



ENEPEX

ENCONTRO DE ENSINO,
PESQUISA E EXTENSÃO

8° ENEPE UFGD • 5° EPEX UEMS

ANATOMIA QUANTITATIVA E ARRANJO DE TECIDOS EM LÂMINAS FOLIARES

DE *Paspalum* spp.

Gilmar Gabriel de Souza¹; Beatriz Lempp²; Elaine Costa Galdeia³

UFGD-FCA, C. Postal 533, 79804-970 Dourados-MS, E-mail: gilmargabrielsouza@hotmail.com

¹Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq. ²PIBIC/UFGD/CNPq. ³Pós-graduanda em Agronomia, Produção Vegetal-UFGD.

Resumo: O gênero *Paspalum* de origem nativa vem sendo considerado uma gramínea promissora para a formação de pastos, já que as mesmas são adaptadas às condições de origem. Avaliações anatômicas e morfológicas podem auxiliar na discriminação de genótipos de maior potencial qualitativo, sendo que esses dados servirão de base para lançamentos de novas cultivares com qualidade desejável. O objetivo do trabalho foi avaliar a proporção de tecidos em lâminas foliares de diferentes genótipos de gramíneas forrageiras, sendo 8 acessos de *Paspalum* spp. Este trabalho foi conduzido em parceria com o programa de desenvolvimento de novas cultivares de *Paspalum* spp. coordenado pela Embrapa Pecuária Sudeste – São Carlos (SP). O campo experimental foi implantado em 2007 e os genótipos têm sido avaliados por pesquisadores das áreas de Forragicultura, Sementes, Fitossanidade e Nutrição de Plantas. O delineamento experimental é de blocos casualizados, com oito tratamentos e quatro repetições. Os oito genótipos de *Paspalum* spp. foram implantados em quatro linhas, sendo 10 plantas por linha, foram utilizados para anatomia quantitativa e observações do arranjo de tecidos das lâminas. As amostras dos fragmentos das lâminas foliares foram retiradas de duas plantas localizadas nas linhas centrais de cada parcela. Os fragmentos amostrados na porção mediana das lâminas e fixados em formalina-aceto-álcool, após refrigeração foram encaminhadas a FCA. Utilizou-se para as avaliações anatômicas lâminas provenientes de três cortes da forragem com 35 dias de crescimento. Após o preparo histológico e montagem das lâminas permanentes ao microscópio óptico será observado o arranjo dos tecidos. A anatomia quantitativa foi executada por meio de analisador de imagens e feita a média dos três cortes para cada tecido. Os dados posteriormente submetidos à análise estatística e as médias

comparadas pelo teste de Tukey. Entre os genótipos estudados, o *Paspalum regnelli* (BRA- 0191) se destacou em relação aos outros para características anatômicas.

Palavras-chave: Epiderme, Bainha Parenquimática dos Feixes, Mesofilo, Tecido Vascular

INTRODUÇÃO

Paspalum spp é um dos maiores gêneros de Poaceae com, aproximadamente, 350 espécies distribuídas no continente americano. Podem ser encontradas em diferentes habitats como florestas tropicais, savanas, pântanos e dunas, sendo mais frequentes nas pastagens naturais da Bolívia oriental, no Paraguai, nas regiões Sul e Centro-oeste do Brasil, norte da Argentina e Uruguai (Zuloaga e Morrone 2005). No Brasil, está representado por 203 espécies, das quais, 73 são endêmicas do país (Valls & Oliveira 2012). A região central do Brasil é considerada o centro de diversidade de *Paspalum*, que está entre os gêneros de gramíneas com maior número de espécies com potencial forrageiro (Valls 1994).

Existem fatores relacionados ao potencial qualitativo de espécies de plantas forrageiras como arranjo, disposição e quantidade de determinadas células em tecidos vegetais que podem interferir no valor nutricional da planta. Os fatores que interferem na qualidade das gramíneas forrageiras podem ser de origem anatômica, física e ou química, além daqueles relacionados à estrutura da vegetação (Lempp e Morais, 2005).

A qualidade da forragem é influenciada pela anatomia, quanto ao seu valor nutricional e desempenho animal, sendo que as gramíneas apresentam potenciais digestivos diferente, referentes à proporção de tecidos (BRITO *et al.*, 1999).

As células mais digestíveis pela microbiota do rúmen são as de mesofilo (MES) que contêm alto teor de proteína bruta no conteúdo celular e carboidratos digestíveis na parede, podendo ser degradados pelas enzimas extracelulares, pois apresentam somente a parede celular primária, com espessura de 0,1 a 0,2 μm e não são lignificáveis (Cheng *et al.*, 1980). Já as da bainha parenquimática dos feixes vasculares (BPF), cujas células possuem alto teor de proteína e amido em seu conteúdo e a parede pode estar associada à lignina, juntamente com as da epiderme (EPI) são as mais resistentes à degradação, e requerem inicialmente o ataque físico (Akin e Rigsby, 1985). Van Soest (1982) considerou que a lignina é o primeiro fator que limita a degradabilidade da parede celular de forrageiras.

