

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DE LÂMINAS FOLIARES
VERSUS POTENCIAL QUALITATIVO DE GENÓTIPOS DE
Paspalum spp.**

ELAINE COSTA GALDEIA

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2014**

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DE LÂMINAS FOLIARES
VERSUS POTENCIAL QUALITATIVO DE GENÓTIPOS DE
Paspalum spp.**

ELAINE COSTA GALDEIA
Engenheira Agrônoma

Orientador: PROF^a. Dr^a. BEATRIZ LEMPP

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

G149c	<p>Galdeia, Elaine Costa. Características anatômicas de lâminas foliares <i>versus</i> potencial qualitativo de genótipos de <i>Paspalum</i> spp. / Elaine Costa Galdeia. – Dourados, MS: UFGD, 2014. 43f.</p> <p>Orientadora: Profa. Dr. Beatriz Lempp. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. DIVMS. 2. Tecido vascular. 3. Proteína bruta. 4. Seleção. I. Título.</p> <p>CDD – 581.15</p>
-------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DE LÂMINAS FOLIARES
VERSUS POTENCIAL QUALITATIVO DE GENÓTIPOS DE *Paspalum*
spp.**

por

Elaine Costa Galdeia

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA.

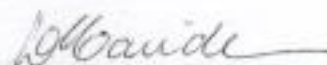
Aprovada em: 29/ 08 /2014



Prof. Dr. Beatriz Lempp
Orientadora - FCA/UFGD



Prof. Dr. Maria da Graça Moraes
FAMEZ/UEMS



Prof. Dr. Livia Maria Chamma Davide
FCA/UFGD

*À Deus.
Aos Meus Pais e Irmão.*

Dedico!

AGRADECIMENTOS

À Deus pela saúde e sabedoria para terminar esse trabalho.

À Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade de realização do curso e a coordenação da Pós-graduação pelo apoio.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

A Dr^a. Beatriz Lempp pela orientação, ensinamentos, sugestões e paciência.

A técnica do laboratório de Forragicultura Elda Barrios de Azambuja, principalmente pela amizade oferecida em todo tempo do desenvolvimento do trabalho e por sempre estar disposta a ajudar nas etapas do mesmo.

Aos colaboradores e amigos Gilmar Gabriel de Souza e Gustavo Henrique Mota Piesante.

Ao técnico de laboratório da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) Antonio Perez Stravis, pela realização das análises químicas.

Aos meus pais, Luiz Galdeia Cezário e Ana Aparecida Lima Costa, por todo apoio, carinho e dedicação.

Ao Leonidas Alves Marcelino pela atenção e paciência dedicada a mim.

A todos que não foram citados, mas de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho. Muito Obrigada!

*Pois eu sou o Senhor, Seu Deus, que o segura pela mão direita e diz a
você: Não tema, eu o ajudarei.
(Isaias 41:13)*

SUMÁRIO

	PÁGINAS
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 Gênero <i>Paspalum</i> e seu potencial forrageiro.....	4
2.2 Anatomia foliar.....	6
2.3 Características químicas de lâminas foliares.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
5. CONCLUSÕES.....	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
7. ANEXOS.....	40

LISTA DE TABELAS

	PÁGINA
TABELA 1. Características químicas do solo da área experimental na camada de 0 a 20 cm de profundidade.....	13
TABELA 2. Proporção relativa (%) de epidermes adaxial (EPIada), abaxial (EPIaba) e total (EPItotal) na seção transversal de lâminas foliares de <i>Paspalum</i> spp., <i>Urochloa</i> e <i>Panicum</i>	17
TABELA 3. Coeficientes de correlação linear entre características anatômicas e químicas de lamina foliares de <i>Paspalum</i> spp., <i>Urochloa</i> e <i>Panicum</i>	19
TABELA 4. Proporção relativa (%) de bainha parenquimática dos feixes (BPF), mesofilo (MES) e o somatório de BPF e MES na seção transversal de lâminas foliares de <i>Paspalum</i> spp., <i>Urochloa</i> e <i>Panicum</i>	20
TABELA 5. Proporção relativa (%) de tecido vascular (TV) e esclerênquima (ESC) na seção transversal de lâminas foliares de genótipos de <i>Paspalum</i> spp., <i>Urochloa</i> e <i>Panicum</i>	23
TABELA 6. Teores médios de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e a digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) de lâminas foliares de genótipos de <i>Paspalum</i> spp., <i>Urochloa</i> e <i>Panicum</i>	26

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
FIGURA 1. Precipitação e temperaturas registradas de novembro de 2012 a maio de 2013.....	14
FIGURA 2. Seção transversal de fragmento de lâmina foliar de <i>Paspalum</i> spp.....	15
FIGURA 3. Seção transversal de genótipos de <i>Paspalum</i> spp., <i>Urochloa</i> e <i>Panicum</i>	43

RESUMO

GALDEIA, E. C. Universidade Federal da Grande Dourados, agosto de 2014. **Características anatômicas de lâminas foliares versus potencial qualitativo de genótipos de *Paspalum* spp.** Orientadora: Beatriz Lempp.

O experimento foi conduzido nas dependências da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Dourados-MS, no período de novembro de 2012 a maio de 2013. Estudaram-se 19 genótipos de gramíneas forrageiras, sendo 17 acessos de *Paspalum* spp., *Urochloa brizantha* cv. Marandu, e *Panicum maximum* cv. Tanzânia-1. O objetivo do trabalho foi caracterizar os genótipos quanto aos atributos anatômicos e de composição química das lâminas foliares e a partir dessas avaliações discriminar os materiais mais promissores quanto ao potencial qualitativo, a fim de subsidiar o programa de melhoramento. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com cinco repetições. Realizaram-se três cortes da forragem para as avaliações. As médias das características anatômicas e químicas foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade por meio do programa computacional SAEG (2007). As análises de correlação linear entre as características químicas e anatômicas foram obtidas utilizando-se o aplicativo computacional SAS (2007). Considerando os teores de PB, FDN e a digestibilidade da forragem, os materiais que merecem destaque foram BRA23566, BRA1112 e BRA22540 com teores de PB alto e baixo FDN e elevada DIVMS. Com base nos estudos de caracterização anatômica os genótipos que se destacaram foram BRA23566, BRA23558, BRA1112, BRA22811. Conclui-se que os genótipos mais promissores quanto ao potencial qualitativo seriam o BRA23566 e BRA1112 e que seriam necessárias outras avaliações da composição química da parede celular para indicar quais os componentes que influenciaram na baixa digestibilidade dos genótipos avaliados.

Palavras-chave: DIVMS, TV, proteína bruta, seleção

ABSTRACT

GALDEIA, E. C. Universidade Federal da Grande Dourados, agosto de 2014. **Anatomical characteristics of leaf blades versus qualitative potential of the genotypes of *Paspalum* spp.** Orientadora: Beatriz Lempp.

The experiment was conducted on the premises of the Federal University of Grande Dourados –UFGD, Dourados-MS, from November 2012 to November 2013 were studied in 19 genotypes of forage grasses, and 17 accessions of *Paspalum* spp., *Urochloa brizantha*, *Palisade*, and *Panicum maximum* cv. Tanzania. The aim of the study was to characterize the genotypes in relation to anatomical attributes and chemical composition of leaf blades and from these assessments discriminate the most promising materials as the qualitative potential, in order to support the improvement program. The experimental design was a randomized complete block with five replications. There were three cuts of forage for evaluations. The mean anatomical and chemical characteristics were compared by the Scott-Knott test at 5% probability by the computer program SAEG (2007). Analysis of linear correlation between chemical and anatomical characteristics were obtained using the computer application (SAS 2007). Considering the levels of CP, NDF and digestibility of forage materials that deserve mention were BRA23566, BRA1112 and BRA22540 with CP concentration high and low NDF and high IVDMD. Based on studies of anatomical characterization genotypes that were stood BRA23566, BRA23558, BRA1112, BRA22811. It was concluded that the most promising genotypes regarding the qualitative potential would be the BRA23566 and BRA1112 and that would be needed further evaluation of the chemical composition of the cell wall to indicate which components influence the low digestibility of the genotypes tested .

Keywords: DIVMS, TV, crude protein, selection

1. INTRODUÇÃO

A alimentação animal no Brasil baseia-se no cultivo de pastos, com a utilização principalmente de gramíneas forrageiras para atendimento da necessidade do animal. Essa fonte de nutrientes para os ruminantes possui variação nas características anatômicas, químicas e morfológicas entre as espécies vegetais empregadas nos sistemas de produção.

As grandes áreas de pastagens no país são geralmente implantadas por gramíneas de origem africana, que quando bem manejadas possuem alto potencial agrônomo e elevada capacidade de suporte. Tais características tornam possível a manutenção de um maior número de animais ruminantes com adequada produtividade nas regiões tropicais. A maior parte dessas gramíneas apresenta persistência sob pastejo e tolerância a pragas e doenças. No entanto, geralmente possuem baixa qualidade de valor nutritivo.

Embora as gramíneas tropicais possuam características agrônomicas de grande interesse, ocorrem problemas quando seu uso se torna demasiadamente frequente e sem diversificação de espécies nas áreas agrícolas. Segundo Ramos (2002), a baixa diversidade de espécies e genótipos de gramíneas cobrindo grandes extensões territoriais configura e expõe um quadro de vulnerabilidade destes pastos as pressões bióticas latentes ou ainda desconhecidas. Assim, a diversificação das forrageiras nessas áreas torna-se necessária, como também, a inclusão de espécies nativas para diversificação genética.

