum* sección *Parvifolia* ($\alpha = 0,05$)

Agrupamiento	LB (μm)	Especie	
A	30,75	<i>P. polycomum</i>	
B	23,71	<i>P. arctum</i>	
C	21,66	<i>P. fonticola</i>	
C	20,71	<i>P. pandum</i>	
D	C	20,34	<i>P. yavitaense</i>
D	C	20,34	<i>P. rivale</i>
D	E	18,45	<i>P. petrense</i>
E	17,29	<i>P. pyrularium</i>	
E	16,59	<i>P. micranthum</i>	
F	14,86	<i>P. granuliferum</i>	

Tabla 4 - Prueba de Comparaciones Múltiples de SNK para el largo de la célula apical (LA) de micropelos presentes en la lámina foliar de especies de *Panicum* sección *Parvifolia* ($\alpha = 0,05$).

Agrupamiento	LA (μm)	Especie	
A	30,3	<i>P. polycomum</i>	
B	27,13	<i>P. arctum</i>	
B	25,73	<i>P. micranthum</i>	
C	B	24,7	<i>P. rivale</i>
C	B	24,41	<i>P. pyrularium</i>
C	B	24,29	<i>P. petrense</i>
C		22,64	<i>P. pandum</i>
C		22,44	<i>P. fonticola</i>
C		22,07	<i>P. yavitaense</i>
D	19,76	<i>P. granuliferum</i>	

Tabla 5 - Prueba de Comparaciones Múltiples de SNK para el índice de longitud de micropelos (LA/LB) presentes en la lámina foliar de especies de *Panicum* sección *Parvifolia* ($\alpha = 0,05$)

Agrupamiento	LA/LB	Especie	
A	1,57	<i>P. micranthum</i>	
B	1,44	<i>P. pyrularium</i>	
C	1,33	<i>P. petrense</i>	
C	1,33	<i>P. granuliferum</i>	
D	1,23	<i>P. rivale</i>	
E	D	1,15	<i>P. arctum</i>
E	F	1,1	<i>P. pandum</i>
E	F	1,09	<i>P. yavitaense</i>
G	F	1,03	<i>P. fonticola</i>
G		0,98	<i>P. polycomum</i>

Tabla 6 - Valores de medias, coeficiente de variación y desviación estándar de las longitudes de las células de los micropelos bicelulares presentes en la lámina foliar de especies de *Panicum* sección *Parvifolia*. AM: ancho máximo; LB: longitud célula basal; LA: longitud célula apical.

Estadístico	Variable			
	AM	LB	LA	LA/LB
Media	7,89 μm	20,47 μm	24,35 μm	1,22
Coef. variación	10,73	15,32	16,85	13,47
Desv. estándar	0,93	5,23	4,91	0,24

CONCLUSIONES

La anatomía foliar de las especies estudiadas del género *Panicum* sección *Parvifolia* es homogénea, sin embargo se encontraron algunos caracteres que resultaron ser útiles con fines taxonómicos para algunas de las especies.

La presencia de células traslúcidas rodeando la vaina parenquimática del haz medio junto a los cuerpos de sílice conspicuamente más alargados en relación a los de las otras especies y de forma nodular, diferencian a *P. pandum*. Las células interestomáticas más largas que el aparato estomático, la presencia de células subsidiarias tipo triangular, micropelos bicelulares con células apical y basal de mayor tamaño que el resto de las especies y de igual tamaño entre sí, son características que separan anatómicamente a *P. polycomum*. Las células traslúcidas rodeando la vaina parenquimática en el haz medio, junto a la presencia de hasta cuatro células en la extensión de la vaina parenquimática distinguen a *P. pyrularium*. Por otra parte, se evidencia que *P. granuliferum*, *P. micranthum* y *P. petrense* constituyen un grupo muy afín, ya que presentan caracteres en común, como un valor del índice LA/LB similar, cuerpos de sílice equidimensionales de forma y tamaño muy similar en las tres especies y poco desarrollo de tejido esclerenquimático en el margen foliar. El resto de las especies: *P. arctum*, *P. fonticola*, *P. rivale* y *P. yavitaense* demostraron ser anatómicamente homogéneas, por lo que desde este punto de vista no es posible separarlas.

Anatómicamente, todas las especies estudiadas pertenecen al grupo de las gramíneas C₃ o no-Kranz, ya que poseen dos vainas vasculares, el número de células clorenquimáticas entre haces vasculares contiguos es de 4 hasta 12 y su arreglo es incompletamente radiado.