Segundo Mauseth (1988) As células da EPI, adaxial e abaxial, são parcialmente digeridas no rúmen, pois podem apresentar parede espessa com uma camada de cutícula, em torno de 0,5 µm, sendo esta influenciada pelo ambiente. Harbers et al. (1981) relatam que a cutícula contém sílica o que confere rigidez e impede a digestão.

Células do esclerênquima (ESC), devido ao espessamento da parede celular secundária e a consequente biossíntese de lignina são consideradas indigestíveis (Akin, 1989) e exercem função estrutural na planta. Vincent (1991) cita a importância do ESC para suportar o crescimento das lâminas foliares eretas, juntamente com as de xilema, principalmente em ambientes tropicais.

Dessa forma, quanto maior a proporção de tecidos altamente digestíveis na lâmina foliar, maior o consumo pelos animais, vista a maior taxa de passagem do alimento no rúmen.

Geralmente a proporção de células de ESC é baixa, no entanto, em alguns genótipos de forrageiras, pode ser observadas em alguns tecidos, células de ESC entre as células da EPI e as da BPF, formando a estrutura girder, sendo girder I quando associado a EPI adaxial e abaxial, e girder T quando na EPI adaxial ou abaxial, fato observado por Wilson *et al.* (1989). A estrutura girder pode ter efeito direto na resistência que as lâminas oferecem à digestão, visto interferir na taxa de degradação dos tecidos.

Considerando a importância da proporção e arranjos de tecidos, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial qualitativo de oito genótipos de *Paspalum spp.*, em relação à proporção dos tecidos na seção transversal das lâminas foliares e fornecer dados dos promissores que poderão ser lançados como cultivares comerciais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Pecuária Sudeste e as avaliações anatômicas das lâminas foliares foram realizadas no laboratório de Forragicultura nas dependências da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) – UFGD, Rodovia Dourados – Itahum, Km 12, Dourados, MS latitude de 22°13'18.54" Sul, e longitude de 54°48'23.09" Oeste, altitude média 430 m. no período de agosto de 2013 a julho de 2014.

O experimento foi composto de oito genótipos de *Paspalum spp.*, apresentados no quadro 1, sendo eles: *P. malacophyllum* (BRA-0030), *P. guenoarum* (BRA-0065), *P. glaucescens* (BRA-0114), , *P. spp.* (BRA-0116), *P. spp.* (BRA-0127), *P. guenoarum* (BRA-0148) *P. regnelii* (BRA-0191) e *P. atratum* cv. Pojuca (BRA-0096).

Quadro 1- Relação dos genótipos de *Paspalum* spp. selecionados quanto às características agronômicas.

Cód.Acesso	Espécie	G.Botânico	Origem	Alt.
BRA-0030	<i>P.malacophyllum</i>	Malacophyla	Itumbiara, GO	500m
BRA-0065	<i>P.guenoarum</i>	Plicatula	São Borja, RS	270m
BRA-0114	<i>P.glaucescens</i>	Plicatula	L.Vermelha, RS	850m
BRA-0116	<i>Paspalum</i> sp	Plicatula	CampoB.do Sul, SC	960m
BRA-0127	<i>Paspalum</i> sp	Virgata	Dourados, MS	430m
BRA-0148	<i>P.guenoarum</i>	Plicatula	J. Pinheiro, MG	630m
BRA-0191	<i>P. regnellii</i>	Virgata	Rio Claro, SP	500m
BRA-0096	<i>P. atratum</i>	Plicatula	Terenos, MS	530m

O delineamento experimental é de blocos casualizados, com oito tratamentos e quatro repetições. Os materiais foram implantados em quatro linhas, sendo 10 plantas por linha. Para o estudo da anatomia quantitativa as amostras dos fragmentos das lâminas foliares foram retirados de duas plantas localizadas nas linhas centrais de cada parcela e fixados em formalina-aceto-álcool, após refrigerados e encaminhado ao laboratório de Forragicultura. Utilizou para as avaliações anatômicas lâminas foliares provenientes de três cortes da forragem com 35 dias de crescimento.