O gênero *Paspalum* L. reúne o maior número de espécies nativas de gramíneas da América do Sul, com potencial para utilização como recurso forrageiro (VALLS, 1992). Possui cerca de 330 espécies (ZULOAGA e MORRONE, 2005) e segundo Oliveira e Valls (2010) no Brasil ocorrem 202 dessas, sendo o país considerado o centro de diversidade do gênero. Somente na região do Centro-Oeste brasileiro ocorrem 125 espécies, sendo essa considerada a região mais rica em espécies de *Paspalum* do mundo (SILVA, 2011).

No Brasil está sendo realizada a coleta e a preservação dos germoplasmas desse gênero. Em uma primeira etapa é feita seleção massal do material vegetal para a identificação de genótipos com alto potencial agrônomo, e após essas avaliações iniciais, faz-se estudos de caracterização qualitativa da forragem para dar sequencia

ao processo de seleção no programa de melhoramento. Do trabalho pioneiro com *Paspalum* spp., a EMBRAPA Cerrados pré-selecionou genótipos que, após vários anos de avaliação permitiram identificar o *P. atratum* Swallen (BRA-009610), nativo do município de Terenos-MS, para lançamento como cultivar Pojuca (EMBRAPA Cerrados, 2001).

No programa de seleção é necessária a inclusão de genótipos que apresentem variabilidade para as características de interesse, tais como, alto acúmulo de biomassa e adequado potencial qualitativo. Por explorar diretamente a variabilidade genética, a seleção de genótipos tem sido a via mais rápida para obtenção de cultivares. Todavia, o processo é considerado longo, com vários estágios ou etapas (RAMOS, 2002), principalmente para a seleção de genótipos superiores quanto aos caracteres qualitativos.

O primeiro processo de avaliação dá-se pela caracterização e análise de adaptação ou sobrevivência ao solo, clima e as pressões bióticas (TOLEDO, 1982; SCHULTZE-KRAFT e T'MANNETJE, 2000), com posterior avaliação de características agrônômicas. A partir dessas características seguem outras avaliações, como a seleção quanto ao potencial qualitativo da forrageira, que podem servir como discriminatórias durante o processo de seleção. No entanto, essas devem apresentar alta herdabilidade para que possam desenvolver uma cultivar comercial (LEMPP et al., 2009).

Características anatômicas e de composição química podem ser usadas para estimar o potencial qualitativo em gramíneas forrageiras. Características químicas da planta forrageira, como teores de fibra, proteína e lignina podem ser relacionados com o consumo e digestibilidade da forragem (CHERNEY e MERTENS, 1998). Assim, a avaliação da anatomia da planta, especificamente o arranjo das células nos tecidos, a proporção de tecido e espessura da parede celular desempenham importante papel sobre a digestão de gramíneas forrageiras, tanto quanto, ou até mais que a composição da parede celular (WILSON e MERTENS, 1995).

A associação entre a proporção de tecidos de lâminas foliares e o valor nutritivo de gramíneas forrageiras tem sido estudada desde 1970 (AKIN e AMOS, 1975). Os tecidos que compõem as lâminas foliares apresentam degradabilidade diferente entre si (LEMPP, 2007): as células do mesofilo (MES) e do floema (FLO) são altamente digestíveis, as da bainha parenquimática dos feixes (BPF), as das

epidermes adaxial (EPIada) e abaxial (EPIaba) são parcialmente digeridas, e as do esclerênquima (ESC) e xilema (XIL) são indigestíveis (AKIN, 1973). Estudos indicam correlações positivas entre características de valor nutritivo e a proporção de tecidos em lâminas foliares de gramíneas forrageiras (PACIULLO et al. 2001; BATISTOTI et al., 2012). Ou seja, tecidos com maiores conteúdos de citoplasma e menores proporções de parede celular correlacionam-se positivamente com teores de Proteína Bruta (PB) e negativamente com Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e Lignina.

Assim, a caracterização química e anatômica das lâminas foliares em gramíneas forrageiras pode auxiliar na identificação de genótipos com elevado potencial qualitativo auxiliando no processo de desenvolvimento de novas cultivares.

O objetivo desse trabalho foi caracterizar genótipos de *Paspalum* spp. quanto aos atributos anatômicos e de composição química das lâminas foliares, e a partir dessas avaliações discriminar os genótipos mais promissores quanto ao potencial qualitativo a fim de subsidiar o programa de melhoramento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Gênero *Paspalum* e seu potencial forrageiro

No Brasil ocorrem programas de melhoramento de gramíneas exóticas dos gêneros *Urochloa* e *Panicum*, que visam o desenvolvimento de novas cultivares para o melhoramento dos pastos.

Para que sejam obtidas essas cultivares o gênero deve inicialmente apresentar alta variabilidade genética para que se possa realizar a seleção de materiais com melhores características agronômicas e qualitativas.

A utilização frequente de um mesmo material genético, principalmente materiais exóticos, pode ocasionar problemas, como maior suscetibilidade a pragas e doenças, podendo levar a prejuízos em escala nacional. Como exemplos, os danos causados pelo vírus do enfezamento (PSV) em pastagens implantadas com capim-pangola (*Digitaria decumbens*) (SCHANK, 1974), a fotossensibilização e susceptibilidade ao ataque da cigarrinha em *U. decumbens* (Stapf) (PRIMO, 1975; COSENZA, 1982). Ainda a crescente susceptibilidade de *U. humidicola* (Rendle) ao ataque da cigarrinha na região Norte (DIAS FILHO, 1982) e mais recente, a ocorrência de grandes perdas de pastagens de *U. brizantha* (Höchst. ex A. Rich.) nessa mesma região devido a síndrome da morte do capim marandu (DIAS FILHO, 2005) são indicativos da necessidade de aumentar a diversidade de materiais vegetais para utilização nos pastos do Brasil.

Para diversificação nessas áreas de pastos, vem ocorrendo estudos de genótipos de plantas forrageiras, principalmente nativas de alta variabilidade intra e interespecífica. Nesse contexto, surgem avaliações com gramíneas do gênero *Paspalum* que se destaca entre os principais gêneros de gramíneas presentes nos campos do Brasil, tendo inúmeras espécies perenes de crescimento estival (SCHEFFER-BASSO et al., 2002). A importância de espécies de *Paspalum* como gramíneas cultivadas vem sendo evidenciada, geralmente por apresentar elevada variabilidade intra e interespecífica (BATISTA e GODOY, 1997).

Segundo Fernandes et al. (1968), esse gênero tem como centro de origem a América do Sul. *Paspalum* engloba o maior número de espécies nativas, e também reúne alta quantidade de espécies com bom valor forrageiro (VALLS, 1990). Sendo considerado por Filgueiras et al. (2010) o maior gênero de gramíneas de

ocorrência no Brasil. Suas espécies são observadas em praticamente todas as comunidades herbáceas, desde as planícies encharcadas do Pantanal até as regiões litorâneas do Nordeste e, em muitas dessas formações vegetais, são dominantes e responsáveis pelo acúmulo da maior parcela da forragem disponível (VALLS, 1987).

O gênero *Paspalum* é considerado o mais importante das gramíneas estivais do Brasil, em função das suas características morfológicas compatíveis com a utilização sob pastejo, além de composição química adequada à produção de ruminantes (COSTA e SCHEFFER-BASSO, 2003; BARÉA et al., 2007). Apresentam boa produção de matéria seca, podendo ser iguais ou superiores a gramíneas tropicais, como *Urochloa*. Batista e Godoy (2000), avaliando produção de massa seca de 215 acessos de *Paspalum*, selecionaram 58, por apresentarem produções mais elevadas, demonstrando, segundo o autor, a possibilidade de se obterem cultivares do gênero com produtividades de massa seca iguais ou superiores às testemunhas utilizadas no experimento (*U. decumbens* e *Andropogon guayanus* Kunt).

Essas gramíneas nativas, geralmente, possuem alto potencial de atendimento das necessidades nutricionais dos animais, além de resistência a pragas e doenças e capacidade de sobrevivência e adaptação a condições adversas de clima e solo, e ainda por ser esse alimento oriundo do próprio ecossistema pode ser mais abundante e de menor custo. Para a região do Pantanal sul-mato-grossense, por exemplo, a espécie *P. oteroi* Swallen foi considerada por Cosmatri Filho e Costa Jr. (1980) como uma das espécies nativas que mais se destacaram como forrageira, devido à sua adaptabilidade, aceitabilidade e tolerância a pragas e doenças.

As espécies do gênero *Paspalum* estão organizadas em três grandes grupos botânicos, o *Notata*, o *Dilatata* e o *Plicatula*, sendo este último o de maior importância relativa no Brasil Central, onde é representado por diversas espécies de grande porte (VALLS e POZZOBOM, 1987), que apresentam excelente adaptação a seca, frio, alagamento, fogo e desfolha (BATISTA et al., 1987).

O *Paspalum* nativo, com características de excelente adaptação a condições de clima e solo adversas, potencial agrônomico e qualitativo desejáveis, e principalmente a alta variabilidade genética do gênero, o torna um material promissor para obtenção de cultivares comerciais para implantação nos campos do Brasil.

2.2. Anatomia foliar

O potencial qualitativo de gramíneas forrageiras é influenciado pela associação de suas características químicas com anatômicas, e no processo de melhoramento genético é essencial a avaliação dessas características.