Las diferencias significativas encontradas en los valores obtenidos del índice de longitud de micropelos (LA/LB) para las especies estudiadas, indica que la longitud de las células de los micropelos puede ser útil taxonómicamente a nivel interespecífico.

AGRADECIMIENTOS

A la profesora Emira Fanny de Torres, por su guía y gran apoyo. Al Instituto de Botánica Agrícola y al Postgrado en Botánica Agrícola de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, por todo el apoyo logístico ofrecido para la realización de este trabajo, en especial a las profesoras Damelis Jáuregui y Thirza Ruiz. También a FONACIT y a FUNDACITE Aragua, por el apoyo económico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliscioni, S.; Giussani, L.; Zuloaga, F. & Kellogg, E. 2003. A molecular phylogeny of *Panicum* (Poaceae: Paniceae): tests of monophyly and phylogenetic placement within the Panicoideae. *American Journal Botany* 90(5): 796-821.
- Anónimo. 2000. Analytical Software. STATISTIX 7.0. Florida.
- Brown, W. V. 1975. Variations in anatomy, associations and origins of Kranz tissue. *American Journal of Botany* 62(4): 395-402.
- Davidse, G. & Zuloaga, F. 1991. *Panicum tepuianum* (Poaceae: Paniceae), a new species from Cerro Aracamuni in the Venezuelan Guayana. *Novon* 1: 191-195.
- Ellis, R. P. 1976. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae I. The leaf-blade as viewed in transverse section. *Bothalia* 12(1): 65-109.
- _____. 1979. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae II. The epidermis as seen in surface view. *Bothalia* 12(1): 641-671.
- _____. 1987. A review of comparative leaf blade anatomy in systematics of the

- Poaceae: the past twenty-five years. *In*: Soderstrom, T.; Hilu, K.; Campbell, C. & Barkwoth, M. (eds.). Grass systematics and evolution. Smithsonian Institution Press, Washington. Pp. 3-10.
- Hattersley, P. W. & Watson, L. 1975. Anatomical parameters for predicting photosynthetic pathways of grasses leaves: the 'maximum lateral cell count' and the 'maximum cells distant count'. *Phytomorphology* 25(3): 325-333.
- Judziewicz, E. 1990. Poaceae. *In*: Gürts-Van Rijn, A. R. A. (ed.). The Flora of the Guianas. Koeltz, Koenigstein, 727p.
- Lindorf, H.; Parisca, L. & Rodríguez, P. 1991. Botánica. Clasificación, estructura, reproducción. Ediciones de la Biblioteca, U.C.V., Caracas, 584p.
- Metcalf, C. R. 1960. Anatomy of the Monocotyledons I: Gramineae. Clarendon Press, Oxford, 731p.
- _____ & Clifford, H. 1968. Microhair on grasses. *Kew Bulletin*. 21(3): 490.
- Palmer, P. & Gerbeth-Jones, S. 1986. A scanning electron microscope survey of the epidermis of east African grasses, IV. *Smithsonian Contributions to Botany* 62.
- Peña, E. & Saralegui, H. 1982. Técnicas de anatomía vegetal. Universidad de La Habana, La Habana, 100p.
- Renvoize, S. A. 1987. A survey of leaf-blade anatomy in grasses XI: Paniceae. *Kew Bulletin* 42(3): 739-768.
- SAS Institute Inc. 1999-2001. SAS release 8.02. Cary.
- Stewart, D. R. 1965a. The epidermal characters of grasses with special reference to east African plains species. 1st Part. *Botanische Jahrbücher* 84(1): 63-116.
- _____. 1965b. The epidermal characters of grasses with special reference to east African plains species. 2nd Part. *Botanische Jahrbücher* 84(2): 117-174.
- Tateoka, T.; Sukemitsu, I. & Kawano, S. 1959. Notes on grasses. IX. Systematic significance of bicellular microhairs of leaf epidermis. *Botanical Gazette* 121(2): 80-91.
- Watson, L. & Dallwitz, M. J. 1992. Grass genera of the world, [en línea]. Version: 10th August 2003. Dirección URL: <<http://delta-intkey.com>>. [Consulta: sep.-oct 2003].
- Zuloaga, F. O. 1987. Systematics of new world species of *Panicum* (Poaceae: Paniceae). *In*: Soderstrom, T.; Hilu, K.; Campbell, C. & Barkwoth, M. (eds.). Grass systematics and evolution. Smithsonian Institution Press, Washington. Pp: 287-306.
- _____ & Sendulsky, T. 1988. A revision of *Panicum* subgenus *Phanopyrum* section *Stolonifera* (Poaceae: Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 420-455.