



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

FERNANDA BARBOSA VIEIRA

LÂMINA E BAINHA FOLIAR: DESCRITORES ANATÔMICOS  
EM *Paspalum* L. (POACEAE: PANICEAE)

Brasília  
Agosto, 2013

FERNANDA BARBOSA VIEIRA

LÂMINA E BAINHA FOLIAR: DESCRITORES ANATÔMICOS  
EM *Paspalum* L. (POACEAE: PANICEAE)

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Botânica, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Dalva Graciano Ribeiro

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Regina Célia de Oliveira

Brasília

Agosto, 2013

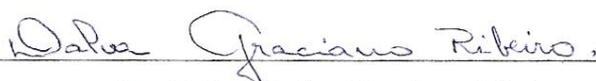
FERNANDA BARBOSA VIEIRA

LÂMINA E BAINHA FOLIAR: DESCRITORES ANATÔMICOS EM  
*Paspalum* L. (POACEAE: PANICEAE)

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Botânica e aprovada em sua forma final pelo programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade de Brasília.

Aprovada em 08 / 08 / 2013

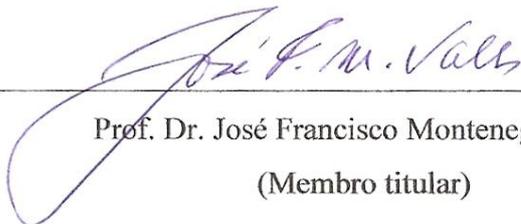
BANCA EXAMINADORA



---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Dalva Graciano Ribeiro

(Orientadora)



---

Prof. Dr. José Francisco Montenegro Valls

(Membro titular)



---

Prof. Dr. Christopher William Fagg

(Membro titular)

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Maria Helena Rezende

(Membro suplente)

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo concedida.

À Dalva Graciano Ribeiro pela confiança, amizade, paciência e pelos valiosos ensinamentos durante esses anos. Meus sinceros agradecimentos!

À Regina Célia de Oliveira por ter contribuído com este trabalho e por sempre estar disponível para me ajudar.

À Maria Helena Rezende pela atenção e amizade. Obrigada por ter me recebido no Laboratório de Anatomia Vegetal da UFG todas as vezes que precisei.

Aos professores do Departamento de Botânica da UnB e do Departamento de Biologia Geral da UFG pelos conhecimentos disponibilizados.

Ao Heleno Dias Ferreira pela atenção e preciosas sugestões para este trabalho.

Ao Ildeu Soares Martins, Ricardo Teles e Juliana Facchini pelo auxílio nas análises dos dados.

À minha família que sempre esteve presente e acreditou em mim. Ao meu namorado Charles pelo apoio e companherismo.

À todos os meus amigos pelos bons momentos que passamos juntos.

## SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	vii
Lista de Tabelas.....	viii
Lista de Siglas e Abreviações.....	ix
RESUMO.....	12
ABSTRACT.....	12
INTRODUÇÃO GERAL.....	14
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
Poaceae Barnhart.....	15
<i>Paspalum</i> L.....	16
Caracteres morfológicos e anatômicos.....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18
CAPÍTULO I. Valor taxonômico da anatomia da lâmina foliar em três espécies de <i>Paspalum</i> L. de distintos habitats.....	22
Resumo.....	23
Introdução.....	24
Material e Métodos.....	25
Resultados.....	27
Discussão.....	36
Referências Bibliográficas.....	42
Ilustrações.....	46
CAPÍTULO II. Caracterização anatômica da bainha foliar de três espécies de <i>Paspalum</i> L.....	51
Resumo.....	52
Introdução.....	53
Material e Métodos.....	54
Resultados.....	56
Discussão.....	62
Referências Bibliográficas.....	66
Ilustrações.....	71
CAPÍTULO III. Comparação dos caracteres anatômicos ocorrentes na lâmina e bainha foliar de três espécies de <i>Paspalum</i> L.....	75

Resumo.....	76
Introdução.....	77
Material e Métodos.....	78
Resultados.....	81
Discussão.....	86
Referências Bibliográficas.....	89
Ilustrações e Tabelas.....	94

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo I

Figura 1. Secção transversal da lâmina foliar.....	46
Figura 2. Secção transversal da lâmina foliar.....	47
Figura 3. Secção paradérmica da lâmina foliar.....	48
Figura 4. Secção paradérmica da lâmina foliar.....	49
Figura 5. Microscopia Eletrônica de Varredura da lâmina foliar.....	50

### Capítulo II

Figura 1. Secção transversal da bainha foliar.....	71
Figura 2. Secção transversal da bainha foliar.....	72
Figura 3. Secção paradérmica da bainha foliar.....	73
Figura 4. Microscopia Eletrônica de Varredura da bainha foliar.....	74

### Capítulo III

Figura 1. Dispersão gráfica das cinco populações de <i>Paspalum</i> nas duas primeiras componentes principais, para o conjunto de 76 caracteres anatômicos quantitativos da lâmina e bainha foliar.....	85
Figura 2. Secção transversal da lâmina e bainha foliar.....	94
Figura 3. Secção paradérmica e microscopia eletrônica de varredura da lâmina e bainha foliar.....	95

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I

Tabela 1. Lista de espécies de *Paspalum* estudadas com localidade, data de coleta, coordenadas, coletor, número, fitofisionomia, relevo e substrato. PPMT – *Paspalum polyphyllum* (Mato Grosso), PPDF – *Paspalum polyphyllum* (Distrito Federal), PPAR – *Paspalum polyphyllum* (Argentina), PR – *Paspalum rostratum*, PV – *Paspalum vaginatum*..... 26

Tabela 2. Caracteres anatômicos analisados em *Paspalum*. \*Caracteres com valor taxonômico. \*\*Caracteres possivelmente afetados pelas condições ambientais, visto que variaram entre as populações da mesma espécie. PPMT – *Paspalum polyphyllum* (Mato Grosso), PPDF – *Paspalum polyphyllum* (Distrito Federal), PPAR – *Paspalum polyphyllum* (Argentina), PR – *Paspalum rostratum*, PV – *Paspalum vaginatum*..... 30

### Capítulo II

Tabela 1. Lista de espécies de *Paspalum* estudadas com localidade, data de coleta, coordenadas, coletor, número, fitofisionomia, relevo e substrato. PPMT – *Paspalum polyphyllum* (Mato Grosso), PPDF – *Paspalum polyphyllum* (Distrito Federal), PPAR – *Paspalum polyphyllum* (Argentina), PR – *Paspalum rostratum*, PV – *Paspalum vaginatum*..... 55

Tabela 2. Caracteres anatômicos diferenciais das cinco populações de *Paspalum* analisadas. \*Caracteres com valor taxonômico. \*\*Caracteres possivelmente afetados pelas condições ambientais, visto que variaram entre as populações da mesma espécie. PPMT – *Paspalum polyphyllum* (Mato Grosso), PPDF – *Paspalum polyphyllum* (Distrito Federal), PPAR – *Paspalum polyphyllum* (Argentina), PR – *Paspalum rostratum*, PV – *Paspalum vaginatum*..... 59

### Capítulo III

Tabela 1. Lista de espécies de *Paspalum* estudadas com localidade, data de coleta, coordenadas, coletor, número, fitofisionomia, relevo e substrato. PPMT – *Paspalum polyphyllum* (Mato Grosso), PPDF – *Paspalum polyphyllum* (Distrito Federal), PPAR – *Paspalum polyphyllum* (Argentina), PR – *Paspalum rostratum*, PV – *Paspalum vaginatum*..... 79

Tabela 2. Caracteres anatômicos discriminativos da lâmina foliar das cinco populações de <i>Paspalum</i> analisadas. PPMT – <i>Paspalum polyphyllum</i> (Mato Grosso), PPDF – <i>Paspalum polyphyllum</i> (Distrito Federal), PPAR – <i>Paspalum polyphyllum</i> (Argentina), PR – <i>Paspalum rostratum</i> , PV – <i>Paspalum vaginatum</i> .....	82
Tabela 3. Caracteres anatômicos discriminativos da bainha foliar das cinco populações de <i>Paspalum</i> analisadas. PPMT – <i>Paspalum polyphyllum</i> (Mato Grosso), PPDF – <i>Paspalum polyphyllum</i> (Distrito Federal), PPAR – <i>Paspalum polyphyllum</i> (Argentina), PR – <i>Paspalum rostratum</i> , PV – <i>Paspalum vaginatum</i> .....	83
Tabela 4. Coeficientes de correlação dos caracteres quantitativos com maior peso nas duas primeiras componentes principais e valores da variância explicada e acumulada.....	85
Tabela 5. Caracteres anatômicos da lâmina foliar e seus respectivos estados. PPMT – <i>Paspalum polyphyllum</i> (Mato Grosso), PPDF – <i>Paspalum polyphyllum</i> (Distrito Federal), PPAR – <i>Paspalum polyphyllum</i> (Argentina), PR – <i>Paspalum rostratum</i> , PV – <i>Paspalum vaginatum</i> .....	96
Tabela 6. Caracteres anatômicos da bainha foliar e seus respectivos estados. PPMT – <i>Paspalum polyphyllum</i> (Mato Grosso), PPDF – <i>Paspalum polyphyllum</i> (Distrito Federal), PPAR – <i>Paspalum polyphyllum</i> (Argentina), PR – <i>Paspalum rostratum</i> , PV – <i>Paspalum vaginatum</i> .....	110

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

- B – bordo
- BA – bainha do feixe vascular
- CA – cavidade aerenquimática
- CB – célula buliforme
- CD – célula distintiva
- CEC – célula epidérmica comum
- CI – célula interstomática
- CLC – célula longa costal
- CLI – célula longa intercostal
- CS – célula suberosa
- CSAE – célula suberosa de formato alto e estreito
- CSAL – célula suberosa de formato alto e largo
- CSi – célula silicificada
- CSiAE – célula silicificada de formato alto e estreito
- CSiC – célula silicificada de formato cruciforme
- CSiE – célula silicificada de formato elíptico
- CSiH – célula silicificada de formato halteriforme
- CSiN – célula silicificada de formato nodular
- CSiQ – célula silicificada de formato quadrado
- CSiR – célula silicificada retangular
- CSiT – célula silicificada de formato triangular
- CSQ – célula suberosa de formato quadrado
- CSR – célula suberosa de formato reniforme
- CSu – câmara subestomática
- EP – espinho
- Es – estômato
- EX – extensão da bainha do feixe vascular
- Fi – fibra
- FV1 – feixe vascular de 1ª ordem
- FV2 – feixe vascular de 2ª ordem
- FV3 – feixe vascular de 3ª ordem
- GA – gancho

MaT – macrotricoma  
MaTAL – macrotricoma em almofada  
MiT – microtricoma  
NP – nervura principal  
P – papila  
PC – parênquima clorofiliano  
PI – parênquima incolor  
PPAR – *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. Argentina  
PPDF – *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. Distrito Federal  
PPMT – *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. Mato Grosso  
PR – *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira  
PV – *Paspalum vaginatum* Sw.  
S – sulcos  
UnB – Universidade de Brasília  
UFG – Universidade Federal de Goiás  
ZC – zona costal  
ZI – zona intercostal

## RESUMO

(Lâmina e Bainha Foliar: Descritores Anatômicos em *Paspalum* L. (Poaceae: Paniceae)). Na tribo Paniceae o gênero *Paspalum* é um dos mais importantes, em decorrência do grande número de espécies e da extensa distribuição geográfica, com cerca de 330 espécies. No Brasil o número estimado de espécies é 206. O presente trabalho objetiva testar a hipótese de que a bainha foliar apresenta caracteres anatômicos mais estáveis e conseqüentemente mais informativos que a lâmina, através da caracterização anatômica da lâmina e da bainha foliar de três populações de *Paspalum polyphyllum* Nees ex. Trin. e a comparação com as espécies *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira e *Paspalum vaginatum* Sw. Para a caracterização anatômica foram analisadas secções transversais e paradérmicas do terço médio da lâmina e bainha foliar das cinco populações em estudo. Os dados quantitativos foram obtidos através da medida de 76 caracteres da lâmina e bainha foliar. Já os dados qualitativos foram classificados de acordo com a matriz de caracteres elaborada. De acordo com as análises, foi observado que a lâmina foliar apresentou uma maior quantidade de caracteres anatômicos qualitativos e quantitativos. Entretanto, a maioria destes caracteres estava associada às influências ambientais ou era comum ao gênero. Já a bainha foliar, mesmo com um menor número de caracteres, apresentou uma maior quantidade de características relevantes para a discriminação das espécies analisadas. Assim, nesse estudo, foi possível verificar que a bainha foliar das três espécies analisadas apresentou um maior número de caracteres com valor taxonômico.

**Palavras-chave:** anatomia, bainha foliar, caracteres qualitativos, *Paspalum*.

## ABSTRACT

(Blade and leaf sheath: anatomical descriptors in *Paspalum* L. (Poaceae: Paniceae)). At Paniceae, *Paspalum* genus is one of the most important, due to the large number of species and to extensive geographic distribution, with around 330 species. In Brazil, the estimated number of species is around 206. The present work purposes to verify the hypothesis that leaf sheath has more stable anatomic features and so, more informative than blade, through the anatomic characterization of the blade and leaf sheath in three populations of *Paspalum polyphyllum* Nees ex. Trin. and comparison with the species *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira and *Paspalum vaginatum* Sw. In order to have a anatomic characterization transversal and paradermic sections from the middle third of the blade and

leaf sheath from the five populations being studied. The quantitative data were obtained through the measure of 76 characters of the blade and leaf sheath. Qualitative data were assorted according to the character matrix elaborated. According with analysis, leaf blade has a larger number of anatomic characters both qualitative and quantitative. But, most of these characters was linked to environmental influence, or was common to the genus. In other hand, leaf sheath, even having minus characters, has more relevant characters to discrimination of the analyzed species. So, in this study, was possible verify that the leaf sheath of the three analyzed species has shown a larger number of characters with taxonomic value.

Keywords: anatomy, leaf sheath, qualitative characters, *Paspalum*.

## INTRODUÇÃO GERAL

*Paspalum* L. pertence à família Poaceae, subfamília Panicoideae (Aliscioni & Denham, 2009) e é reconhecido como um dos gêneros mais importantes dentro da tribo Paniceae (Aliscioni, 2002). Possui aproximadamente 330 espécies (Zanotti et al., 2010) que se encontram distribuídas principalmente no continente americano (Clayton & Renvoize, 1986) e algumas na Ásia, África e Oceania (Rua et al., 2010).

No Brasil o gênero é representado por aproximadamente 206 espécies (Valls & Oliveira, 2013). O centro de diversidade do gênero se localiza na região central do país (Chase, 1929) e apresenta o maior número de espécies de bom potencial forrageiro entre as gramíneas brasileiras (Valls, 1994).

As espécies ocorrem em uma ampla diversidade de habitats, além de apresentarem uma grande adaptabilidade ecológica (Aliscioni, 2000). São caracterizadas morfológicamente pelas espiguetas plano-convexas e, quase sempre, pela ausência da gluma inferior (Oliveira & Valls, 2008).

Devido ao grande número de espécies e diversidade morfológica, alguns autores dividiram o gênero em subgêneros, seções ou grupos informais (Giussani et al., 2009). Essas divisões basearam-se em características morfológicas, como as da espiguetas e desconsideraram muitas vezes os caracteres anatômicos foliares (Aliscioni, 2002).

Entre os trabalhos que realizaram estudos sobre anatomia da lâmina foliar de *Paspalum*, destacam-se os de Türpe (1966), Brown (1977), Ellis (1977), Cialdella et al. (1995), Morrone et al. (1995, 1996, 2000), Aliscioni & Arriaga (1998), Aliscioni (1999, 2000), Denham (2005) e Aliscioni & Denham (2009), sendo que o trabalho mais extenso e importante foi de Türpe (1966), que abrangeu 70 espécies de *Paspalum* da flora Argentina. Apesar de não estabelecer relações entre as espécies, a autora considerou o gênero homogêneo, de acordo com suas características anatômicas. Entretanto, Aliscioni (1999) considerou o gênero anatomicamente heterogêneo devido às diferentes características observadas em alguns grupos de espécies. Porém, Türpe (1966) aponta que diferenças anatômicas encontradas na lâmina foliar refletem condições ecológicas dos ambientes onde as espécies vivem.

Em seu trabalho sobre anatomia ecológica, com 32 espécies do gênero *Paspalum*, Aliscioni (2000) além de descrever as diferentes estratégias adaptativas encontradas no gênero, destacou que espécies de diferentes ambientes podem apresentar características anatômicas semelhantes. Assim, a caracterização anatômica de lâminas foliares de *Paspalum*

pode refletir mais as adaptações ambientais do que caracteres estáveis e de valor taxonômico. Desta forma, uma alternativa poderia ser encontrada na caracterização anatômica da bainha foliar, pois os padrões anatômicos da lâmina e da bainha foliar podem ser independentes (Aiken & Lefkovitch, 1993).

Em um estudo anatômico sobre a bainha foliar de algumas espécies do gênero *Otachyrium*, Graciano-Ribeiro (2002) observou que as características anatômicas são pouco afetadas pelo ambiente e que ocorre uma variação morfológica dentro do gênero, sendo tais informações úteis para fins taxonômicos. Deste modo, a hipótese de que a bainha foliar possui caracteres anatômicos mais estáveis do que a lâmina foliar e conseqüentemente mais úteis para fins taxonômicos, foi testada, neste trabalho, através do estudo anatômico comparativo da lâmina e bainha foliar de três populações de *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. ocorrentes em Mato Grosso, Distrito Federal e Argentina. O grupo externo foi formado por duas espécies que são expostas a um nível extremo de pressão seletiva, como *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira que ocorre em borda de mata e *Paspalum vaginatum* Sw. em ambientes halófitos.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### Poaceae Barnhart

A família Poaceae pertence à ordem Poales do clado Monocotyledonae. Esta classificação foi proposta na primeira publicação do Grupo de Filogenia das Angiospermas em 1998 (APG I, 1998) e se manteve até a última revisão em 2009 (APG III, 2009).

É considerada a quinta família de maior diversidade, com aproximadamente 800 gêneros e mais de 10.000 espécies (Bouchenak-Khelladi et al., 2010) e do ponto de vista econômico a mais importante (Longhi-Wagner, 2012). Também possui uma grande importância ecológica, devido às espécies ocorrerem em diversos ambientes naturais e que sofreram ação antrópica (Bremer, 2002).

Por causa da grande diversidade e variabilidade da família Poaceae, alguns pesquisadores a dividiram em subfamílias (Watson & Dallwitz, 1992). Inicialmente estas divisões foram baseadas em caracteres morfológicos, anatômicos e citológicos, sendo que os dados moleculares foram incluídos recentemente. Assim, o número aceito de subfamílias e os caracteres utilizados para dividi-las tem variado ao longo do tempo (Longhi-Wagner, 2012) e recentemente são reconhecidas 12 subfamílias (Mameaux et al., 2012).

Entre as subfamílias, Panicoideae destaca-se por ser a segunda maior com aproximadamente 206 gêneros e 3.270 espécies, sendo subdividida em seis tribos (GPWG, 2001), distribuídas em todos os continentes, com exceção para a Antártica. Os representantes de Panicoideae são dominantes em regiões tropicais e subtropicais, sendo que os mais importantes são *Zea mays*, *Sorghum bicolor*, *Saccharum officinarum*, *Panicum miliaceum*, *Pennisetum glaucum*, *Setaria italica* e *Echinochloa colona* (Giussani et al., 2001).

### ***Paspalum* L.**

Na tribo Paniceae, o gênero *Paspalum* é um dos mais importantes, em decorrência do grande número de espécies e da extensa distribuição geográfica (Aliscioni, 2002), com cerca de 330 espécies (Zanotti et al., 2010).

A maioria das espécies está distribuída nas regiões tropicais e subtropicais da América (Clayton & Renvoize, 1986) e algumas podem ser encontradas na Ásia, África e Oceania (Rua et. al., 2010). Na América do Sul a maior diversidade ocorre no Brasil, Argentina e Uruguai (Aliscioni, 2000).

As espécies do gênero *Paspalum* crescem em vários tipos de ambientes e possuem uma grande adaptabilidade ecológica (Aliscioni, 2000). Frequentemente habitam formações campestres abertas, mas também podem ser encontradas em bordas e interiores de florestas, dunas costeiras e ambientes alagados (Zuloaga & Morrone, 2005).

No Brasil o número estimado de espécies é 206 (Valls & Oliveira, 2013). Desta forma, o país destaca-se por apresentar o maior número de espécies de *Paspalum* (Chase, 1929; Judziewicz, 1990; Rua, 2006), sendo que essas espécies podem habitar quase todas as comunidades herbáceas dos diferentes ecossistemas que ocorrem no país (Totti et al., 2001).

Além de possuir um grande número de espécies nativas, *Paspalum* é um gênero reconhecido por englobar o maior número de espécies de bom potencial forrageiro em relação aos demais gêneros de gramíneas brasileiras (Valls, 1994). Dentre essas destacam-se *P. dilatatum* Poir. e *P. notatum* Flügge (Evers & Burson, 2004; Gates et al., 2004).

O grande número de espécies e a diversidade morfológica levaram diversos autores a dividir o gênero *Paspalum* em subgêneros, secções ou grupos informais (Giussani et. al., 2009). Recentemente são reconhecidos quatro subgêneros: *Paspalum* subg. *Anachyris* (Nees) Chase, *P.* subg. *Ceresia* (Pers.) Rchb., *P.* subg. *Harpostachys* (Trin.) S. Denham e *P.* subg. *Paspalum* (Denham, 2005), sendo o último composto por aproximadamente 265 espécies distribuídas em 25 grupos informais (Aliscioni & Denham, 2009).

## Caracteres morfológicos e anatômicos

As características morfológicas que diferenciam o gênero são, geralmente, ausência de gluma inferior e espiguetas plano-convexas, com o dorso do lema superior em posição adaxial (Oliveira & Valls, 2008).

Com relação à via fotossintética, as espécies do gênero são do tipo C<sub>4</sub>, com anatomia Kranz subtipo MS (XyMS-) (Hattersley & Watson, 1976). Plantas que possuem esse tipo de metabolismo apresentam características anatômicas particulares e que, ao mesmo tempo, as diferenciam das outras: distância intervenal curta, clorênquima radiado, células da bainha do feixe vascular bem desenvolvidas, com acúmulo de uma grande quantidade de amido e paredes espessadas (Hattersley & Watson, 1975).

As principais características anatômicas da lâmina foliar de *Paspalum* são: epiderme tipicamente panicóide, onde as células epidérmicas estão dispostas em fileiras paralelas que são constituídas por um tipo de célula longa e dois de células curtas. Nervura principal inconspícua a desenvolvida, associada com parênquima incolor em direção à face adaxial e feixes vasculares para a face abaxial. Feixes vasculares com apenas uma bainha contínua ou às vezes interrompida por células esclerenquimáticas. Mesofilo formado por clorênquima de disposição radiada a irregularmente radiada, disposto em um único círculo em volta dos feixes vasculares, e células buliformes na epiderme adaxial compondo grupos grandes ou regulares em forma de leque (Türpe, 1966; Aliscioni, 2000).

Apesar da maioria dos estudos anatômicos enfocarem a lâmina foliar de *Paspalum*, alguns abordaram diferentes órgãos (Aliscioni & Denham, 2008), como a ráquis (Aliscioni & Denham, 2008) e o colmo (Metcalf, 1960; Arriaga & Sánchez, 1992). A bainha foliar de *Paspalum* foi abordada nos estudos de Insausti et al. (2001), Vasellati et al. (2001) e Fabbri et al. (2005), contudo nenhum deles objetivava a caracterização anatômica da mesma, sendo esta encontrada apenas nos trabalhos de Coradin (1982), Scheffer-Basso et al. (2002), Aliscioni & Denham (2009) e Eichemberg (2012).

Embora não sejam sobre espécies de *Paspalum*, os estudos que enfocam anatomia da bainha foliar de Aiken & Lefkovitch (1993) e Graciano-Ribeiro (2002), devem ser destacados pelo fato de serem os únicos que estabeleceram uma relação entre a anatomia da lâmina e bainha foliar, mostrando que suas características são independentes. Além disso, Graciano-Ribeiro (2002) destacou que as características anatômicas da bainha foliar são pouco afetadas pelo ambiente e que ocorre uma variação morfológica dentro do gênero, sendo tais informações úteis para fins taxonômicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aiken, S. G. & Lefkovitch, L. P. 1993. On the separation of two species within *Festuca* subg. *Obtusae* (Poaceae). *Taxon* 42: 323-337.
- Aliscioni, S. S. 1999. Estudio histofoliar comparado de especies americanas del género *Paspalum* L. (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales.
- Aliscioni, S. S. 2000. Anatomía ecológica de algunas especies del género *Paspalum* (Poaceae, Panicoideae, Paniceae). *Darwiniana* 38: 187-207.
- Aliscioni, S. S. 2002. Contribución a la filogenia del género *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89: 504-523.
- Aliscioni, S. S. & Arriaga, M. O. 1998. Estudio histofoliar comparado de las especies de los grupos Virgata y Quadrifaria del género *Paspalum* L. (Poaceae-Panicoideae-Paniceae). *Candollea* 53: 333-348.
- Aliscioni, S. S. & Denham, S. S. 2008. Rachis of the genus *Paspalum* L. (Poaceae: Panicoideae: Paniceae): Anatomy and taxonomic significance of the primary branches of the inflorescences. *Flora* 203: 60-76.
- Aliscioni, S. S. & Denham, S. S. 2009. Atypical foliar anatomy related to Kranz syndrome in *Paspalum inaequalve* and *Paspalum microstachyum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Flora* 204: 718-729.
- APG I. 1998. An Ordinal Classification for the Families of Flowering Plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 85: 531-553.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.
- Arriaga, M. O. & Sánchez, E. 1992. Estructura Kranz MS em tallos floríferos de Poaceae. *Parodiana* 7: 77-82.
- Bouchenak-Khelladi, Y.; Verboom, G. A.; Savolainen, V. & Hodkinson, T. R. 2010. Biogeography of the grasses (Poaceae): a phylogenetic approach to reveal evolutionary history in geographical space and geological time. *Botanical Journal of the Linnean Society* 162: 543-557.
- Bremer, K. 2002. Gondwanan evolution of the grass alliance of families (Poales). *Evolution* 56: 1374-1387.

- Brown, W. V. 1977. The Kranz syndrome and its subtypes in grass systematics. *Memoirs of the Torrey Botanical Club* 23: 1-97.
- Chase, A. 1929. The North American species of *Paspalum*. *Contributions from the United States National Herbarium* 28: 1-310.
- Cialdella, A. M.; Morrone, O. & Zuloaga, F. O. 1995. Revisión de las especies del género *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae) grupo Bonplandiana. *Darwiniana* 33: 67-95.
- Clayton, W. D. & Renvoize, S. A. 1986. *Genera Graminum*. London: Her Majesty's Stationary Office.
- Coradin, V. T. R. 1982. Contribuição ao Estudo Morfológico e Anatômico de *Paspalum guenoarum* Arech. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Denham, S. S. 2005. Revisión sistemática del subgénero *Harpostachys* de *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 92: 463-532.
- Eichemberg, M. T. 2012. Morfologia e anatomia de *Paspalum* L. (Poaceae, Poales) e suas implicações taxonômicas. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
- Ellis, R. P. 1977. Distribution of the Kranz Syndrome in the Southern African Eragrostoideae and Panicoideae according to bundle sheath anatomy and cytology. *Bothalia* 9: 73-110.
- Evers, G. W. & Burson, B. L. 2004. Dallisgrass and other *Paspalum* species. In L. E. Moser, B. L. Burson & L. E. Sollenberger (eds.), 45. *Warm-Season (C 4) Grasses*, pp. 681-713. Agronomy Monographs. Madison, Wisconsin: ASA-CSSA-SSSA.
- Fabbri, L. T., Rua, G. H. & Bartoloni, N. 2005. Different patterns of aerenchyma formation in two hygrophytic species of *Paspalum* (Poaceae) as response to flooding. *Flora* 200: 354-360.
- Gates, R. N., Quarín, C. L. & Pedreira, C. G. S. 2004. Bahiagrass. In L. E. Moser, B. L. Burson & L. E. Sollenberger (eds.). *Warm-Season (C 4) Grasses*, pp. 651-680. Agronomy Monographs 45. Madison, Wisconsin: ASA-CSSA-SSSA.
- Giussani, L. M., Zuloaga, F. O., Quarín, C. L., Cota-Sánchez, H., Ubayasena, K. & Morrone, O. 2009. Phylogenetic relationships in the genus *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae): An assessment of the Quadrifaria and Virgata informal groups. *Systematic Botany* 34: 32-43.

- Giussani, L. M.; Cota-Sánchez, J. H.; Zuloaga, F. O. & Kellogg, E. A. 2001. A molecular phylogeny of the grass subfamily Panicoideae (Poaceae) shows multiple origins of C<sub>4</sub> photosynthesis. *American Journal of Botany* 88: 1993-2012.
- GPWG. 2001. Phylogeny and subfamily classification of the grasses (Poaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 88: 373-430.
- Graciano-Ribeiro, D. 2002. Caracteres anatômicos aplicados à taxonomia e variações ambientais das espécies de *Otachyrium* da América do Sul. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Hattersley, P. W. & Watson, L. 1975. Anatomical parameters for predicting photosynthetic pathways of grass leaves: the 'maximum lateral cell count' and the 'maximum cells distant count'. *Phytomorphology* 25: 325-333.
- Hattersley, P. W. & Watson, L. 1976. C<sub>4</sub> grasses: an anatomical criterion for distinguishing between NADP-Malic enzyme species and PCK or NAD-Malic enzyme species. *Australian Journal of Botany* 24: 297-308.
- Insausti, P., Grimoldi, A. A., Chaneton, E. J. & Vasellati, V. 2001. Flooding induces a suite of adaptive plastic responses in the grass *Paspalum dilatatum*. *New Phytologist* 152: 291-299.
- Judziewicz, E. J. 1990. Family 187. Poaceae (Gramineae). In A. R. A. Görts-van Rijn (ed.). Flora of the Guianas. Series A: Phanerogams. Koltz Scientific Books, *Königstein* 8: 1-727.
- Longhi-Wagner, H. M. 2012. Poaceae: an overview with reference to Brazil. *Rodriguésia* 63: 89-100.
- Mameaux, S.; Cockram, J.; Thiel, T.; Steuernagel, B.; Stein, N.; Taudien, S.; Jack, P.; Werner, P.; Gray, J. C.; Greenland, A. J. & Powell, W. 2012. Molecular, phylogenetic and comparative genomic analysis of the cytokinin oxidase/dehydrogenase gene family in the Poaceae. *Plant Biotechnology Journal* 10: 67-82.
- Metcalf, C. R. 1960. *Anatomy of the Monocotyledons, I*. Oxford: Clarendon Press.
- Morrone, O., Denham, S. S., Aliscioni, S. S. & Zuloaga, F. O. 2000. Revisión de las especies de *Paspalum* (Panicoideae: Paniceae), subgénero *Anachyris*. *Candollea* 55: 105-135.
- Morrone, O.; Vega, A. & Zuloaga, F. O. 1996. Revisión del grupo Dissecta (s.str) del género *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Candollea* 51: 2-34.
- Morrone, O., Zuloaga, F. O. & Carbono, E. 1995. Revisión del grupo Racemosa del género *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 82: 82-116.