A lâmina foliar utilizada foi a penúltima expandida, com lígula aparente, sendo seccionada na porção central e acondicionado em frascos com solução de formalina-aceto-álcool (FAA). Para o processo histológico utilizou-se uma série alcoólica com álcool butílico terciário por cerca de 40 horas a fim de remover gradualmente a água e evitar a plasmólise celular. Após esta etapa, procedeu-se a infiltração e a confecção de bloquinhos com paraplast. Foram obtidas seções transversais de 10µm de espessura, utilizando-se micrótomo rotativo manual, montando-se as lâminas para o processo de coloração segundo Hagquist (1974). O arranjo dos tecidos e a proporção dos tecidos foram estudados com auxílio de microscópio óptico binocular acoplado ao sistema analisador de imagens Axion Vision (LEMPP, 2011).

As amostras de lâminas foliares foram submetidas às análises químicas por meio de espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo (NIRS), de acordo com os procedimentos de Marten et al. (1985). Verificaram-se os teores de proteína bruta (PB) de acordo

com AOAC (1990), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em ácido sulfúrico (Van Soest et al., 1991).

As médias das características anatômicas e químicas obtidas nos três cortes foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade por meio do programa computacional Sisvar (2003). As análises de correlação linear entre as características químicas e anatômicas foram obtidas utilizando-se o aplicativo computacional Saeg (2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os genótipos estudados apresentaram diferenças qualitativas de origem química (Tabela I). Para proteína bruta (PB) houve a formação de dois agrupamentos, o primeiro foi composto pelos genótipos *P. glaucescens* (BRA-0114), *P. spp.* (BRA-0127), *P. regnelii* (BRA-0191), o *P. malacophyllum* (BRA-003077) e *P. guenoarum* (BRA-006572) com média de 8,15% de PB. O segundo grupo, representado pelos genótipos *P. spp.* (BRA-0116), *P. guenoarum* (BRA-0148) e capim-pojuca (BRA-0096) apresentou média de 7,02%, cujos os valores são inferiores a outros grupos de gramíneas forrageiras. Ramos (2002) ao avaliar germoplasmas de *Paspalum* spp. tendo como testemunhas: *Panicum maximum* cv. Vencedor, *Andropogon gayanus* cv. Planaltina e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, observou menores teores de PB na forragem de *Paspalum* spp. em relação aos comerciais. Para teores de PB inferiores a 7%, a digestibilidade das lâminas foliares pode diminuir, devido ao fato de que o nitrogênio não ser suficiente para garantir um ambiente ruminal adequado disponível aos microrganismos principalmente bactérias amidolíticas, proteolíticas e lipolíticas (Milford e Minson, 1966).

Tabela I. Características químicas de lâminas foliares de genótipos de *Paspalum* spp.

Genótipos	PB ¹ (%MS)	FDN ² (%MS)	FDA ³ (%MS)	LIG ⁴ (H ₂ SO ₄)(%MS)
BRA-0114	8,34 ^a	70,76 ^a	38,00 ^b	4,05 ^b
BRA-0116	7,14 ^b	62,42 ^d	33,46 ^c	3,42 ^b
BRA-0127	8,23 ^a	61,82 ^d	33,17 ^c	3,41 ^b
BRA-0148	7,13 ^b	61,07 ^e	32,79 ^c	2,85 ^c
BRA-0191	7,92 ^a	66,34 ^b	43,35 ^a	5,35 ^a
BRA-0030	8,45 ^a	59,57 ^e	32,34 ^c	2,73 ^c
BRA-0065	7,82 ^a	64,32 ^c	35,76 ^b	3,49 ^b
BRA-0096	6,80 ^b	59,56 ^e	36,42 ^b	3,52 ^b
CV (%)	6,44	1,93	7,15	10,79
Médias	7,73	63,23	35,66	3,60

^aMédias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott. ¹PB = proteína bruta, ²FDN = fibra em detergente neutro, ³FDA = fibra em detergente ácido, ⁴LIG (H₂SO₄) = lignina (ácido sulfúrico).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) da lâmina permitiram maior discriminação dos genótipos do que o verificado para PB, ocorrendo a formação de cinco grupos. A maior média observada de 70,76% foi para o genótipo BRA-0114 seguido de BRA-0191 com 66,34%. O terceiro grupo foi representado por BRA-0065. O quarto grupo por BRA-0116 e BRA-0127 e o quinto grupo formado por três genótipos (BRA-0148, BRA-0030 e BRA-0096) com média de 60,06% de FDN.

Houve a formação de três grupos para o teor de fibra em detergente ácido (FDA). A maior média foi do genótipo BRA-0191. O segundo foi composto pelos genótipos BRA-0114, BRA-0065 e BRA-0096 e o terceiro por BRA-0116, BRA-0127, BRA-0148 e BRA-0030. A média do teor de FDA foi de 35,66%, resultado semelhante encontrado para capim-pojuca com média de 33,31% (Embrapa Cerrados, 2001).