Para a seleção de genótipos em programa de melhoramento, a avaliação da anatomia dos tecidos é de grande importância para obtenção de materiais com melhor qualidade devido às diferenças no arranjo e proporção dos tecidos que compõem a lâmina foliar. Além de que, as características de anatomia de cada germoplasma são determinadas geneticamente, e portanto possuem alta herdabilidade.

A anatomia das gramíneas forrageiras, principalmente das lâminas foliares, pode estar relacionada com o valor nutritivo, sendo esse ainda estimado a partir da composição química e digestibilidade da forrageira. A associação entre a proporção de tecidos de lâminas foliares e o valor nutritivo de gramíneas forrageiras tem sido estudada desde a década de 1970 (AKIN e AMOS, 1975). A partir de então, têm-se aliado às avaliações do valor nutritivo os estudos do arranjo e da proporção dos tecidos para elucidar o potencial de digestibilidade das plantas (WILSON et al., 1989; WILSON et al., 1989; PACIULLO et al., 2002).

Segundo Akin e Hartley (1992), no preparo das amostras para caracterização química são misturados vários tecidos com digestibilidades distintas. Neste caso, a anatomia, por estudar cada tecido isoladamente, especificamente o tipo de arranjo das células nos tecidos, a proporção de tecido e espessura da parede celular desempenham importante papel sobre a digestão de gramíneas forrageiras, tanto quanto, ou até mais que a composição da parede celular (WILSON e MERTENS, 1995).

A estimativa da proporção dos tecidos com elevado conteúdo celular e/ou delgada parede primária, de alta digestibilidade, e daqueles tecidos com baixo conteúdo celular e espessa parede celular, normalmente associado à baixa digestibilidade, podem explicar diferenças qualitativas entre espécies e/ou cultivares de forrageiras (WILSON, 1997). Lempp (2007) cita que os tecidos que compõem as lâminas foliares apresentam degradabilidade diferentes entre si.

A epiderme (EPI) das plantas é a primeira barreira na folha a ser vencida pelos microrganismos do rúmen para digestão das partículas, pois é um tecido de

proteção, com estrutura para resistir ao estresse físico normal e à invasão por microrganismos (WILSON, 1997). Suas células, adaxial (EPIada) em maior proporção e abaxial (EPIaba), são parcialmente digeridas no rúmen, apresentam parede espessa com uma camada de cutícula, sendo esta influenciada pelo ambiente (MAUSETH, 1988). Suas paredes periclinais externas possuem natureza cutinizada e lignificada (HANNA et al., 1973). A cutícula contém sílica, o que, segundo Harbers et al. (1981), confere rigidez impedindo a digestão. As paredes internas da epiderme, principalmente das células buliformes, não oferecem resistência à digestão microbiana, pois a composição de sua parede celular equivale a das células do mesofilo (CHESSON et al. 1986).

Nas células epidérmicas pode ocorrer ainda a presença de compostos secundários, como o tanino, que segundo Ellis (1990) é mais frequentemente encontrado em gramíneas C₄. A presença e a quantidade de taninos e outros compostos secundários pode interferir na qualidade da planta forrageira por causar intoxicação nos animais, podendo causar redução no consumo.

Assim como a EPI, a bainha parenquimática dos feixes (BPF) também é considerada um tecido potencialmente digestível. As células da BPF apresentam diâmetro de 100 µm (WILSON e MERTENS, 1995) e parede celular com 0,5 a 1,0 µm de espessura, passíveis de lignificação (AKIN e BURDICK, 1975). Akin e Rigsby (1985) demonstraram que para a digestão da BPF, inicialmente, ocorre um ataque físico (erosão) e então são digeridas parcialmente ou integralmente.

A BPF em gramíneas tropicais é circundada por células de mesofilo (MES) e podem estar associadas às células de esclerênquima. Hanna et al. (1973) observaram em gramíneas tropicais que as células do mesofilo eram maiores, com arranjo mais compacto e que associadas a BPF bem desenvolvidas e a EPI constituíam a característica anatômica tipo Kranz.

A BPF contém alto teor de proteínas e amido, constituindo uma importante fonte de conteúdo celular prontamente digestível, que pode não estar totalmente disponível aos microrganismos do rúmen (WILSON, 1997), vista a presença de uma parede celular passível de lignificação que pode limitar a degradação total desse tecido.

Dos tecidos que compõem a lâmina foliar, o MES é o mais digestível para a microbiota do rúmen. Suas células são altamente digestíveis, pois apresentam somente a parede celular primária, com espessura de 0,1 a 0,2 µm e não são

lignificáveis (CHENG et al. 1980) e contem cerca de 25% do nitrogênio foliar (PASSIOURA, 1996). Akin (1973) e Hanna et al. (1973) observaram ao microscópico que as bactérias do rúmen digerem inicialmente as células de mesofilo e, em muitos casos, sem a colonização bacteriana (AKIN et al., 1974), indicando o alto potencial de digestibilidade destas células.

O desaparecimento destas no rúmen é elevado, apresentando digestão completa normalmente, após 12 a 24 horas de incubação (AKIN et al., 1983; MAGAI et al., 1994). Hanna et al. (1973) demonstraram que os microrganismos do rúmen têm acesso aos diferentes tecidos por meio das superfícies danificadas e se movem nos espaços intercelulares das células de MES. As plantas C₃ apresentam maior espaço intercelular no MES em relação às C₄ e, nestes espaços, concentra-se alto teor de pectina, o que explica a diferença nos teores de pectina entre as C₃ e C₄. Van Soest (1982) relata que as espécies C₃ apresentam de 14 a 20% de pectina e as C₄ 2%. A pectina é um polissacarídeo altamente digestível, sendo o primeiro substrato energético para a microbiota do rúmen, assim a taxa de degradação das lâminas foliares de C₃ geralmente é maior do que as C₄. As C₃ também apresentam no MES maior concentração de enzimas que as C₄.

O MES, composto por células de parede delgada e normalmente não lignificada, geralmente apresenta correlação positiva com os teores de PB e negativa com os de FDA (PACIULLO et al., 2001).

O tecido vascular (TV) em gramíneas é formado por xilema, floema e fibras pericíclicas. Esse tecido exerce função estrutural nas lâminas foliares, sendo responsável também, pelo transporte de água e solutos, além de absorver e translocar os produtos da fotossíntese para as outras partes da planta, funcionando, na realidade, como dreno, pois estão interligados.

As células do floema representam < 1% da seção transversal em lâminas foliares de C₄, e nos colmos de 4 a 9% (WILSON, 1993). Elas possuem somente a parede celular primária e não são passíveis de lignificação, sendo rapidamente digeridas no rúmen (HARBERS et al. 1981). As do xilema (XIL) e as fibras são 100% indigestíveis, como também as do esclerênquima (ESC), devido ao espessamento da parede celular secundária e a conseqüente biossíntese de lignina (AKIN, 1989). Essas células, justamente pela lignificação, parecem exercer importante função estrutural nas folhas e provavelmente determinam o hábito de desenvolvimento das mesmas.

Vincent (1991) cita a importância do ESC para suportar o crescimento das lâminas foliares eretas, juntamente com as de xilema, principalmente em ambientes tropicais, onde devido às condições climáticas como alta temperatura, ocorre maior síntese e deposição de lignina na parede celular dessas células.

As proporções de ESC e XIL na seção transversal da lâmina foliar mostram altas correlações com o comprimento da lâmina (WILSON, 1976). A resistência desses tecidos à digestão explica, em parte, a menor digestibilidade das lâminas.

Em algumas espécies de plantas forrageiras, mais frequentemente em gramíneas tropicais, a EPIaba é firmemente segura aos feixes vasculares por células de parede grossa e lignificada de ESC, enquanto a EPIada nem sempre se apresenta presa aos feixes. Essa estrutura formada pelo ESC e pelos feixes vasculares é chamada de viga em I, ou Girder I, quando as duas faces da epiderme estão aderidas pelo ESC, ou em T, quando a ligação ocorre apenas com a EPIaba (BAUER et al., 2008). Em gramíneas de clima temperado e em leguminosas, isso não ocorre porque a epiderme é fixada apenas pelas células do MES (WILSON e MERTENS, 1995).

Wilson et al. (1989) observaram que a estrutura girder pode ter efeito direto na resistência que as lâminas oferecem à digestão, pois interferem na taxa de fragmentação e degradação dos tecidos, principalmente da BPF. Esta estrutura pode dificultar o desprendimento da epiderme dos outros tecidos e restringir o acesso dos microrganismos do rúmen até as células mais digestíveis do interior da lâmina (HANNA e SOLLENBERGER, 2007). Outros estudos também demonstraram o efeito negativo da estrutura Girder, principalmente a I, no potencial qualitativo das forrageiras como Flores et al. (1993), Lempp et al. (1997) e Paciullo et al. (2002).

A estrutura Girder é característica de espécies C_4 , pois estas apresentam as células da BPF bem desenvolvidas em relação às gramíneas C_3 (BLACK, 1971). As espécies C_4 ainda apresentam menor proporção de MES, células da BPF bem desenvolvida e alta frequência de TV (WILSON et al., 1983) e um denso acondicionamento dos tecidos (HANNA et al., 1973) em relação às C_3 .

Correlações positivas entre características de valor nutritivo e a proporção de tecidos em lâminas foliares têm sido relatadas (PACIULLO et al., 2001; BATISTOTI, 2006). A baixa digestão de alguns tecidos advém, principalmente, do arranjo adensado de suas células, elevada espessura das paredes celulares e presença de lignina (PACIULLO et al., 2002).