- Oliveira, R. C. & Valls, J. F. M. 2008. Novos sinônimos e ocorrências em *Paspalum* L. (Poaceae). *Hoehnea* 35: 289-295.
- Rua, G. H. 2006. Estudos filogenéticos em Paniceae: os casos de *Paspalum* e *Digitaria*. In J. E. A. Mariath & R. P. Santos (eds.). *Avanços da Botânica no início do século XXI: morfologia, fisiologia, taxonomia, ecologia e genética*, pp. 170-173. Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil.
- Rua, G. H., Speranza, P. R., Vaio, M. & Arakaki, M. 2010. A phylogenetic analysis of the genus *Paspalum* (Poaceae) based on cpDNA and morphology. *Plant Systematics and Evolution* 288: 227-243.
- Scheffer-Basso, S. M.; Rodrigues, G. L. & Bordignon, M. V. 2002. Caracterização morfofisiológica e anatômica de *Paspalum urvillei* (Steudel). *Revista Brasileira de Zootecnia* 31: 1674-1679.
- Totti, R., Vencovsky, R. & Batista, L. A. R. 2001. Utilização de métodos de agrupamentos hierárquicos em acessos de *Paspalum* (Gramineae (Poaceae)). *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas* 22: 25-35.
- Türpe, A. M. 1966. Histotaxonomía de las especies argentinas del género *Paspalum*. *Lilloa* 32: 1-272.
- Valls, J. F. M. 1994. O potencial de plantas forrageiras tropicais americanas. *Anais do Simpósio Brasileiro de Forrageiras e Pastagens*, pp. 11-24. Campinas: CBNA.
- Valls, J. F. M. & Oliveira, R. C. 2013. *Paspalum* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB013432>. Acesso em: 05 de Junho de 2013.
- Vasellati, V., Oesterheld, M., Medan, D. & Loreti, J. 2001. Effects of flooding and drought on the anatomy of *Paspalum dilatatum*. *Annals of Botany* 88: 355-360.
- Watson, L. & Dallwitz, M. F. 1992. *The grass genera of the world*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Zanotti, C. A., Pozner, R. & Morrone, O. 2010. Understanding spikelet orientation in Paniceae (Poaceae). *American Journal of Botany* 97: 717-729.
- Zuloaga, F. O. & Morrone, O. 2005. Revisión de las especies de *Paspalum* para América del Sur Austral (Argentina, Bolivia, Sur del Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 102: 1-297.

## CAPÍTULO I<sup>1</sup>

Valor taxonômico da anatomia da lâmina foliar em três espécies de *Paspalum* L.  
de distintos habitats

---

<sup>1</sup> Para este capítulo seguiram-se as normas da revista Brazilian Journal of Botany.

## Resumo

(Valor taxonômico da anatomia da lâmina foliar em três espécies de *Paspalum* L. de distintos habitats). *Paspalum* L. pertence à família Poaceae e é considerado um dos gêneros mais importantes da tribo Paniceae com cerca de 330 espécies. O presente trabalho objetiva realizar um estudo anatômico comparativo da lâmina foliar de três populações de *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. e compará-las com as espécies *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira e *Paspalum vaginatum* Sw. Para a caracterização anatômica foram analisadas secções transversais e paradérmicas do terço médio da lâmina e foliar das espécies em estudo. De acordo com os caracteres anatômicos analisados, observou-se que os caracteres mais relevantes para distinguir as populações foram o número de fileiras de estômatos, papilas apenas na face adaxial, comprimento dos macrotricomos, formato da lâmina foliar, sulcos na superfície adaxial, crista estomática, formato das células buliformes, feixe vascular de 2ª ordem, extensão da bainha dos feixes vasculares e parênquima incolor na região da nervura central. Além disso, caracteres considerados na literatura com valor taxonômico apresentaram respostas às influências ambientais no presente estudo, como por exemplo, a presença de células distintivas Kranz e o formato das células silicificadas. Dessa forma, sugere-se um maior rigor quanto ao uso de tais caracteres anatômicos foliares na taxonomia do gênero.

**Palavras-chave:** caracteres anatômicos, células distintivas Kranz, Poaceae, taxonomia.

## Introdução

*Paspalum* L. pertence à família Poaceae e é considerado um dos gêneros mais importantes da tribo Paniceae, com cerca de 330 espécies (Zanotti et al. 2010) que estão distribuídas principalmente no continente americano e algumas na Ásia, África e Oceania (Rua et al. 2010).

O gênero é reconhecido por sua importância ecológica, valor forrageiro e ornamental, além da grande diversidade genética e morfológica dentro e entre suas espécies (Cidade et al. 2010). Esta diversidade e a ampla adaptabilidade ecológica são sustentadas pela variabilidade reprodutiva que exerce uma grande influência evolutiva neste grupo (Bashaw et al. 1970).

Devido ao grande número de espécies e à diversidade morfológica, alguns autores propuseram a divisão do gênero em subgêneros, secções ou grupos informais e, apesar de muitas revisões taxonômicas, as relações evolutivas dessas entidades são incertas (Giussani et al. 2009). Esta situação também foi confirmada por Rua et al. (2010) que, ao realizarem a análise filogenética de *Paspalum*, observaram que os resultados obtidos não suportavam a classificação subgenérica proposta por Denham (2005) e Zuloaga & Morrone (2005), uma vez que esta classificação não refletia relações filogenéticas naturais.

A anatomia foliar com enfoque taxonômico em Poaceae foi utilizada pela primeira vez por Duval-Jouve (1875). A seguir, vários autores definiram e ilustraram caracteres úteis na taxonomia de Poaceae (Metcalf 1960, Ellis 1976, 1979, Clifford & Watson 1977, Watson & Dallwitz 1980). Em *Paspalum*, o estudo de Türpe (1966) é considerado o mais importante, visto que foram caracterizadas anatomicamente as lâminas foliares de 70 espécies da flora Argentina.

Atualmente, as controvérsias em torno da utilização de caracteres morfológicos, inclusive anatômicos, em estudos filogenéticos se mantêm, pelo fato de os mesmos serem amplamente afetados por fatores ambientais e também pela falta de padronização quanto à classificação, uma vez que esta pode variar conforme o autor (Essi & Souza-Chies 2007).

Os caracteres anatômicos foliares com valor taxonômico em Poaceae estão bem estabelecidos, desde os estudos de Metcalfe (1960). Entretanto, é importante avaliar a confiabilidade dos mesmos, pois apesar da plasticidade fenotípica não alterar fortemente a estrutura foliar, algumas modificações induzidas pelo ambiente podem ocorrer, sendo necessária uma avaliação cuidadosa das variações anatômicas, antes do seu uso na taxonomia de gramíneas (Cristina et al. 2008).

Ao considerar a necessidade de uma melhor circunscrição das espécies de *Paspalum*, juntamente com a importância de se analisar a confiabilidade dos caracteres anatômicos na taxonomia, o presente trabalho objetiva realizar um estudo anatômico comparativo da lâmina foliar de três populações de *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. Além disso, estas populações são comparadas com duas espécies que suportam um nível extremo de pressão seletiva, visto que *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira ocorre em borda de mata e *Paspalum vaginatum* Sw. em ambientes halófitos.

## **Material e Métodos**

As coletas do material vegetal de *P. polyphyllum*, *P. rostratum* e *P. vaginatum* foram realizadas em diferentes localidades, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Lista de espécies de *Paspalum* estudadas com localidade, data de coleta, coordenadas, coletor, número, fitofisionomia, relevo e substrato. PPMT – *Paspalum polyphyllum* (Mato Grosso), PPDF – *Paspalum polyphyllum* (Distrito Federal), PPAR – *Paspalum polyphyllum* (Argentina), PR – *Paspalum rostratum*, PV – *Paspalum vaginatum*.

Espécie	Localidade	Data de coleta	Coordenadas	Coletor	Número	Fitofisionomia	Relevo	Substrato
<i>Paspalum polyphyllum</i> (PPMT)	Brasil, Mato Grosso, Santo Antônio do Leverger	15/04/2011	15°57'44,2"S; 55°18'47,4"W	A. S. Silva	229	Campo rupestre	Fortemente ondulado	Rochoso
<i>Paspalum polyphyllum</i> (PPDF)	Brasil, Distrito Federal, Lago Oeste	05/08/2010	15°34'52,3"S, 48°02'48,7"W	R. C. Oliveira et al.	2555	Cerrado <i>sensu stricto</i>	Plano	Argiloso
<i>Paspalum polyphyllum</i> (PPAR)	Argentina, Misiones, Candelaria	26/04/2011	27°27'56,4"S, 55°25'46,4"W	Honfi et al.	1547	Campo	Plano	Argiloso
<i>Paspalum rostratum</i> (PR)	Brasil, Distrito Federal, Lago Oeste	11/09/2009	15°31'54,42"S; 48°02'50,22"W	D. M. Ramos & R. C. Oliveira	42	Transição Mata de Galeria-Campo	Fortemente ondulado	Laterítico
<i>Paspalum vaginatum</i> (PV)	Brasil, Rio Grande do Norte, Mossoró	14/07/2011	5°11'52,2"S; 37°19'34,6"W	A. S. Silva & C. G. P. Leal	262	Campo úmido antropizado halófito	Plano	Arenoso

Amostras da lâmina foliar foram coletadas, em campo, dos 2º e 3º nós, contando do ápice para a base do ramo, de três indivíduos em cada população e armazenadas em etanol 70% (Jensen 1962). Os materiais vegetais obtidos de exsicatas do Herbário da UnB (PPDF e PPAR) foram reidratados em série etílica decrescente (Graciano-Ribeiro 2002). Para os estudos anatômicos, foram analisadas as regiões medianas da lâmina foliar.

Secções transversais foram obtidas com auxílio de micrótomo de mesa (R. Jungag Heidelberg), clarificadas, coradas com azul de astra 1% e fucsina básica 1% (3:1) e montadas em resina sintética (Paiva et al. 2006). Para o estudo da epiderme e também de células livres (dissociados/macerados), fragmentos da lâmina foram submetidos à solução de Franklin (1945), corados em solução de azul de metileno 1% com bórax (Langeron 1949) e montados em resina sintética (Paiva et al. 2006). O teste histoquímico de Sudam IV (Johansen 1940) foi realizado para evidenciar a cutícula.

Caracteres micromorfológicos foram observados via microscopia eletrônica de varredura, com auxílio do microscópio eletrônico de varredura JEOL JEM 840, segundo metodologia usual (Bozzola & Russel 1992). As fotomicrografias dos cortes anatômicos foram obtidas com o auxílio do microscópio Olympus CX 31 acoplado a máquina digital, modelo Olympus C-7070. A terminologia utilizada para a descrição anatômica seguiu principalmente Ellis (1976, 1979), Metcalfe (1960) e Graciano-Ribeiro et al. (2006).

## Resultados

Os caracteres anatômicos analisados nas cinco populações de *Paspalum* são apresentados na Tabela 2. Ressalta-se que não foram incluídos nesta tabela os caracteres comuns ao gênero, bem como os que apresentaram mais de um estado em uma mesma população.

Secção transversal – *Formato*: aberto (Fig. 1A) ou em “V” aberto (Fig. 1B). *Superfície face adaxial*: lisa ou com sulcos (Fig. 1B). *Superfície face abaxial*: lisa, levemente ondulada ou ondulada. *Cutícula*: delgada nas duas faces ou espessa apenas na face abaxial. *Células epidérmicas comuns adaxiais*: arredondadas com paredes levemente espessadas, são menores, maiores ou do mesmo tamanho que as células da face abaxial e podem ser papilosas (Fig. 1C). *Células epidérmicas comuns abaxiais*: semelhantes às da face adaxial, entretanto podem ser retangulares. *Células buliformes*: grupos extensos de 3-9 células de formato retangular (Fig. 1C), ou definidos com 3-4 células em forma de leque (Fig. 1D), que localizam-se acima dos feixes vasculares de 3ª ordem. *Estômatos*: nivelados, acima ou abaixo

do nível das demais células epidérmicas comuns, presença de câmara subestomática (Fig. 1D) e podem possuir cristas estomáticas. *Mesofilo*: homogêneo, formado por parênquima clorofiliano e células incolores. *Parênquima clorofiliano*: uma camada de células, disposta radialmente em volta dos feixes vasculares (Fig. 1D), que são alongadas radialmente ou poliédricas, com paredes delgadas, do tipo raquimorfa. *Células incolores*: são isodiamétricas de paredes delgadas e podem se associar aos feixes vasculares. *Fibras*: formam calotas (Fig. 1C) ou cordões (Fig. 1F) em ambas as faces, são isodiamétricas ou elípticas, de paredes densamente espessadas. *Células distintivas*: quando presentes ocorrem em grupos de 2-5 células (Fig. 1F). *Distância intervenal*: 1-3 células de parênquima clorofiliano do tipo raquimorfa. *Sistema vascular*: feixes vasculares de 1ª ordem (Fig. 1C) de formato elíptico, circular ou oval, com 2-4 elementos de metaxilema conspícuos que são maiores ou do mesmo tamanho que as células da bainha do feixe vascular, presença às vezes de lacunas de protoxilema e de floema envolto por fibras; feixes vasculares de 2ª ordem (Fig. 2C) geralmente ausentes, de formato circular; e feixes vasculares de 3ª (Fig. 2A) ordem de formato angular, sendo que alguns são caracterizados pelo xilema e floema indistinguíveis, porém a maioria apresenta algumas células de xilema e floema distintas. *Distribuição dos feixes vasculares*: feixes vasculares de 1ª, 2ª e 3ª ordens estão equidistantes na lâmina foliar ou próximos da face adaxial, enquanto que os feixes vasculares de 3ª ordem que ocorrem abaixo das células buliformes estão próximos da face abaxial. 3-17 feixes vasculares de 3ª ordem entre dois feixes vasculares de 1ª ordem. *Bainha dos feixes vasculares*: única (Fig. 1E), às vezes incompleta, com células parenquimáticas de paredes espessadas, que em relação ao tamanho das células do parênquima clorofiliano nos feixes de 1ª e 3ª ordens são menores, do mesmo tamanho ou maiores e nos feixes de 2ª ordem são menores. *Extensão da bainha dos feixes vasculares*: geralmente presente nos feixes vasculares de 1ª (Fig. 1E) e 2ª ordem, e em alguns de 3ª ordem, é esclerenquimática e ocorre para as duas faces ou apenas para uma das faces. *Nervura principal*: pode ou não ser desenvolvida, quando desenvolvida apresenta formato plano-convexo com presença de parênquima incolor na face adaxial (Fig. 2D) e sistema vascular simples, com 1 feixe vascular de 1ª ordem e 5-9 feixes de 3ª ordem localizados na face abaxial, as fibras ocorrem abaixo da epiderme na face adaxial e formam uma calota bem desenvolvida (Fig. 2D). *Bordos*: podem ser diferentes, possuem fibras na extremidade (Fig. 2A). *Bordo 1*: formato arredondado (Fig. 2A) e reto, pontiagudo (Fig. 1F) ou acuminado (Fig. 2C). *Bordo 2*: formato pontiagudo e reto ou arredondado e voltado para a face adaxial.

Secção paradérmica – *Zonação*: zonas intercostais e costais distintas entre si. Na face abaxial as zonas intercostais (ZI) (Fig. 3A) possuem 3-12 fileiras de células e zonas costais (ZC) (Fig. 3A) 3-6 fileiras; na face adaxial as zonas intercostais (Fig. 4A) apresentam 3-12 fileiras de células e as zonas costais (Fig. 4A) 2-8 fileiras.

Face abaxial – *Células longas intercostais*: largas e longas, com paredes anticliniais espessadas, retas (Fig. 3A), levemente onduladas (Fig. 3B), onduladas (Fig. 3E) ou sinuosas (Fig. 3C), presença às vezes de papilas, sendo uma por célula e localizada na região central (Fig. 5A). *Células longas costais*: semelhantes às células longas intercostais, porém são mais estreitas e mais longas (Fig. 3A). *Células silicificadas intercostais*: de formato elíptico (Fig. 3F), alto e estreito (Fig. 3E), cruciforme (Fig. 3D) ou retangular (Fig. 3B), no entanto podem ser ausentes. *Células silicificadas costais*: além dos formatos presentes na ZI, ocorrem os formatos: halteriforme (Fig. 3D), selim (Fig. 3D), nodular (Fig. 3B), quadrado (Fig. 3C) e triangular (Fig. 3F). *Células suberosas intercostais e costais*: de formato alto e largo (Fig. 3F) ou estreito (Fig. 3E), reniforme (Fig. 5D) e quadrado (Fig. 3F), com paredes retas, sinuosas ou onduladas, podem ocorrer aos pares ou ser ausentes. *Estômatos*: 1-4 fileiras na zona intercostal, células subsidiárias de formato triangular (Fig. 3C), em cúpula (Fig. 5B) ou levemente triangular (Fig. 3A). *Células interestomáticas*: 1-2 células, que às vezes apresentam papilas semelhantes às que ocorrem nas células longas intercostais (Fig. 5A). *Ganchos*: quando presentes ocorrem nas ZI (Fig. 3E). *Espinhas*: quando presentes ocorrem nas ZI (Fig. 5E). *Microtricomas*: presentes na ZI, com célula apical maior que a basal, ápice acuminado e paredes delgadas (Fig. 5C). *Macrotricomas*: pequenos (Fig. 5A), médios (Fig. 5B) ou longos (Fig. 5D) com ápice agudo e paredes espessadas, alguns são do tipo “almofada” (Fig. 5D).

Face adaxial – Semelhante à face abaxial, exceto por: *Células longas intercostais e costais e células interestomáticas*: presença de uma papila por célula, localizada na região distal (Fig. 5F) em PV. *Células buliformes*: 2-7 fileiras de células nas ZI, formato retangular (Fig. 4A) ou hexagonal (Fig. 4B), de tamanhos variados, com paredes anticliniais retas, podem ser papilosas. *Células silicificadas e suberosas intercostais*: ausentes. *Células suberosas costais*: raramente presentes. *Estômatos*: podem ser ausentes. *Espinhas*: também podem ocorrer nas duas zonas. *Microtricomas*: podem ocorrer nas ZC.

Tabela 2. Caracteres anatômicos analisados em *Paspalum*. \*Caracteres com valor taxonômico. \*\*Caracteres possivelmente afetados pelas condições ambientais, visto que variaram entre as populações da mesma espécie. PPMT – *Paspalum polyphyllum* (Mato Grosso), PPDF – *Paspalum polyphyllum* (Distrito Federal), PPAR – *Paspalum polyphyllum* (Argentina), PR – *Paspalum rostratum*, PV – *Paspalum vaginatum*.

Caracter/Espécie	PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
1. Formato da lâmina foliar*	plana	plana	plana	plana	em "V"
2. Superfície face adaxial*	lisa	lisa	lisa	lisa	com sulcos
3. Superfície face abaxial**	lisa	ondulada	ondulada	lisa	lisa
4. Espessura da cutícula na face adaxial**	delgada	delgada	espessa	delgada	delgada
5. Espessura da cutícula na face abaxial**	delgada	delgada	espessa	espessa	espessa
6. Presença das células buliformes na lâmina foliar*	em quase toda superfície	em grupos definidos			
7. Formato das células buliformes*	retangular	retangular	retangular	retangular	leque
8. Quantidade de células buliformes por grupo*	acima de quatro	acima de quatro	acima de quatro	acima de quatro	predomínio de três
9. Ocorrência de estômatos**	face abaxial	ambas as faces	ambas as faces	ambas as faces	ambas as faces
10. Cristas estomáticas*	ausente	ausente	ausente	ausente	presente
11. Cavidade subestomática	presente	presente	presente	presente	presente
12. Células distintivas Kranz**	presente	presente	ausente	presente	presente
13. Tipos de feixes vasculares*	1ª e 3ª ordem	1ª e 3ª ordem	1ª e 3ª ordem	1ª, 2ª e 3ª ordem	1ª e 3ª ordem
14. Posição dos feixes vasculares de 1ª ordem na lâmina foliar**	equidistantes	próximos da face adaxial	próximos da face adaxial	equidistantes	próximos da face adaxial
15. Posição dos feixes vasculares de 3ª ordem na lâmina foliar que não estão abaixo das células buliformes*	equidistantes	equidistantes	equidistantes	equidistantes	próximos da face adaxial
16. Posição dos feixes vasculares de 3ª ordem na lâmina foliar que estão abaixo das células buliformes	próximos da face abaxial				

Caracter/Espécie	PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
17. Bainha dos feixes vasculares de 1ª ordem**	completa	completa	incompleta	completa	completa
18. Tipo celular da bainha dos feixes vasculares de 1ª ordem	parenquimática	parenquimática	parenquimática	parenquimática	parenquimática
19. Tamanho das células da bainha dos feixes vasculares de 1ª ordem em relação às células do parênquima clorofiliano**	menor	igual e maior	menor	menor	menor
20. Tamanho dos elementos de metaxilema em relação às células da bainha dos feixes vasculares de 1ª ordem**	maior	igual	maior	maior	maior
21. Bainha dos feixes vasculares de 3ª ordem	completa	completa	completa	completa	completa
22. Tipo celular da bainha dos feixes vasculares de 3ª ordem	parenquimática	parenquimática	parenquimática	parenquimática	parenquimática
23. Tamanho das células da bainha dos feixes vasculares de 3ª ordem em relação às células do parênquima clorofiliano**	igual	maior	maior	menor	maior
24. Ocorrência de extensão da bainha do feixe vascular de 1ª ordem*	ambas as faces	ambas as faces	ambas as faces	ambas as faces	ausente
25. Tipo celular da extensão da bainha do feixe vascular de 1ª ordem	esclerenquimática	esclerenquimática	esclerenquimática	esclerenquimática	–
26. Ocorrência de extensão da bainha do feixe vascular de 3ª ordem**	ambas as faces	ausente	ausente	ambas as faces	ausente
27. Parênquima incolor na nervura principal*	presente	presente	presente	ausente	–
28. Bordos*	diferentes	diferentes	diferentes	iguais	iguais

Caracter/Espécie	PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
29. Parede anticlinal das células longas intercostais adaxial	reta	reta	reta	reta	reta
30. Parede anticlinal das células longas intercostais abaxiais**	reta	ondulada	sinuosa	ondulada	ondulada
31. Parede anticlinal das células longas costais adaxiais	reta	reta	reta	reta	reta
32. Parede anticlinal das células longas costais abaxiais**	reta	reta	sinuosa	reta	reta
33. Células silicificadas intercostais adaxiais	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
34. Células silicificadas costais adaxiais	presente	presente	presente	presente	presente
35. Células silicificadas costais adaxiais de formato halteriforme**	ausente	presente	presente	presente	presente
36. Células silicificadas costais adaxiais de formato cruciforme	presente	presente	presente	presente	presente
37. Células silicificadas costais adaxiais de formato alto e estreito**	ausente	ausente	presente	ausente	ausente
38. Células silicificadas costais adaxiais de formato selim**	ausente	ausente	presente	ausente	ausente
39. Células silicificadas costais adaxiais de formato nodular	presente	presente	presente	presente	presente
40. Células silicificadas intercostais abaxiais**	ausente	presente	presente	presente	presente
41. Células silicificadas intercostais abaxiais de formato cruciforme**	–	presente	ausente	ausente	ausente
42. Células silicificadas intercostais abaxiais de formato alto e estreito	–	presente	presente	presente	presente

Caracter/Espécie	PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
43. Células silicificadas intercostais abaxiais de formato elíptico	–	presente	presente	presente	presente
44. Células silicificadas intercostais abaxiais de formato retangular**	–	ausente	presente	ausente	ausente
45. Células silicificadas costais abaxiais	presente	presente	presente	presente	presente
46. Células silicificadas costais abaxiais de formato halteriforme**	ausente	presente	presente	presente	presente
47. Células silicificadas costais abaxiais de formato cruciforme**	ausente	presente	presente	presente	ausente
48. Células silicificadas costais abaxiais de formato alto e estreito**	ausente	presente	presente	presente	presente
49. Células silicificadas costais abaxiais de formato selim**	ausente	presente	presente	presente	presente
50. Células silicificadas costais abaxiais de formato triangular**	ausente	presente	ausente	ausente	presente
51. Células silicificadas costais abaxiais de formato nodular**	presente	presente	ausente	presente	ausente
52. Células silicificadas costais abaxiais de formato quadrado**	ausente	presente	ausente	presente	ausente
53. Células silicificadas costais abaxiais de formato retangular**	ausente	ausente	presente	presente	ausente
54. Células suberosas intercostais adaxiais	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
55. Células suberosas costais adaxiais**	ausente	presente	ausente	ausente	ausente
56. Células suberosas intercostais abaxiais**	ausente	presente	presente	presente	presente
57. Células suberosas intercostais abaxiais de formato alto e estreito	–	presente	presente	presente	presente

Caracter/Espécie	PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
58. Células suberosas intercostais abaxiais de formato alto e largo	–	presente	presente	presente	presente
59. Células suberosas intercostais abaxiais de formato quadrado**	–	presente	ausente	ausente	presente
60. Células suberosas intercostais abaxiais de formato reniforme	–	presente	presente	ausente	presente
61. Células suberosas costais abaxiais**	ausente	presente	presente	presente	presente
62. Células suberosas costais abaxiais de formato alto e estreito	–	presente	presente	presente	presente
63. Células suberosas costais abaxiais de formato alto e largo	–	presente	presente	presente	presente
64. Células suberosas costais abaxiais de formato quadrado**	–	ausente	presente	presente	presente
65. Células suberosas costais abaxiais de formato reniforme**	–	ausente	presente	presente	presente
66. Estômatos na face adaxial com células subsidiárias de formato cúpula	–	presente	presente	presente	presente
67. Estômatos na face adaxial com células subsidiárias de formato levemente triangular	–	ausente	ausente	presente	ausente
68. Estômatos na face adaxial com células subsidiárias de formato triangular**	–	ausente	presente	presente	presente
69. Número de fileiras de estômatos na face adaxial*	–	duas ou mais	duas ou mais	duas ou mais	uma a duas
70. Estômatos na face abaxial com células subsidiárias de formato cúpula**	presente	ausente	ausente	ausente	ausente

Caracter/Espécie	PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
71. Estômatos na face abaxial com células subsidiárias de formato levemente triangular**	presente	ausente	ausente	ausente	presente
72. Estômatos na face abaxial com células subsidiárias de formato triangular**	ausente	presente	presente	presente	presente
73. Número de fileiras de estômatos na face abaxial*	duas ou mais	duas ou mais	duas ou mais	uma a duas	duas ou mais
74. Papilas**	presente	presente	ausente	ausente	presente
75. Papilas ocorrência*	ambas as faces	ambas as faces	–	–	face adaxial
76. Papilas nas células longas intercostais	presente	presente	–	–	presente
77. Papilas nas células longas costais	presente	presente	–	–	presente
78. Papilas nas células buliformes*	presente	presente	–	–	ausente
79. Papilas nas células interestomáticas	presente	presente	–	–	presente
80. Localização da papila na célula*	central	central	–	–	terminal
81. Macrotricomas**	ambas as faces	ambas as faces	face adaxial	face adaxial	ambas as faces
82. Macrotricoma em almofada**	presente	presente	ausente	presente	presente
83. Comprimento dos macrotricomas*	variável	variável	variável	longo	longo
84. Localização dos macrotricomas**	zona intercostal	duas zonas	duas zonas	zona intercostal	zona intercostal
85. Localização dos microtricomas**	zona intercostal	duas zonas	duas zonas	duas zonas	duas zonas
86. Espinhos**	ambas as faces	face adaxial	face adaxial	face abaxial	face abaxial
87. Localização dos espinhos**	zona intercostal	zona intercostal	duas zonas	zona intercostal	zona intercostal
88. Ganchos**	face adaxial	ausente	face adaxial	ambas as faces	face abaxial
89. Localização dos ganchos	zona intercostal	–	zona intercostal	zona intercostal	zona intercostal

## Discussão

Na lâmina foliar, em vista frontal, a disposição das células epidérmicas em fileiras paralelas em relação ao maior eixo do órgão e a distinção em zonas costais e intercostais observada em todas as populações, revelam um padrão típico da família Poaceae (Metcalf 1960).

Nas populações analisadas, foram registradas células epidérmicas comuns com paredes anticlinais retas na face adaxial. Apesar de esta característica ser constante, não se pode atribuir um valor taxonômico, uma vez que a sinuosidade das paredes anticlinais das células epidérmicas comuns pode estar relacionada com fatores ambientais, sendo mais pronunciada em plantas que crescem à sombra (Wilkinson 1979) ou em locais úmidos (Gomes 1992), pois a eficiência das folhas na captação de luz é aumentada pela curvatura das células, assim como a densidade do fluxo luminoso no interior da lâmina (Bone et al. 1985).