A lignina também apresentou três agrupamentos de médias. O BRA-0191 teve a maior média (5,35%). O segundo grupo, representado por cinco genótipos (BRA-0114, BRA-0116, BRA-0127, BRA-0065 e BRA-0096) e o terceiro grupo, com as menores médias, representado pelos genótipos BRA-0148 e BRA-0030, com uma média de 2,79%. Van Soest (1982) considerou que a lignina é o primeiro fator que limita a degradabilidade da parede celular de forrageiras.

Em relação à PB, houve variação entre os genótipos de 27% entre o menor e o maior teor, os genótipos com maiores teores foram *P. glaucescens* (BRA-0114), *P. spp.* (BRA-0127), *P. regnelii* (BRA-0191), *P. malacophyllum* (BRA-0030) e *P. guenoarum* (BRA-0065), destes, o que se destacou por apresentar menores teores de FDN, FDA e lignina foi o *P. malacophyllum* (BRA-0030).

O estudo das características anatômicas das lâminas foliares vem complementar as informações sobre a qualidade das forrageiras. Em relação a essas características, para epiderme adaxial (EPIada) ocorreu a formação de quatro grupos com médias de 50,33; 39,97; 36,64 e 22,93%, sendo que o genótipo com a maior proporção foi *P. spp.* (BRA-0116) e o de menor *P. glaucescens* (BRA-0114) (Tabela II). Altas proporções de epiderme adaxial podem interferir no potencial qualitativo da forragem, pois as células que a compõem podem conter lignina, sílica e tanino. As maiores variações entre germoplasmas na epiderme (%) ocorrem na face adaxial, devido à presença de células buliformes e as células da EPI, abaxial e adaxial, são parcialmente digeridas no rúmen, pois apresentam parede espessa com uma camada de cutícula, em torno de 0,5 µm, sendo que esta camada pode ser influenciada pelo ambiente (Mauseth, 1988).

II. Proporção relativa (%) na seção transversal, de lâminas foliares de genótipos de *Paspalum* spp.

Genótipos	EPIada ¹	EPIaba ²	EPIada+EPIaba
BRA-0114	22,93 ^d	7,62 ^b	30,55 ^d
BRA-0116	50,33 ^a	7,03 ^b	57,36 ^a
BRA-0127	37,99 ^c	9,28 ^a	47,27 ^b
BRA-0148	40,28 ^b	9,01 ^a	49,29 ^b
BRA-0191	35,29 ^c	7,57 ^b	42,86 ^c
BRA-0030	40,18 ^b	7,53 ^b	47,72 ^b
BRA-0065	36,65 ^c	9,55 ^a	46,21 ^b
BRA-0096	39,45 ^b	8,85 ^a	48,31 ^b
CV (%)	6,49	6,79	5,03
Médias	37,89	8,30	46,20

^aMédias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott. ¹EPIada = epiderme adaxial, ²EPIaba = epiderme abaxial.

Menores variações entre os genótipos foram observados para a epiderme abaxial (EPIaba) em relação à EPIada (Tabela II). Dois grupos foram formados com médias de 9,17% (BRA-0127, BRA-0148, BRA-0065 e BRA-0096) e 7,43% (BRA-0114, BRA-0116, BRA-0191 e BRA-0030). Para a análise de epiderme adaxial + abaxial houve a formação de quatro grupos, assim como para epiderme adaxial, o genótipo com maior média de proporção foi o BRA-0116, o segundo grupo foi composto por cinco genótipos, o terceiro representado por BRA-0191 e o quarto por BRA-0114.

Tabela III. Proporção relativa (%) na seção transversal, de lâminas foliares de genótipos de *Paspalum* spp.

Genótipos	MES ¹	BPF ²	BPF+MES
BRA-0114	40,27 ^a	19,68 ^a	59,96 ^a
BRA-0116	26,54 ^e	11,02 ^c	37,56 ^d
BRA-0127	28,57 ^d	16,01 ^b	44,59 ^c
BRA-0148	33,12 ^b	12,70 ^c	45,82 ^c
BRA-0191	35,68 ^b	15,54 ^b	51,22 ^b
BRA-0030	34,33 ^b	13,09 ^c	47,43 ^c
BRA-0065	31,14 ^c	15,21 ^b	46,35 ^c
BRA-0096	34,06 ^b	12,78 ^c	46,84 ^c
CV (%)	4,04	8,94	3,84
Médias	32,96	14,50	47,47

^aMédias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott. ¹MES = mesofilo, ²BPF = bainha parenquimática dos feixes.

Maior proporção de mesofilo (MES) foi observada para o genótipo *P. glaucescens* (BRA-0114), enquanto que o genótipo com menor proporção foi o *P. spp* (BRA-0116), diferença esta de

51,7%, o segundo grupo representado por quatro genótipos e o terceiro grupo por dois genótipos (Tabela III).