Assim a caracterização anatômica das lâminas foliares de genótipos de gramíneas forrageiras, segundo Gomes et al. (2011) pode ser considerada uma ferramenta útil na discriminação de genótipos mais promissores em termos qualitativos, nas fases iniciais de avaliação, principalmente em função da alta herdabilidade e repetibilidade dessa característica estrutural (LEMPP et al., 2009).

2.3. Características químicas de lâminas foliares

As plantas forrageiras diferem amplamente em sua composição química, mesmo quando crescem nas mesmas condições ambientais (HOVELAND e MONSON, 1980), e essas diferenças de composição bromatológica possuem estreita relação com a qualidade de espécies e cultivares de forrageiras. A estimativa do valor nutritivo da forragem inclui basicamente a determinação das concentrações de parede celular ou seus componentes, da proteína bruta e as estimativas biológicas da digestibilidade (PATERSON et al., 1994). Assim, no processo de seleção de plantas forrageiras, a avaliação dessas características torna-se um processo fundamental para a discriminação de materiais de melhor qualidade.

As frações químicas que têm sido relacionadas com o consumo e digestibilidade da forragem incluem os teores de fibra, proteína e lignina (CHERNEY e MERTENS, 1998). Os teores desses compostos orgânicos encontrados nas gramíneas são importantes para auxiliar na estimativa do potencial qualitativo das forrageiras. Segundo Van Soest (1994), as características químicas da forragem podem influenciar direta ou indiretamente o consumo de massa seca da forragem pelos animais.

Teores abaixo de 7% de proteína bruta (PB) limitam o crescimento e o desenvolvimento da microbiota ruminal responsável pela degradação da fração fibrosa da forragem, tendo como consequência decréscimo nas taxas de digestão e de passagem, afetando negativamente o consumo de forragem pelos ruminantes (MINSON, 1990; POPPI et al., 1997; VAN SOEST, 1994).

Pereira et al. (2011), avaliando acúmulo e valor nutritivo de 53 acessos de *P. nicorae* Parodi, encontraram PB média de 16,55% nas lâminas foliares, estando esse teor adequado para a manutenção dos microrganismos do rúmen responsáveis pela degradação da forragem, não ocorrendo restrição ao consumo para os animais.

Assim como a PB, os carboidratos são importantes constituintes das plantas forrageiras. Podem ser agrupados em duas categorias, estruturais e não estruturais, conforme a sua menor ou maior degradabilidade (Van Soest, 1994). Os não estruturais estão relacionados aos presentes no citoplasma e a pectina da parede celular, ou seja, a porção totalmente digestível. Os carboidratos estruturais constituem a parede celular e a lamela média, representados principalmente pela hemicelulose e celulose, sendo importantes na determinação da qualidade nutritiva das forragens (VAN SOEST, 1994; HATFIELD et al., 2007).

A estimativa do teor de Fibra em Detergente Neutro (FDN) nas gramíneas forrageiras busca a quantificação dos carboidratos estruturais da parede celular, ou seja, aqueles que não são facilmente e totalmente digestíveis para os animais ruminantes. Assim, quanto menores os valores de FDN encontrados, poderão ser inferidas que são plantas forrageiras de maior qualidade, sendo mais facilmente digeridas, com maior consumo pelo animal.

O teor de FDN representa a fração química do volumoso que possui a mais estreita correlação com o consumo, sendo que valores de constituintes de parede celular acima de 55 a 60% se correlacionam negativamente com o consumo de forragem (VAN SOEST, 1965; MERTENS, 1987). Scheffer-Basso e Gallo (2008) avaliando a composição química de *P. plicatulum* (capim-coqueirinho) encontraram valores de 11 a 22% de PB e 55 a 66% de FDN.

Na parede celular das gramíneas forrageiras, geralmente, está presente o polímero da lignina. Esse tem sido reconhecido como o principal componente químico a limitar a digestibilidade de forrageiras (WILSON et al., 1991; HATFIELD et al., 1999). O principal mecanismo de inibição parece ser por meio do impedimento físico do acesso dos microrganismos aos carboidratos estruturais, potencialmente digestíveis, como a hemicelulose e a celulose, o que reduz a digestibilidade da forragem (JUNG e DEETZ, 1993).

A lignina se correlaciona fortemente com todos os componentes químicos, apresentando correlações positivas com os teores de FDN e FDA e negativa com os de PB (PACIULLO et al., 2001). Geralmente apresenta também correlação negativa com a digestibilidade de lâminas foliares (QUEIROZ et al., 2000).

A digestibilidade das forrageiras se refere a estimativa da quantidade de alimento consumida e que pode ser metabolizada ou realmente aproveitada pelos

animais, a fim de que sejam convertidas em energia e nutrientes. Está relacionada com todos os componentes químicos da planta e apresenta correlação significativa com todos (FDN, FDA, Lignina e PB) (PACIULLO et al., 2001).

Geralmente FDN, FDA e lignina, ou seja, os constituintes fibrosos são correlacionados negativamente com a digestibilidade (WILSON et al., 1983; WEISS, 1994; QUEIROZ et al., 2000, BAUER et al., 2008). Assim a digestibilidade e a composição da parede da célula podem envolver os fatores mais limitantes para a produção animal (VAN SOEST, 1994).

Além disso, a estimativa dos componentes químicos e digestibilidade da forragem é de grande importância para a estimativa do potencial qualitativo de forrageiras, já que esses teores interferem indiretamente no consumo das gramíneas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nas dependências da Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Rodovia Dourados – Itahum, Km 12, Dourados, MS, no período de novembro de 2012 a maio de 2013. A área experimental localiza-se a 22°13'18.54" Sul e 54°48'23.09" Oeste, com altitude média de 430 m, padrão climático da região segundo Köppen, na faixa de transição entre Cfa e Aw tropical úmido. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa.

O experimento foi composto de 19 genótipos, sendo 17 acessos de *Paspalum* spp. e as testemunhas *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Tanzânia-1. Os genótipos de *Paspalum* spp. utilizados foram pré-selecionados do banco de germoplasma da Embrapa Pecuária Sudeste, sendo eles: BRA22985, BRA22540, BRA23671, BRA23566, BRA23558, BRA1112, BRA9890, BRA22764, BRA22748, BRA21377, BRA20923, BRA22811, BRA21083, BRA12793, BRA21318, BRA30078, BRA23469.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, sendo 19 genótipos e cinco blocos. O espaçamento entre blocos foi de 2,5 m e entre parcelas de 1 m, sendo uma planta por parcela.

A área experimental, de 275 m², foi gradeada a fim de promover a uniformização e nivelamento do solo. Após foi realizada coleta do solo a 20 cm de profundidade e as características químicas são apresentadas na Tabela 1. A precipitação pluvial e temperatura foram registradas pela estação meteorológica da Faculdade de Ciências Agrárias, distante cerca de 3.000 metros do local do experimento (Figura 1).

Tabela 1. Composição química do solo da área experimental na camada de 0 a 20 cm de profundidade

pH H ₂ O	P (mg dm ⁻³)	K⁺	Al³⁺	Ca²⁺	Mg²⁺	H⁺ + Al³⁺	SB	V (%)
5,57	16,67	1,48	0,24	4,4692	2,1681	5,79	8,116	58,4

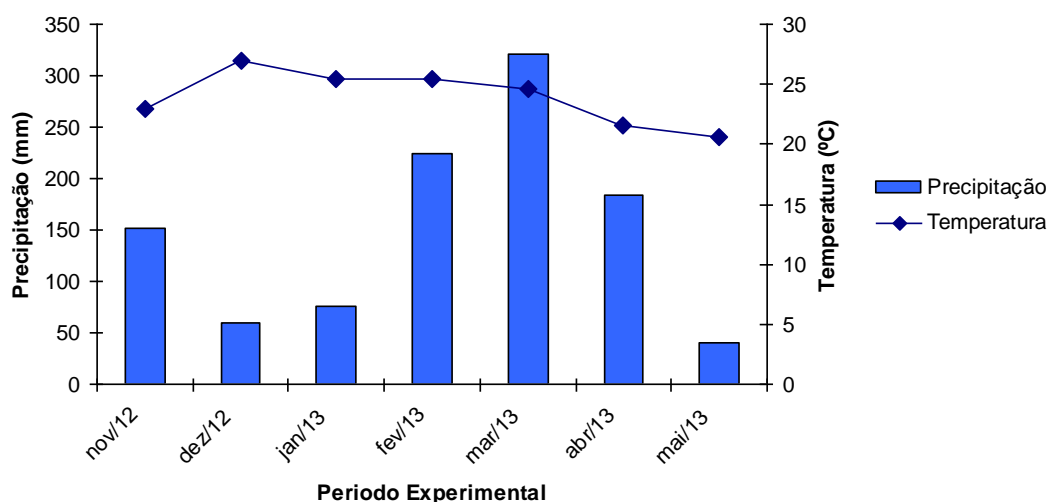


Figura 1. Dados meteorológicos do período experimental. Dourados, MS.

A semeadura das gramíneas foi realizada em bandejas de isopor em 28 de novembro de 2012, após um mês procedeu-se o transplante das mudas para o campo experimental. A adubação de cobertura, 250 Kg ha⁻¹ da fórmula (N-P-K) 10-10-10, foi realizada após cada corte da forragem.