A ocorrência de folhas anfiestomáticas é uma característica comum em plantas de ambiente xérico (Fahn & Cutler 1992). Apesar de apenas PV ser xerófita, em todas as populações os estômatos foram observados em ambas as faces, exceto em PPMT. Este fato pode indicar que sua presença apenas em uma das faces pode estar relacionada com fatores ambientais.

Em Poaceae, os estômatos são restritos às zonas intercostais e em cada zona o número de fileiras pode variar em função da espécie ou das diferentes regiões em uma mesma lâmina foliar (Metcalf 1960, Ellis 1979). Com base no número de fileiras apresentados por PV na face adaxial e PR na face abaxial, foi possível diferenciá-las das demais populações, o que demonstrou o valor diagnóstico desta característica.

Em determinadas espécies que habitam ambientes secos, os estômatos são protegidos nas regiões dos sulcos (Aliscioni 2000) e em alguns casos também pelas papilas, como foi observado em PV. Além disso, em outras espécies onde a superfície da lâmina é lisa com os estômatos mais expostos, as papilas também protegem os estômatos, recobrando parcialmente o ostíolo (Aliscioni 2000), conforme observado em PPMT e PPDF.

A classificação dos estômatos, realizada com base no formato das células subsidiárias, possui importância taxonômica em Poaceae (Ellis 1979). Os tipos triangular e cúpula são característicos de Panicoideae, sendo o triangular mais comum (Metcalf 1960). Pelo fato dos estômatos com mais de um formato de células subsidiárias poderem ocorrer juntos em uma mesma folha (Metcalf 1960), este caracter não foi útil para diferenciar as espécies, uma vez que ocorreram os tipos triangular, levemente triangular e em cúpula.

As células silicificadas podem ocorrer ao acaso na superfície da lâmina foliar ou em fileiras longitudinais nas zonas costais (Cutter 1986), como foi observado em todas as populações analisadas. Por não ser afetado por fatores ecológicos, o formato destas pode ser controlado geneticamente, sendo atribuído a este um considerável valor taxonômico e diagnóstico (Prychid et al. 2004). Em *Paspalum* as células silicificadas de formatos cruciforme, nodular e halteriforme são comuns (Türpe 1966), sendo estes confirmados em todas as populações analisadas. Além disso, foram observados outros formatos como alto e estreito, selim, elíptico, retangular, quadrado e triangular.

As papilas são comuns em *Paspalum* e podem ser observadas em uma das faces ou em ambas (Aliscioni 2000). De acordo com Metcalfe (1960) e Ellis (1979) a ocorrência de papilas é uma característica comum de gramíneas que crescem em ambientes secos ou salinos. Entretanto, em *Paspalum* esta presença não representa uma adaptação direta a locais secos uma vez que, espécies que crescem em diferentes habitats, como ambientes aquáticos ou regiões inundáveis, podem apresentar papilas (Aliscioni 2000).

A ausência de papilas em PPAR indica a ocorrência dos dois tipos em *P. polyphyllum*, assim como observado em *P. distichum* (Ellis 1974, Guma et al. 1995). Apesar de verificar a existência destes dois tipos Ellis (1974) não estabeleceu nenhuma relação com o número cromossômico. Enquanto que, Guma et al. (1995) relacionou o tipo papilar aos clones com número cromossômico  $2n = 40$ .

Nos cinco clones de *P. vaginatum* analisados por Guma et al. (1995), não foi relatada a presença de papilas. Porém, em outros estudos (Türpe 1966, Bastos et al. 1992, Aliscioni 2000, 2002, Apóstolo 2005, He et al. 2010, Ogie-Odia et al. 2010) e no atual as mesmas foram registradas na face adaxial. Através deste registro foi possível diferenciar *P. vaginatum* das outras populações que apresentaram papilas, pela presença apenas na face adaxial, ausência nas células bulbiformes e localização na região distal da célula.

A presença de ganchos e espinhos é comum em espécies da tribo Paniceae que pertencem ao grupo C<sub>4</sub>MS (Renvoize 1987). Os ganchos, quando presentes, ocorreram nas zonas intercostais conforme observado por Türpe (1966). Contudo, não foi possível distinguir as populações, visto que estes tipos de tricomas podem estar presentes ou ausentes e dispostos nas zonas intercostais e/ou costais, em *Paspalum* (Aliscioni 2000).

Os microtricomas que ocorrem em *Paspalum* são do tipo panicoide e possuem uma célula distal longa e estreita (Tateoka et al. 1959). Em todas as populações, assim como ocorre no gênero (Türpe 1966), a célula basal apresenta parede mais espessada e é menor que a célula distal, enquanto que esta possui paredes extremamente delgadas e frequentemente

estão ausentes devido a sua fragilidade. Apesar de estarem dispostos somente nas zonas intercostais de acordo com Aliscioni (2000), estes foram observados nas duas zonas, exceto em PPMT.

Em *Paspalum* a ocorrência de macrotricomas é comum (Türpe 1966), assim como observado em todas as populações analisadas. A maioria das espécies possui em uma das faces ou em ambas e sua presença é considerada um carácter xeromórfico, no entanto também podem ocorrer em algumas espécies hidrófitas do gênero (Aliscioni 2000). O uso taxonômico de algumas características dos macrotricomas como comprimento, frequência, espessura da parede, é restrito devido à sua variação (Ellis 1979). Entretanto, no presente estudo o comprimento dos macrotricomas se mostrou útil ao distinguir as populações de *P. polyphyllum* das demais.

A maioria das espécies de *Paspalum* possui lâminas foliares em forma de “V”, aberto desde 90° a expandido (Aliscioni 2000). Nas populações analisadas, a variação neste formato foi diagnóstica, pois apenas PV apresentou em “V” aberto, enquanto que nas demais populações o formato expandido ou plano foi observado.

A ocorrência de sulcos apenas na superfície adaxial pode estar relacionada com a capacidade de enrolamento da lâmina foliar e é considerada como um carácter evolutivo em resposta às condições ecológicas, além de possuir valor taxonômico (Metcalf 1960). Nas populações analisadas essa característica foi diagnóstica, uma vez que foi observada somente em PV. Além disso, também foi possível verificar sua relação com o ambiente, visto que ocorrência foi apenas em uma população que é realmente considerada xerófita.

A variação da espessura da cutícula nas populações analisadas pode ser atribuída às condições ambientais, visto que o seu aumento é considerado como uma resposta de plantas que vivem em ambientes secos (Juniper & Jeffree 1983).

A presença de câmara subestomática formada pelo arranjo diferenciado das células parenquimáticas conforme descrito para *Bromus* (Carneiro et al. 2008) também foi observada em todas as populações analisadas. Entretanto, esta estrutura não revela valor taxonômico, pois não foram registradas em outras espécies de *Paspalum*. Já a ocorrência de crista estomática apresentou valor diagnóstico pelo fato de ser encontrada apenas em PV.

O arranjo, a frequência, a distribuição, o tamanho e a forma das células buliformes, quando observadas em secção transversal, têm valor taxonômico (Ellis 1976). Nas populações analisadas, por meio das células buliformes foi possível diferenciar PV, com base nos grupos definidos com predomínio de três células em formato de leque. A função das células

buliformes é controversa, mesmo assim acredita-se que estão envolvidas no processo de enrolamento e desenrolamento das folhas, devido à perda ou absorção de água (Fahn 1985).

O mesofilo em Poaceae é composto por células de parênquima clorofiliano e células de parênquima incolor, sendo que o arranjo do primeiro tem importância taxonômica assim, a disposição radial dos mesmos em volta dos feixes vasculares é um padrão tipicamente panicoideae (Ellis 1976), conforme observado em todas as populações.

A presença de células distintivas Kranz no gênero foi descrita apenas para os grupos Bonplandiana e Racemosa (Cialdella et al. 1995, Morrone et al. 1995) e de forma ocasional em *P. conjugatum* Berg. (Prendergast & Hattersley 1987). Já no presente estudo, estas células foram registradas em quatro populações, exceto em PPAR.

Dentro de *Paspalum* o grupo Bonplandiana apresenta uma grande afinidade com o grupo Racemosa, pelo fato de possuírem espécies com ráquis foliácea, espiguetas plano-convexas, glabras, gluma superior e lema inferior 3-nervada e células distintivas Kranz no mesofilo foliar (Cialdella et al. 1995). Embora em menor grau, as espécies do subg. *Ceresia* e dos grupos Disticha e Dissecta também são relacionadas com o grupo Bonplandiana (Chase 1929). Dessa forma, a presença das células distintivas Kranz poderia aumentar a afinidade das espécies analisadas do subg. *Ceresia* (*P. polyphyllum* e *P. rostratum*) e do grupo Disticha (*P. vaginatum*) com as do grupo Bonplandiana.

Com relação à filogenia do gênero, as células distintivas Kranz foram destacadas por Aliscioni (2002) como um dos caracteres anatômicos capazes de evidenciar a caracterização dos grupos. Contudo, a não ocorrência em apenas uma das três populações de *P. polyphyllum* sugere que a presença destas células pode ser influenciada pelo ambiente. Apesar da amostragem realizada ter sido significativa é necessário ampliar as investigações com um maior número de indivíduos desta população para realmente confirmar se a ocorrência das células distintivas está relacionada com fatores ambientais.

Em todas as populações foram observadas fibras associadas aos feixes vasculares, nervura central e bordos, sendo que sua função é de oferecer suporte mecânico (Ellis 1976). A distribuição de esclerênquima associado aos feixes pode estar correlacionada com fatores ambientais, sendo que espécies de regiões áridas possuem este tecido bem desenvolvido (Ellis 1976). Contrariamente a isto, o presente estudo observou que na única espécie realmente xerófita, PV, o esclerênquima era pouco desenvolvido, em comparação às demais.

Os feixes vasculares em Poaceae são classificados em três ordens, de acordo com o calibre, vasos de metaxilema e presença de lacuna do protoxilema (Metcalf 1960). A

presença de feixes vasculares de 2ª ordem apenas em PR foi considerada diagnóstica, uma vez que nas outras populações foram registrados somente feixes vasculares de 1ª e 3ª ordens.

A posição dos feixes vasculares na lâmina foliar possui um importante valor diagnóstico em Poaceae (Ellis 1976). A maioria das espécies de *Paspalum* possui feixes vasculares de 1ª ordem centralmente posicionados na lâmina foliar (Aliscioni 2000). Porém, este padrão foi observado apenas em PPMT e PR, enquanto que nas demais populações encontravam-se próximos da face adaxial. Já a posição dos feixes vasculares de 3ª ordem que não se encontravam abaixo das células buliformes, foi útil para separar as populações.

Todas as populações apresentam uma única bainha ao redor dos feixes vasculares em contato direto com os elementos de metaxilema, sendo esta do tipo Kranz conforme Hattersley & Watson (1976). A presença dessas características, associadas a uma distância intervenal de 1-3 células de parênquima clorofiliano, permite inferir que as populações analisadas utilizam a via fotossintética C<sub>4</sub>, subtipo NADP-me (Hattersley & Watson 1976, Brown, 1977) como ocorre geralmente nas espécies de *Paspalum* (Denham 2005).

A extensão de natureza esclerenquimática da bainha do feixe vascular em *Paspalum* geralmente ocorre nos feixes vasculares de 1ª ordem (Türpe 1966). Devido à sua ausência somente em PV, esta estrutura revelou importância taxonômica.

A presença de células incolores constituindo um verdadeiro parênquima incolor e feixes vasculares próximos da face abaxial são comuns na região da nervura principal em *Paspalum* (Türpe 1966, Aliscioni 2000). Este padrão foi observado apenas quando a nervura principal encontrava-se desenvolvida, nas populações de *P. polyphyllum*.

O formato do bordo foliar revelou uma importância diagnóstica ao separar espécies de *Hypolytrum* e *Mapania* (Alves et al. 2002). Contudo nas populações analisadas, o formato não contribuiu para a diferenciação das espécies, uma vez que dois formatos foram observados em uma mesma população (PR). Apesar do formato não ser útil, a presença de dois formatos em uma mesma lâmina foliar foi relevante para separar as populações.

Dentre as características observadas no presente trabalho, as mais relevantes para distinguir as populações foram o número de fileiras de estômatos, papilas apenas na face adaxial, comprimento dos macrotricomas, formato da lâmina foliar, sulcos na superfície adaxial, crista estomática, formato das células buliformes, feixe vascular de 2ª ordem, extensão da bainha dos feixes vasculares e parênquima incolor na região da nervura central.

Apesar de alguns caracteres serem considerados, na literatura, com potencial taxonômico, a variação entre as populações de *P. polyphyllum* sugere que estes são afetados por fatores ambientais. Entre eles destacaram-se neste estudo o formato das células

silicificadas e a ocorrência de células distintivas Kranz. Dessa forma, sugere-se um maior rigor quanto ao uso desses caracteres em estudos taxonômicos e principalmente filogenéticos do gênero *Paspalum*, uma vez que os mesmos podem estar refletindo informações ambientais e não necessariamente de valor taxonômico.

## Referências bibliográficas

- Aliscioni SS. 2000. Anatomía ecológica de algunas especies del género *Paspalum* (Poaceae, Panicoideae, Paniceae). *Darwiniana* 38:187-207.
- Aliscioni SS. 2002. Contribución a la filogenia del género *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89:504-523.
- Aliscioni SS, Arriaga MO. 1998. Estudio histofoliar comparado de las especies de los grupos *Virgata* y *Quadrifaria* del género *Paspalum* L. (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Candollea* 53:333-348.
- Alves MV, Estelita ME, Wanderley MG, Thomas WW. 2002. Aplicações taxonômicas da anatomia foliar das espécies brasileiras de *Hypolytrum* Rich. (Cyperaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 25:1-9.
- Apóstolo NM. 2005. Caracteres anatómicos de la vegetación costera del Río Salado (Noroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 40:215-227.
- Bashaw EC, Hovin AW, Holt EC. 1970. Apomixis, its evolutionary significance and utilization in plant breeding. *In* Proceedings of eleventh international grassland congress (MJT Norman, ed). University of Queensland Press, Saint Lucia, p.245-248.
- Bastos EO, Perazzolo M, Baptista JMR. 1992. Variação do número de estômatos e micropelos em *Paspalum vaginatum* Sw. em relação a condições abióticas numa marisma do estuário da Lagoa dos Patos, RS-Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 6:105-117.
- Bone RA, Lee DW, Norman JM. 1985. Epidermal cells functioning as lenses in leaves of tropical rain-forest shade plants. *Applied Optics* 24:1408-1412.
- Bozzola JJ, Russel LD. 1992. *Electron Microscopy: principles and techniques for biologists*. Jones & Bartlett Publisher, Boston.
- Brown WV. 1977. The Kranz syndrome and its subtypes in grass systematics. *Memoirs of the Torrey Botanical Club* 23:1-97.
- Carneiro CM, Bordignon MV, Scheffer-Basso SM, Dall'Agnol M. 2008. Caracterização anatômica da lâmina foliar de populações de *Bromus auleticus* Trin. ex Nees (Poaceae). *Biotemas* 21:23-29.
- Chase A. 1929. The North American species of *Paspalum*. *Contributions from the United States National Herbarium* 28:1-310.
- Cialdella AM, Morrone O, Zuloaga FO. 1995. Revisión de las especies del género *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae), grupo Bonplandiana. *Darwiniana* 33:67-95.

- Cidade FW, Souza-Chies TT, Souza FHD, Batista LAR, Dall'Agnol M, Valls JFM, Zucchi MI, Souza AP. 2010. Microsatellite loci for *Paspalum atratum* (Poaceae) and cross-amplification in other species. *American Journal of Botany* e107-e110.
- Clifford HT, Watson, L. 1977. *Identifying grasses: data, methods and illustrations*. Queensland University Press, Saint Lucia.
- Cristina M, Dinis A, Sales F. 2008. Testing the reliability of anatomical and epidermical characters in grass taxonomy. *Microscopy and Microanalysis* 14(S3):156-157.
- Cutter C. 1986. *Anatomia vegetal (Primeira parte) – Células e tecidos*. Roca, São Paulo.
- Denham SS. 2005. Revisión sistemática del subgénero *Harpostachys* de *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 92:463-532.
- Duval-Jouve J. 1875. Histotaxie des feuilles de graminées. *Annales des Sciences Natureles Series Botanique* 1:227-346.
- Ellis RP. 1974. Comparative leaf anatomy of *Paspalum paspaloides* and *P. vaginatum*. *Bothalia* 11:235-241.
- Ellis RP. 1976. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae, I. The leaf blade as viewed in transverse section. *Bothalia* 12:65-109.
- Ellis RP. 1979. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae, II. The epidermis as seen in surface view. *Bothalia* 12:641-671.
- Essi L, Souza-Chies TT. 2007. Phylogeny of Linearia and Notata groups of *Paspalum* L. (Poaceae, Panicoideae, Paniceae) and related species. *Genetic Resources and Crop Evolution* 54:779-791.
- Fahn A. 1985. *Anatomía vegetal*. Ediciones Pirámide S.A, Madrid.
- Fahn A, Cutler D. 1992. *Xerophytes*. Gebruder Borntraeger, Berlin.
- Franklin GL. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature* 155:51-59.
- Giussani LM, Zuloaga FO, Quarín CL, Cota-Sánchez H, Ubayasena K, Morrone O. 2009. Phylogenetic relationships in the genus *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae): An assessment of the Quadrifaria and Virgata informal groups. *Systematic Botany* 34:32-43.
- Gomes DMS. 1992. *Anatomia foliar de Gomidesia spectabilis* (DC) Berg e *G. nitida* (Vell) Legr. (Myrtaceae). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

- Graciano-Ribeiro D. 2002. Caracteres anatômicos aplicados à taxonomia e variações ambientais das espécies de *Otachyrium* da América do Sul. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Graciano-Ribeiro D, Filgueiras TS, Gonçalves APS. 2006. Roteiro mínimo para estudos anatômico dos bambus (Poaceae: Bambusoideae). *In* Estruturação da Rede de Pesquisa e Desenvolvimento do Bambu (Anais-Estruturação da rede de pesquisa e desenvolvimento). Universidade de Brasília, Brasília, p.67-71.
- Guma IR, Echarte AM, Clausen AM. 1995. Analisis multivariado de caracteres epidérmicos foliares de *Paspalum distichum* y *P. vaginatum* (Poaceae). *Darwiniana* 33:107-114.
- Hattersley PW, Watson L. 1976. C4 grasses: an anatomical criterion for distinguishing between NADP-Malic enzyme species and PCK or NAD-Malic enzyme species. *Australian Journal of Botany* 24:297-308.
- He Y, Xiao H, Wang H, Chen Y, Yu M. 2010. Effect of silicon on chilling-induced changes of solutes, antioxidants, and membrane stability in seashore paspalum turfgrass. *Acta Physiologiae Plantarum* 32:487-494.
- Jensen WA. 1962. *Botanical Histochemistry: principles and practices*. W. H. Freeman, São Francisco.
- Johansen DA. 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Juniper BE, Jeffree CE. 1983. *Plant surfaces*. Arnold, London.
- Langeron M. 1949. *Précis de microscopie*. Masson & Cie, Paris.
- Metcalf CR. 1960. *Anatomy of the Monocotyledons, I*. Clarendon Press, Oxford.
- Morrone O, Denham SS, Aliscioni SS, Zuloaga FO. 2000. Revisión de las especies de *Paspalum* (Panicoideae: Paniceae), subgénero *Anachyris*. *Candollea* 55:105-135.
- Morrone O, Vega A, Zuloaga FO. 1996. Revisión de las especies del género *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae), grupo Dissecta (s. str.). *Candollea* 51:103-137.
- Morrone O, Zuloaga FO, Carbono E. 1995. Revisión del grupo Racemosa del género *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 82:82-116.
- Ogie-Odia EA, Mokwenye AI, Kekere O, Timothy O. 2010. Comparative vegetative and foliar epidermal features of three *Paspalum* L. species in Edostate, Nigeria. *Ozean Journal of Applied Sciences* 3:29-38.
- Paiva JGA, Frank-De-Carvalho SM, Magalhães MP, Graciano-Ribeiro D. 2006. Verniz vitral incolor 500®: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. *Acta Botanica Brasilica* 20:257-264.

- Prendergast HDV, Hattersley PW. 1987. Australian C4 Grasses (Poaceae) – Leaf Blade Anatomical Features in Relation to C-4 Acid Decarboxylation Types. *Australian Journal of Botany* 35:355-382.
- Prychid CJ, Rudall PJ, Gregory M. 2004. Systematics and biology of silica bodies in monocotyledons. *Botanical Review* 69:377-440.
- Renvoize SA. 1987. A survey of leaf-blade anatomy in grasses XI. Paniceae. *Kew Bulletin* 42:739-768.
- Rua GH, Speranza PR, Vaio M, Arakaki M. 2010. A phylogenetic analysis of the genus *Paspalum* (Poaceae) based on cpDNA and morphology. *Plant Systematics and Evolution* 288:227-243.
- Tateoka T, Inoue S, Kawano S. 1959. Notes on some grasses. IX. Systematic significance of bicellular microhairs of leaf epidermis. *Botanical Gazette* 121:80-91.
- Türpe AM. 1966. Histotaxonomía de las especies argentinas del género *Paspalum*. *Lilloa* 32:1-272.
- Watson L, Dallwitz MJ. 1980. Australian grass genera. Anatomy, morphology, and keys. Research School of Biological Sciences, Australian National University.
- Wilkinson, H. P. 1979. The plant surface (mainly leaf). In C. R. Metcalfe & L. Chalk. (eds.), *Anatomy of the dicotyledons*, pp. 97-162. Oxford: Clarendon Press.
- Zanotti CA, Pozner R, Morrone O. 2010. Understanding spikelet orientation in Paniceae (Poaceae). *American Journal of Botany* 97:717-729.
- Zuloaga FO, Morrone O. 2005. Revisión de las especies de *Paspalum* para América del Sur austral (Argentina, Bolivia, sur del Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 102:1-297.

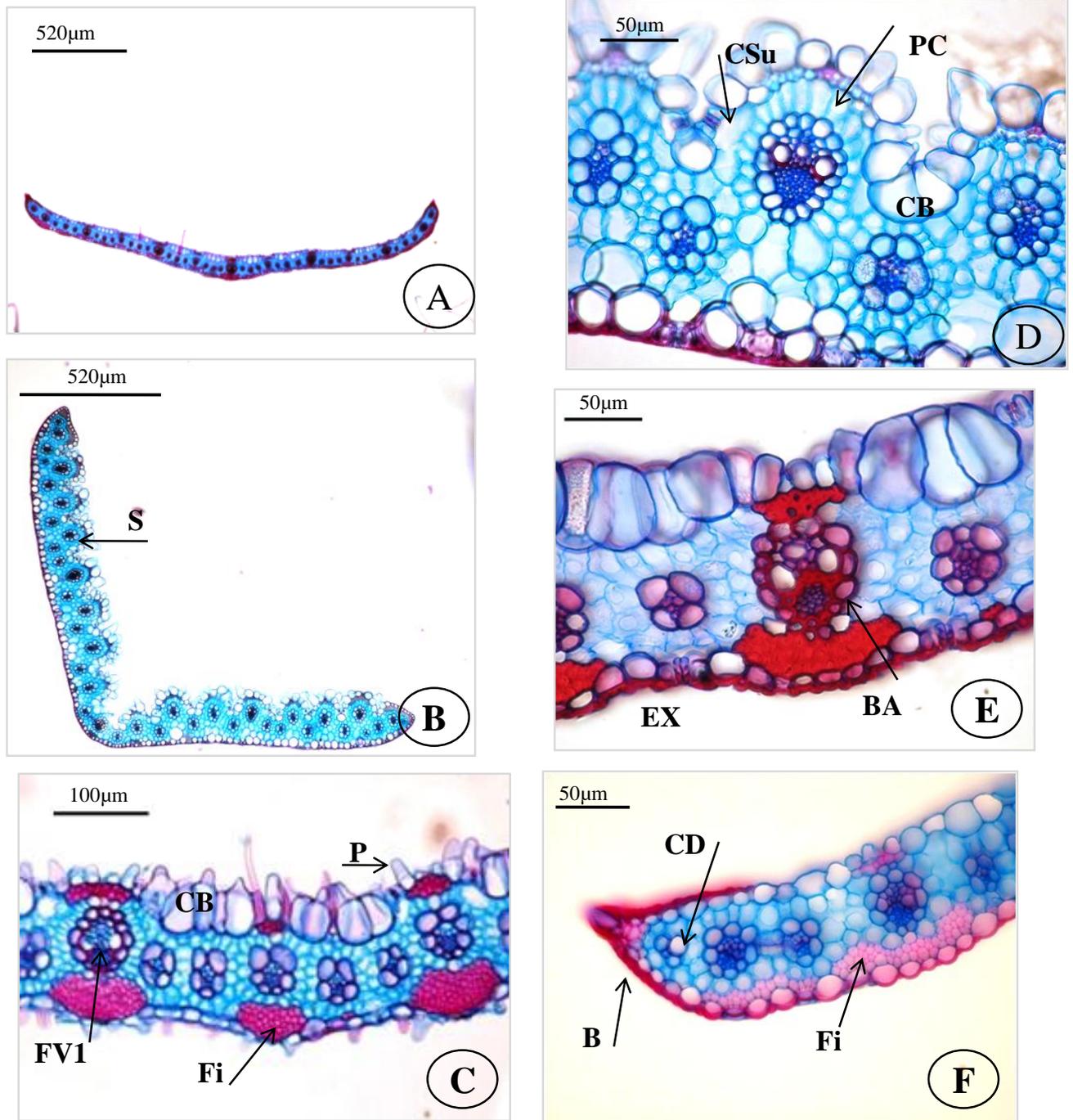


Figura 1. Secção transversal. A. *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira, lâmina foliar de formato aberto. B. *Paspalum vaginatum* Sw., lâmina foliar de formato em “V” aberto, com sulcos (S) na face adaxial. C. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Distrito Federal), célula epidérmica comum papilosa (P), células buliformes (CB) em grupos extensos de formato retangular, calota de fibras (Fi) na face abaxial, feixe vascular de 1ª ordem (FV1) de formato elíptico. D. *Paspalum vaginatum* Sw., células buliformes (CB) em grupos definidos de formato em leque, câmara subestomática (CSu) na face adaxial, mesofilo com parênquima clorofiliano (PC) disposto radialmente em volta dos feixes vasculares. E. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Argentina), bainha do feixe vascular (BA) única, extensão da bainha do feixe vascular (EX) esclerenquimática para ambas as faces. F. *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira, cordão de fibras (Fi) na face abaxial, grupo de células distintas (CD), bordo (B) de formato pontiagudo.

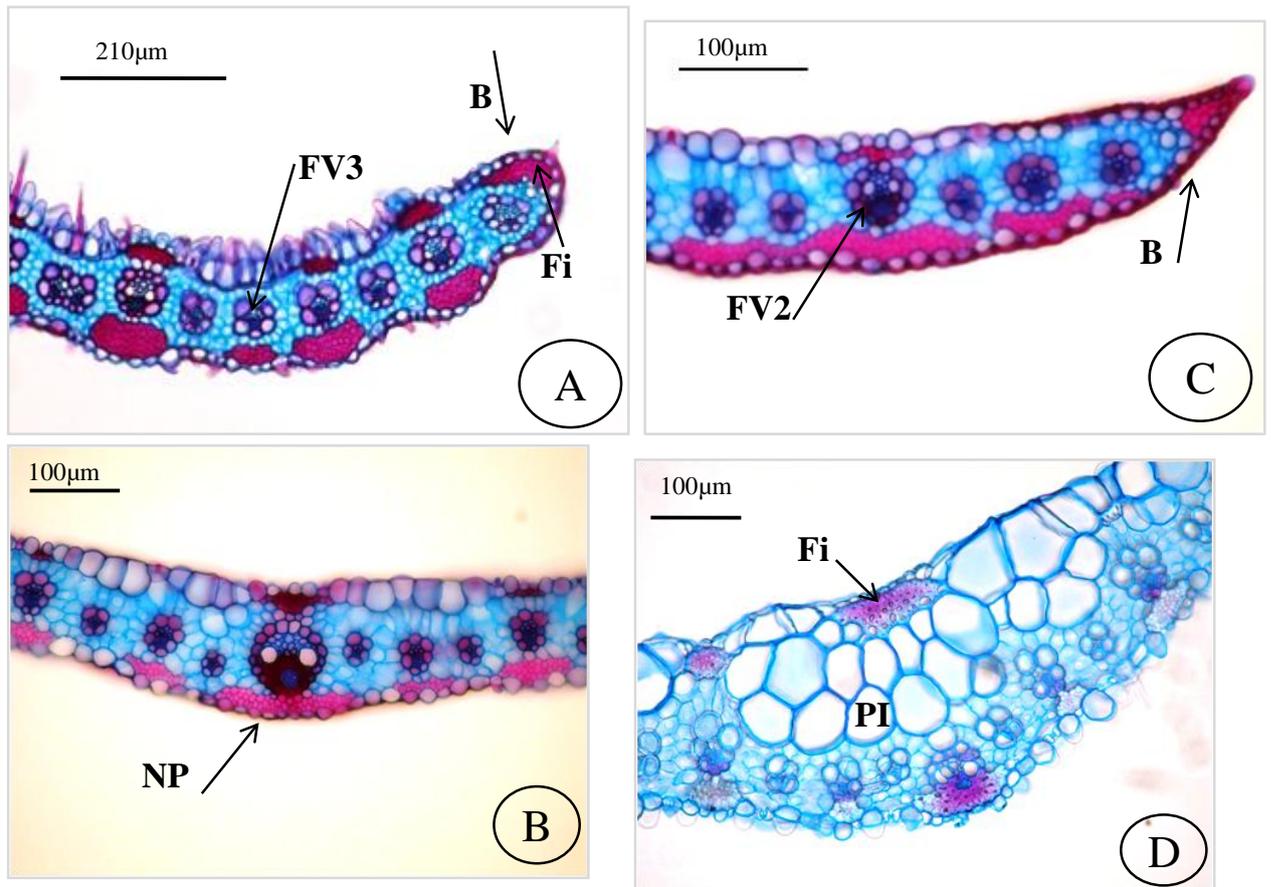


Figura 2. Secção transversal. A. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Distrito Federal), feixe vascular de 3ª ordem (FV3), de formato angular, bordo (B) de formato arredondado, com fibras (Fi). B. *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira, nervura principal (NP) pouco desenvolvida, com sistema vascular simples. C. *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira, feixe vascular de 2ª ordem (FV2), de formato circular, bordo (B) de formato acuminado. D. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Mato Grosso), nervura principal desenvolvida de formato plano-convexo, com parênquima incolor (PI) e calota de fibras (Fi) na face adaxial.