Com relação ao MES, o genótipo *P. glaucescens* (BRA-0114) se destacou entre os demais, além de ter apresentado a menor proporção de EPI. Também, merecem destaque o *P. regnelii* (BRA-0191) seguido de *P. malacophyllum* (BRA-0030) e capim-pojuca (BRA-0096), que não diferiram entre si quanto a EPI (ada + aba) e MES. Os genótipos de gramíneas com maior proporção de mesofilo são importantes do ponto de vista qualitativo, pois suas células não são lignificáveis, e possuem altas concentrações de nutrientes solúveis, como carboidratos, proteínas e lipídios e junto com o floema cujos tecidos apresentam maior digestibilidade (Akin, 1979). Lempp e Moraes (2005) citam o desaparecimento total dessas células após 24 h de incubação *in situ* em lâminas foliares de duas espécies de *Urochloa*, que reconhecidamente apresentam qualidade distinta, sendo maior para as lâminas foliares de *U. ruziziensis* em relação à *U. humidicola*.

Para a proporção de BPF houve a formação de três grupos. O genótipo com maior proporção foi também o BRA-0114 com 19,68%, o segundo grupo representado por BRA-0127, BRA-0191 e BRA-0065 e o terceiro grupo por BRA-0116, BRA-0148, BRA-0030 e BRA-0096 (Tabela III).

É importante conhecer os genótipos com maiores proporções de BPF, pois conforme Wilson (1993) estas células apresentam em seu citoplasma alto teor de proteína e amido. Dessa forma, as proporções de MES e BPF podem ser indicativos do potencial qualitativo das lâminas. Mas como a BPF é potencialmente digestível, pois sua parede celular é passível de lignificação, não se pode afirmar que esses nutrientes estarão disponíveis aos microrganismos do rúmen. Observou-se também neste trabalho que as médias das proporções das seções transversais de BPF dos genótipos de *Paspalum* em questão foram menores em relação à *Panicum maximum* (Batistoti, 2006; Gomes, 2011).

Na soma dos tecidos MES + BPF ocorreu a formação de quatro grupos de genótipos. A maior média de proporção foi de 59,96% para BRA-0114, a segunda maior foi do genótipo BRA-0191, o terceiro grupo (BRA-0127, BRA-0148, BRA-0030, BRA-0065 e BRA-0096) apresentou média de 46,20% e o quarto grupo com a menor média foi do BRA-0116 com 37,96% (Tabela III). Os genótipos com maior proporção de BPF + MES apresentam como consequência a menor proporção de EPI, ou vice-versa. Assim, em BRA-0116 ocorreu alta proporção de EPI e baixa de MES+BPF enquanto BRA-0114 apresentou baixa proporção de EPI e alta de MES+BPF. Essa relação MES + BPF é de grande importância para a digestão da bainha parenquimática dos feixes, pois a mesma só estará acessível às bactérias após a degradação do MES.

Tabela IV. Proporção relativa (%) na seção transversal, de lâminas foliares de genótipos de *Paspalum* spp.

Genótipos	TV ¹	ESC ²	TV+ESC
BRA-0114	5,52 ^a	3,96 ^a	9,48 ^a
BRA-0116	3,28 ^c	1,50 ^c	4,79 ^d
BRA-0127	4,67 ^b	2,47 ^b	7,15 ^b
BRA-0148	2,74 ^d	2,13 ^b	4,87 ^d
BRA-0191	3,43 ^c	2,47 ^b	5,91 ^c
BRA-0030	2,22 ^d	2,63 ^b	4,85 ^d
BRA-0065	4,45 ^b	2,81 ^b	7,26 ^b
BRA-0096	3,19 ^c	1,44 ^c	4,64 ^d
CV (%)	10,13	15,15	10,98
Médias	3,69	2,43	6,12

^aMédias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott. ¹TV = tecido vascular, ²ESC = esclerênquima.

As proporções de tecido vascular (TV), esclerênquima (ESC) e a soma (TV+ESC) estão na Tabela IV. Quanto ao TV ocorreu a formação de quatro grupos, sendo o primeiro composto por *P. glaucescens* (BRA-011401) com o maior valor (5,52%); o segundo grupo pelos genótipos *P. spp.* (BRA-0127) e *P. guenoarum* (BRA-0065); o terceiro por *P. spp.* (BRA-0116), *P. regnelii* (BRA-0191) e capim-pojuca (BRA-0096) e o quarto grupo formado por *P. guenoarum* (BRA-0148) e *P. malacophyllum* (BRA-0030) (2,48%). O genótipo BRA-0114 apresentou a maior proporção de ESC, com 3,96%, para essa característica houve a formação de três grupos, o segundo grupo, representado por BRA-0127, BRA-0148, BRA-0191, BRA-0030 e o terceiro grupo por BRA-0065 BRA-0116 e BRA-0096 que apresentaram as menores médias, respectivamente, com 1,50 e 1,44%. A soma TV + ESC formaram quatro agrupamentos, em que BRA-0114 demonstrou maior média para esta característica; em segundo lugar, os genótipos BRA-0127 e BRA-0065; em terceiro lugar BRA-0191 e, por último, quatro genótipos (BRA-0148, BRA-0116, BRA-0030 e BRA-0096).