Durante o período experimental realizaram-se três coletas da forragem, a 15 cm do solo (intensidade) para avaliações químicas e anatômicas da forragem, com intervalos (frequência) de 28 dias (02/04, 30/04 e 28/05/2013). A forragem foi acondicionada em sacos plásticos. Após a pesagem, retirou-se uma subamostra que foi separada para os componentes morfológicos: lâmina foliar, colmo e bainha, além do material morto. As amostras foram pesadas e pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C até obter o peso constante. Após a pesagem as lâminas foliares foram processadas (moídas a 1mm) para determinação da composição química da forragem.

As amostras de lâminas foliares foram submetidas às análises químicas e biológica no laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, realizando-se três repetições para essas análises. Estimaram-se os teores de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com AOAC (2000) e DIVMS segundo Tilley e Terry (1963).

Para a avaliação anatômica, foram utilizadas cinco lâminas foliares expandidas de cada planta, ou seja, com exposição da lígula. De cada lâmina retirou-se um fragmento em torno de 1 cm da porção central, os quais foram acondicionados

em vidros com capacidade de 10 mL e cobertos de solução de FAA (90 mL de etanol 50%: 5 mL de ácido acético glacial: 5 mL de formaldeído a 37%).

Para o processo histológico, inicialmente, procedeu-se a desidratação utilizando-se uma série alcoólica com álcool butílico terciário por cerca de 40 horas, (DANKIN e HUSSEY, 1985) a fim de remover gradualmente a água e evitar a plasmólise celular. Após essa etapa, procedeu-se a infiltração e a confecção de bloquinhos com paraplast. Foram obtidas seções transversais de 10 µm de espessura, utilizando-se micrótomo rotativo manual. Efetuou-se a coloração quádrupla triarca dos tecidos e a montagem de lâminas permanentes segundo Hagquist (1974).

A proporção dos tecidos foi estudada com auxílio de microscópio óptico binocular acoplado ao sistema analisador de imagens Axion Vision (LEMPP, 2007). Foram mensurados na seção transversal das lâminas foliares: área total, epidermes adaxial (EPIada) e abaxial (EPIaba), bainha parenquimática dos feixes (BPF), tecido vascular (TV), esclerênquima (ESC) e o mesofilo calculado por diferença entre a área total e as áreas dos demais tecidos (Figura 2).

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 SAEG (2007). As análises de correlação linear entre as características químicas e anatômicas foram obtidas utilizando-se o aplicativo computacional SAS (2007).

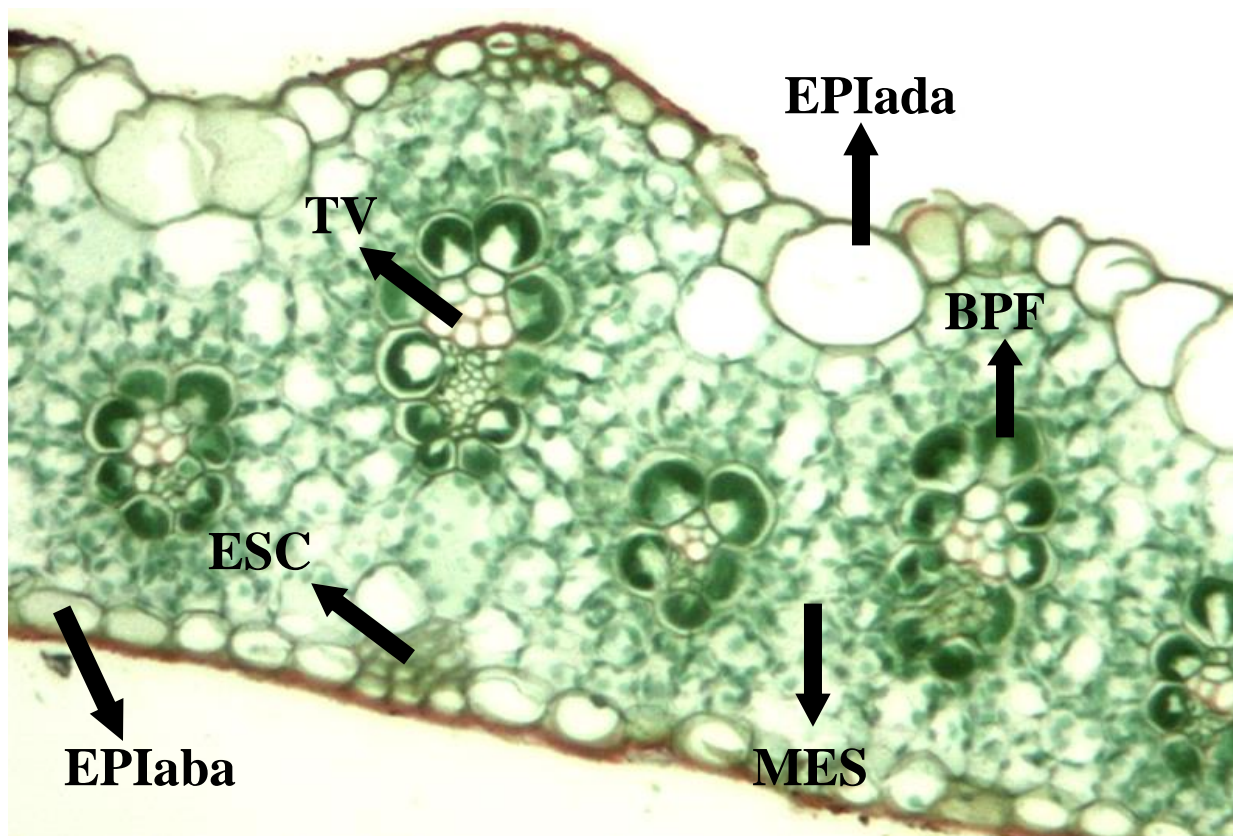


Figura 2. Seção transversal de fragmento de lâmina foliar de *Paspalum* spp. BRA 23566. BPF: bainha parenquimática dos feixes, EPIada: epiderme adaxial, EPIaba: epiderme abaxial, ESC: esclerênquima, MES: mesofilo, TV: tecido vascular.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os genótipos estudados apresentaram diferenças significativas entre si quanto à proporção de tecidos e à composição química das lâminas. Ocorreu maior variação entre os genótipos na EPIada em relação à EPIaba (Tabela 2). Os genótipos que apresentaram maior proporção de EPIada foram BRA22985, BRA22540, BRA30078 e BRA23469, os quais também apresentaram maior proporção de EPIaba, exceto BRA23469. Para EPIaba formaram-se ainda outros dois grupos de genótipos, com médias de 8,03% e 6,42%, sendo o grupo de menores proporções desse tecido formado pelos genótipos BRA23671, BRA9890, BRA22764, BRA22748, BRA21377, BRA20923, BRA22811 e BRA12793.

Tabela 2. Proporção relativa (%) de epidermes adaxial (EPIada), abaxial (EPIaba) e total (EPItotal) na seção transversal de lâminas foliares de *Paspalum* spp., *Urochloa* e *Panicum*.

GENÓTIPOS	EPIada	EPIaba	EPItotal
BRA22985	32,05a	9,18a	41,25b
BRA22540	32,83a	8,65a	41,51b
BRA23671	27,36b	6,45c	33,83c
BRA23566	17,71e	7,66b	25,39e
BRA23558	21,26d	8,19b	29,47d
BRA1112	22,63c	7,66b	30,31d
BRA9890	27,62b	6,66c	34,30c
BRA22764	20,48d	5,98c	26,48e
BRA22748	14,87f	6,54c	21,42f
BRA21377	27,44b	6,17c	33,63c
BRA20923	20,11d	6,45c	26,58e
BRA22811	23,94c	6,76c	30,73d
BRA21083	25,08b	8,40b	33,49c
BRA12793	19,71d	6,31c	26,03e
BRA21318	28,32b	7,98b	36,32c
BRA30078	34,90a	9,39a	44,32a
BRA23469	33,13a	8,43b	41,58b
Marandu	14,90f	7,87b	22,79f
Tanzânia	14,97f	8,86a	23,84f
DMS	5,27	1,58	5,39
CV(%)	6,30	6,02	4,90

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

A proporção de EPItotal seguiu a mesma tendência observada para EPIada onde seis grupos de genótipos foram formados. O genótipo BRA30078 apresentou a

maior média com 44,32% da área total ocupada por esse tecido. Enquanto para BRA22748, cv. Marandu e cv. Tanzânia-1 observou-se em média 22,69% de EPItotal, ou seja, praticamente a metade da verificada para BRA30078.

As espécies do gênero *Paspalum*, geralmente apresentam alta proporção de EPI em relação às demais gramíneas tropicais. Bauer et al. (2008), ao avaliarem características anatômicas de gramíneas tropicais, predominantes em pastagens do estado de Minas Gerais, observaram na estação chuvosa proporção de EPIada e EPIaba, respectivamente de 18,2 e 9,8% para o capim-gordura; 16,2 e 10,4% no capim-braquiária e para o capim-jaraguá 17,7 e 8,9%.

A epiderme é de grande importância para a manutenção das gramíneas, nas condições a que estão expostas, sendo considerado um tecido de proteção. No entanto para isso, ocorre deposição de compostos químicos, como a lignina, sílica e ceras. Esse espessamento exerce importante função na planta, protegendo as folhas jovens dos agentes externos (BRISKE, 1996). Segundo Lempp et al. (2011) as células da EPI ada e aba externa em contato com o ambiente apresentam parede espessa, lignificada e coberta por cutícula e cutina, indigestível, atuando como uma barreira física à colonização por microrganismos do rúmen, essa característica torna a epiderme um tecido potencialmente digestível.