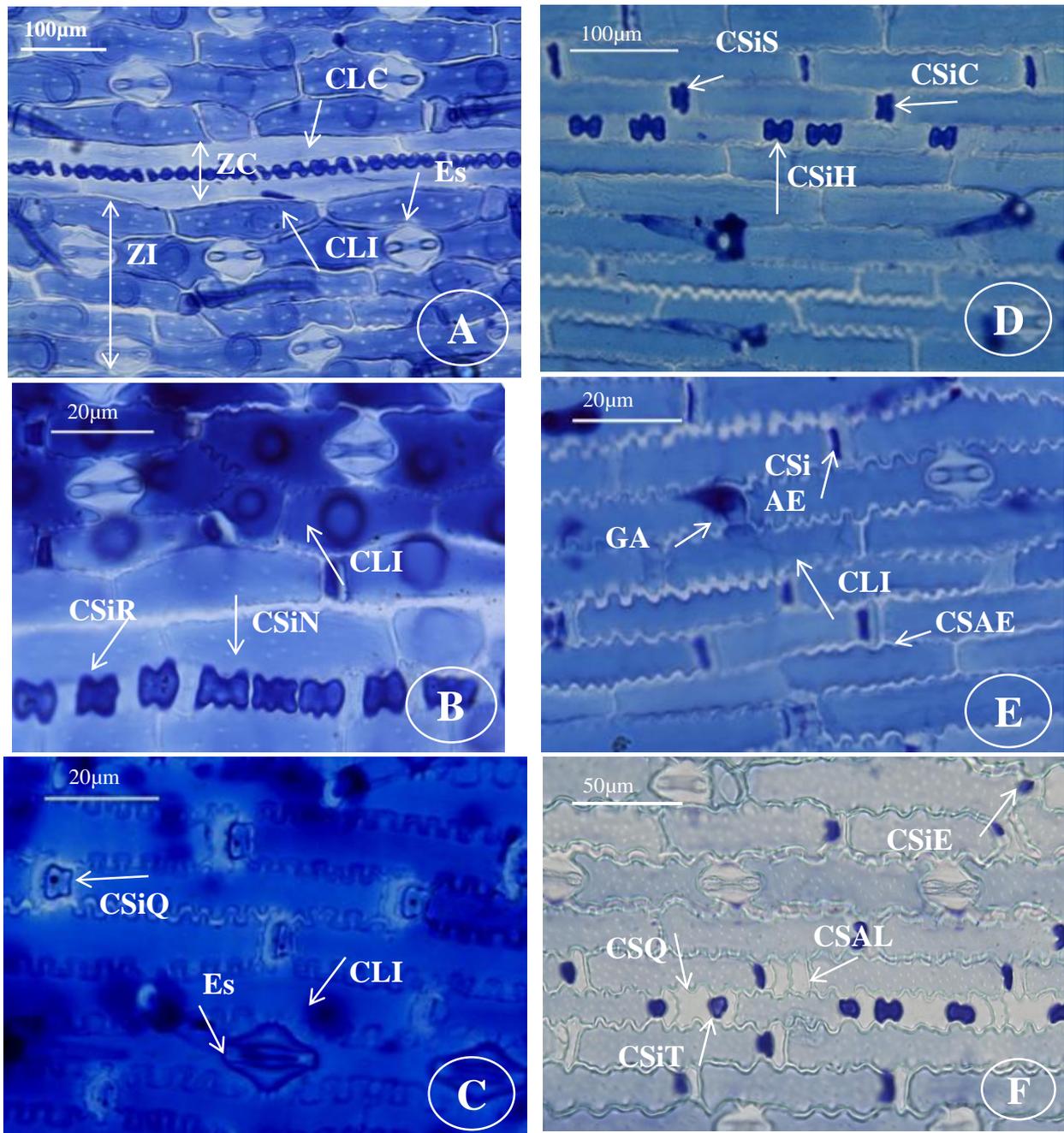


Figura 3. Secção paradérmica. A-F. Vista frontal da epiderme na face abaxial. A. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Mato Grosso), zona intercostal (ZI) e zona costal (ZC) distintas, célula longa intercostal (CLI) com paredes retas, célula longa costal (CLC) mais longa e mais estreita que a CLI e estômato (Es) com célula subsidiária de formato levemente triangular. B. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Distrito Federal), célula longa intercostal (CLI) com paredes anticlinais levemente onduladas, células silicificadas de formato nodular (CSiN) e retangular (CSiR). C. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Argentina), célula longa intercostal (CLI) com paredes sinuosas, célula silicificada costal de formato quadrado (CSiQ) e estômato (Es) com célula subsidiária de formato triangular. D-E. *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira. D. células silicificadas de formato halteriforme (CSiH), cruciforme (CSiC) e selim (CSiS). E. célula longa intercostal (CLI) com paredes anticlinais onduladas, célula silicificada de formato alto e estreito (CSiAE), célula suberosa de formato alto e estreito (CSAE) e gancho (GA) na zona intercostal. F. *Paspalum vaginatum* Sw., células silicificadas de formato elíptico (CSiE) e triangular (CSiT), células suberosas de formato quadrado (CSQ) e alto e largo (CSAL).

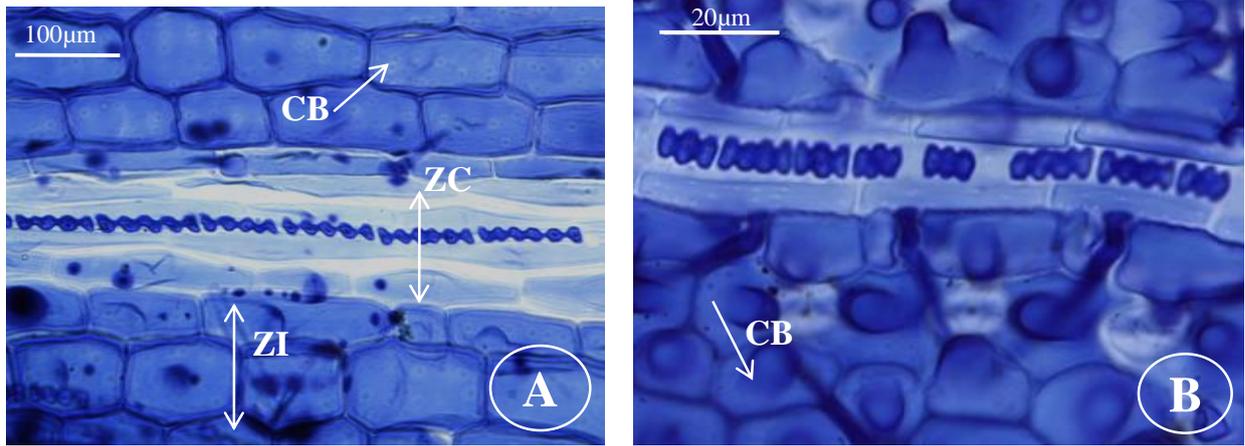


Figura 4. Secção paradérmica. A-B. Vista frontal da epiderme na face adaxial. A. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Mato Grosso), zona intercostal (ZI) mais larga que a zona costal (ZC) e célula buliforme (CB) de formato retangular. B. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Distrito Federal), célula buliforme (CB) de formato hexagonal.

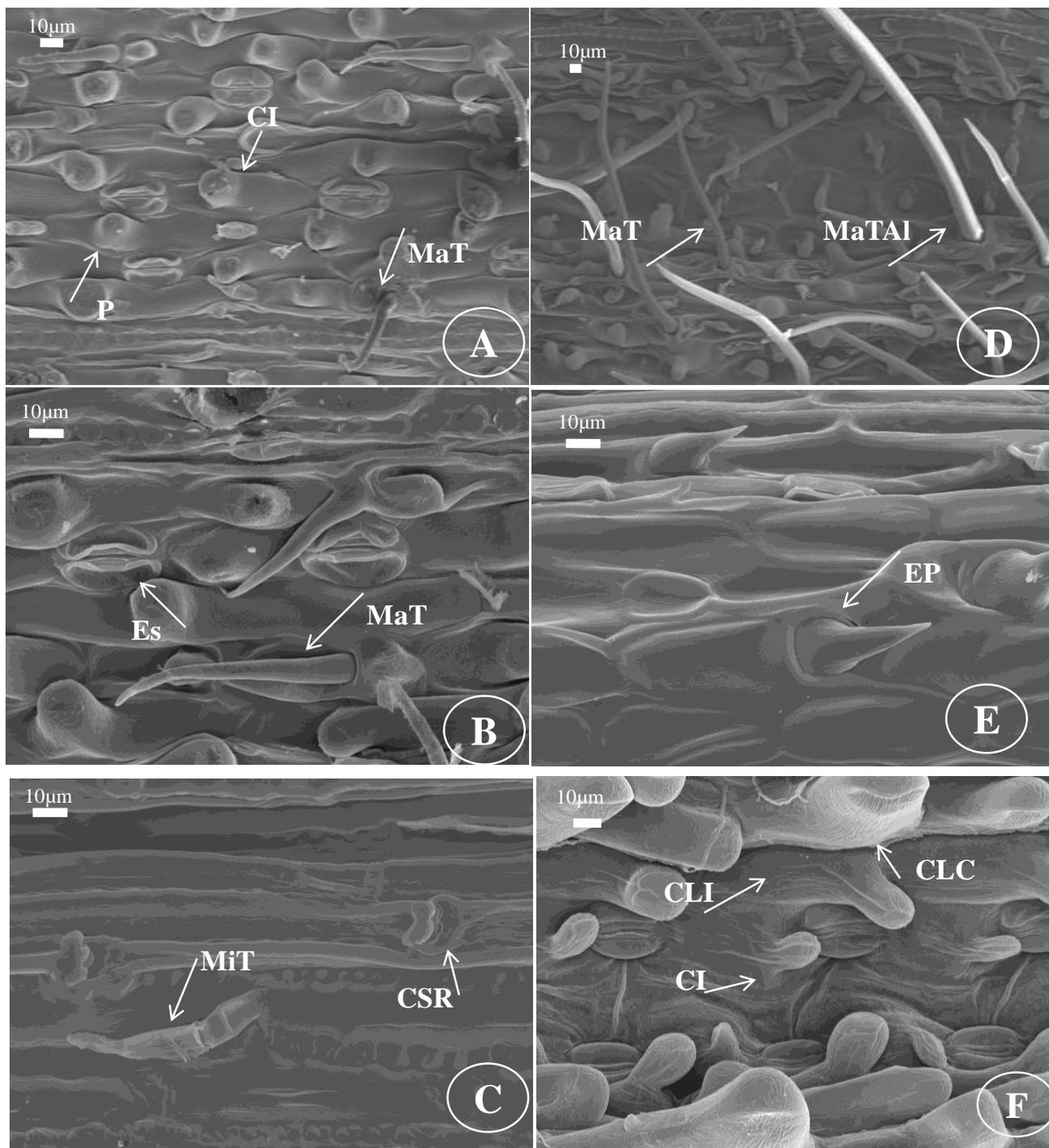


Figura 5. Microscopia Eletrônica de Varredura. A-C. Vista frontal da epiderme na face abaxial. A. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Mato Grosso), papila (P) na célula longa intercostal, célula interestomática (CI) com papila e macrotricoma (MaT) de tamanho pequeno. B. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Mato Grosso), estômato (Es) com célula subsidiária em formato de cúpula e macrotricoma (MaT) de tamanho médio. C. *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira, célula suberosa (CS) de formato reniforme e microtricoma (MiT) na zona intercostal. D-F. Vista frontal da epiderme na face adaxial. D. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Distrito Federal), macrotricoma de tamanho longo (MaT) e em almofada (MaTAI). E. *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira, espinho (EP) na zona intercostal. F. *Paspalum vaginatum* Sw., célula longa intercostal (CLI), célula longa costal (CLC) e célula interestomática (CI) com papilas. 50

## **CAPÍTULO II<sup>2</sup>**

Caracterização anatômica da bainha foliar de três espécies de *Paspalum* L.

---

<sup>2</sup> Para este capítulo seguiram-se as normas da revista Darwiniana.

## Resumo

(Caracterização anatômica da bainha foliar de três espécies de *Paspalum* L.). O gênero *Paspalum* L. pertence à família Poaceae e compreende aproximadamente 330 espécies distribuídas principalmente no continente americano. Considerando a escassez de estudos anatômicos sobre a região da bainha foliar, o presente trabalho objetiva contribuir com as primeiras informações anatômicas da bainha foliar de três espécies de *Paspalum* a fim de obter dados que contribuam para ampliar o conhecimento deste importante gênero. Para a caracterização anatômica foram analisadas secções transversais e paradérmicas do terço médio da bainha foliar das espécies em estudo. Alguns caracteres semelhantes aos da lâmina foliar foram verificados, como presença de estômatos e câmara subestomática, parênquima colorofiliano disposto radialmente em torno dos feixes vasculares, anatomia Kranz, presença de zonas costais e intercostais na epiderme, células silicificadas, microtricomos e macrotricomos na face abaxial. Também foram observados caracteres exclusivos da bainha, como o formato involuto, superfície lisa nas duas faces, ausência de células buliformes, cavidades aerenquimáticas lisígenas e presença apenas de células epidérmicas comuns e estômatos na face adaxial. A presença de características discriminativas e também exclusivas na bainha foliar das espécies analisadas indica que o estudo desta região pode contribuir com caracteres anatômicos de valor taxonômico.

**Palavras-chave:** anatomia Kranz, bainha foliar, cavidades aerenquimáticas, Poaceae.

## Introdução

O gênero *Paspalum* L. pertence à família Poaceae e compreende aproximadamente 330 espécies (Zanotti et al., 2010) distribuídas principalmente no continente americano (Clayton & Renvoize, 1986) e algumas na Ásia, África e Oceania (Rua et al., 2010). Atualmente estima-se para o Brasil a presença de 206 espécies (Valls & Oliveira, 2013).

Devido ao grande número de espécies e diversidade morfológica, alguns autores propuseram a divisão do gênero em subgêneros, secções ou grupos informais (Giussani et al., 2009) e atualmente são reconhecidos quatro subgêneros: subg. *Anachyris*, subg. *Ceresia*, subg. *Harpostachys* e subg. *Paspalum* (Denham, 2005). Contudo, análises cladísticas revelam que o gênero apresenta problemas de circunscrição (Duvall et al., 2001; Aliscioni, 2002; Morrone et al., 2012).

Apesar das gramíneas serem geralmente distinguidas por caracteres morfológicos da espiguetta e inflorescência, há algum tempo caracteres adicionais têm sido considerados como capazes de contribuir para um arranjo filogenético mais natural (Brown, 1958). Dentre estes, a anatomia foliar tem sido enfatizada como um caráter muito importante e na taxonomia de Poaceae foi utilizada pela primeira vez por Duval-Jouve (1875).

Ao revisar outros estudos sobre anatomia foliar de gramíneas e utilizando seus próprios estudos, Brown (1958) estabeleceu seis subfamílias: Bambusoideae, Festucoideae, Arundoideae, Panicoideae, Aristidoideae e Chloridoideae. Metcalfe (1960) considera que os caracteres anatômicos da lâmina foliar são mais importantes que os de outras partes da folha, em estudos taxonômicos, visto que é a primeira parte da planta a chegar em estado de maturação e pelo fato de poder ser utilizada mesmo que a planta esteja sem inflorescência.

Em *Paspalum*, a anatomia foliar foi empregada em muitos estudos de subgêneros e grupos informais (Metcalfe, 1960; Türpe, 1966; Burkart, 1969; Ellis, 1974, 1977; Cialdella et al., 1995; Morrone et al., 1995, 1996, 2000, 2004; Aliscioni & Arriaga, 1998; Camacho de Torres et al., 1999; Aliscioni, 1999, 2000; Rodríguez et al., 2000; Santos et al., 2001; Denham et al., 2002; Scheffer-Basso et al., 2002; Zuloaga et al., 2004; Denham, 2005; Aliscioni & Denham, 2009; Eichemberg, 2012). Além disso, outros estudos descreveram o colmo (Metcalfe, 1960; Arriaga & Sánchez, 1992; Aliscioni & Denham, 2009), a ráquis (Aliscioni & Denham, 2008) e a bainha foliar (Coradin, 1982; Scheffer-Basso et al., 2002; Aliscioni & Denham, 2009; Eichemberg, 2012).

A maior quantidade de trabalhos anatômicos registrados para a lâmina foliar de *Paspalum*, revela que outras regiões e/ou órgãos são desconsiderados, principalmente em

estudos com enfoque taxonômico. A bainha foliar pode constituir uma parte significativa das plantas forrageiras acessíveis nos pastos (Johnston & Waite, 1965). No entanto, pouco tem sido estudado quanto à sua anatomia (Alves de Brito et al., 1997).

Tendo em vista a escassez de estudos anatômicos sobre a região da bainha foliar, o presente trabalho objetiva contribuir com as primeiras informações anatômicas da bainha foliar de três espécies de *Paspalum* (*Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin., *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira e *Paspalum vaginatum* Sw.) a fim de obter dados que contribuam para ampliar o conhecimento deste importante gênero.

## **Material e Métodos**

As coletas do material vegetal de *P. polyphyllum*, *P. rostratum* e *P. vaginatum* foram realizadas em diferentes localidades, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Lista de espécies de *Paspalum* estudadas com localidade, data de coleta, coordenadas, coletor, número, fitofisionomia, relevo e substrato. PPMT – *Paspalum polyphyllum* (Mato Grosso), PPDF – *Paspalum polyphyllum* (Distrito Federal), PPAR – *Paspalum polyphyllum* (Argentina), PR – *Paspalum rostratum*, PV – *Paspalum vaginatum*.

Espécie	Localidade	Data de coleta	Coordenadas	Coletor	Número	Fitofisionomia	Relevo	Substrato
<i>Paspalum polyphyllum</i> (PPMT)	Brasil, Mato Grosso, Santo Antônio do Leverger	15/04/2011	15°57'44,2"S; 55°18'47,4"W	A. S. Silva	229	Campo rupestre	Fortemente ondulado	Rochoso
<i>Paspalum polyphyllum</i> (PPDF)	Brasil, Distrito Federal, Lago Oeste	05/08/2010	15°34'52,3"S, 48°02'48,7"W	R. C. Oliveira et al.	2555	Cerrado <i>sensu stricto</i>	Plano	Argiloso
<i>Paspalum polyphyllum</i> (PPAR)	Argentina, Misiones, Candelaria	26/04/2011	27°27'56,4"S, 55°25'46,4"W	Honfi et al.	1547	Campo	Plano	Argiloso
<i>Paspalum rostratum</i> (PR)	Brasil, Distrito Federal, Lago Oeste	11/09/2009	15°31'54,42"S; 48°02'50,22"W	D. M Ramos & R. C. Oliveira	42	Transição Mata de Galeria-Campo	Fortemente ondulado	Laterítico
<i>Paspalum vaginatum</i> (PV)	Brasil, Rio Grande do Norte, Mossoró	14/07/2011	5°11'52,2"S; 37°19'34,6"W	A. S. Silva & C. G. P. Leal	262	Campo úmido antropizado halófito	Plano	Arenoso

Amostras da bainha foliar foram coletadas, em campo, dos 2º e 3º nós, contando do ápice para a base do ramo, de três indivíduos em cada população e armazenadas em etanol 70% (Jensen, 1962). Os materiais vegetais obtidos de exsicatas do Herbário da UnB (PPDF e PPAR) foram reidratados em série etélica decrescente (Graciano-Ribeiro, 2002). Para os estudos anatômicos foram analisadas as regiões medianas da bainha foliar.

Secções transversais foram obtidas com auxílio de micrótomo de mesa (R. Jungag Heidelberg), clarificadas, coradas com azul de astra 1% e fucsina básica 1% (3:1) e montadas em resina sintética (Paiva et al., 2006). Para o estudo da epiderme e também de células livres (dissociados/macerados), fragmentos da bainha foram submetidos à solução de Franklin (1945), corados em solução de azul de metileno 1% com bórax (Langeron, 1949) e montados em resina sintética (Paiva et al., 2006). O teste histoquímico de Sudam IV (Johansen, 1940) foi realizado para evidenciar a cutícula.

Caracteres micromorfológicos foram observados via microscopia eletrônica de varredura, com auxílio do microscópio eletrônico de varredura JEOL JEM 840, segundo metodologia usual (Bozzola & Russel, 1992). As fotomicrografias dos cortes anatômicos foram obtidas com o auxílio do microscópio Olympus CX 31 acoplado a máquina digital, modelo Olympus C-7070. A terminologia utilizada para a descrição anatômica seguiu principalmente Ellis (1976; 1979), Metcalfe (1960) e Graciano-Ribeiro et al. (2006).

## Resultados

Os caracteres anatômicos diferenciais das cinco populações de *Paspalum* são apresentados na Tabela 2.

Secção transversal – *Formato*: involuto, com as duas margens voltadas para dentro em direção à face adaxial (Fig. 1A). *Superfície face adaxial e abaxial*: lisa. *Cutícula*: delgada na face adaxial e espessa na face abaxial. *Células epidérmicas comuns adaxiais*: retangulares com paredes delgadas e maiores que as células da face abaxial (Fig. 1B). *Células epidérmicas comuns abaxiais*: arredondadas com paredes espessadas. *Estômatos*: nas duas faces, nivelados ou acima do nível das demais células epidérmicas comuns, presença de câmara subestomática (Fig. 1B). *Mesofilo*: tende a heterogêneo, formado por parênquima clorofiliano e parênquima incolor. *Parênquima clorofiliano*: nas duas faces ou apenas na face abaxial; uma camada de células, disposta radialmente em volta dos feixes vasculares, que são alongadas radialmente e poliédricas, com paredes delgadas, do tipo raquimorfa (Fig. 1B). *Parênquima incolor*: na face adaxial com células isodiamétricas de paredes espessadas (Fig. 1B) ou delgadas. *Fibras*: nas

duas faces ou apenas na face adaxial; formam cordões (Fig. 1C), são isodiamétricas e elípticas, de paredes densamente espessadas. *Células distintas*: quando presentes ocorrem em grupos de 2-4 células (Fig. 1C). *Cavidades aerenquimáticas*: quando presentes são mais próximas da face adaxial e do tipo lisígena (Fig. 1D). *Distância intervenal*: 1-3 células de parênquima clorofiliano do tipo raquimorfa. *Sistema vascular*: feixes vasculares de 1ª ordem de formato elíptico (Fig. 1D) ou circular, com 2-4 elementos de metaxilema conspícuos e maiores que as células da bainha do feixe vascular, presença às vezes de lacunas de protoxilema e de floema envolto por fibras; feixes vasculares de 2ª ordem (Fig. 1F) geralmente ausentes, de formato elíptico; e feixes vasculares de 3ª ordem (Fig. 1D) de formato angular, alguns são caracterizados pelo xilema e floema indistinguíveis, porém a maioria apresenta algumas células de xilema e floema distintas. *Localização dos feixes vasculares*: feixes vasculares de 1ª e 3ª ordens próximos da face abaxial ou equidistantes, e feixes de 2ª ordem próximos da face abaxial; 3-7 feixes vasculares de 3ª ordem entre dois feixes vasculares de 1ª ordem. *Bainha dos feixes vasculares*: única (Fig. 1E), completa, às vezes incompleta, com células parenquimáticas de paredes espessadas, que em relação ao tamanho das células do parênquima clorofiliano são menores, ou podem ser do mesmo tamanho nos feixes vasculares de 3ª ordem. *Extensão da bainha dos feixes vasculares*: geralmente presente (Fig. 1E), é esclerenquimática e ocorre para a face abaxial. *Região central*: pode ou não ser evidente, quando evidente apresenta formato côncavo-convexo com presença de parênquima incolor mais desenvolvido na face adaxial (Fig. 1F) e sistema vascular simples, com 1 feixe vascular de 1ª ordem e 4-10 feixes de 3ª ordem localizados na face abaxial, as fibras formam 1-2 camadas descontínuas na face adaxial. *Bordos*: geralmente diferentes, podem possuir fibras na extremidade (Fig. 2A) e/ou macrotricomas (Fig. 2B). *Bordo 1*: formato afilado (Fig. 1C). *Bordo 2*: formato acuminado ou afilado.

Secção paradérmica – *Zonação*: zonas intercostais e costais distintas entre si. Na face abaxial as zonas intercostais (ZI) (Fig. 3A) possuem 3-12 fileiras de células e zonas costais (ZC) (Fig. 3A) 2-7 fileiras; na face adaxial as zonas intercostais (Fig. 3F) apresentam 3-12 fileiras de células e as zonas costais (Fig. 3F) 2-5 fileiras.

Face abaxial – *Células longas intercostais*: largas e longas, com paredes anticlinais sinuosas e espessadas (Fig. 3A). *Células longas costais*: semelhantes às células longas intercostais, porém são mais estreitas e mais longas (Fig. 3A). *Células silicificadas intercostais*: formato elíptico (Fig. 3B), alto e estreito (Fig. 3C), selim (Fig. 4B), triangular ou quadrado (Fig. 3A). *Células silicificadas costais*: além dos formatos presentes na ZI (exceto o quadrado), ocorrem os formatos: halteriforme (Fig. 3C), cruciforme (Fig. 3C) e nodular (Fig.

3E e 4D). *Células suberosas intercostais e costais*: de formato alto e largo (Fig. 3D) ou estreito (Fig. 3D), reniforme (Fig. 3E) ou quadrado (Fig. 3B), com paredes retas ou levemente sinuosas, podem ocorrer aos pares. *Estômatos*: 1-4 fileiras na zona intercostal, células subsidiárias de formato triangular (Fig. 3D), em cúpula (Fig. 5E) ou levemente triangular (Fig. 3B). *Células interestomáticas*: 1-2 células, semelhantes às células longas intercostais (Fig. 3E). *Ganchos e Espinhos*: quando presentes ocorrem nas ZI (Fig. 4E). *Microtricomas*: presentes na ZI, com célula apical maior que a basal, ápice acuminado e paredes delgadas (Fig. 4C e 4D). *Macrotricomas*: longos com ápice agudo e paredes espessadas, alguns são do tipo “almofada”.

Face adaxial – Semelhante à face abaxial, exceto por: *Células longas intercostais e costais e células interestomáticas*: paredes anticlinais delgadas e retas ou onduladas (Fig. 3E). *Células silicificadas e suberosas*: ausentes. *Estômatos*: 1-2 fileiras. *Ganchos, Espinhos, Microtricomas e Macrotricomas*: ausentes.

Tabela 2. Caracteres anatômicos diferenciais das cinco populações de *Paspalum* analisadas. \*Caracteres com valor taxonômico. \*\*Caracteres possivelmente afetados pelas condições ambientais, visto que variaram entre as populações da mesma espécie. PPMT – *Paspalum polyphyllum* (Mato Grosso), PPDF – *Paspalum polyphyllum* (Distrito Federal), PPAR – *Paspalum polyphyllum* (Argentina), PR – *Paspalum rostratum*, PV – *Paspalum vaginatum*.