Quanto às características anatômicas de proporção de tecidos com alto teor de nutrientes dos genótipos estudados, houve destaque do *P. guenoarum* (BRA-0114). Em comparação aos demais, apresentou a menor proporção de epiderme, altas proporções de MES, BPF e MES + BPF, mas em contrapartida apresentou altas proporções de ESC, TV e ESC + TV. Em seguida destaca-se *P. regnelii* (BRA-0191) que apresentou baixa proporção de EPIada, altas proporções de MES, BPF e MES + BPF além de apresentar baixas proporções de ESC, TV e ESC + TV.

Ocorreram correlações significativas entre as características anatômicas e químicas das lâminas foliares (Tabela V). A epiderme adaxial correlacionou-se negativamente com a PB ($r = -$

0,44; P = 0,0055), com FDN (r = -0,67; P = 0,0000), FDA (r = -0,35; P = 0,0228) e a lignina (r = -0,31; P = 0,0389), demonstrando que conforme aumenta a proporção da epiderme há uma diminuição nos teores de PB, FDN, FDA e lignina. Entre a EPIaba e as características químicas não houve correlação, mas a soma das duas epidermes (EPIada + EPIaba) correlacionaram-se também negativamente com a PB (r = -0,46; P = 0,0037), com FDN (r = -0,71; P = 0,0000), FDA (r = -0,37; P = 0,0161) e lignina (r = -0,35; P = 0,0246).

O mesofilo apresentou tendência de correlação positiva com o teor de PB (r = 0,27; P = 0,0608) e correlação positiva com o teor de FDN (r = 0,49; P = 0,0019) e FDA (r = 0,38; P = 0,0155). Segundo Cheng et al. (1980), suas células contêm alto teor de proteína bruta no citoplasma e carboidratos digestíveis na parede, podendo ser degradados por enzimas extracelulares, pois apresentam somente a parede celular primária, com espessura de 0,1 a 0,2 μm e não são lignificáveis.

A BPF apresentou correlação positiva com todas as características químicas verificadas nas lâminas, sendo maiores com PB (r = 0,53; P = 0,0009) e FDN (r = 0,70; P = 0,0000). A soma do MES + BPF correlacionou-se semelhantemente à BPF, com todas as características químicas, sendo que, sua correlação foi maior com PB (r = 0,43; P = 0,0069), FDN (r = 0,65; P = 0,0000) e FDA (r = 0,40; P = 0,0099). As células de BPF apresentaram correlação positiva com PB, provavelmente, porque em seu citoplasma encontra-se alto teor de proteína e amido (Wilson, 1993). Paciuлло (1998) cita que tecidos da BPF correlacionam-se positivamente com os teores de parede celular (r = 0,54; P < 0,01) e de lignina (r = 0,50; P < 0,01) e negativamente com a digestibilidade (r = -0,68; P < 0,001).

Tabela V. Coeficientes de correlação linear entre características anatômicas e químicas de lâminas foliares de *Paspalum* spp.

Características anatômicas	Características químicas			
	PB ⁷ (%MS)	FDN ⁸ (%MS)	FDA ⁹ (%MS)	LIG ¹⁰ (H ₂ SO ₄) (%MS)
EPIada ¹	-0,44**	-0,67***	-0,35*	-0,31*
EPIaba ²	-0,12 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,22 ^{ns}
EPIada+EPIaba	-0,46**	-0,71***	-0,37*	-0,35*
MES ³	0,27 ^{ns}	0,49**	0,38*	0,27 ^{ns}
BPF ⁴	0,53***	0,70***	0,33*	0,37*
BPF + MES	0,43**	0,65***	0,40**	0,35*
TV ⁵	0,32*	0,65***	0,19 ^{ns}	0,28 ^{ns}
ESC ⁶	0,49**	0,66***	0,19 ^{ns}	0,17 ^{ns}
TV + ESC	0,43**	0,72***	0,21 ^{ns}	0,26 ^{ns}

¹EPIada = epiderme adaxial, ²EPIaba = epiderme abaxial, ³MES = mesofilo, ⁴BPF = bainha parenquimática dos feixes, ⁵TV = tecido vascular, ⁶ESC = esclerênquima, ⁷PB = proteína bruta, ⁸FDN = fibra em detergente neutro, ⁹FDA = fibra em detergente ácido, ¹⁰LIG₂SO₄ = lignina (ácido sulfúrico). ***P < 0,001, **P < 0,01, *P < 0,05.