A parede interna das células da EPI geralmente é mais delgada e completamente digerida (AKIN et al., 1983). Com isso, a potencialidade de digestão dessas células se evidencia já que a restrição à colonização pela bactérias celulolíticas ocorre exclusivamente na parede externa, sendo a interna rapidamente colonizada e digerida.

Na epiderme pode ainda ocorrer à deposição de compostos secundários, sendo os mais comumente encontrados o tanino, geralmente em seu conteúdo celular e a sílica, na parede celular. Esses podem levar a restrição do consumo, pois são mecanismos de escape da planta para limitar sua desfolhação. Os taninos podem exercer diferentes efeitos sobre sistemas biológicos, porque eles possuem potencial para formar quelatos com íons de metal, precipitar a proteína e atuar como agente antioxidante, dentre outros (HARGEMAN, 2002).

A análise de correlação linear entre a epiderme e as características químicas e digestibilidade das lâminas são apresentados na Tabela 3. Observou-se correlação negativa entre EPIaba e FDN e positiva com DIVMS.

Tabela 3. Coeficientes de correlação fenotípica entre características anatômicas e químicas de lâminas foliares de *Paspalum* spp., *Urochloa* e *Panicum*.

Características anatômicas	Características químicas		
	PB ⁸	FDN ⁹	DIVMS ¹⁰
EPIada ¹	-0,23 ^{ns}	0,18 ^{ns}	-0,07 ^{ns}
EPIaba ²	-0,25 ^{ns}	-0,38 [*]	0,33 [*]
EPItotal ³	-0,26 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,01 ^{ns}
BPF ⁴	-0,05 ^{ns}	-0,37 [*]	0,12 ^{ns}
MES ⁵	0,46 ^{**}	0,43 ^{**}	0,00 ^{ns}
BPF+MES	0,34 [*]	-0,01 ^{ns}	0,12 ^{ns}
TV ⁶	-0,19 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	-0,22 ^{ns}
ESC ⁷	-0,16 ^{ns}	0,57 ^{***}	-0,47 ^{**}
TV+ESC	-0,23 ^{ns}	0,22 ^{ns}	-0,42 ^{**}

¹EPIada: epiderme adaxial, ²EPIaba: epiderme abaxial, ³EPItotal: epiderme total, ⁴BPF: bainha parenquimática dos feixes, ⁵MES: mesofilo, ⁶TV: tecido vascular, ⁷ESC: esclerênquima. ⁸PB: proteína bruta, ⁹FDN: fibra em detergente neutro, ¹⁰DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca. ***p < 0,001, **p < 0,01, *p < 0,05.

A proporção de epiderme deve ser analisada em conjunto com as proporções dos demais tecidos, não discriminando sozinha a qualidade dos materiais. O genótipo BRA30078 apresentou maior proporção de EPItotal e isso pode ser uma característica positiva para o potencial qualitativo, devido a parede interna da epiderme, principalmente das células buliformes, por seu volume em relação às demais células e por apresentarem composição semelhante às células do mesofilo (CHESSON et al., 1986).

Para BPF ocorreu à formação de três grupos de genótipos (Tabela 4). A proporção de BPF em *Paspalum* variou de 15,93 a 26,87%. As cultivares comerciais (cvs. Marandu e cv. Tanzânia-1) apresentaram às maiores proporções de BPF. O grupo de genótipos com proporção intermediária desse tecido foram BRA22764 (24,76%), BRA22748 (24,50%), BRA20923 (26,87%) e BRA12793 (22,73%), nos demais a média foi de 18,48%. BRA22748 com proporção similar de EPIada e total em relação às cultivares comerciais estudadas já apresentou menos 34,2% de BPF, o que pode refletir negativamente no acúmulo de biomassa e composição química das lâminas foliares do genótipo.

Alta proporção de BPF é desejável nas lâminas, por essas células apresentarem alto teor de proteína e amido em seu citoplasma (WILSON, 1993). No entanto, devido à presença de uma parede celular passível de lignificação, esse tecido é considerado potencialmente digestível. O espessamento da parede celular da BPF, originado a partir da biossíntese de lignina com a idade da forrageira, pode tornar as

células indigestíveis e os nutrientes contidos no citoplasma podem ser liberados nas fezes.

Tabela 4. Proporção relativa (%) de bainha parenquimática dos feixes (BPF), mesofilo (MES) e o somatório de BPF e MES na seção transversal de lâminas foliares de *Paspalum* spp., *Urochloa* e *Panicum*.

GENÓTIPOS	BPF	MES	BPF+MES
BRA22985	17,14c	34,64c	51,79d
BRA22540	16,55c	35,37c	51,92d
BRA23671	18,71c	39,95b	58,67c
BRA23566	18,42c	50,63a	69,06a
BRA23558	19,86c	43,66b	63,53b
BRA1112	20,52c	41,24b	61,77b
BRA9890	18,80c	38,97b	57,78c
BRA22764	24,76b	39,50b	64,27b
BRA22748	24,50b	43,48b	67,99a
BRA21377	17,76c	41,74b	59,51c
BRA20923	26,87b	35,30c	62,17b
BRA22811	19,36c	42,41b	61,78b
BRA21083	18,70c	40,34b	59,05c
BRA12793	22,73b	41,21b	63,96b
BRA21318	21,28c	33,49c	54,78d
BRA30078	17,02c	31,26c	48,29e
BRA23469	15,93c	36,82c	52,76d
Marandu	38,25a	30,33c	68,59a
Tanzânia	36,21a	33,44c	69,66 ^a
DMS	8,15	9,42	5,42
CV(%)	10,81	7,04	2,59

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

A maior proporção de BPF observadas nas cvs. Marandu e Tanzânia-1 em relação aos genótipos de *Paspalum* spp. pode estar diretamente relacionada ao potencial de acúmulo de biomassa, já que esse tecido apresenta cloroplastos envolvidos no processo de fotossíntese. Gomes (2011) observou para *P. maximum* proporções de BPF superiores ao verificado nesse estudo.

A BPF correlacionou-se negativamente com FDN (Tabela 3). Essa correlação significa que a proporção de BPF na seção transversal não contribuiu de forma expressiva nos teores de carboidratos estruturais das lâminas. A parede celular é composta basicamente por celulose, hemicelulose, lignina e proteína insolúvel em detergente neutro (VAN SOEST, 1994). Em gramíneas como *Cynodon* spp., *Urochloa* spp. e *P. maximum* geralmente verifica-se correlações positivas da BPF

com FDN, a exemplo dos resultados verificados por Batistoti (2006), Paciullo et al. (2001). No entanto, essas gramíneas possuem maior proporção de BPF que as de *Paspalum* spp., como indicaram os resultados desse estudo.

Onze genótipos de *Paspalum* spp. apresentaram maior proporção de MES que as cvs. Marandu e Tanzânia-1 (Tabela 4). A maior proporção ocorreu em BRA23566 (50,63%). Os genótipos intermediários com média de 41,25% de MES foram BRA23671, BRA23558, BRA1112, BRA9890, BRA22764, BRA22748, BRA21377, BRA22811, BRA21083 e BRA12793. As menores proporções de MES ocorreram para as cultivares comerciais e BRA22985, BRA22540, BRA20923, BRA21318, BRA30078 e BRA23469 com média de 33,83%.

O MES tem grande importância para discriminação qualitativa das lâminas foliares. Esse tecido, juntamente com o floema, é considerado o mais rapidamente e totalmente degradado no rúmen, tendo em vista que a parede celular não é passível de lignificação e o citoplasma apresenta alta concentração de nutrientes solúveis, como carboidratos, proteínas e lipídeos (AKIN, 1979). Teoricamente, quanto maior a proporção de MES, menor será o tempo de colonização das partículas no rúmen. Desse mesmo modo, a taxa de passagem no trato gastrointestinal é influenciada pela proporção dos demais tecidos da lâmina foliar, especialmente aqueles que apresentam parede celular lignificada.

Em *U. decumbens*, Paciullo et al. (2002) encontraram média de 37,8% de MES. Queiroz et al. (2000) observaram a proporção de MES de 39,5% para capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach cv. Mott); 35,2% em capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* Nees Stapf) e 32,7% para capim-setária (*Setaria anceps* Stapf ex Massey cv. Kazungula). De modo geral, as proporções de MES obtidas nesse estudo foram elevadas, visto que oito genótipos apresentaram mais de 40% de e BRA23566 50,63% de MES na seção transversal da lâmina foliar.

Verificaram-se correlações positivas de MES com PB e FDN. A correlação obtida entre MES e PB é esperada, devido ao papel que essas células exercem na fotossíntese e, portanto a concentração de enzimas nelas. Porém a correlação verificada com o teor de FDN não é esperada. São vários os trabalhos com outros gêneros de gramíneas C₄ onde foi verificada associação positiva de BPF com FDN e negativa de MES com FDN. Os resultados desse estudo indicaram o inverso, fato que necessita ser estudado por meio de análises químicas dos componentes da parede celular e se há consequência na degradação dos tecidos.

Ao se considerar a soma dos tecidos BPF e MES (%) houve maior discriminação dos genótipos do que quando comparados a cada um isoladamente resultando na formação de cinco grupos de genótipos. O BRA30078 apresentou menor proporção desses tecidos, enquanto BRA23566 e BRA22748 tiveram as maiores médias. As cvs. Marandu e Tanzânia-1 seguiram a mesma tendência observada para BPF, mantendo-se com alta proporção na soma desses tecidos.