Caracter/Espécie	PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
1. Região central da bainha foliar*	evidente	evidente	evidente	não evidente	evidente
2. Posição dos estômatos em relação às demais células epidérmicas	nivelado	nivelado	nivelado	nivelado/ acima do nível	nivelado
3. Parênquima clorofiliano*	face abaxial	face abaxial	face abaxial	ambas as faces	ambas as faces
4. Fibras*	face adaxial	face adaxial	face adaxial	ambas as faces	ambas as faces
5. Formato das células do parênquima incolor*	isodiamétrico	isodiamétrico	isodiamétrico	irregular	isodiamétrico
6. Parede celular das células do parênquima incolor*	espessada	espessada	espessada	delgada	delgada
7. Células distintivas Kranz**	presente	presente	ausente	ausente	ausente
8. Cavidades aerenquimáticas*	ausente	ausente	ausente	presente	presente
9. Tipos de feixes vasculares*	1ª e 3ª ordem	1ª, 2ª e 3ª ordem			
10. Formato dos feixes vasculares de 1ª ordem	circular	circular	circular e elíptico	circular	elíptico
11. Posição dos feixes vasculares de 1ª ordem*	próximos da face abaxial	próximos da face abaxial	próximos da face abaxial	próximos da face abaxial	equidistantes
12. Posição dos feixes vasculares de 3ª ordem**	próximos da face abaxial	próximos da face abaxial	equidistantes	equidistantes e próximos da face abaxial	próximos da face abaxial

Caracter/Espécie	PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
13. Quantidade de feixes vasculares de 3ª ordem entre feixes vasculares de 1ª ordem**	3 a 6	5 a 7	3	3 a 4	6
14. Bainha dos feixes vasculares de 1ª ordem**	completa	incompleta	incompleta	incompleta	completa
15. Espessura da parede das células da bainha dos feixes vasculares de 1ª ordem*	densamente espessada	densamente espessada	densamente espessada	espessada	espessada
16. Bainha dos feixes vasculares de 3ª ordem	completa/ incompleta	completa/ incompleta	completa/ incompleta	completa/ incompleta	completa
17. Tamanho das células da bainha dos feixes vasculares de 3ª ordem/células parênquima clorofiliano	iguais/menores	iguais	iguais	menores	menores
18. Extensão da bainha dos feixes vasculares de 3ª ordem	ausente/face abaxial	ausente/face abaxial	ausente/face abaxial	ausente/face abaxial	ausente/face abaxial
19. Fibras na região central*	face adaxial	face adaxial	face adaxial	ambas as faces	ambas as faces
20. Parênquima incolor na região central*	face adaxial	face adaxial	face adaxial	face adaxial	ambas as faces
21. Bordos*	diferentes	diferentes	diferentes	diferentes	iguais
22. Formato do bordo 2*	acuminado	acuminado	acuminado	acuminado	afilado
23. Fibras no bordo 2**	ausente	ausente	presente	ausente	ausente
24. Parede anticlinal das células longas intercostais adaxiais*	reta	reta	reta	reta	ondulada
25. Parede anticlinal das células longas costais adaxiais*	reta	reta	reta	reta	ondulada
26. Células silicificadas intercostais abaxiais de formato elíptico*	presente	presente	presente	ausente	presente
27. Células silicificadas intercostais abaxiais de formato selim**	presente	presente	ausente	presente	presente
28. Células silicificadas intercostais abaxiais de formato triangular**	presente	ausente	presente	ausente	presente
29. Células silicificadas intercostais abaxiais de formato quadrado*	presente	presente	presente	ausente	ausente
30. Células silicificadas costais abaxiais de formato cruciforme*	presente	presente	presente	presente	ausente
31. Células silicificadas costais abaxiais de formato alto e	presente	ausente	presente	presente	ausente

Caracter/Espécie	PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
estreito**					
32. Células silicificadas costais abaxiais de formato elíptico**	ausente	presente	ausente	ausente	presente
33. Células silicificadas costais abaxiais de formato selim**	ausente	presente	presente	presente	presente
34. Células silicificadas costais abaxiais de formato nodular**	ausente	ausente	presente	presente	presente
35. Células silicificadas costais abaxiais de formato triangular**	presente	presente	ausente	ausente	ausente
36. Células suberosas intercostais abaxiais de formato quadrado*	ausente	ausente	ausente	ausente	presente
37. Células suberosas intercostais abaxiais de formato reniforme*	presente	presente	presente	ausente	presente
38. Estômatos na face adaxial com células subsidiárias de formato levemente triangular**	ausente	ausente	presente	presente	presente
39. Estômatos na face adaxial com células subsidiárias de formato triangular**	ausente	ausente	presente	ausente	ausente
40. Estômatos na face abaxial com células subsidiárias de formato cúpula**	presente	presente	ausente	ausente	presente
41. Estômatos na face abaxial com células subsidiárias de formato levemente triangular**	ausente	ausente	presente	ausente	presente
42. Estômatos na face abaxial com células subsidiárias de formato triangular*	presente	presente	presente	presente	ausente
43. Número de fileiras de estômatos na face abaxial*	uma a duas	uma a duas	uma a duas	duas ou mais	duas ou mais
44. Macrotricomas*	face abaxial	face abaxial	face abaxial	ausente	ausente
45. Espinhos*	ausente	ausente	ausente	ausente	face abaxial
46. Ganchos*	ausente	ausente	ausente	ausente	face abaxial

## Discussão

Em secção transversal, a bainha foliar de todas as populações analisadas apresenta formato involuto com os bordos sobrepostos, envolvendo totalmente o caule, assim como em *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. e *B. humidicola* (Rendle) Schweick (Brito & Rodella, 2002), *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala (Silva-Filho, 2006) e *Digitaria insularis* (Machado et al., 2008).

A presença de uma quilha/nervura principal não foi observada em nenhuma população. No entanto, exceto em PR, a bainha apresentou uma região central mais alargada conforme descrito por Milby (1971) e Graciano-Ribeiro (2002).

A superfície da bainha foliar de todas as populações é lisa em ambas as faces, como em *Spartina alterniflora* Loisel.-Desl., *S. densiflora* Brongn. e *S. ciliata* Brongn. (Santos & Almeida, 2000). Na lâmina foliar, a presença de sulcos e saliências está relacionada com a capacidade de involução da folha (Metcalf, 1960). Assim, essa característica pode ser dispensável na bainha, devido ao formato involuto da mesma.

Em secção transversal a epiderme de todas as populações analisadas é uniestratificada e a cutícula é espessa na face abaxial, como em *P. urvillei* (Steudel) (Scheffer-Basso et al., 2002). As células epidérmicas comuns da face adaxial, região em contato com o caule, são achatadas de formato retangular, conforme observado em *Pennisetum purpureum* Schum. (Alves de Brito et al., 1997), *D. insularis* (Machado et al., 2008), *B. brizantha* e *B. humidicola* (Brito & Rodella, 2002).

Dentre as características anatômicas da bainha foliar, destaca-se a ausência de células buliformes (Brandis, 1907), assim como em todas as populações analisadas. No entanto, tal característica não deve ser considerada como um padrão, visto que células buliformes associadas aos macrotricomas em almofada foram verificadas na bainha foliar de *Otachyrium succisum* (Graciano-Ribeiro, 2002).

A bainha foliar é anfiestomática, com mais estômatos na face abaxial em todas as populações, assim como em *Austrostipa aristiglumis* (Arriaga & Jacobs, 2006), *F. arenicola* (Silva-Filho, 2006), *Cymbopogon densiflorus* (Steud.) Stapf e *C. nardus* (L.) Rendle (Barbosa, 2007). A presença de poucos estômatos na face adaxial pode estar relacionada à menor quantidade de luz que incide sobre esta face, sendo a face abaxial responsável pela maior parte da atividade fotossintética realizada.

A ocorrência de câmara subestomática em todas as populações também foi registrada em cultivares de *P. purpureum* por Alves de Brito et al. (1999), ao observar em seu estudo

que os estômatos presentes nas bainhas e lâminas foliares foram utilizados pelos microorganismos ruminais como via de acesso aos tecidos mais internos, sendo o processo de degradação iniciado na câmara subestomática e posteriormente avançado através do mesofilo.

Semelhante à lâmina foliar, em todas as populações o mesofilo possui parênquima clorofiliano disposto radialmente em torno dos feixes vasculares, característica também registrada em *C. densiflorus* (Barbosa, 2007). A associação da disposição radiada das células de parênquima clorofiliano com a ocorrência de bainha parenquimática envolvendo os feixes vasculares caracteriza anatomia Kranz também na bainha foliar, como foi verificado em *B. humidicola* (Brito & Rodella, 2002).

O parênquima incolor, assim como em *Buchloë dactyloides* (Nutt.) Engelm (Milby, 1971), ocorre no mesofilo em todas as populações, sendo mais desenvolvido na região central exceto em PR, e diminuindo a espessura em direção aos bordos que frequentemente se reduz a uma fileira de células epidérmicas comuns.

A presença de cavidades aerenquimáticas lisígenas em PR e PV também foi considerada uma característica marcante no mesofilo como em *Paspalum guenoarum* Arech (Coradin, 1982) e *Otachyrium* (Graciano-Ribeiro, 2002). Em seus estudos sobre a anatomia de *Paspalum*, Aliscioni (2000) e Fabbri et al. (2005) concluíram que a capacidade de desenvolver cavidades de ar representa um caracter constante. Assim, segundo Aliscioni (2002) esta característica deve ser considerada em análises sistemáticas e filogenéticas do gênero.

Os feixes vasculares de 1ª, 2ª e 3ª ordens estão próximos da face abaxial como verificado em *P. guenoarum* (Coradin, 1982). No entanto alguns feixes de 1ª e 3ª encontram-se equidistantes na bainha foliar. Em todos os feixes vasculares de 1ª ordem e em alguns de 3ª ordem das espécies analisadas, ocorre uma extensão da bainha de feixe de natureza esclerenquimática e esta apresenta-se conspícua conforme verificado por Buvat (1989) e Alves de Brito et al. (1997). A ocorrência do esclerênquima associado aos feixes vasculares revela um valor taxonômico e ecológico, visto que em gramíneas de ambientes áridos o esclerênquima é mais desenvolvido, enquanto que nas espécies tropicais o mesmo ocorre em pequenos grupos não associados aos feixes vasculares (Metcalf, 1960; Ellis, 1976).

Em todas as populações o bordo é formado apenas por um prolongamento da epiderme, no entanto em um dos bordos de PPAR foram observadas fibras abaixo da epiderme assim como em *P. urvillei* (Eichemberg, 2012).

Em vista frontal, foi possível distinguir as zonas intercostais e costais em todas as populações, porém as zonas costais não estavam bem caracterizadas como em *P. guenoarum*

(Coradin, 1982). A epiderme na face adaxial em todas as populações apresentou-se bastante uniforme. Por estar totalmente em contato com o caule é desprovida de células curtas, tricomas e papilas, no entanto possui alguns estômatos como em *Pennisetum purpureum* (Alves de Brito et al., 1999). Já na face abaxial verificam-se tricomas, células silicificadas, células suberosas e estômatos em grande quantidade.

Com exceção de PV as células longas na face adaxial têm paredes retas e delgadas como em *Paspalum guenoarum* (Coradin, 1982). Na face abaxial, as células epidérmicas comuns apresentaram uma sinuosidade maior quando comparada à lâmina foliar, conforme observado em *Axonopus scoparius* (Flügge) Kuhlm. e *A. fissifolius* (Raddi) Kuhlm. (Silva & Alquini, 2003). Fatores ambientais podem estar relacionados com a sinuosidade das paredes anticlinais das células epidérmicas comuns, podendo apresentar-se mais pronunciada em plantas que crescem à sombra (Wilkinson, 1979) ou em locais úmidos (Gomes, 1992). Pelo fato da lâmina foliar estar mais exposta aos raios solares do que a bainha é esperado que as células epidérmicas comuns da bainha apresentem uma maior sinuosidade.

Os estômatos são paracíticos conforme as descrições para Poaceae feitas por Metcalfe (1960). Por meio da classificação dos estômatos realizada com base no formato das células subsidiárias foram identificados os tipos triangular, levemente triangular e em cúpula. Os tipos triangular e cúpula são característicos de Panicoideae, sendo o triangular mais comum (Metcalfe, 1960). Na face adaxial os estômatos são raros, enquanto que na face abaxial são frequentes, assim como na bainha foliar de *Deschampsia antarctica* Desv. (Vieira & Mantovani, 1995).

As células silicificadas em todas as populações apresentaram os formatos semelhantes aos da lâmina foliar, sendo que os formatos halteriforme e o alto e estreito ocorreram em todas as populações. Segundo Prychid (2004), tipos semelhantes de células silicificadas da lâmina foliar geralmente ocorrem na epiderme da bainha foliar e do colmo.

Os microtricomas característicos da subfamília Panicoideae segundo Tateoka (1959) e Metcalfe (1960) foram verificados em todas as populações analisadas. Além disso, estão de acordo com a descrição feita por Türpe (1966) para o gênero *Paspalum* visto que a célula basal apresenta parede mais espessada e é menor que a célula distal, enquanto que esta possui paredes extremamente delgadas e o formato é em bastão.

Os macrotricomas foram observados apenas nas populações de *P. polyphyllum*, estes são do tipo “almofada” e ocorrem na extremidade do bordo, contudo também foi observado na ala em PPDF. A presença de macrotricomas geralmente no bordo foi confirmada em *F. arenicola* (Silva-Filho, 2006). Já os ganchos verificados apenas em PV são do tipo pequeno

assim como em *P. guenoarum* (Coradin, 1982) e *Pennisetum purpureum* (Alves de Brito et al., 1999).

Alguns caracteres foram relevantes para distinguir as espécies, para *Paspalum polyphyllum* as características relevantes foram ocorrência do parênquima clorofiliano na face abaxial, fibras na face adaxial, parede celular das células do parênquima incolor espessadas, ausência de cavidades aerenquimáticas, parede das células da bainha dos feixes vasculares de 1ª ordem densamente espessada, fibras na face adaxial da região central, células silicificadas costais abaxiais de formato quadrado e macrotricomas na face abaxial. Em PR os caracteres foram região central não evidente, células do parênquima incolor de formato irregular, células silicificadas intercostais abaxiais de formato elíptico ausente e células suberosas intercostais abaxiais de formato reniforme. Já para PV, os caracteres foram presença de feixe vascular de 2ª ordem, parênquima incolor na região central em ambas as faces, bordos iguais, bordo 2 de formato afilado, parede das células longas intercostais e costais adaxiais ondulada, células silicificadas costais abaxiais de formato cruciforme ausentes, células suberosas intercostais abaxiais de formato quadrado presentes, estômatos na face abaxial com células subsidiárias de formato triangular ausentes e espinhos e ganchos na face abaxial.

Os resultados obtidos neste estudo indicam que algumas características da bainha são semelhantes a lâmina foliar indicando a continuidade entre essas duas regiões, visto que fazem parte de um mesmo órgão. Dentre elas estão a presença de estômatos e câmara subestomática, parênquima clorofiliano disposto radialmente em torno dos feixes vasculares, anatomia Kranz, presença de zonas costais e intercostais na epiderme e células silicificadas, microtricomas e macrotricomas na face abaxial. Além disso, foram verificados caracteres exclusivos da bainha como o formato involuto, superfície lisa nas duas faces, ausência de células buliformes, cavidades aerenquimáticas lisígenas e presença apenas de células epidérmicas comuns e estômatos na face adaxial. A presença de características discriminativas e também exclusivas na bainha foliar das espécies analisadas indica que o estudo desta região pode contribuir com caracteres anatômicos de valor taxonômico.

## Referências Bibliográficas

- Aliscioni, S. S. 1999. Estudio histofoliar comparado de especies americanas del género *Paspalum* L. (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales.
- Aliscioni, S. S. 2000. Anatomía ecológica de algunas especies del género *Paspalum* (Poaceae, Panicoideae, Paniceae). *Darwiniana* 38: 187-207.
- Aliscioni, S. S. 2002. Contribución a la filogenia del género *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89: 504-523.
- Aliscioni, S. S. & M. O. Arriaga. 1998. Estudio histofoliar comparado de las especies de los grupos Virgata y Quadrifaria del género *Paspalum* L. (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Candollea* 53: 333-348.
- Aliscioni, S. S. & S. S. Denham. 2008. Rachis of the genus *Paspalum* L. (Poaceae: Panicoideae: Paniceae): Anatomy and taxonomic significance of the primary branches of the inflorescences. *Flora* 203: 60-76.
- Aliscioni, S. S. & S. S. Denham. 2009. Atypical foliar anatomy related to Kranz syndrome in *Paspalum inaequalve* and *Paspalum microstachyum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Flora* 204: 718-729.
- Alves de Brito, C. J. F.; R. A. Rodella, F. C. Deschamps & Y. Alquini. 1997. Organização estrutural da lâmina e bainha foliar de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. - Poaceae). *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 40: 662-672.
- Alves de Brito, C. J. F.; R. A. Rodella, F. C. Deschamps & Y. Alquini, Y. 1999. Anatomia quantitativa e degradação *in vitro* de tecidos em cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). *Revista Brasileira de Zootecnia* 28: 223-229.
- Arriaga, M. O. & S. W. Jacobs. 2006. An anatomo-ecological experiment in *Austrostipa aristiglumis*, a lowland Stipoid species. *Telopea* 11: 161-170.
- Arriaga, M. O. & E. Sánchez. 1992. Estructura Kranz MS em tallos floríferos de Poaceae. *Parodiana* 7: 77-82.
- Barbosa, L. C. S. 2007. Morfo-anatomia e fitoquímica de *Cymbopogon densiflorus* (Steud.) Stapf e *Cymbopogon nardus* (L.) Rendle. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Goiás.
- Bozzola, J. J. & L. D. Russel. 1992. *Electron Microscopy: principles and techniques for biologists*. Boston: Jones & Bartlett Publisher.

- Brandis, S. D. 1907. Remarks on the Structure of Bamboo Leaves. *Transactions of the Linnean Society of London* 7: 69-92.
- Brito, C. J. F. A. & R. A. Rodella. 2002. Caracterização morfo-anatômica da folha e do caule de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf e *B. humidicola* (Rendle) Schweick. (Poaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 25: 221-228.
- Brown, W. V. 1958. Leaf anatomy in grass systematics. *Botanical Gazette*, 119: 170-178.
- Burkart, A. 1969. *Paspalum*. In A. Burkart, *Fl. II. Entre Ríos*, pp. 369-411. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Buvat, R. 1989. *Ontogeny, cell differentiation and structure of vascular plants*. Berlin: Springer-Verlag.
- Camacho de Torres, E. F.; H. Rodríguez & L. Cuevara. 1999. *Paspalum ramianum* Camacho, Rodríguez & Cuevara sp. nov., Gramineae de Venezuela. *Ernstia* 8: 105-114.
- Cialdella, A. M.; O. Morrone & F. O. Zuloaga. 1995. Revision de las especies del género *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae), grupo Bonplandiana. *Darwiniana* 33: 67-95.
- Clayton, W. D. & S. A. Renvoize. 1986. *Genera Graminum*. London: Her Majesty's Stationary Office.
- Coradin, V. T. R. 1982. Contribuição ao Estudo Morfológico e Anatômico de *Paspalum guenoarum* Arech. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Denham, S. S. 2005. Revisión sistemática del subgénero *Harpostachys* de *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 92: 463-532.
- Denham, S. S.; F. O. Zuloaga & O. Morrone. 2002. Systematic revision and phylogeny of *Paspalum* subgenus *Ceresia* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89: 337-399.
- Duval-Jouve, J. 1875. Histotaxie des feuilles de graminées. *Annales des Sciences Natureles Series Botanique* 1: 227-346.
- Duvall, M. R.; J. D. Noll & A. H. Minn. 2001. Phylogenetics of Paniceae (Poaceae). *American Journal of Botany* 88: 1988-1992.
- Eichemberg, M. T. 2012. Morfologia e anatomia de *Paspalum* L. (Poaceae, Poales) e suas implicações taxonômicas. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

- Ellis, R. P. 1974. Comparative leaf anatomy of *Paspalum paspaloides* and *P. vaginatum*. *Bothalia* 11: 235-241.
- 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: 65-109.
- Ellis, R. P. 1977. Distribution of the Kranz Syndrome in the Southern African Eragrostoideae and Panicoideae according to bundle sheath anatomy and cytology. *Bothalia* 9: 73-110.
- Ellis, R. P. 1979. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae, II. The epidermis as seen in surface view. *Bothalia* 12: 641-671.
- Fabbri, L. T.; G. H. Rua & N. Bartoloni. 2005. Different patterns of aerenchyma formation in two hygrophytic species of *Paspalum* (Poaceae) as response to flooding. *Flora* 200: 354-360.
- Franklin, G. L. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature* 155: 51-59.
- Giussani, L. M.; F. O. Zuloaga, C. L. Quarín, H. Cota-Sánchez, K. Ubayasena & O. Morrone. 2009. Phylogenetic relationships in the genus *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae): An assessment of the Quadrifaria and Virgata informal groups. *Systematic Botany* 34: 32-43.
- Graciano-Ribeiro, D. 2002. Caracteres anatômicos aplicados à taxonomia e variações ambientais das espécies de *Otachyrium* da América do Sul. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Graciano-Ribeiro, D.; T. S. Filgueiras & A. P. S. Gonçalves. 2006. Roteiro mínimo para estudos anatômico dos bambus (Poaceae: Bambusoideae). In Anais-Estruturação da rede de pesquisa e desenvolvimento, *Estruturação da Rede de Pesquisa e Desenvolvimento do Bambu*, pp.67-71. Brasília: Universidade de Brasília.
- Gomes, D. M. S. 1992. Anatomia foliar de *Gomidesia spectabilis* (DC) Berg e *G. nitida* (Vell) Legr. (Myrtaceae). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Jensen, W. A. 1962. *Botanical Histochemistry: principles and practices*. São Francisco: W. H. Freeman.
- Johansen, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Johnston, M. J. & R. Waite. 1965. Studies in the lignification of grasses: 1. Perennial ryegrass (S24) and cocksfoot (S37). *Journal of Agricultural Science* 64: 211-219.
- Langeron, M. 1949. *Précis de microscopie*. Paris: Masson & Cie.

- Machado, A. F. L.; R. M. S. Meira, L. R. Ferreira, F. A. Ferreira, L. D. Tuffi Santos, C. M. T. Fialho & M. S. Machado. 2008. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. *Planta Daninha* 26: 1-8.
- Metcalfe, C. R. 1960. *Anatomy of the Monocotyledons, I*. Oxford: Clarendon Press.
- Milby, T. H. 1971. The Leaf Anatomy of Buffalo Grass, *Buchloë dactyloides* (Nutt.) Engelm. *Botanical Gazette* 132: 308-313.
- Morrone, O.; L. Aagesen, M. A. Scataglini, D. L. Salariato, S. S. Denham, M. A. Chemisquy, S. M. Sede, L. M. Giussani, E. A. Kellogg & F. O. Zuloaga. 2012. Phylogeny of the Paniceae (Poaceae: Panicoideae): integrating plastid DNA sequences and morphology into a new classification. *Cladistics* 28: 333-356.
- Morrone, O.; S. S. Denham, S. S. Aliscioni & F. O. Zuloaga. 2000. Revisión de las especies de *Paspalum* (Panicoideae: Paniceae), subgénero *Anachyris*. *Candollea* 55: 105-135.
- Morrone, O.; S. S. Denham & F. O. Zuloaga. 2004. Revisión taxonómica del género *Paspalum* grupo Eriantha (Poaceae, Panicoideae, Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 91: 225-246.
- Morrone, O.; A. Vega & F. O. Zuloaga. 1996. Revisión de las especies del género *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae), grupo Dissecta (s. str.). *Candollea* 51: 103-137.
- Morrone, O.; F. O. Zuloaga & E. Carbono. 1995. Revisión del grupo racemosa del género *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 82: 82-116.
- Paiva, J. G. A.; S. M. Frank-De-Carvalho, M. P. Magalhães & D. Graciano-Ribeiro. 2006. Verniz vitral incolor 500®: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. *Acta Botanica Brasilica* 20: 257-264.
- Prychid, C. J.; P. J. Rudall & M. Gregory. 2004. Systematics and biology of silica bodies in monocotyledons. *Botanical Review* 69: 377-440.
- Rodríguez, R.; E. F. Camacho de Torres & L. Guevara. 2000. Section Parviflora Rodriguez of genus *Paspalum* L. (Gramineae) in Venezuela. *Ernstia* 10: 117-143.
- Rua, G. H.; P. R. Speranza, M. Vaio & M. Arakaki. 2010. A phylogenetic analysis of the genus *Paspalum* (Poaceae) based on cpDNA and morphology. *Plant Systematics and Evolution* 288: 227-243.
- Santos, M. & S. L. de Almeida. 2000. Anatomia foliar de *Spartina* Schreber (Poaceae) da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC). *INSULA Revista de Botânica* 29: 1-24.
- Santos, M.; P. L. Oliveira & F. C. Miguens. 2001. A method of estimating stomatal density in *Paspalum notatum* (Poaceae). *Australian Journal of Botany* 49: 579-583.

- Scheffer-Basso, S. M.; G. L. Rodrigues & M. V. Bordignon. 2002. Caracterização morfofisiológica e anatômica de *Paspalum urvillei* (Steudel). *Revista Brasileira de Zootecnia* 31: 1674-1679.
- Silva-Filho, J. P. B. 2006. Caracterização anatômica de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala (Poaceae: Bambusoideae: Arthrostylidiinae). Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília.
- Silva, M. L. & Y. Alquini. 2003. Anatomia comparativa de folhas e caules de *Axonopus scoparius* (Flügge) Kuhl. e *Axonopus fissifolius* (Raddi) Kuhl. (Poaceae). *Revista Brasileira de Botânica* 26: 185-192.
- Tateoka, T.; S. Inoue & S. Kawano. 1959. Notes on some grasses. IX. Systematic significance of bicellular microhairs of leaf epidermis. *Botanical Gazette* 121: 80-91.
- Türpe, A. M. 1966. Histotaxonomía de las especies argentinas del género *Paspalum*. *Lilloa* 32: 1-272.
- Valls, J. F. M. & R. C. de Oliveira. 2013. *Paspalum* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB13432>. Acesso em: 26 de Junho de 2013.
- Vieira, R. C. & A. Mantovani. 1995. Anatomia foliar de *Deschampsia antarctica* Desv. (Gramineae). *Revista Brasileira de Botânica* 18: 207-220.
- Wilkinson, H. P. 1979. The plant surface (mainly leaf). In C. R. Metcalfe & L. Chalk. (eds.), *Anatomy of the dicotyledons*, pp. 97-162. Oxford: Clarendon Press.
- Zanotti, C. A.; R. Pozner & O. Morrone. 2010. Understanding spikelet orientation in Paniceae (Poaceae). *American Journal of Botany* 97: 717-729.
- Zuloaga, F. O.; J. F. Pensiero & O. Morrone. 2004. Systematics of *Paspalum* group Notata (Poaceae-Panicoideae-Paniceae). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 71: 1-75.

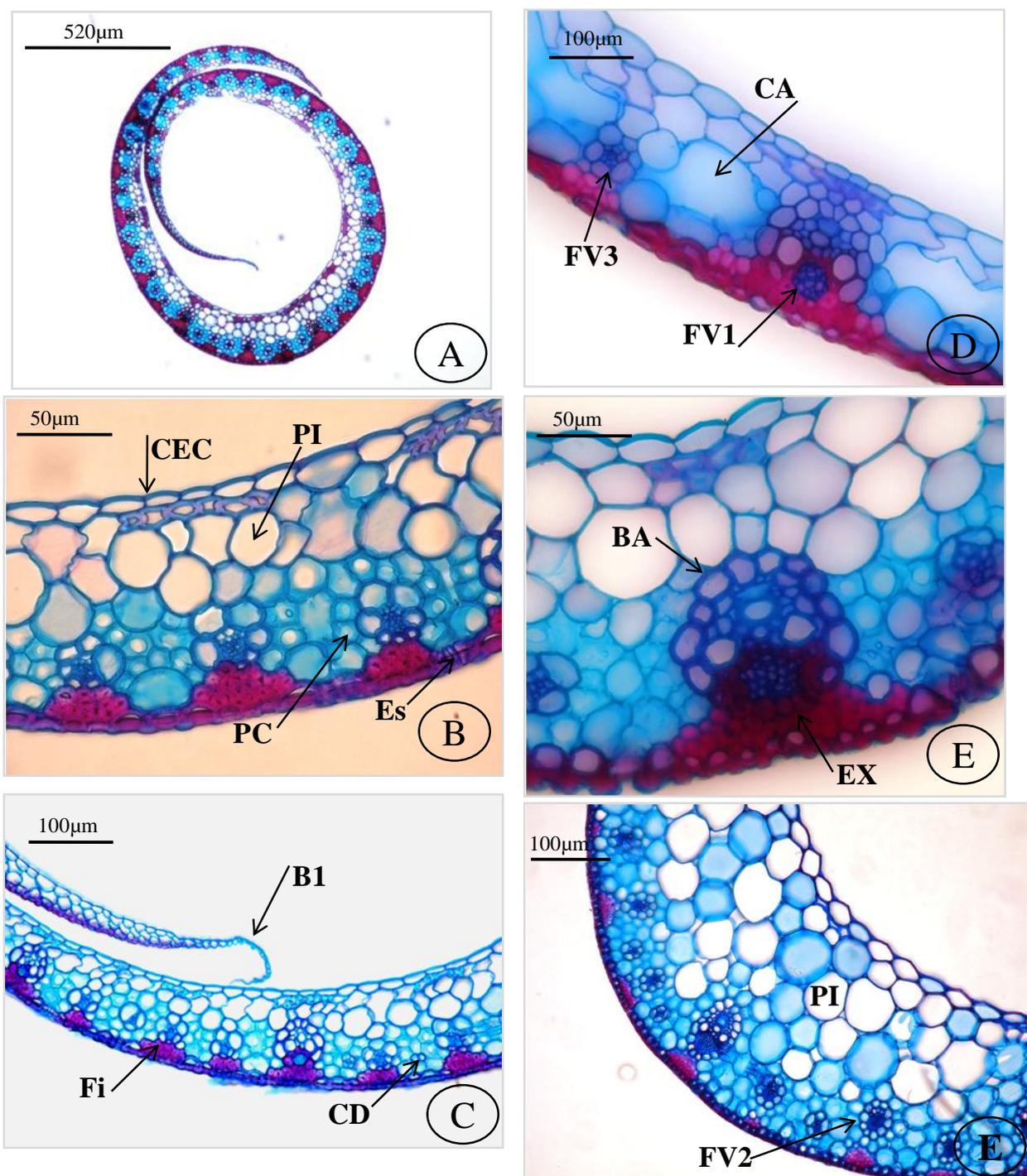


Figura 1. Secção transversal. A. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Distrito Federal), bainha foliar de formato involuto. B. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Mato Grosso), células epidérmicas comuns (CEC) na face adaxial de formato retangular, parênquima incolor (PI) na face adaxial, estômato (Es) na face abaxial, parênquima clorofiliano (PC) disposto radialmente em volta dos feixes vasculares. C. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Mato Grosso), bordo 1 (B1) de formato afilado, fibras (Fi) na face abaxial em formato de cordões, células distintas (CD) próximas da face abaxial. D. *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira, cavidades aerênquimáticas (CA) próximas da face abaxial, feixe vascular de 1ª ordem (FV1) de formato elíptico, feixe vascular de 3ª ordem (FV3) de formato angular. E. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Argentina), bainha única (BA) do feixe vascular, extensão esclerenquimática (EX) da bainha do feixe vascular para a face abaxial. F. *Paspalum vaginatum* Sw., região central de formato côncavo-convexo com parênquima incolor (PI) mais desenvolvido, feixe vascular de 2ª ordem (FV2) de formato elíptico.

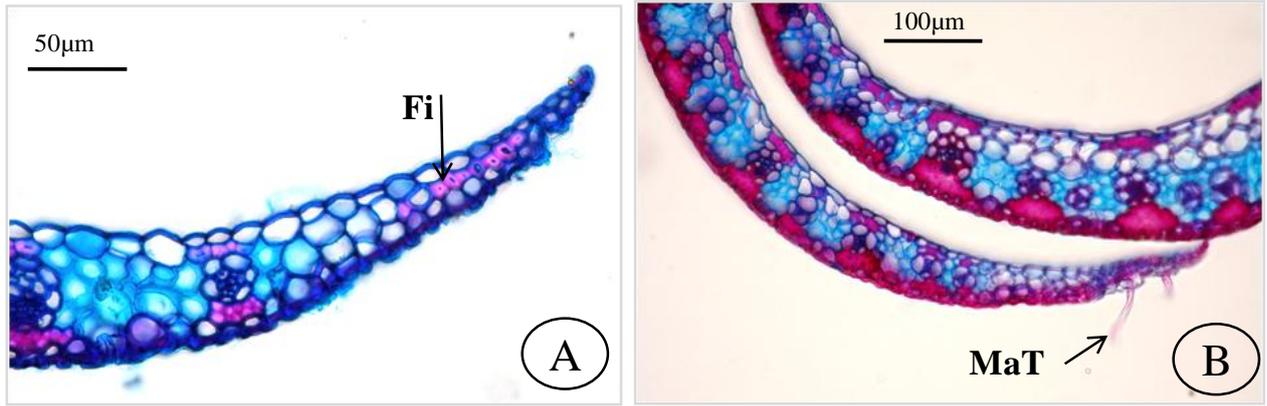


Figura 2. Secção transversal. A. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Argentina), bordo 2 com presença de fibras (Fi) na extremidade. B. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Distrito Federal), bordo 2 com presença de macrotricomas (MaT) em almofada na extremidade.