Os genótipos que apresentaram maiores proporções de BPF foram *P. glaucescens* (BRA-0114), *P. spp.* (BRA-0127), *P. regnelii* (BRA-0191) e *P. guenoarum* (BRA-0065). Dentre estes, os que apresentaram maiores teores de PB e menores teores de FDN, FDA e lignina foram *P. spp.* (BRA-0127) e *P. guenoarum* (BRA-0065).

O TV correlacionou-se positivamente com a PB ($r = 0,32$; $P = 0,0352$) e com FDN ($r = 0,65$; $P = 0,0000$). Resultado semelhante foi encontrado por Queiroz et al. (2000), em avaliações com capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Mott), capim-setária (*Setaria anceps* cv. kazungula) e capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) no qual apresentou correlações positivas do TV de lâminas foliares com FDN ($r = 0,68$; $P < 0,01$). A correlação positiva de PB com o TV pode ter ocorrido pela presença do floema, que apresenta alto teor de PB no seu citoplasma.

O ESC teve uma correlação positiva com PB ($r = 0,49$; $P = 0,0022$) e com FDN ($r = 0,66$; $P = 0,0000$) e a soma TV + ESC teve correlação positiva com PB ($r = 0,43$; $P = 0,0065$) e com FDN ($r = 0,72$; $P = 0,0000$). A análise de correlação linear é uma associação de números e a correlação positiva do ESC com a PB não era um resultado esperado. No entanto, Paciullo et al. (2001) obtiveram resultado semelhante ao demonstrado para ESC nas lâminas foliares, pois em seu trabalho o mesmo apresentou alta correlação positiva com FDN ($r = 0,65$, $P < 0,001$).

CONCLUSÕES

Para as características anatômicas com proporções de tecidos de maior qualidade, o genótipo *Paspalum regnelii* (BRA-0191) se destacou, apresentando altas proporções de mesofilo (MES), bainha parenquimática dos feixes (BPF) e MES + BPF e baixas proporções de epiderme adaxial (EPIada), epiderme abaxial (EPIaba), EPIada + EPIaba, tecido vascular (TV), esclerênquima (ESC) e TV + ESC.

As avaliações anatômicas de lâminas foliares de *Paspalum* spp. indicaram importantes diferenças entre os genótipos quanto à proporção de tecidos. No entanto, necessita-se de estudos sobre o efeito da estrutura girder e a presença de tanino e de sílica no potencial qualitativo de *Paspalum* spp.

REFERÊNCIAS

Akin, D.E. and Rigsby, L.L. (1985) **Degradation of Bermuda grass. by species of ruminal bacteria.** Applied and Environmental Microbiology 50, 825–830.

(1990) Some aspects of cellobiose effect on cell surface structures Bayer, E.A., Kenig, R. and Lamed, R. (1983) Adherence of Cl

AKIN, D.E. and Rigsby, L.L. (1985) **Degradation of Bermuda grass Fibrobacter succinogenes and Butyrivibrio fibrisolvens.** Canadian

Journal of Microbiology 39, 780–786. by species of ruminal bacteria. Applied and Environmental Micro- Miron, J., Ben-Ghedalia, D., Yokoyama, M.T. and Lamed, R. biology 50, 825–830.

(1990) Some aspects of cellobiose effect on cell surface structures B

AKIN, D. E. Microscopic evaluation forage digestion by rumen microorganisms-A review. **Journal of Animal Science**, v.48, p.701-710, 1979.

AKIN, D.E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomy Journal**, v.8, p.117-125, 1989.

BATISTOTI, C. **Quantificação morfoanatômica de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*.** Dissertação (mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2006. 63p.

BLACK, C.C. Ecological implications of dividing plants into groups with distinct photosynthetic production capacities. **Advances Ecology Research**, v.7, p.87-114, 1971.

BRITO, C.J.F.A; RODELLA, R.A.; DESCHAMPS; ALQUINI, Y. Anatomia quantitativa e degradação *in vitro* de tecidos em cultivares de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.223-229, 1999.

CHENG K.J.; FAY, J.P.; HOWARTH, R.E. Sequence of events in the digestion of fresh legume leaves by rumen bacteria. **Applied Environment Microbiology**, v.40, p.613-625, 1980.

EHLKE, N.J. & CASLER, M.D. Anatomical characteristics of smooth bromegrass clones selected for in vitro dry matter digestibility. **Crop Science**, v. 25, p. 513-517, 1985.