A soma BPF+MES é essencial para o estudo das características anatômicas, devido à digestão da BPF estar diretamente vinculada a digestão do MES. Ou seja, a colonização inicial da BPF se dá a partir da formação de colônias de bactérias na região das células de MES ou por ruptura física do fragmento da lâmina. Além disso, esses dois tecidos podem interferir no teor de PB devido ao nitrogênio presente nos cloroplastos. Esse fato justifica a correlação positiva dessa soma com o teor protéico.

O somatório de BPF+MES foi inversamente proporcional a proporção de epiderme nas lâminas. BRA30078 com alta proporção de EPItotal, apresentou a menor proporção de BPF+MES enquanto BRA22748 ocorreu baixa EPItotal (%) e elevada BPF+MES (%). Esse acesso merece destaque, pois, além da alta proporção da soma desses tecidos, apresentou também médias proporções de BPF e MES isoladamente. A característica anatômica isolada que mais interfere no teor de PB da lâmina é a proporção de BPF+MES e de MES.

Os genótipos BRA22985, BRA22540, BRA21318, BRA30078 e BRA23469 não são recomendados para seguir no programa de melhoramento devido às baixas proporções de BPF e MES nas lâminas foliares.

A proporção de TV variou de 7,23% (cv. Marandu) a 3,75% (BRA23469) ocorrendo à formação de dois grupos de genótipos (Tabela 5). Os genótipos BRA1112, BRA9890, BRA22764, BRA22748, BRA20923, BRA12793, BRA21318 e BRA30078 apresentam maior proporção de TV e foram semelhantes a cv. Marandu. O grupo de genótipos com menores proporções de TV obtiveram média de 4,73%. Na análise de correlação linear não verificou significância entre TV e PB, FDN e DIVMS (Tabela 3).

O TV é formado por floema e xilema. O floema é totalmente digestível, por não apresentar parede espessa ou passível de lignificação. No entanto, o arranjo celular é mais compacto que nas células de MES (HARBERS et al., 1981). Apesar disso, representam uma pequena proporção do TV, menos de 2% na seção

transversal (WILSON, 1993). O xilema, com maior participação no tecido vascular, possui células lignificadas, que são indigestíveis (AKIN, 1989).

O TV além de ter funções de translocação de água, solutos e assimilados na planta, exerce papel na sustentação da lâmina, nesse caso, frequentemente associado ao ESC.

Os genótipos que mereceram destaque quanto à proporção de BPF e MES, BRA23566 e BRA22748 diferiram entre si só quanto à proporção de TV sendo de 3,97% e 6,31%, respectivamente. Embora o TV seja quase totalmente indigestível, altas proporções desse tecido não interferem na degradabilidade dos demais e geralmente associa-se ao potencial de acúmulo de biomassa de forrageira.

Tabela 5. Proporção relativa (%) de tecido vascular (TV) e esclerênquima (ESC) na seção transversal de lâminas foliares de genótipos de *Paspalum* spp. *Uroclhoa* e *Panicum*.

GENÓTIPO	TV	ESC	TV+ESC
BRA22985	5,42b	1,52f	6,95c
BRA22540	4,46b	2,09e	6,56d
BRA23671	5,36b	2,12e	7,49c
BRA23566	3,97b	1,57f	5,55d
BRA23558	4,78b	2,20e	6,99c
BRA1112	5,92a	1,99e	7,91c
BRA9890	5,64a	2,26e	7,90c
BRA22764	6,35a	2,88d	9,24b
BRA22748	6,31a	4,26b	10,58a
BRA21377	4,64b	2,21e	6,85c
BRA20923	6,06a	5,18a	11,24a
BRA22811	5,29b	2,19e	7,48c
BRA21083	4,72b	2,72d	7,45c
BRA12793	6,65a	3,35c	9,99a
BRA21318	6,61a	2,29e	8,90b
BRA30078	5,97a	1,40f	7,38c
BRA23469	3,75b	1,89f	5,64d
Marandu	7,23a	1,37f	8,61b
Tanzânia	4,98b	1,50f	6,49d
DMS	2,36	0,84	2,57
CV(%)	12,41	10,16	9,44

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Lempp et al. (2011), estudando cultivares de *U. brizantha* encontraram altas proporções de TV, em média 10,4%, sendo superiores aos observados para os

genótipos de *Paspalum* spp. estudados. De maneira geral, *U. brizantha* pode apresentar maior potencial de acúmulo de biomassa do que os *Paspalum* spp.

Ocorreu alta discriminação entre os genótipos para ESC, formando-se seis grupos de genótipos. A maior proporção de ESC foi observada em BRA20923 com 5,18%. BRA22985, BRA23566, BRA30078, BRA23469, capim-marandu e capim-tanzânia apresentaram as menores médias de ESC (1,54%). Nesse caso, as lâminas possuem menor função estrutural na planta, ou seja, normalmente são decumbentes.

O ESC, assim como a alta proporção de TV, é indigestível por apresentar parede celular altamente lignificada. Esses tecidos, formados por células com parede celular secundária espessa, são os que mais contribuem para a baixa qualidade da forragem (AKIN, 1989; WILSON, 1993). Segundo Wilson (1993) o ESC pode exercer uma limitação física à digestão dos demais tecidos devido à estrutura girder, dificulta também a digestão da BPF. A associação entre células com alta biossíntese de lignina, faz com que a lamela média fique lignificada impedindo a dissolução dessas no meio de incubação. Nesse caso a lâmina foliar apresenta menor fragilidade digestiva. Os genótipos onde é possível que ocorra a Girder são BRA22748 e BRA20923 devido às proporções de TV e ESC observados.

Os resultados obtidos para *P. maximum* reportados na literatura demonstram que o gênero possui menos ESC que *Paspalum* (GOMES, 2008; BATISTOTI et al., 2012). Nesse estudo, o BRA20923 apresentando 5,18% de ESC recomenda-se a sua exclusão nas avaliações subsequentes para o desenvolvimento de novas cultivares.

Quanto à soma dos tecidos considerados indigestíveis (TV+ESC), ocorreu menor discriminação dos genótipos se comparado ao ESC isoladamente. Formaram-se quatro grupos de genótipos, BRA22748 (10,58%), BRA20923 (11,24%) e BRA12793 (9,99%) apresentaram maiores proporções desses tecidos. E as menores proporções, média de 6,06%, ocorreram em BRA22540, BRA23566 e BRA23469.

As proporções desses tecidos estão, de forma geral, semelhante aos encontrados por Lempp et al. (2009). No trabalho os autores obtiveram para genótipos de *Paspalum* spp., valores máximos de 5,5%, 4,0% e 9,5% para TV, ESC e TV+ESC, respectivamente.

O ESC correlacionou-se positivamente com FDN e negativamente com a DIVMS (Tabela 3). A soma desses tecidos (TV+ESC) apresentou correlação negativa para DIVMS. Esse resultado está em conformidade com a natureza química da parede celular desses tecidos, devido ao alto teor de lignina *core*.

Paciullo et al. (2002), trabalhando com três gramíneas tropicais (*Cynodon* spp, *M. minutiflora* e *U. decumbens*) observaram que os tecidos menos digestíveis, como o xilema e o esclerênquima, se associam positivamente com a fração fibrosa da forragem e negativamente com os teores protéicos e a digestibilidade.

O BRA22748 que apresentou características desejáveis, altas proporções de BPF, MES, BPF+MES e baixa EPItotal quando comparados aos demais genótipos avaliados, em contrapartida apresentou elevada proporção de TV+ESC. Esses tecidos indigestíveis poderão afetar o potencial de degradação das lâminas, principalmente se o ESC estiver associado às células da BPF.

O BRA23566 apresentou baixo TV+ESC e EPItotal e alto MES, no entanto com baixa BPF (%) o que pode interferir nas características agronômicas favoráveis para uma cultivar comercial. Nesse caso, a definição do genótipo continuar no programa de desenvolvimento de nova cultivar dependerá do potencial de acúmulo de biomassa e da resistência às pragas.

As características anatômicas permitem identificar os genótipos que se destacam por terem bons atributos e os materiais que não apresentam características de interesse. Para EPItotal o genótipo BRA30078 obteve as maiores proporções, e as menores em BRA22748. Em BPF os genótipos que se sobressaíram dos demais foram as cultivares comerciais (cv. Marandu e Tanzânia-1), seguidos dos genótipos de *Paspalum*, BRA22764, BRA22748, BRA20923 e BRA12793. Em MES, BRA23566 teve mais de 50% da lâmina foliar ocupado por esse tecido, sendo o genótipo com maior proporção desse entre os materiais. Na soma BPF+MES os genótipos BRA23566 e BRA22748 tiveram as maiores médias, enquanto BRA30078, BRA22958, BRA22540, BRA21318 e BRA23469 apresentaram menor proporção desses tecidos. Para os tecidos indigestíveis, o TV discriminou os genótipos em somente dois grupos, sendo os materiais com menor proporção desse tecido BRA22985, BRA22540, BRA23671, BRA23566, BRA23558, BRA21377, BRA22811, BRA21083, BRA23469 e cv. Tanzânia-1. Em ESC a maior proporção foi observada para BRA20923 e as menores em BRA22985, BRA23566, BRA30078, BRA23469, cv. Marandu e cv. Tanzânia-1. Na associação TV+ESC, BRA22748, BRA20923 e BRA12793 possuem a mais alta proporção desses tecidos.