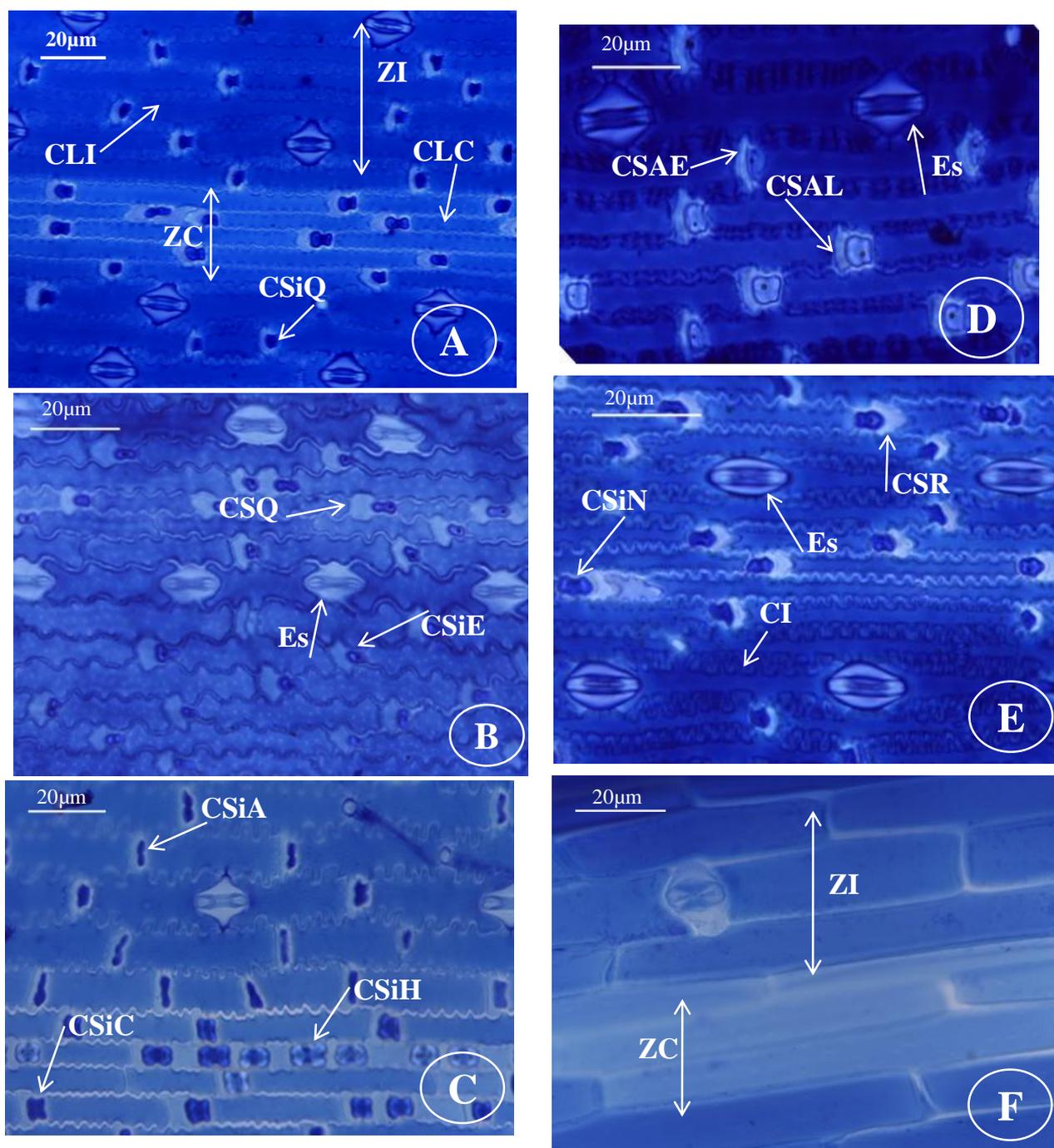


Figura 3. Secção paradérmica. A-E. Vista frontal da epiderme na face abaxial. A. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Mato Grosso), zona intercostal (ZI) e zona costal (ZC) distintas, célula longa intercostal (CLI) com paredes sinuosas, célula longa costal (CLC) mais longa e mais estreita que a CLI, célula silicificada de formato quadrado (CSiQ). B. *Paspalum vaginatum* Sw., célula suberosa de formato quadrado (CSQ), célula silicificada de formato elíptico (CSiE), estômato (Es) com célula subsidiária de formato levemente triangular. C. *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira, célula silicificada de formato alto e estreito (CSiA), célula silicificada de formato cruciforme (CSiC), célula silicificada de formato halteriforme (CSiH). D. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Argentina), célula suberosa de formato alto e estreito (CSAE), célula suberosa de formato alto e largo (CSAL), estômato (Es) com célula subsidiária de formato triangular. E. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Distrito Federal), célula silicificada de formato nodular (CSiN), célula suberosa de formato reniforme (CSR), estômato (Es) com célula subsidiária em formato de cúpula, célula interestomática (CI). F. Vista frontal da epiderme na face adaxial. F. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Mato Grosso), zona intercostal (ZI) e zona costal (ZC) distintas.

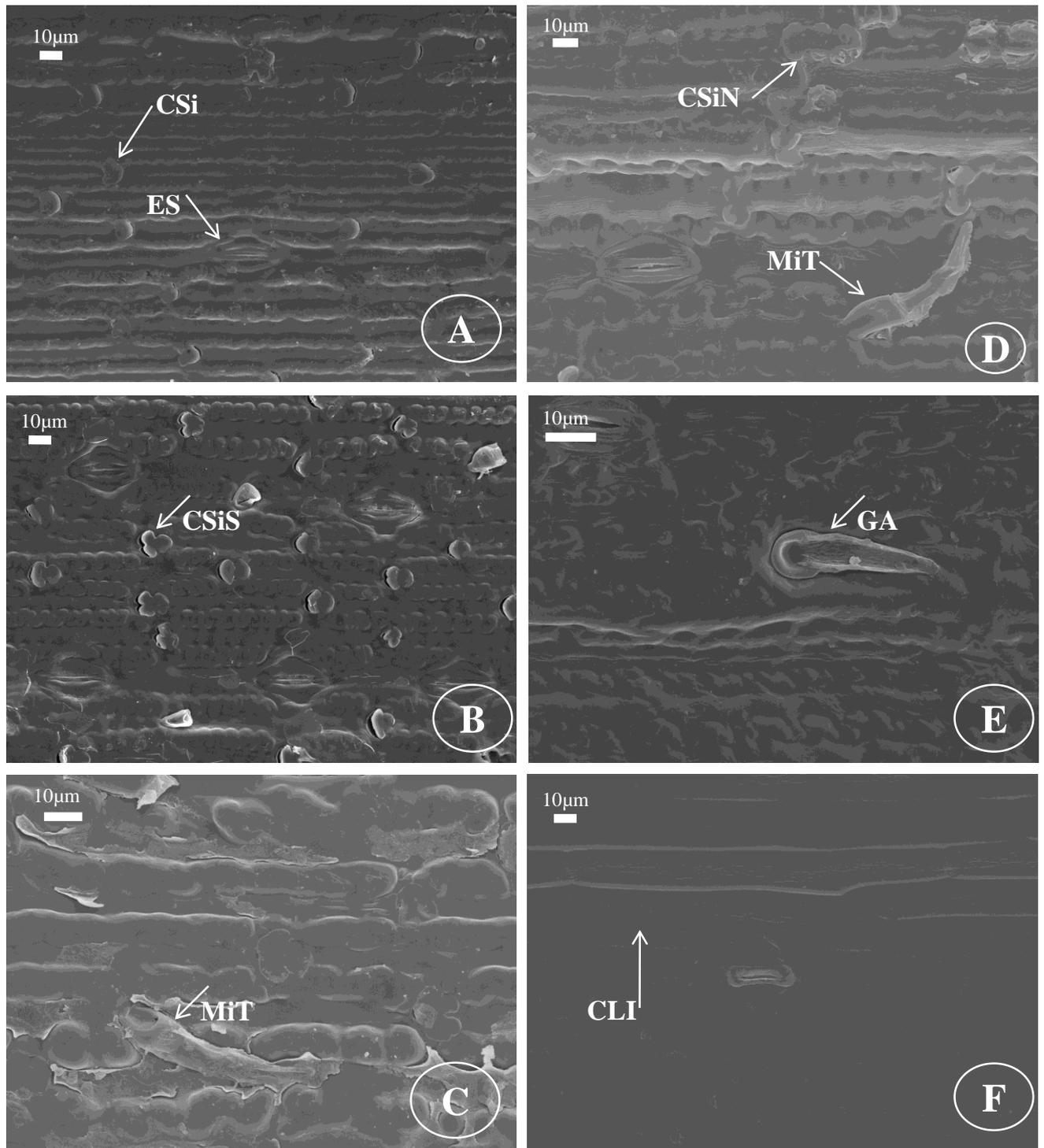


Figura 4. Microscopia Eletrônica de Varredura. A-E. Vista frontal da epiderme na face abaxial. A. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Mato Grosso), célula silicificada (CSi) na zona costal e estômato (ES) na zona intercostal. B. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Distrito Federal), célula silicificada de formato selim (CSiS). C. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Argentina), microtricoma (MiT). D. *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira, célula silicificada de formato nodular (CSiN) e microtricoma (MiT) com célula basal menor que a apical. E. *Paspalum vaginatum* Sw., gancho (GA) na zona intercostal. F. Vista frontal da epiderme na face adaxial. F. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Argentina), célula longa intercostal com paredes anticlinais retas.

### **CAPÍTULO III<sup>3</sup>**

Comparação dos caracteres anatômicos ocorrentes na lâmina e bainha foliar de três espécies de *Paspalum* L.

---

<sup>3</sup> Para este capítulo seguiram-se as normas da revista Darwiniana.

## Resumo

(Comparação dos caracteres anatômicos ocorrentes na lâmina e bainha foliar de três espécies de *Paspalum* L.). *Paspalum* L. é um dos maiores gêneros dentro da família Poaceae e compreende aproximadamente 330 espécies distribuídas principalmente nas regiões tropicais, subtropicais e temperadas do continente americano. O presente trabalho objetiva testar a hipótese de que a bainha foliar apresenta caracteres anatômicos mais estáveis e informativos que a lâmina, através da caracterização anatômica da lâmina e da bainha foliar de três populações de *Paspalum polyphyllum* Nees ex. Trin. e comparação com as espécies de *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira e *Paspalum vaginatum* Sw. Para a caracterização anatômica foram analisadas secções transversais e paradérmicas do terço médio da lâmina e bainha foliar das espécies em estudo. Para a obtenção dos dados quantitativos foram tomadas medidas de 76 variáveis, além disso, uma matriz com os caracteres qualitativos e seus estados foi elaborada. Foi possível observar que a lâmina foliar apresentou uma maior quantidade de caracteres anatômicos qualitativos e quantitativos. No entanto, a maior parte desses caracteres apresentou respostas às influências ou é característica do gênero. Já a bainha foliar mesmo com um menor número de caracteres apresentou uma maior quantidade de características relevantes para a discriminação das populações analisadas. Dessa forma, verifica-se que a região da bainha foliar nas três espécies analisadas possui uma maior quantidade de caracteres com valor taxonômico, pelo fato de serem mais estáveis e conseqüentemente mais informativos.

**Palavras-chave:** anatomia, bainha foliar, descritores, Poaceae.

## Introdução

*Paspalum* L. é um dos maiores gêneros dentro da família Poaceae e compreende aproximadamente 330 espécies distribuídas principalmente nas regiões tropicais, subtropicais e temperadas do continente americano (Zuloaga & Morrone, 2005). No Brasil o gênero é representado por 206 espécies (Valls & Oliveira, 2013), sendo que a região central do país é considerada o centro de diversidade do gênero (Oliveira & Valls, 2009). Dentre os gêneros de gramíneas brasileiras, *Paspalum* possui o maior número de espécies nativas e também reúne o maior número de espécies com potencial forrageiro (Valls, 1990).

Por causa da grande quantidade de espécies e da ampla variação morfológica o gênero foi dividido em subgêneros, seções e grupos informais por diversos autores, sendo estas divisões geralmente baseadas em caracteres morfológicos (Aliscioni & Denham, 2008). Além disso, a maioria dos autores reconheceu os grupos informais estabelecidos por Chase (1929).

A monofilia do gênero é bem suportada com a inclusão de *Thrasya* Kunth (Giussani et al., 2001; Denham, 2005). No entanto, a monofilia dos subgêneros e grupos informais dentro de *Paspalum* não está clara e exige maiores investigações (Giussani et al., 2009). Dentre os estudos que revisaram a monofilia de grupos informais e a circunscrição dos *taxa* estão Denham et al. (2002), Rua & Aliscioni (2002), Souza-Chies et al. (2006), Essi & Souza-Chies (2007), Giussani et al. (2009) e Rua et al. (2010).

Embora a taxonomia de gramíneas seja baseada principalmente em caracteres morfológicos das inflorescências e espiguetas, diferenças na anatomia foliar têm sido úteis na definição de grupos, especialmente subfamílias, em razão de vários caracteres constantes e diagnósticos (Brown, 1958; Metcalfe, 1960; Ellis 1987). O primeiro registro da utilização da anatomia foliar na taxonomia de Poaceae foi de Duval-Jouve (1875). Desde então, caracteres anatômicos têm sido usados na definição de subfamílias e em outros níveis taxonômicos (Pelegri et al., 2009).

Em *Paspalum* a anatomia foliar foi estudada por vários autores (Metcalfe, 1960; Türpe, 1966; Burkart, 1969; Ellis, 1974, 1977; Cialdella et al., 1995; Morrone et al., 1995, 1996, 2000, 2004; Aliscioni & Arriaga, 1998; Camacho de Torres et al., 1999; Aliscioni, 1999, 2000; Rodríguez et al., 2000; Santos et al., 2001; Denham et al., 2002; Scheffer-Basso et al., 2002; Zuloaga et al., 2004; Denham, 2005; Aliscioni & Denham, 2009; Eichemberg, 2012), sendo que o estudo mais extenso e importante foi o de Türpe (1966) que compreendeu 70 espécies da flora argentina. Já a bainha foliar foi incluída apenas nos estudos de Coradin (1982), Scheffer-Basso et al. (2002); Aliscioni & Denham (2009) e Eichemberg (2012).

O grande uso de caracteres anatômicos foliares, possivelmente, está relacionado ao fato dos mesmos serem mais importantes do que outras partes da folha em estudos taxonômicos de acordo com Metcalfe (1960), devido à lâmina foliar ser a primeira parte da folha a se tornar madura.

Contudo, deve ser considerado que os caracteres anatômicos da bainha foliar podem apresentar maior valor taxonômico que os da lâmina, uma vez que em seu estudo sobre a bainha foliar de espécies pertencentes ao gênero *Otachyrium*, Graciano-Ribeiro (2002) observou que suas estruturas não são muito afetadas pelo ambiente, além de verificar uma variação morfológica dentro do gênero, sugerindo que tais características poderiam ser úteis para fins taxonômicos.

Dessa forma, o presente trabalho objetiva testar a hipótese de que a bainha foliar apresenta caracteres anatômicos mais estáveis e informativos que a lâmina, através da caracterização anatômica da lâmina e da bainha foliar de três populações de *Paspalum polyphyllum* Nees ex. Trin. e duas populações de *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira e *Paspalum vaginatum* Sw.

## **Material e Métodos**

As coletas do material vegetal de *P. polyphyllum*, *P. rostratum* e *P. vaginatum* foram realizadas em diferentes localidades, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Lista de espécies de *Paspalum* estudadas com localidade, data de coleta, coordenadas, coletor, número, fitofisionomia, relevo e substrato. PPMT – *Paspalum polyphyllum* (Mato Grosso), PPDF – *Paspalum polyphyllum* (Distrito Federal), PPAR – *Paspalum polyphyllum* (Argentina), PR – *Paspalum rostratum*, PV – *Paspalum vaginatum*.

Espécie	Localidade	Data de coleta	Coordenadas	Coletor	Número	Fitofisionomia	Relevo	Substrato
<i>Paspalum polyphyllum</i> (PPMT)	Brasil, Mato Grosso, Santo Antônio do Leverger	15/04/2011	15°57'44,2"S; 55°18'47,4"W	A. S. Silva	229	Campo rupestre	Fortemente ondulado	Rochoso
<i>Paspalum polyphyllum</i> (PPDF)	Brasil, Distrito Federal, Lago Oeste	05/08/2010	15°34'52,3"S, 48°02'48,7"W	R. C. Oliveira et al.	2555	Cerrado <i>sensu stricto</i>	Plano	Argiloso
<i>Paspalum polyphyllum</i> (PPAR)	Argentina, Misiones, Candelaria	26/04/2011	27°27'56,4"S, 55°25'46,4"W	Honfi et al.	1547	Campo	Plano	Argiloso
<i>Paspalum rostratum</i> (PR)	Brasil, Distrito Federal, Lago Oeste	11/09/2009	15°31'54,42"S; 48°02'50,22"W	D. M. Ramos & R. C. Oliveira	42	Transição Mata de Galeria-Campo	Fortemente ondulado	Laterítico
<i>Paspalum vaginatum</i> (PV)	Brasil, Rio Grande do Norte, Mossoró	14/07/2011	5°11'52,2"S; 37°19'34,6"W	A. S. Silva & C. G. P. Leal	262	Campo úmido antropizado halófito	Plano	Arenoso

Amostras da lâmina e bainha foliar foram coletadas, em campo, do 2º e 3º nó, contando do ápice para a base do ramo, de três indivíduos em cada população e armazenadas em etanol 70% (Jensen, 1962). Os materiais vegetais obtidos de exsicatas do Herbário da UnB (PPDF e PPAR) foram reidratados em série etílica decrescente (Graciano-Ribeiro, 2002). Para os estudos anatômicos foram analisadas as regiões medianas da lâmina e bainha foliar.

Secções transversais foram obtidas com auxílio de micrótomo de mesa (R. Jungag Heidelberg), clarificadas, coradas com azul de astra 1% e fucsina básica 1% (3:1) e montadas em resina sintética (Paiva et al., 2006). Para o estudo da epiderme e também de células livres (dissociados/macerados), fragmentos da lâmina foram submetidos à solução de Franklin (1945), corados em solução de azul de metileno 1% com bórax (Langeron, 1949) e montados em resina sintética (Paiva et al., 2006). O teste histoquímico de Sudam IV (Johansen, 1940) foi realizado para evidenciar a cutícula.

Caracteres micromorfológicos foram observados via microscopia eletrônica de varredura, com auxílio do microscópio eletrônico de varredura JEOL JEM 840, segundo metodologia usual (Bozzola & Russel, 1992). As fotomicrografias dos cortes anatômicos foram obtidas com o auxílio do microscópio Olympus CX 31 acoplado a máquina digital, modelo Olympus C-7070.

A terminologia utilizada para a descrição anatômica seguiu principalmente Ellis (1976; 1979), Metcalfe (1960) e Graciano-Ribeiro et al. (2006). Os caracteres anatômicos da lâmina e bainha foliar, e seus estados são apresentados nas Tabelas 4 e 5. Foram considerados discriminativos os caracteres semelhantes entre as populações de *P. polyphyllum* e que eram distintos em relação às outras espécies do grupo externo. Os caracteres que apresentaram mais de um estado em uma população não foram considerados, devido à dificuldade de se atribuir uma classificação a estes.

A avaliação quantitativa dos tecidos da lâmina e bainha foi realizada com auxílio do programa de análise de imagens ImageJ (Image Processing and Analysis in Java). Para cada população foram analisadas 30 secções transversais e tomadas medidas de cada uma das variáveis. Para a região da ala foram avaliadas: espessura da lâmina e bainha foliar, espessura da cutícula e epiderme na face adaxial, espessura da cutícula e epiderme na face abaxial, espessura do mesofilo, % células buliformes ocupam no mesofilo, área do esclerênquima sobre os feixes vasculares de 1ª ordem, área das células buliformes, área do feixe vascular de 1ª ordem, números de feixes vasculares total e distância intervenal. Para a região da nervura central foram avaliadas: espessura da nervura central, espessura da cutícula e epiderme na face adaxial, espessura da cutícula e epiderme na face abaxial, espessura do mesofilo, área do

esclerênquima sobre os feixes vasculares de 1ª ordem, área do feixe vascular de 1ª ordem e área da nervura central. Em secção paradérmica foi avaliado o comprimento e largura: das células longas costais e intercostais, buliformes, silicificadas, suberosas e dos estômatos. Os valores discrepantes dos caracteres quantitativos foram excluídos e os demais caracteres submetidos à Análise de Componentes Principais (Sneath & Sokal, 1973), utilizando o programa PAST (Hammer et al., 2001).

## Resultados

De acordo com a análise dos dados qualitativos dos 173 caracteres anatômicos da lâmina foliar nas cinco populações de *Paspalum*, foi possível identificar 16 caracteres discriminativos (Tab. 2). Já para os 147 caracteres analisados na bainha foliar foram identificados 25 caracteres discriminativos (Tab. 3). Os caracteres anatômicos mais representativos da lâmina e da bainha foliar, em secção transversal e vista frontal, são apresentados nas Figuras 2 e 3.

Através da análise de componentes principais (PCA) nas 76 variáveis quantitativas da lâmina e da bainha foliar, observou-se que as duas primeiras componentes principais foram responsáveis por 99,892% da variância explicada pelos caracteres avaliados ( $Y_1=56,323\%$  e  $Y_2=43,569\%$ ). Para primeira componente ( $Y_1$ ), a área da nervura central da lâmina foliar foi o caracter que apresentou o maior peso, ou seja, foi o mais relevante para esta componente ao refletir a maior variabilidade ao longo das populações. De modo que para a segunda componente ( $Y_2$ ), o maior peso foi atribuído à área da região central da bainha foliar (Tab. 4).

Apesar da análise de componentes principais ser uma técnica de reconhecimento de padrões e não uma técnica de classificação, o resultado observado na dispersão gráfica (Fig. 1) revela-se consistente, uma vez que três grupos distintos foram formados: o primeiro grupo compreende a população de *P. vaginatum*, o segundo grupo a população de *P. rostratum* e o terceiro grupo as três populações de *P. polyphyllum*.

Tabela 2. Caracteres anatômicos discriminativos da lâmina foliar das cinco populações de *Paspalum* analisadas. PPMT – *Paspalum polyphyllum* (Mato Grosso), PPDF – *Paspalum polyphyllum* (Distrito Federal), PPAR – *Paspalum polyphyllum* (Argentina), PR – *Paspalum rostratum*, PV – *Paspalum vaginatum*.

Caracter/Espécie	PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
1. Formato da lâmina foliar	plana	plana	plana	plana	em "V"
2. Superfície face adaxial	lisa	lisa	lisa	lisa	com sulcos
3. Presença das células buliformes na lâmina foliar	em quase toda superfície	em grupos definidos			
4. Formato das células buliformes	retangular	retangular	retangular	retangular	leque
5. Quantidade de células buliformes por grupo	acima de quatro	acima de quatro	acima de quatro	acima de quatro	predomínio de três
6. Cristas estomáticas	ausente	ausente	ausente	ausente	presente
7. Tipos de feixes vasculares	1ª e 3ª ordem	1ª e 3ª ordem	1ª e 3ª ordem	1ª, 2ª e 3ª ordem	1ª e 3ª ordem
8. Posição dos feixes vasculares de 3ª ordem na lâmina foliar que não estão abaixo das células buliformes	equidistantes	equidistantes	equidistantes	equidistantes	próximos da face adaxial
9. Ocorrência de extensão da bainha do feixe vascular de 1ª ordem	ambas as faces	ambas as faces	ambas as faces	ambas as faces	ausente
10. Parênquima incolor na nervura principal	presente	presente	presente	ausente	–
11. Bordos	diferentes	diferentes	diferentes	iguais	iguais
12. Número de fileiras de estômatos na face abaxial	duas ou mais	duas ou mais	duas ou mais	uma a duas	duas ou mais
13. Papilas ocorrência	ambas as faces	ambas as faces	–	–	face adaxial
14. Papilas nas células buliformes	presente	presente	–	–	ausente
15. Localização da papila na célula	central	central	–	–	terminal
16. Comprimento dos macrotricomas	variável	variável	variável	longo	longo

Tabela 3. Caracteres anatômicos discriminativos da bainha foliar das cinco populações de *Paspalum* analisadas. PPMT – *Paspalum polyphyllum* (Mato Grosso), PPDF – *Paspalum polyphyllum* (Distrito Federal), PPAR – *Paspalum polyphyllum* (Argentina), PR – *Paspalum rostratum*, PV – *Paspalum vaginatum*.

Caracter/Espécie	PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
1. Região central da bainha foliar	evidente	evidente	evidente	não evidente	evidente
2. Ocorrência do parênquima clorofiliano	face abaxial	face abaxial	face abaxial	ambas as faces	ambas as faces
3. Ocorrência de fibras	face adaxial	face adaxial	face adaxial	ambas as faces	ambas as faces
4. Formato das células do parênquima incolor	isodiamétricas	isodiamétricas	isodiamétricas	irregular	isodiamétricas
5. Parede celular das células do parênquima incolor	espessada	espessada	espessada	delgada	delgada
6. Cavidades aerenquimáticas	ausente	ausente	ausente	presente	presente
7. Tipos de feixes vasculares	1ª e 3ª ordem	1ª, 2ª e 3ª ordem			
8. Posição dos feixes vasculares de 1ª ordem	próximos à face abaxial	equidistantes			
9. Espessura da parede das células da Bainha dos Feixes vasculares de 1ª ordem	densamente espessada	densamente espessada	densamente espessada	espessada	espessada
10. Fibras na região central	face adaxial	face adaxial	face adaxial	ambas as faces	ambas as faces
11. Parênquima incolor na região central	face adaxial	face adaxial	face adaxial	face adaxial	ambas as faces
12. Bordos	diferentes	diferentes	diferentes	diferentes	iguais
13. Formato do bordo 2	acuminado	acuminado	acuminado	acuminado	afilado
14. Parede anticlinal das células longas intercostais adaxiais	reta	reta	reta	reta	ondulada

Caracter/Espécie	PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
15. Parede anticlinal das células longas costais adaxiais	reta	reta	reta	reta	ondulada
16. Células silicificadas intercostais abaxiais de formato elíptico	presente	presente	presente	ausente	presente
17. Células silicificadas intercostais abaxiais de formato quadrado	presente	presente	presente	ausente	ausente
18. Células silicificadas costais abaxiais de formato cruciforme	presente	presente	presente	presente	ausente
19. Células suberosas intercostais abaxiais de formato quadrado	ausente	ausente	ausente	ausente	presente
20. Células suberosas intercostais abaxiais de formato reniforme	presente	presente	presente	ausente	presente
21. Estômatos na face abaxial com células subsidiárias de formato triangular	presente	presente	presente	presente	ausente
22. Número de fileiras de estômatos na face abaxial	uma a duas	uma a duas	uma a duas	duas ou mais	duas ou mais
23. Macrotricomas	face abaxial	face abaxial	face abaxial	ausente	ausente
24. Espinhos	ausente	ausente	ausente	ausente	face abaxial
25. Ganchos	ausente	ausente	ausente	ausente	face abaxial

Tabela 4. Coeficientes de correlação dos caracteres quantitativos com maior peso nas duas primeiras componentes principais e valores da variância explicada e acumulada.

Caracter	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>
Área da nervura central da lâmina foliar	0,7167	0,6969
Área da região central da bainha foliar	-0,6971	0,7168
Variância explicada (%)	56,323	43,569
Variância acumulada (%)	56,323	99,892

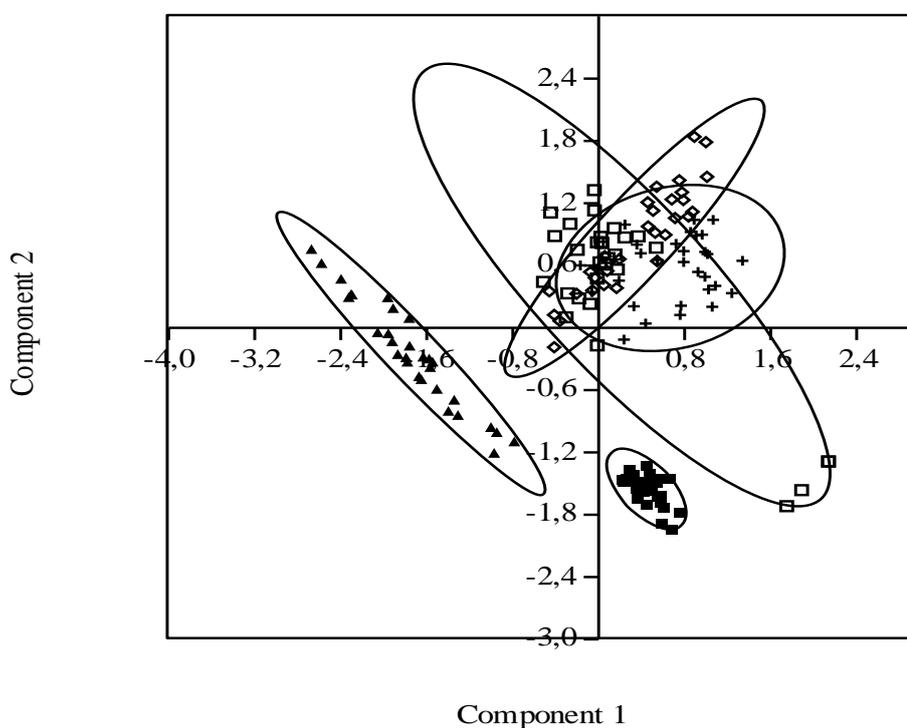


Figura 1. Dispersão gráfica das cinco populações de *Paspalum* nas duas primeiras componentes principais, para o conjunto de 76 caracteres anatômicos quantitativos da lâmina e bainha foliar (PR = ■; PV = ▲; PPDF = □; PPMT = ◇; PPAR = +). PPMT – *Paspalum polyphyllum* (Mato Grosso), PPDF – *Paspalum polyphyllum* (Distrito Federal), PPAR – *Paspalum polyphyllum* (Argentina), PR – *Paspalum rostratum*, PV – *Paspalum vaginatum*.