Embrapa Cerrados., **Composição Química do Capim *Paspalum atratum* CV. Pojuca.** ISSN 1676- 918x Setembro 2001, Planaltina; DF, 2001.

GOMES, R. A. et al. Características anatômicas e morfofisiológicas de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária**,[online]. v.46, p. 205-211, 2011.

HAGQUIST, C.W. Preparation and care of microscopy slides. **American Biology Teacher**, v.36, p.414-417, 1974.

HANNA, W.W.; MONSON, W.G.; BURTON, G.W. Histological examination of fresh leaves after in vitro digestion. **Crop Science**, v.13, p. 98-102, 1973.

HARBERS, L.H.; BRAZLE. F.K.; RAINTEN. D.J. Microbial degradation of smooth brome and tall fescue observed by scanning electron microscopy. **Journal of Animal Science**, v.51, p.439-446, 1981.

- LEMPP, B. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.46, n.2, p.205-211, fev. 2011
- LEMPP, B.; EZEQUIEL, J.M.B.; SANTOS, J.M. et al. Observação da estrutura girder na taxa de digestão dos tecidos em lâminas de *Panicum maximum* Jacq. Cv. Aruana e vencedor . In REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA,34, 1997, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 12-14, 1997.
- LEMPP, B.; MORAIS, M.G. Qualidade de Plantas Forrageiras. In: **Anais do ZOOTEC: Produção Animal e Responsabilidade**, 24 a 27 de Maio. Campo Grande. MS, 2005, 19p.
- LEMPP, B.; VALLE, C.B. do; MORAIS, M.G. da et al. Physical impediment towards digestive breakdown in leaf blades of *Brachiaria brizantha*. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, XX., 2005, Dublin. **Proceedings...** Dublin: Grassland Society, 2005. p.102.
- MARTEN, G.C.; et al. Near Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS), Analysis Quality. Washington: USDA, 1985, 110p. **Agriculture Handbook, 643**.
- MAUSETH, J.D. Plant Anatomy. **The Benjamin/Cummings Publishing Company**. Inc. California, 1988, p.560.
- MILFORD, R.; MINSON, D. J. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9. **Anais...** São Paulo: Alarico, 1966, p. 815 – 822.
- PACIULLO, D. S. C. **Características histo-anatômicas de gramíneas forrageiras relacionadas ao seu valor nutritivo**. Trabalho apresentado como parte das exigências da disciplina Tópicos Especiais em Forragicultura – Universidade Federal de Viçosa, 1998, 26p.
- PACIULLO, D. S. C. et al. Correlações entre componentes anatômicos, químicos e digestibilidade in vitro da matéria seca de gramíneas forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, 2001.
- QUEIROZ, et al. Avaliação da Folha e do Colmo de Topo e Base de Perfilhos de Três Gramíneas Forrageiras: 2. Anatomia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, 2000.
- RAMOS, A. K. B. **Avaliação agrônômica de genótipos de *Paspalum* spp. no âmbito dos cerrados**. Tese (doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual Paulista – Jaboticabal, 2002.
- SAEG Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1.: Fundação Arthur Bernardes - UFV – Viçosa, 2007.
- SISVAR software:versão 4.6. Ferreira, D. Lavras: DEX/UFLA. Software, 2003.
- Valls, J. F. M. & Oliveira, R. C. de. 2012. *Paspalum* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Califórnia. 1988. 560p.
- Valls, J. F. M. & Oliveira, R. C. de. 2012. *Paspalum* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB013432>.
- Valls, J. F. M. 1994. O potencial de plantas forrageiras tropicais americanas. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Forrageiras e Pastagens, **CBNA**, Campinas, p.11–24.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. **Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition**. Journal of Dairy Science, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1982, 373p.

VINCENT, J.F.V. Strength and fracture of grasses. **Journal of Materials Science**, v.26, p.1947-1950, 1991.

WILSON, J.R. Organization of forage plant tissue. In: Jung, H.G., Buxton, D.R., Hatfield, R.D. *et al.* (Eds.). **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, 1993, p.1-27.

WILSON, J.R.; AKIN, D.E.; McLEOD, M.N. *et al.* Particle size of leaves of a tropical and temperate grass by cattle. II. Relation of anatomical structure to the process of leaf breakdown through chewing and digestion. **Grass and Forage Science**, v.44, p.65-75, 1989.

WILSON, J.R.; HATTERSLEY, P.W. *In vitro* digestion of bundle sheath cells in rumen fluid and its relation to the suberized lamella and C₄ photosynthetic type in *Panicum* species. **Grass and Forage Science**, v.38, p.219-223, 1983.

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). St. Louis: **Missouri Botanical Garden Press**.