## Discussão

Do ponto de vista estrutural a lâmina foliar é considerada um órgão complexo que exibe um grande número de características anatômicas e ao mesmo tempo fornece informações de valor taxonômico (Ellis, 1987). Além disso, Metcalfe (1960) considera que os caracteres micromorfológicos da lâmina foliar são mais importantes do que os que ocorrem em outras partes da folha para estudos taxonômicos. No presente estudo foi possível verificar para a lâmina foliar 173 caracteres anatômicos qualitativos. No entanto, poucos destes caracteres foram capazes de discriminar as espécies analisadas, uma vez que a maioria variou entre as populações de *P. polyphyllum* ou permaneceu constante entre as três espécies. A variação dos caracteres entre as populações de *P. polyphyllum* pode ser atribuída a fatores ambientais, já grande parte dos caracteres que se mantiveram constantes revela as características do gênero, subfamília e família.

Ao contrário da lâmina, a bainha foliar apresentou menos caracteres anatômicos qualitativos, apenas 147. Este menor número é atribuído à ausência de alguns tipos celulares. Por estar totalmente em contato com o caule a face adaxial é desprovida de células curtas, tricomas e papilas (Alves de Brito et al., 1999). Deste modo, os únicos tipos celulares identificados na superfície adaxial da epiderme da bainha foliar foram células epidérmicas comuns e estômatos. Em contrapartida a lâmina foliar apresentou além destes tipos, células silicificadas, células suberosas, papilas, macrotricomas, microtricomas, ganchos e espinhos. A ausência destes tipos celulares na face adaxial da bainha pode estar relacionada à falta de estímulos ambientais, visto que esta face encontra-se totalmente protegida. Já a face abaxial que apresenta-se exposta ao ambiente possui os demais tipos celulares que ocorrem na lâmina, com exceção das papilas.

Embora a bainha tenha apresentado uma menor quantidade de caracteres do que a lâmina, foram observadas cavidades aerenquimáticas exclusivamente na bainha de *P. rostratum* e *P. vaginatum*. De acordo com Aliscioni (2000) e Fabbri et al. (2005), a capacidade de desenvolver cavidades de ar representa um carácter constante, sendo relevante para análises sistemáticas e filogenéticas do gênero *Paspalum* (Aliscioni, 2002).

Desde o estudo de Metcalfe (1960), verifica-se que as características anatômicas da lâmina foliar são as mais usadas para a taxonomia de gramíneas. Ellis (1987) aponta que, mesmo com a alta variação estrutural, as diferenças na anatomia foliar mostraram ser úteis sistematicamente. Provavelmente, devido à presença de mais estruturas na lâmina foliar a bainha seja desconsiderada na maioria dos estudos anatômicos sobre o gênero *Paspalum*,

visto que muitos abordaram apenas a lâmina (Türpe, 1966; Ellis, 1974; Cialdella et al., 1995; Aliscioni & Arriaga, 1998; Morrone et al. 1995, 1996, 2000; Denham, 2005). Já os que analisaram a bainha foram Coradin (1982), Scheffer-Basso et al. (2002), Aliscioni & Denham (2009) e Eichemberg (2012), sendo que informações completas sobre a anatomia desta região são encontradas apenas em Coradin (1982).

Apesar da bainha foliar ter apresentado um menor número de caracteres anatômicos em comparação à lâmina, foi observada uma maior quantidade de caracteres capazes de discriminar as três espécies. A presença de poucos caracteres com variação entre as populações de *P. polyphyllum* sugere que a bainha é menos suscetível às variações ambientais do que a lâmina foliar. Dentre os caracteres da bainha que variaram entre as populações estão: posição dos estômatos em relação às células epidérmicas comuns, formato das fibras na face adaxial, presença de células distintivas, formato dos feixes vasculares de 1ª ordem, presença de bainha dos feixes vasculares completa e incompleta, presença de fibras na extremidade do bordo, células silicificadas intercostais de formato selim e triangular, células silicificadas costais de formato alto e estreito, elíptico, selim, nodular e triangular e estômatos na face adaxial com células subsidiárias em formato cúpula e levemente triangular.

Além disso, os caracteres que não variaram entre as espécies merecem destaque pelo fato de poderem ser úteis para caracterização em outros níveis taxonômicos. Dentre eles destacam-se o formato da bainha foliar, a presença de câmaras subestomáticas, a disposição radial do parênquima clorofiliano, a bainha dos feixes vasculares única e do tipo parenquimática, o sistema vascular da região central simples, células silicificadas intercostais de formato alto e estreito, e células silicificadas costais de formato halteriforme.

Assim como nos caracteres anatômicos qualitativos, a lâmina foliar também apresentou um maior número de caracteres quantitativos, o que já era esperado devido à ocorrência de mais estruturas para esta região. Dessa forma, foram analisadas 42 variáveis para a lâmina e 34 para a bainha. Quando se dispõe de um grande número de descritores é provável que muitos deles sejam redundantes, dessa forma torna-se útil eliminá-los visto que além de aumentar o trabalho de avaliação, são pouco informativos e não apresentam informação adicional (Jolliffe, 1972; 1973).

A técnica de componentes principais possui uma vantagem extra de avaliar a importância de cada caracter estudado sobre a variação total disponível entre as amostras avaliadas, possibilitando descartar os caracteres menos discriminantes, por já estarem correlacionados com outras variáveis ou pela sua invariância (Daher et al., 1997). Através desta análise observou-se que do total de 76 variáveis quantitativas pertencentes à lâmina e

bainha foliar, apenas duas variáveis foram as que mais contribuíram para a discriminação das espécies estudadas. Além disso, não foi possível identificar se a lâmina ou a bainha apresentou mais caracteres quantitativos discriminativos, visto que as duas variáveis com maior peso foi a área da nervura central da lâmina foliar e a área da região central da bainha foliar. Pelo fato das duas regiões analisadas pertencerem a um mesmo órgão, que é a folha, o resultado indica uma correspondência entre a nervura central da lâmina e a região central da bainha, mostrando uma continuidade entre essas duas estruturas. Assim, conclui-se que a utilização dos caracteres das duas regiões em conjunto seja mais eficiente para a discriminação de espécies.

O padrão observado no gráfico (Fig. 1), resultante da dispersão das populações analisadas, é bastante satisfatório e indica que as variáveis que apresentaram o maior peso, referentes à nervura central da lâmina e região central da bainha, foram importantes para a classificação, revelando um potencial taxonômico.

Entre as duas regiões analisadas neste trabalho a que apresentou o maior número de caracteres relevantes para distinguir as populações analisadas foi a bainha foliar. Embora a lâmina tenha apresentado um maior número de caracteres qualitativos e quantitativos, a maioria deles variaram entre as populações de *P. polyphyllum*, indicando a presença de respostas à influência ambiental. Dessa forma, verifica-se que a região da bainha foliar nas três espécies analisadas possui uma maior quantidade de caracteres com valor taxonômico, pelo fato de serem mais estáveis e conseqüentemente mais informativos.

## Referências Bibliográficas

- Aliscioni, S. S. 1999. Estudio histofoliar comparado de especies americanas del género *Paspalum* L. (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales.
- Aliscioni, S. S. 2000. Anatomía ecológica de algunas especies del género *Paspalum* (Poaceae, Panicoideae, Paniceae). *Darwiniana* 38: 187-207.
- Aliscioni, S. S. 2002. Contribución a la filogenia del género *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89: 504-523.
- Aliscioni, S. S. & M. O. Arriaga. 1998. Estudio histofoliar comparado de las especies de los grupos Virgata y Quadrifaria del género *Paspalum* L. (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Candollea* 53: 333-348.
- Aliscioni, S. S. & S. S. Denham. 2008. Rachis of the genus *Paspalum* L. (Poaceae: Panicoideae: Paniceae): Anatomy and taxonomic significance of the primary branches of the inflorescences. *Flora* 203: 60-76.
- Aliscioni, S. S. & S. S. Denham. 2009. Atypical foliar anatomy related to Kranz syndrome in *Paspalum inaequalve* and *Paspalum microstachyum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Flora* 204: 718-729.
- Alves de Brito, C. J. F.; R. A. Rodella, F. C. Deschamps & Y. Alquini. 1999. Anatomia quantitativa e degradação *in vitro* de tecidos em cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). *Revista Brasileira de Zootecnia* 28: 223-229.
- Bozzola, J. J. & L. D. Russel. 1992. *Electron Microscopy: principles and techniques for biologists*. Boston: Jones & Bartlett Publisher.
- Brown, W. V. 1958. Leaf anatomy in grass systematics. *Botanical Gazette* 119: 170-178.
- Burkart, A. 1969. *Paspalum*. In A. Burkart, *Fl. II. Entre Ríos*, pp. 369-411. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Camacho de Torres, E. F.; H. Rodríguez & L. Cuevara. 1999. *Paspalum ramianum* Camacho, Rodríguez & Cuevara sp. nov., Gramineae de Venezuela. *Ernstia* 8: 105-114.
- Chase, A. 1929. The North American species of *Paspalum*. *Contributions from the United States National Herbarium* 28: 1-310.
- Cialdella, A. M.; O. Morrone & F. O. Zuloaga. 1995. Revisión de las especies del género *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae), grupo Bonplandiana. *Darwiniana* 33: 67-95.

- Coradin, V. T. R. 1982. Contribuição ao Estudo Morfológico e Anatômico de *Paspalum guenoarum* Arech. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Daher, R. F.; C. F. Moraes & C. D. Cruz. 1997. Seleção de caracteres morfológicos em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Revista Brasileira de Zootecnia* 26: 247-259.
- Denham, S. S. 2005. Revisión sistemática del subgénero *Harpostachys* de *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 92: 463-532.
- Denham, S. S.; F. O. Zuloaga & O. Morrone. 2002. Systematic revision and phylogeny of *Paspalum* subgenus *Ceresia* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89: 337-399.
- Duval-Jouve, J. 1875. Histotaxie des feuilles de graminées. *Annales des Sciences Natureles Series Botanique* 1: 227-346.
- Eichemberg, M. T. 2012. Morfologia e anatomia de *Paspalum* L. (Poaceae, Poales) e suas implicações taxonômicas. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
- Ellis, R. P. 1974. Comparative leaf anatomy of *Paspalum paspaloides* and *P. vaginatum*. *Bothalia* 11: 235-241.
- 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: 65-109.
- Ellis, R. P. 1977. Distribution of the Kranz Syndrome in the Southern African Eragrostoideae and Panicoideae according to bundle sheath anatomy and cytology. *Bothalia* 9: 73-110.
- Ellis, R. P. 1979. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae, II. The epidermis as seen in surface view. *Bothalia* 12: 641-671.
- Ellis, R. P. 1987. A review of comparative leaf blade anatomy in the systematics of the Poaceae: the past twenty-five years. In T. R. Soderstrom, K. W. Hilu, C. S. Campbell & M. E. Barkworth (eds.), *Grass systematics and evolution: an International Symposium held at the Smithsonian Institution, Washington DC*, pp. 27-31. Washington DC.: Smithsonian Institution Press.
- Essi, L. & T. T. Souza-Chies. 2007. Phylogeny of Linearia and Notata groups of *Paspalum* L. (Poaceae, Panicoideae, Paniceae) and related species. *Genetic Resources and Crop Evolution* 54: 779-791.

- Fabbri, L. T.; G. H. Rua & N. Bartoloni. 2005. Different patterns of aerenchyma formation in two hygrophytic species of *Paspalum* (Poaceae) as response to flooding. *Flora* 200: 354-360.
- Franklin, G. L. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature* 155: 51-59.
- Giussani, L. M.; Cota-Sánchez, J. H.; Zuloaga, F. O. & Kellogg, E. A. 2001. A molecular phylogeny of the grass subfamily Panicoideae (Poaceae) shows multiple origins of C<sub>4</sub> photosynthesis. *American Journal of Botany* 88: 1993-2012.
- Giussani, L. M.; F. O. Zuloaga, C. L. Quarín, H. Cota-Sánchez, K. Ubayasena, & O. Morrone. 2009. Phylogenetic Relationships in the Genus *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae): An assessment of the Quadrifaria and Virgata Informal Groups. *Systematic Botany* 34: 32-43.
- Graciano-Ribeiro, D. 2002. Caracteres anatômicos aplicados à taxonomia e variações ambientais das espécies de *Otachyrium* da América do Sul. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Graciano-Ribeiro, D.; T. S. Filgueiras & A. P. S. Gonçalves. 2006. Roteiro mínimo para estudos anatômico dos bambus (Poaceae: Bambusoideae). In Anais-Estruturação da rede de pesquisa e desenvolvimento, *Estruturação da Rede de Pesquisa e Desenvolvimento do Bambu*, pp.67-71. Brasília: Universidade de Brasília.
- Hammer, O.; D. A. T. Harper & P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 9pp.
- Jensen, W. A. 1962. *Botanical Histochemistry: principles and practices*. São Francisco: W. H. Freeman.
- Johansen, D. A. 1940. *Plant microtechnique*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Jolliffe, I. T. 1972. Discarding variables in a principal component analysis. I. Artificial data. *Applied Statistics* 21: 160-173.
- Jolliffe, I. T. 1973. Discarding variables in a principal component analysis. II. Real data. *Applied Statistics* 22: 21-31.
- Langeron, M. 1949. *Précis de microscopie*. Paris: Masson & Cie.
- Lyra, W. S.; E. C. Silva, M. C. U. Araújo & W. D. Fragoso. 2010. Classificação Periódica: Um Exemplo Didático Para Ensinar Análise de Componentes Principais. *Química Nova* 33: 1594-1597.
- Metcalf, C. R. 1960. *Anatomy of the Monocotyledons, I*. Oxford: Clarendon Press.

- Morrone, O.; S. S. Denham, S. S. Aliscioni & F. O. Zuloaga. 2000. Revisión de las especies de *Paspalum* (Panicoideae: Paniceae), subgénero *Anachyris*. *Candollea* 55: 105-135.
- Morrone, O.; S. S. Denham & F. O. Zuloaga. 2004. Revisión taxonómica del género *Paspalum* grupo *Eriantha* (Poaceae, Panicoideae, Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 91: 225-246.
- Morrone, O.; A. Vega & F. O. Zuloaga. 1996. Revisión de las especies del género *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae), grupo *Dissecta* (s. str.). *Candollea* 51: 103-137.
- Morrone, O.; F. O. Zuloaga & E. Carbono. 1995. Revisión del grupo *racemosa* del género *Paspalum* (Poaceae: Panicoideae: Paniceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 82: 82-116.
- Oliveira, R. C. & J. F. M. Valls. 2009. Duas novas espécies de *Paspalum* L. (Poaceae: Paniceae) do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 32: 89-94.
- Paiva, J. G. A.; S. M. Frank-De-Carvalho, M. P. Magalhães & D. Graciano-Ribeiro. 2006. Verniz vitral incolor 500®: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. *Acta Botanica Brasilica* 20: 257-264.
- Pelegriñ, L. W.; H. M. Longhi-Wagner & P. L. D. Oliveira. 2009. Anatomia foliar como subsídio à taxonomia de espécies do Complexo *Briza* L. (Poaceae: Pooideae: Poaeae). *Acta Botanica Brasilica* 23: 666-680.
- Rodríguez, R.; E. F. Camacho de Torres & L. Guevara. 2000. Section *Parviflora* Rodriguez of genus *Paspalum* L. (Gramineae) in Venezuela. *Ernstia* 10: 117-143.
- Rua, G. H. & S. S. Aliscioni. 2002. A morphology-based cladistic analysis of *Paspalum* sect. *Pectinata* (Poaceae). *Systematic Botany* 27: 489-501.
- Rua, G. H.; P. R. Speranza, M. Vaio & M. Arakaki. 2010. A phylogenetic analysis of the genus *Paspalum* (Poaceae) based on cpDNA and morphology. *Plant Systematics and Evolution* 288: 227-243.
- Santos, M.; P. L. Oliveira & F. C. Miguens. 2001. A method of estimating stomatal density in *Paspalum notatum* (Poaceae). *Australian Journal of Botany* 49: 579-583.
- Scheffer-Basso, S. M.; G. L. Rodrigues & M. V. Bordignon. 2002. Caracterização morfofisiológica e anatômica de *Paspalum urvillei* (Steudel). *Revista Brasileira de Zootecnia* 31: 1674-1679.
- Sneath, P. H.; R. R. Sokal. 1973. *Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Souza-Chies, T. T.; L. Essi, G. H. Rua, J. F. M. Valls & R. B. Miz. 2006. A preliminary approach to the phylogeny of the genus *Paspalum* (Poaceae). *Genetica* 126: 15-32.

- Türpe, A. M. 1966. Histotaxonomía de las especies argentinas del género *Paspalum*. *Lilloa* 32:1-272.
- Valls, J. F. M. 1990. A busca de germoplasma de plantas forrageiras e estratégias para sua coleta. In: J. P. Puignau (ed.), *Introducción, conservación y evaluación de germoplasma forragero en el Cono Sur*, pp.309-318. Montevideo: IICA – PROCISUR.
- Valls, J. F. M. & R. C. de Oliveira. 2013. *Paspalum* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB13432>. Acesso em: 26 de Junho de 2013.
- Zuloaga, F. O. & O. Morrone. 2005. Revisión de las especies de *Paspalum* para América del Sur Austral (Argentina, Bolivia, Sur del Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 102: 1-297.
- Zuloaga, F. O.; J. F. Pensiero & O. Morrone. 2004. Systematics of *Paspalum* group Notata (Poaceae-Panicoideae-Paniceae). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 71: 1-75.

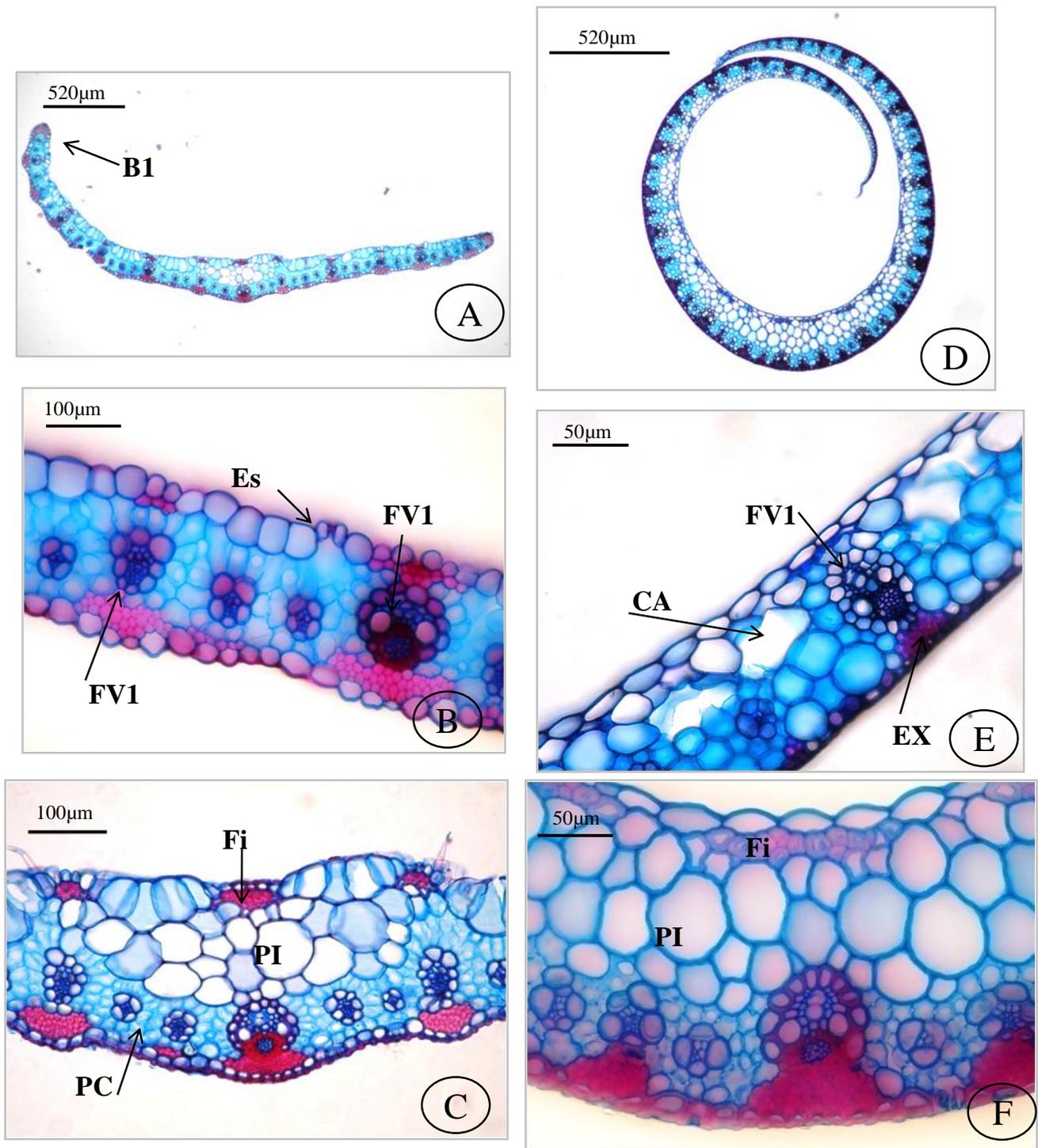


Figura 2. Secção transversal. A-C. Lâmina foliar. A. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Argentina), vista geral da lâmina foliar de formato plano. B. *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira, estômato (Es) na face adaxial, feixe vascular de 1ª ordem (FV1) de formato oval, feixe vascular de 3ª ordem (FV3) de formato angular. C. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Argentina), fibras (Fi) e parênquima incolor (PI) na face adaxial da nervura central, parênquima clorofiliano (PC) de disposição radial. D-E. Bainha foliar. D. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Mato Grosso), vista geral da bainha foliar de formato involuto. E. *Paspalum vaginatum* Sw., cavidade aerenquimática (CA) de origem lisígena, feixe vascular de 1ª ordem (FV1) com extensão (EX) esclerenquimática para a face abaxial. F. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Distrito Federal), região central com fibras (Fi) na face adaxial e parênquima incolor (PI) com células de paredes espessadas.

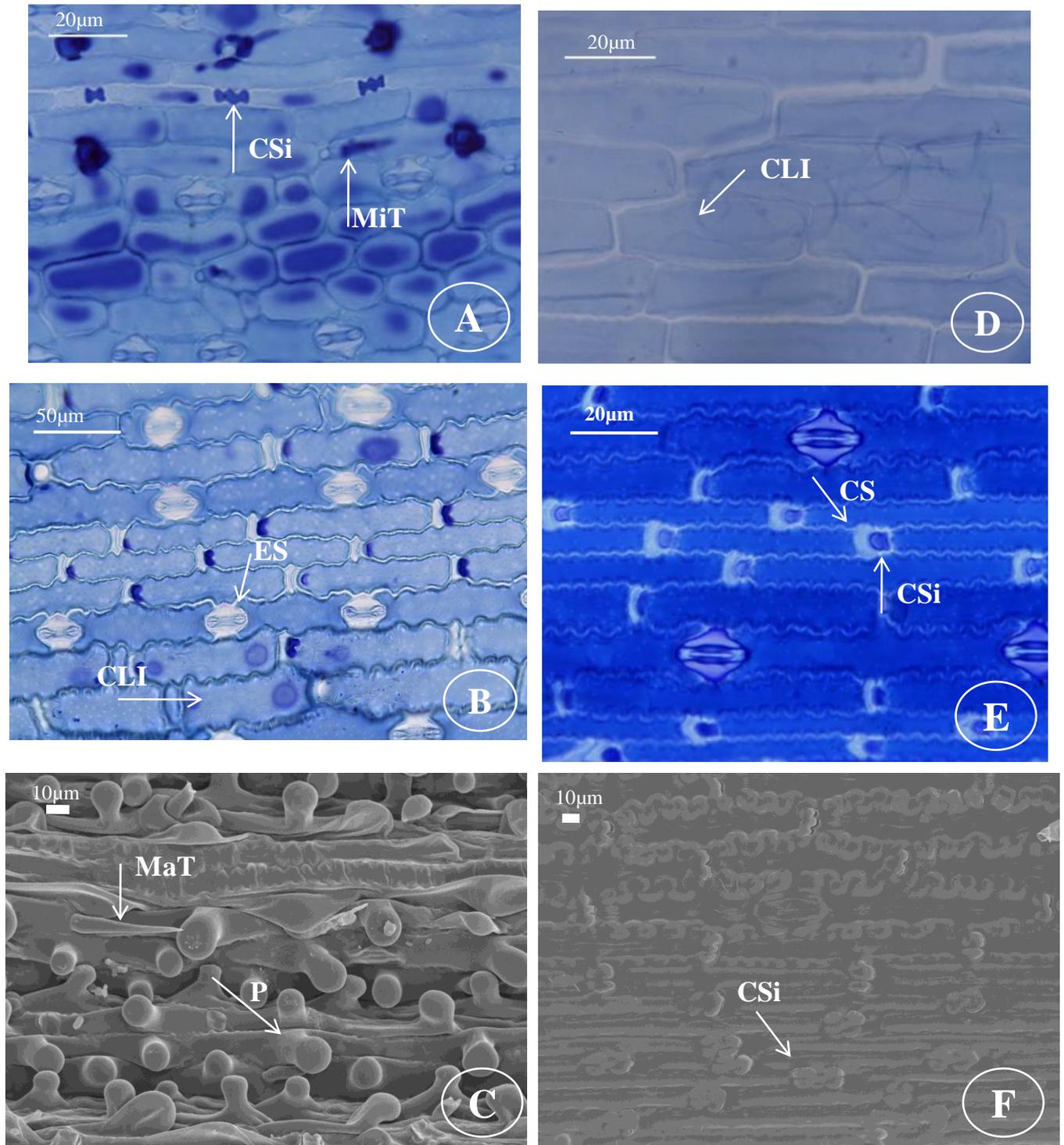


Figura 3. Secção paradérmica e microscopia eletrônica de varredura. A-C. Lâmina foliar. A. *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira, célula silicificada (CSi) de formato nodular e microtricoma (MiT) na face adaxial. B. *Paspalum vaginatum* Sw., estômato (Es) com célula subsidiária de formato levemente triangular e célula longa intercostal (CLI) de paredes anticlinalis onduladas na face abaxial. C. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Distrito Federal), macrotricoma (MaT) de tamanho curto e papila (P) localizada na região central da célula, na face abaxial. D-F. Bainha foliar. D. *Paspalum vaginatum* Sw., célula longa intercostal (CLI) de paredes anticlinalis delgadas na face adaxial. E. *Paspalum polyphyllum* Nees ex Trin. (Mato Grosso), célula suberosa (CS) de formato reniforme e célula silicificada (CSi) de formato elíptico na face abaxial. F. *Paspalum rostratum* D. Ramos, Valls & R. C. Oliveira, célula silicificada (CSi) de formato halteriforme na face abaxial.

Tabela 5. Caracteres anatômicos da lâmina foliar e seus respectivos estados. PPMT – *Paspalum polyphyllum* (Mato Grosso), PPDF – *Paspalum polyphyllum* (Distrito Federal), PPAR – *Paspalum polyphyllum* (Argentina), PR – *Paspalum rostratum*, PV – *Paspalum vaginatum*.

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV	
Vista geral	Formato: aberta (0); cilíndrica (1); convoluta (2); conduplicada (3); em "V" (4)	0	0	0	0	4	
	Nervura principal: não evidente (0); evidente (1)	[0 1]	[0 1]	[01]	1	0	
	Superfície face adaxial: lisa (0); sulcos (1); reentrâncias (2); ondulações (3)	0	0	0	0	1	
	Superfície face abaxial: lisa (0); sulcos (1); reentrâncias (2); ondulações (3)	0	3	3	3	0	
Epiderme	Cutícula	Cutícula face adaxial: ausente (0); delgada (1); espessa (2); densamente espessa (3)	1	1	2	1	1
		Cutícula face abaxial: ausente (0); delgada (1); espessa (2); densamente espessa (3)	1	1	2	2	2
	CEC face adaxial	Formato: retangular (0); quadrada (1); hexagonal (2); irregular (3); arredondada (4); outros (5)	4	4	4	4	4
		Tamanho nas duas faces: igual (0); maior na face adaxial (1); maior na face abaxial (2)	1	2	0	1	1
		Conteúdo: ausente (0); presente (1)	0	0	0	0	0
		Espessamento da parede periclinal externa: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	1	1

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV	
		Espessamento da parede periclinal interna: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	1	1
		Espessamento das paredes anticlinais : delgada (0); espessa (1); densamente espessa (2)	1	1	1	1	1
	CEC face abaxial	Formato: retangular (0); quadrada (1); hexagonal (2); irregular (3); arredondada (4); outros (5)	4	0	0	4	4
		Conteúdo: ausente (0); presente (1)	0	0	0	0	0
		Espessamento da parede periclinal externa: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	1	1
		Espessamento da parede periclinal interna: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	1	1
		Espessamento das paredes anticlinais : delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	1	1
	Células buliformes	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); ambas as faces (3)	1	1	1	1	1
		Presença na lâmina foliar: em toda extensão (0); grupos definidos (1)	0	0	0	0	1
		Posição: nivelado (0); acima das demais células (1); abaixo das demais células (2)	0	1	0	0	0
		Localização: acima dos feixes vasculares de 2ª ordem (0); acima dos feixes vasculares de 3ª ordem (1); acima de ambos os feixes vasculares (2)	1	1	1	1	1

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV	
		Formato: leque (0); retangular (1); quadrada (2); outros (3)	1	1	1	1	0
		Parede celular: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	1	1
		Quantidade: predomínio de duas (0); predomínio de três (1); predomínio de quatro (2); predomínio acima de quatro (3)	3	3	3	3	1
	Estômatos	Ocorrência: face adaxial (0); face abaxial (1); ambas as faces (2)	1	2	2	2	2
		Posição: nivelado (0); acima das demais células (1); abaixo das demais células (2)	0	[0 1 2]	0	[0 1]	0
		Relação face adaxial/abaxial: mais na face adaxial (0); mais na face abaxial (1); mesma quantidade (2)	-	2	2	0	2
		Cristas estomáticas: ausente (0); presente (1)	0	0	0	0	1
		Cavidade subestomática: ausente (0); presente (1)	1	1	1	1	1
	Células silicificadas	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); ambas as faces (3)	3	3	3	3	3
	Mesofilo		Tipo: homogêneo (0); tende a heterogêneo (1); heterogêneo (2)	0	0	0	0
Parênquima clorofiliano		Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); ambas as faces (3)	3	3	3	3	3
		Disposição: não radial (0); radial (1)	1	1	1	1	1

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV	
		Formato das células: poliédrica (0); alongada radialmente (1); irregular (2)	1	1	1	[0 1]	[0 1]
		Parede celular: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	0	0	0	0	0
		Espaços intercelulares: ausente (0); pequenos (1); grandes (2)	0	0	0	0	0
	Fibras	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); ambas as faces (3)	3	3	3	3	3
		Formato das células face adaxial: isodiamétrica (0); irregular (1); elíptica (2)	0	[0 2]	0	[0 2]	0
		Formato das células face abaxial: isodiamétrica (0); irregular (1); elíptica (2)	0	[0 2]	0	[0 2]	0
		Parede celular: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	2	2	2	2	2
		Conteúdo: ausente (0); presente (1)	0	0	0	0	0
	células incolores incolor	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); ambas as faces (3)	3	3	3	3	3
		Formato das células: isodiamétrica (0); angular (1); irregular (2); elíptica (3)	0	0	0	0	0
		Parede celular: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2);	0	0	0	0	0
		Conteúdo: ausente (0); presente (1)	0	0	0	0	0
		Espaços intercelulares: ausente (0); pequenos (1); grandes (2)	0	0	0	0	0
	Células distintivas	Ocorrência: ausente (0); presente (1)	1	1	0	1	1

		Espécies	PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
	Distância intervenal	Quantidade de células: predominância de uma a duas (0); predominância de duas a três (1); predominância de duas a quatro (2)	1	0	0	1	1
Feixes vasculares		Tipos: 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ordem (0); 1 <sup>a</sup> e 2 <sup>a</sup> ordem (1); 1 <sup>a</sup> e 3 <sup>a</sup> ordem (2)	2	2	2	0	2
	Feixe vascular de 1 <sup>a</sup> ordem	Ocorrência: ausente (0); presente (1)	1	1	1	1	1
		Formato; circular (0); elíptico (1); oval (2); triangular (3)	[0 1]	1	1	2	[1 2]
		Posição: equidistantes (0); próximos à face adaxial (1); próximos à face abaxial (2)	0	1	1	0	1
		Número de metaxilema: predomínio de dois (0); predomínio de três (1); predomínio de quatro (2); predomínio de mais de 4 (3)	0	0	0	0	0
	Feixe vascular de 3 <sup>a</sup> ordem	Ocorrência: ausente (0); presente (1)	1	1	1	1	1
		Formato; circular (0); elíptico (1); angular (2); triangular (3)	2	2	2	2	2
		Posição dos fv que não estão abaixo das células buliformes: equidistantes (0); próximos à face adaxial (1); próximos à face abaxial (2)	0	0	0	0	1
		Posição: equidistantes (0); próximos à face adaxial (1); próximos à face abaxial (2)	0	1	1	0	1
	Bainha dos Feixes vasculares de 1 <sup>a</sup> ordem	Ocorrência: ausente (0); uma (1); duas (2)	1	1	1	1	1
		Completa (0); incompleta (1)	0	0	1	0	0
		Tipo celular: parenquimática (0); esclerenquimática (1)	0	0	0	0	0

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV	
		Formato das células: isodiamétrica (0); elíptica (1); irregular (2)	0	0	0	0	0
		Parede celular: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	2	1	1	1
		Conteúdo: ausente (0); presente (1)	1	1	1	1	1
		Tamanho/células parênquima clorofiliano: iguais (0); maiores (1); menores (2)	2	[0 1]	2	2	2
		Tamanho/elementos de metaxilema: iguais (0); maiores (1); menores (2)	2	0	2	2	2
	Bainha dos Feixes vasculares de 3ª ordem	Ocorrência: ausente (0); uma (1); duas (2)	1	1	1	1	1
		Completa (0); incompleta (1)	0	0	0	0	0
		Tipo celular: parenquimática (0); esclerenquimática (1)	0	0	0	0	0
		Formato das células: isodiamétrica (0); elíptica (1); irregular (2)	0	0	0	0	0
		Parede celular: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	1	1
		Conteúdo: ausente (0); presente (1)	1	1	1	1	1
		Tamanho/células parênquima clorofiliano: iguais (0); maiores (1); menores (2)	0	1	1	2	1
	Extensão da bainha dos feixes vasculares de 1ª ordem	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); ambas as faces (3)	3	3	3	3	0
		Tipo celular: parenquimática (0); esclerenquimática (1)	1	1	1	1	–
		Formato: cordões (0); calotas (1); em "T" (2);	2	1	1	0	–

Espécies			PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
	Extensão da bainha dos feixes vasculares de 3ª ordem	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); ambas as faces (3)	3	0	0	[1 2]	0
Nervura Principal		Contorno: plano-linear (0); plano-convexo (1); côncavo-convexo (2); biconvexo (3)	1	1	1	1	–
	Parênquima clorofiliano	Ocorrência: ausente (0); presente (1)	1	1	1	1	–
	Fibras	Ocorrência: ausente (0); presente (1)	1	1	1	1	–
	Parênquima incolor	Ocorrência: ausente (0); presente (1)	1	1	1	0	–
	Sistema vascular	Tipo: simples (0); complexo (1)	0	0	0	0	–
Bordos		Iguais: (0); diferentes (1)	1	1	1	0	0
Bordo 1		Formato: arredondado (0); acuminado (1); pontiagudo (2)	0	0	0	[1 2]	1
	Fibras	Fibras na extremidade: ausente (0); presente (1)	1	1	1	1	1
Bordo 2		Formato: arredondado (0); acuminado (1); pontiagudo (2)	2	0	0	[1 2]	1
	Fibras	Fibras na extremidade ocorrência: ausente (0); presente (1)	1	1	1	1	1
Células longas	Células longas intercostais adaxiais	Formato: alongada (1); quadradas (2); hexagonais (3); estreitas na extremidade (4)	1	1	1	1	1
		Espessura da parede anticlinal: delgada (0); espessada (1); densamente	1	1	1	1	1

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV	
		espessada (2)					
		Sinuosidade: reta (0); ondulada (1); sinuosa (2)	0	0	0	0	0
	Células longas intercostais abaxiais	Formato: alongada (1); quadradas (2); hexagonais (3); estreitas na extremidade (4)	1	1	1	1	1
		Espessura da parede anticlinal: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	1	1
		Sinuosidade: reta (0); ondulada (1); sinuosa (2)	0	1	2	1	1
	Células longas costais adaxiais	Formato: alongada (1); quadradas (2); hexagonais (3); estreitas na extremidade (4)	1	1	1	1	1
		Espessura da parede anticlinal: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	0	0	1	1	0
		Sinuosidade: reta (0); ondulada (1); sinuosa (2)	0	0	0	0	0
	Células longas costais abaxiais	Formato: alongada (1); quadradas (2); hexagonais (3); estreitas na extremidade (4)	1	1	1	1	1
		Espessura da parede anticlinal: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	0	0	1	1	1
		Sinuosidade: reta (0); ondulada (1); sinuosa (2)	0	0	2	1	1
	Células Buliformes	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
		Formato: retangular (0); hexagonal (1)	0	1	[0 1]	1	0
		Espessura da parede anticlinal: delgada (0); espessada (1); densamente	1	1	1	1	0

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV	
espessada (2)							
Localização: zona intercostal (0); zona costal (1); duas zonas (2)		0	0	0	0	0	
Células Curtas	C. Silicificadas Intercostais Adaxiais	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	1	1	1	1	1
	Células Silicificadas Costais Adaxiais	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
		Células silicificadas costais adaxiais de formato halteriforme: presente (0); ausente (1)	1	0	0	0	0
		Células silicificadas costais adaxiais de formato cruciforme: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
		Células silicificadas costais adaxiais de formato alto e estreito: presente (0); ausente (1)	1	1	0	1	1
		Células silicificadas costais adaxiais de formato selim: presente (0); ausente (1)	1	1	0	1	1
		Células silicificadas costais adaxiais de formato nodular: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
		C. Silicificadas Intercostais Abaxiais	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	1	0	0	0
	Células Silicificadas Intercostais Abaxiais	Células silicificadas intercostais abaxiais de formato cruciforme: presente (0); ausente (1)	-	0	1	1	1
		Células silicificadas intercostais abaxiais de formato alto e estreito: presente (0); ausente (1)	-	0	0	0	0

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
Células Silicificadas Costais Abaxiais	Células silicificadas intercostais abaxiais de formato elíptico: presente (0); ausente (1)	-	0	0	0	0
	Células silicificadas intercostais abaxiais de formato retangular: presente (0); ausente (1)	-	1	0	1	1
	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
	Células silicificadas costais abaxiais de formato halteriforme: presente (0); ausente (1)	1	0	0	0	0
	Células silicificadas costais abaxiais de formato cruciforme: presente (0); ausente (1)	1	0	0	0	1
	Células silicificadas costais abaxiais de formato alto e estreito: presente (0); ausente (1)	1	0	0	0	0
	Células silicificadas costais abaxiais de formato selim: presente (0); ausente (1)	1	0	0	0	0
	Células silicificadas costais abaxiais de formato triangular: presente (0); ausente (1)	1	0	1	1	0
	Células silicificadas costais abaxiais de formato nodular: presente (0); ausente (1)	0	0	1	0	1
	Células silicificadas costais abaxiais de formato quadrado: presente (0); ausente (1)	1	0	1	0	1
Células silicificadas costais abaxiais de formato retangular: presente (0); ausente (1)	1	1	0	0	1	

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV	
	Células Suberosas Intercostais Adaxiais	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	1	1	1	1	1
	Células Suberosas Costais Adaxiais	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	1	0	1	1	1
	Células Suberosas Intercostais Abaxiais	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	1	0	0	0	0
		Células suberosas intercostais abaxiais de formato alto e estreito: presente (0); ausente (1)	-	0	0	0	0
		Células suberosas intercostais abaxiais de formato alto e largo: presente (0); ausente (1)	-	0	0	0	0
		Células suberosas intercostais abaxiais de formato quadrado: presente (0); ausente (1)	-	0	1	1	0
		Células suberosas intercostais abaxiais de formato reniforme: presente (0); ausente (1)	-	0	0	1	0
	Células Suberosas Costais Abaxiais	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	1	0	0	0	0
		Células suberosas costais abaxiais de formato alto e estreito: presente (0); ausente (1)	-	0	0	0	0
		Células suberosas costais abaxiais de formato alto e largo: presente (0); ausente (1)	-	0	0	0	0

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
	Células suberosas costais abaxiais de formato quadrado: presente (0); ausente (1)	-	1	0	0	0
	Células suberosas costais abaxiais de formato reniforme: presente (0); ausente (1)	-	1	0	0	0
Estômatos Face adaxial	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	1	0	0	0	0
	Localização: zona intercostal (0); zona costal (1); duas zonas (2)	-	0	0	0	0
	Estômatos na face adaxial com células subsidiárias de fomato cúpula: presente (0); ausente (1)	-	0	0	0	0
	Estômatos na face adaxial com células subsidiárias de fomato levemente triangular: presente (0); ausente (1)	-	1	1	0	1
	Estômatos na face adaxial com células subsidiárias de fomato triangular: presente (0); ausente (1)	-	1	0	0	0
	Número de fileiras de estômatos na face adaxial: uma (0); uma a duas (1); duas ou mais (2)	-	2	2	2	1
Estômatos Face abaxial	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
	Localização: zona intercostal (0); zona costal (1); duas zonas (2)	0	0	0	0	0
	Estômatos na face abaxial com células subsidiárias de fomato cúpula: presente (0); ausente (1)	0	1	1	1	1
	Estômatos na face abaxial com células subsidiárias de fomato levemente triangular: presente (0); ausente (1)	0	1	1	1	0

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
	Estômatos na face abaxial com células subsidiárias de formato triangular: presente (0); ausente (1)	1	0	0	0	0
	Número de fileiras de estômatos na face abaxial: uma (0); uma a duas (1); duas ou mais (2)	2	2	2	1	2
Papilas	Papilas: presente (0); ausente (1)	0	0	1	1	0
	Papilas ocorrência: face adaxial (0); face abaxial (1); ambas as faces (2)	2	2	–	–	1
	Papilas nas células longas intercostais: presente (0); ausente (1)	0	0	–	–	0
	Papilas nas células longas costais: presente (0); ausente (1)	0	0	–	–	0
	Papilas nas células bulbiformes: presente (0); ausente (1)	0	0	–	–	1
	Papilas nas células interestomáticas: presente (0); ausente (1)	0	0	–	–	0
	Localização da papila na célula: central (0); terminal (1)	0	0	–	–	1
Macrotricomias	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); duas faces (3)	3	3	1	1	3
	Número de células: unicelular (0); bicelular (1); multicelular (2)	0	0	0	0	0
	Base em almofada: ausente (0); presente (1)	1	1	0	1	1
	Comprimento: curto (0); médio (1); longo (2); variável (3)	3	3	3	2	2
	Espessura da parede: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	1	1

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
	Localização: zona intercostal (0); zona costal (1); duas zonas (2)	0	2	2	0	0
Microtricomias	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); duas faces (3)	3	3	3	3	3
	Número de células: unicelular (0); bicelular (1); multicelular (2)	1	1	1	1	1
	Tamanho: célula basal curta e distal longa (0); célula basal longa e distal curta (1); células de tamanho similar (2)	0	0	0	0	0
	Espessura da parede: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	1	1
	Localização: zona intercostal (0); zona costal (1); duas zonas (2)	0	2	2	2	2
	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); duas faces (3)	3	1	1	2	2
Espinhos	Localização: zona intercostal (0); zona costal (1); duas zonas (2)	0	0	2	0	0
	Tamanho: pequeno (0); médio (1); longo (2); variável (3)	0	0	0	0	0
	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); duas faces (3)	1	0	1	3	2
Ganchos	Localização: zona intercostal (0); zona costal (1); duas zonas (2)	0	–	1	1	1
	Distribuição: ao longo da epiderme (0); na margem (1)	1	–	[0 1]	0	0
	Tamanho: pequeno (0); médio (1); longo (2); variável (3)	1	–	1	1	1
	Frequência: pouco frequente (0); frequente (1)	1	–	1	1	1
	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); duas faces (3)	1	0	1	3	2

Tabela 6. Caracteres anatômicos da bainha foliar e seus respectivos estados. PPMT – *Paspalum polyphyllum* (Mato Grosso), PPDF – *Paspalum polyphyllum* (Distrito Federal), PPAR – *Paspalum polyphyllum* (Argentina), PR – *Paspalum rostratum*, PV – *Paspalum vaginatum*.

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV	
Vista geral	Formato: convoluta (1); involuta (2)	2	2	2	2	2	
	Região central: não evidente (0); evidente (1)	1	1	1	0	1	
	Superfície face adaxial: lisa (0); sulcos (1); reentrâncias (2); ondulações (3)	0	0	0	0	0	
	Superfície face abaxial: lisa (0); sulcos (1); reentrâncias (2); ondulações (3)	0	0	0	0	0	
Epiderme	Cutícula	Cutícula face adaxial: ausente (0); delgada (1); espessa (2); densamente espessa (3)	1	1	1	1	1
		Cutícula face abaxial: ausente (0); delgada (1); espessa (2); densamente espessa (3)	2	2	2	2	2
	CEC face adaxial	Formato: retangular (0); quadrada (1); hexagonal (2); irregular (3); arredondada (4); outros (5)	0	0	0	0	0
		Tamanho nas duas faces: igual (0); maior na face adaxial (1); maior na face abaxial (2)	1	1	1	1	1
		Conteúdo: ausente (0); presente (1)	0	0	0	0	0
		Espessamento da parede periclinal externa: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	0	0	0	0	0

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV	
		Espessamento da parede periclinal interna: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	0	0	0	0	0
		Espessamento das paredes anticlinais : delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	0	0	0	0	0
	CEC face abaxial	Formato: retangular (0); quadrada (1); hexagonal (2); irregular (3); arredondada (4); outros (5)	4	4	4	4	4
		Conteúdo: ausente (0); presente (1)	0	0	0	0	0
		Espessamento da parede periclinal externa: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	1	1
		Espessamento da parede periclinal interna: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	1	1
		Espessamento das paredes anticlinais : delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	1	1
		Células buliformes: ausente (0); presente (1)	0	0	0	0	0
	Estômatos	Ocorrência: face adaxial (0); face abaxial (1); ambas as faces (2)	2	2	2	2	2
		Posição: nivelado (0); acima das demais células (1); abaixo das demais células (2)	0	0	0	[0 1]	0
		Relação face adaxial/abaxial: mais na face adaxial (0); mais na face abaxial (1); mesma quantidade (2)	1	1	1	1	1

Espécies			PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
		Cristas estomáticas: ausente (0); presente (1)	0	0	0	0	0
		Cavidade subestomática: ausente (0); presente (1)	1	1	1	1	1
	C. silicificadas	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); ambas as faces (3)	2	2	2	2	2
Mesofilo		Tipo: homogêneo (0); tende a heterogêneo (1); heterogêneo (2)	1	1	1	1	1
	Parênquima clorofiliano	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); ambas as faces (3)	2	2	2	3	3
		Disposição: não radial (0); radial (1)	1	1	1	1	1
		Formato das células: poliédricas (0); alongada radialmente (1); irregular (2)	[0 1]	[0 1]	[0 1]	[0 1]	[0 1]
		Parede celular: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	0	0	0	0	0
		Espaços intercelulares: ausente (0); pequenos (1); grandes (2)	0	0	0	0	0
	Fibras	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); ambas as faces (3)	1	1	1	3	3
		Formato das células face adaxial: isodiamétrica (0); irregular (1); elíptica (2)	2	[1 2]	2	[1 2]	2
		Parede celular: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	[1 2]	[1 2]
		Conteúdo: ausente (0); presente (1)	0	0	0	0	0

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV	
	Células incolores	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); ambas as faces (3)	1	1	1	1	1
		Formato das células: isodiamétrica (0); angular (1); irregular (2); elíptica (3)	0	0	0	2	0
		Parede celular: delgada (0); espessa (1); densamente espessa (2);	1	1	1	0	0
		Conteúdo: ausente (0); presente (1)	0	0	0	0	0
		Espaços intercelulares: ausente (0); pequenos (1); grandes (2)	0	0	0	0	0
	Células distintivas	Ocorrência: ausente (0); presente (1)	1	1	0	0	0
	Aerênquima	Ocorrência: ausente (0); presente (1)	0	0	0	1	1
Distância intervenal	Quantidade de células: predominância de uma a duas (0); predominância de duas a três (1); predominância de duas a quatro (2); uma a três (3)	3	3	3	3	3	
Feixes vasculares		Tipos: 1ª, 2ª e 3ª ordem (0); 1ª e 2ª ordem (1); 1ª e 3ª ordem (2)	2	2	2	2	0
	Feixe vascular de 1ª ordem	Ocorrência: ausente (0); presente (1)	1	1	1	1	1
		Formato; circular (0); elíptico (1); oval (2); triangular (3)	0	0	[0 1]	0	1
		Posição: equidistantes (0); próximos à face adaxial (1); próximos à face	2	2	2	2	0

		Espécies	PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
		abaxial (2)					
		Número de metaxilema: predomínio de dois (0); predomínio de três (1); predomínio de quatro (2); predomínio de mais de 4 (3)	0	0	0	0	0
	Feixe vascular de 3ª ordem	Ocorrência: ausente (0); presente (1)	1	1	1	1	1
		Formato; circular (0); elíptico (1); angular (2); triangular (3)	2	2	2	2	2
		Posição: equidistantes (0); próximos à face adaxial (1); próximos à face abaxial (2)	2	2	0	[0 2]	2
	Bainha dos Feixes vasculares de 1ª ordem	Ocorrência: ausente (0); uma (1); duas (2)	1	1	1	1	1
		Completa (0); incompleta (1)	0	1	1	1	0
		Tipo celular: parenquimática (0); esclerenquimática (1)	0	0	0	0	0
		Formato das células: isodiamétrica (0); elíptica (1); irregular (2)	0	0	0	0	0
		Parede celular: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	2	2	2	1	1
		Conteúdo: ausente (0); presente (1)	1	1	1	1	1
		Tamanho/células parênquima clorofiliano: iguais (0); maiores (1); menores (2)	2	2	2	2	2
		Tamanho/elementos de metaxilema: iguais (0); maiores (1); menores (2)	2	2	2	2	2
a dos Feixes vascul ares de 3ª	Ocorrência: ausente (0); uma (1); duas (2)	1	1	1	1	1	

		Espécies	PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
		Completa (0); incompleta (1)	[0 1]	[0 1]	[0 1]	[0 1]	0
		Tipo celular: parenquimática (0); esclerenquimática (1)	0	0	0	0	0
		Formato das células: isodiamétrica (0); elíptica (1); irregular (2)	0	0	0	0	0
		Parede celular: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	1	1
		Conteúdo: ausente (0); presente (1)	1	1	1	1	1
		Tamanho/células parênquima clorofiliano: iguais (0); maiores (1); menores (2)	[0 2]	0	0	2	2
	Extensão da Bainha dos feixes vasculares de 1ª ordem	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); ambas as faces (3)	2	2	2	2	2
		Tipo celular: parenquimática (0); esclerenquimática (1)	1	1	1	1	1
		Formato: cordões (0); calotas (1); em "T" (2);	1	1	2	2	0
	Extensão da bainha dos feixes vasculares de 3ª ordem	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); ambas as faces (3)	[0 2]	[0 2]	[0 2]	[0 2]	2
		Tipo celular: parenquimática (0); esclerenquimática (1)	1	1	1	1	1
		Formato: cordões (0); calotas (1); em "T" (2);	1	2	2	2	1
Região Central Epiderme		Contorno: plano-linear (0); plano-convexo (1); côncavo-convexo (2); biconvexo (3)	2	2	2	2	2

Espécies			PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
	Parênquima clorofiliano	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); ambas as faces (3)	2	2	2	2	2
	Fibras	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); ambas as faces (3)	1	1	1	3	3
	Parênquima incolor	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); ambas as faces (3)	1	1	1	1	3
Região Central Sistema Vascular							
		Tipo: simples (0); complexo (1)	0	0	0	0	0
Bordos		Iguais: (0); diferentes (1)	1	1	1	1	0
Bordo 1		Formato: arredondado (0); acuminado (1); pontiagudo (2); afilado (3)	3	3	3	3	3
	Fibras	Fibra na extremidade ocorrência: ausente (0); presente (1)	0	0	0	0	0
Bordo 2		Formato: arredondado (0); acuminado (1); pontiagudo (2); afilado (3)	1	1	1	1	3
	Fibras	Fibra na extremidade ocorrência: ausente (0); presente(1)	0	0	1	0	0
Células longas	Células longas intercostais adaxiais	Formato: alongada (1); quadradas (2); hexagonais (3); estreitas na extremidade (4)	1	1	1	1	1
		Espessura da parede anticlinal: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	0	0	0	0	0
		Sinuosidade: reta (0); ondulada (1); sinuosa (2)	0	0	0	0	1

Espécies			PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV	
	Células longas intercostais abaxiais	Formato: alongada (1); quadradas (2); hexagonais (3); estreitas na extremidade (4)	1	1	1	1	1	
		Espessura da parede anticlinal: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	1	1	
		Sinuosidade: reta (0); ondulada (1); sinuosa (2)	2	2	2	2	2	
	Células longas costais adaxiais	Formato: alongada (1); quadradas (2); hexagonais (3); estreitas na extremidade (4)	1	1	1	1	1	
		Espessura da parede anticlinal: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	0	0	0	0	0	
		Sinuosidade: reta (0); ondulada (1); sinuosa (2)	0	0	0	0	1	
	Células longas costais abaxiais	Formato: alongada (1); quadradas (2); hexagonais (3); estreitas na extremidade (4)	1	1	1	1	1	
		Espessura da parede anticlinal: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	1	1	
		Sinuosidade: reta (0); ondulada (1); sinuosa (2)	2	2	2	2	2	
	Células Curtas	Células Silicificadas Intercostais Adaxiais	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	1	1	1	1	1

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV	
	Células Silicificadas Costais Adaxiais	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	1	1	1	1	1
	Células Silicificadas Intercostais Abaxiais	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
		Células silicificadas intercostais abaxiais de formato alto e estreito: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
		Células silicificadas intercostais abaxiais de formato elíptico: presente (0); ausente (1)	0	0	0	1	0
		Células silicificadas intercostais abaxiais de formato selim: presente (0); ausente (1)	0	0	1	0	0
		Células silicificadas intercostais abaxiais de formato triangular: presente (0); ausente (1)	0	1	0	1	0
		Células silicificadas intercostais abaxiais de formato quadrado: presente (0); ausente (1)	0	0	0	1	1
	Células Silicificadas Costais Abaxiais	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
		Células silicificadas costais abaxiais de formato halteriforme: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
		Células silicificadas de formato cruciforme: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	1
		Células silicificadas costais abaxiais de formato alto e estreito: presente (0); ausente (1)	0	1	0	0	1

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV	
	Células silicificadas costais abaxiais de formato elíptico: presente (0); ausente (1)	1	0	1	1	0	
		1	0	0	0	0	
		1	1	0	0	0	
		0	0	1	1	1	
	Células silicificadas costais abaxiais de formato nodular: presente (0); ausente (1)	1	0	0	0	0	
	Células silicificadas costais abaxiais de formato triangular: presente (0); ausente (1)	0	0	1	1	1	
	Células Suberosas Intercostais Adaxiais	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	1	1	1	1	1
	Células Suberosas Costais Adaxiais	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	1	1	1	1	1
	Células Suberosas Intercostais Abaxiais	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
		Células suberosas intercostais abaxiais de formato alto e estreito: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
		Células suberosas intercostais abaxiais de formato alto e largo: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
		Células suberosas intercostais abaxiais de formato quadrado: presente (0); ausente (1)	1	1	1	1	0

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV	
		Células suberosas intercostais abaxiais de formato reniforme: presente (0); ausente (1)	0	0	0	1	0
	Células Suberosas Costais Abaxiais	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
		Células suberosas costais abaxiais de formato alto e estreito: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
		Células suberosas costais abaxiais de formato alto e largo: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
		Células suberosas costais abaxiais de formato quadrado: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
		Células suberosas costais abaxiais de formato reniforme: presente (0); ausente (1)	0	0	0	1	0
Estômatos Face adaxial	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0	
	Localização: zona intercostal (0); zona costal (1); duas zonas (2)	0	0	0	0	0	
	Estômatos na face adaxial com células subsidiárias de formato cúpula: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0	
	Estômatos na face adaxial com células subsidiárias de formato levemente triangular: presente (0); ausente (1)	1	1	0	0	0	
	Estômatos na face adaxial com células subsidiárias de formato triangular: presente (0); ausente (1)	1	1	0	1	1	

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
	Número de fileiras de estômatos: uma (0); uma a duas (1); duas ou mais (2)	1	1	1	1	1
Estômatos Face abaxial	Ocorrência: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	0
	Localização: zona intercostal (0); zona costal (1); duas zonas (2)	0	0	0	0	0
	Estômatos na face abaxial com células subsidiárias de formato cúpula: presente (0); ausente (1)	0	0	1	1	0
	Estômatos na face abaxial com células subsidiárias de formato levemente triangular: presente (0); ausente (1)	1	1	0	1	0
	Estômatos na face abaxial com células subsidiárias de formato triangular: presente (0); ausente (1)	0	0	0	0	1
	Número de fileiras de estômatos: uma (0); uma a duas (1); duas ou mais (2)	1	1	1	2	2
Papilas	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); duas faces (3)	0	0	0	0	0
Macrotricomias	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); duas faces (3)	2	2	2	0	0
	Número de células: unicelular (0); bicelular (1); multicelular (2)	0	0	0	–	–
	Base em almofada: ausente (0); presente (1)	1	1	1	–	–
	Comprimento: curto (0); médio (1); longo (2); variável (3)	2	2	2	–	–
	Espessura da parede: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	1	1	1	–	–

Espécies		PPMT	PPDF	PPAR	PR	PV
	Localização: zona intercostal (0); zona costal (1); duas zonas (2)	0	0	0	–	–
Microtricomias	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); duas faces (3)	2	2	2	2	2
	Número de células: unicelular (0); bicelular (1); multicelular (2)	1	1	1	1	1
	Tamanho: célula basal curta e distal longa (0); célula basal longa e distal curta (1); células de tamanho similar (2)	0	0	0	0	0
	Espessura da parede: delgada (0); espessada (1); densamente espessada (2)	0	0	0	0	0
	Localização: zona intercostal (0); zona costal (1); duas zonas (2)	0	0	0	0	0
Espinhos	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); duas faces (3)	0	0	0	0	2
Ganchos	Ocorrência: ausente (0); face adaxial (1); face abaxial (2); duas faces (3)	0	0	0	0	2