No que se refere às características químicas, foram estimados os teores de PB, FDN e DIVMS nas lâminas foliares. Os resultados são apresentados na Tabela 6.

Para teor de PB, houve a formação de três grupos de médias. O grupo com menor teor de PB foi composto pelos genótipos BRA22985, BRA20923 e BRA30078, com teor médio de 13,16%. BRA22540, BRA23671, BRA23566, BRA23558, BRA1112, BRA9890, BRA22764, BRA21377, BRA22811, BRA21083, BRA12793 e BRA21318 apresentaram alto teor de PB, média de 17,00%.

Tabela 6. Teores médios de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de lâminas foliares de genótipos de *Paspalum* spp., *Urochloa* e *Panicum*.

GENÓTIPO	PB	FDN	DIVMS
BRA22985	12,48c	61,20a	36,87d
BRA22540	17,29a	56,95b	56,58a
BRA23671	16,82a	63,03a	46,44c
BRA23566	18,29a	58,82b	55,15a
BRA23558	17,48a	61,80a	56,98a
BRA1112	17,12a	55,60b	53,76a
BRA9890	16,41a	63,67a	48,46b
BRA22764	16,88a	65,05a	37,47d
BRA22748	14,90b	66,34a	44,74c
BRA21377	16,94a	59,84b	48,33b
BRA20923	13,73c	64,02a	41,59c
BRA22811	17,56a	63,48a	48,58b
BRA21083	17,38a	65,18a	48,76b
BRA12793	16,91a	63,28a	37,52d
BRA21318	16,63a	56,68b	45,89c
BRA30078	13,27c	58,38b	51,61b
BRA23469	15,25b	60,27a	55,75a
Marandu	16,33a	49,64c	56,96a
Tanzânia	16,01a	57,54b	55,66a
DMS	3,62	7,08	16,40
CV(%)	6,45	3,37	9,70

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

Os teores de PB encontrados podem ser considerados muito bons, pois todos os materiais avaliados apresentaram mais de 7%, sendo esse valor considerado por Milford e Minson (1965) o valor crítico de PB na dieta de ruminantes. Esse teor é o mínimo requerido pelas bactérias celulolíticas. O nitrogênio prontamente disponível às bactérias será o localizado nas células de MES, devido a sua natureza química. Assim, pode-se pressupor intensa multiplicação da microbiota ruminal e consequente degradação dos carboidratos estruturais no rúmen.

Os menores teores de PB observados para BRA30078 e BRA22985 podem estar relacionados à proporção de tecidos ricos em nitrogênio no seu citoplasma, ou seja, baixas porções de BPF, MES e BPF+MES nas lâminas foliares. Essa relação pode ser comprovada ao observar que os genótipos que apresentaram maiores teores de PB também são os que possuem de média a alta proporção de BPF e MES.

O menor teor de PB encontrado para os genótipos avaliados foi 12,48% em BRA22985, sendo semelhante aos teores de PB encontrados por Alves de Brito et al. (2003) ao avaliarem características químicas em *U. brizantha* e *U. humidicola*, em média, 12,96 e 13,53%, para as respectivas gramíneas.

Os genótipos BRA23566, BRA23671, BRA23558, BRA1112, BRA9890, BRA22764, BRA22811, BRA21083 e BRA12793 apresentaram alto teor de proteína que pode ser degradável no rúmen, visto a proporção de MES (Tabela 4) e a análise de correlação linear positiva entre a proporção de MES e teor de PB (Tabela 3).

Quanto ao teor de FDN, semelhante a PB, ocorreu à formação de três grupos de genótipos. Onze genótipos formaram o grupo com o maior teor de FDN, sendo eles, BRA22985, BRA23671, BRA23558, BRA9890, BRA22764, BRA22748, BRA20923, BRA22811, BRA21083, BRA12793 e BRA23469 com média geral de 63,39%. O capim-marandu apresentou o menor teor de FDN (49,64%) seguido do capim-tanzânia, BRA22540, BRA23566, BRA1112, BRA21377, BRA21318 e BRA30078 com média de 57,69%.

Santos et al. (2003) avaliando a composição química de cinco gramíneas tropicais, sendo elas, *P. purpureum* cv. Pioneiro, *P. purpureum* cv. Mott; *P. maximum* cv. Mombaça, *P. maximum* cv. Tanzânia e *U. brizantha* cv. Marandu), obtiveram teores de FDN de 68,08 a 79,19%.

Para PB e FDN, a média geral dos genótipos de *Paspalum* estudados foram respectivamente, 16,19 e 61,39%. Esses dados são semelhantes aos encontrados por Costa et al. (2003), em *P. dilatatum* Poir. biótipo Virasoro, com média de 18,57% de PB e 62,57% de FDN e também corroboram com Sheffer-Basso e Gallo (2008), que obtiveram concentrações de PB de 11,7 a 22,3%, e FDN de 55 a 66,8%, em capim-coqueirinho (*P. plicatulum* Mitchx).

O teor de FDN representa a fração química da forragem mais fortemente relacionada ao consumo (MERTENS, 1994). De modo geral, quanto maior o teor de FDN, menor a ingestão de forragem pelos animais (SANDLES, 1999). O maior teor

de FDN em alguns genótipos pode ser explicado por meio da proporção de tecidos que apresentam parede celular espessa ou lignificada.

De maneira geral teores de FDN inferiores a 60% resultam, geralmente, em maior consumo da forragem. Nesse caso, os genótipos BRA22540, BRA23566, BRA1112, BRA21377, BRA21318, BRA30078, cv. Marandu, além da cv. Tanzânia-1 favoreceriam o consumo. Considerando que ocorreu correlação positiva de ESC e teor de FDN (Tabela 3) sugere-se que os genótipos BRA23566, BRA1112 e BRA21377 se apresentarem potencial de acúmulo de biomassa similar às cultivares comerciais continuam no programa de melhoramento. A restrição deve-se a proporção de BPF e MES (Tabela 4).

Para a estimativa da DIVMS, ocorreu a discriminação dos genótipos avaliados em quatro grupos de médias (Tabela 6). Os genótipos BRA22540, BRA23566, BRA23558, BRA1112 e BRA23469 tiveram as maiores digestibilidades em relação aos demais, como também capim-marandu e capim-tanzânia. As menores DIVMS foram observadas em BRA22985, BRA22764, BRA12793, estando abaixo de 40%.

A baixa digestibilidade de alguns genótipos estudados torna-os inviáveis para seguirem no processo de seleção de gramíneas. Essa característica limita a qualidade da forrageira, independentemente de qualquer outra característica desejável que a mesmo tiver. Vale ressaltar, que a baixa digestibilidade verificada não está associada aos teores protéicos das lâminas, já que todos os genótipos estudados possuem mais de 1% de nitrogênio.

Batistoti et al., (2006) avaliando genótipos de *P. maximum* observaram médias de 48,7 a 54,6% DIVMO na lâmina foliar. Os autores verificaram que um dos genótipos (PM43) apresentou maior digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO) e menor Fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em ácido sulfúrico (LIGs), porém o teor de FDN não diferiu dos demais materiais. Desse modo, a maior digestibilidade parece estar associada aos menores teores de FDA, lignina e celulose (EHLKE e CASLER, 1985). Segundo Wilson et al. (1983), a digestibilidade em *Panicum*, como gramínea tropical, é afetada por variações da parede celular.

A DIVMS na maior parte das forrageiras estudadas, parece estar associada à proporção de TV e ESC, possivelmente, pela maior presença de lignina. A análise de correlação indica que quanto maior a proporção de TV e ESC menor será a DIVMS. A lignina interfere na facilidade e na extensão da fragmentação da forragem durante

a apreensão, ruminação e digestão (WILSON, 1997). Forrageiras com teores de PB acima de 7,0% e parede celular espessada, lignificada, apresentam, frequentemente, degradabilidade de forragem lenta (AKIN, 1989; WILSON, 1993).

Além disso, pode ocorrer a associação de tecidos de ESC entre a EPI e a BPF, dando origem a estrutura girder, que dificulta a digestão dos tecidos, tornando lenta sua taxa de degradação (WILSON et al., 1989, PACIULLO et al., 2002). Outros fatores como tanino pode ter contribuído para a baixa digestibilidade apresentada nos genótipos de *Paspalum* estudados. Meirelles et al., (2005), verificaram maiores teores para espécies de *Paspalum* spp. em relação a *P. maximum* cv. Tanzânia-1 e *U. decumbens*.

Considerando os teores de PB, FDN e a DIVMS da forragem, os materiais que merecem destaque foram BRA23566, BRA1112 e BRA22540 com teores de PB alto e baixo FDN e elevada DIVMS. Já os genótipos BRA22985, BRA22764 e BRA12793 por apresentarem DIVMS abaixo de 40% devem ser excluídos das próximas etapas do programa de melhoramento.

Os resultados obtidos com a análise de correlação entre PB, FDN, DIVMS e a proporção de tecidos indicou que quanto maior a proporção de EPIaba e menores proporções de ESC e TV+ESC maior será a DIVMS. Nesse sentido, alguns materiais podem ser excluídos do programa de seleção devido à alta proporção de TV e ESC observados, sendo eles, BRA22748, BRA20923 e BRA12793. Já as proporções de MES e BPF+MES interferem positivamente no teor de PB, ou seja, a PB se eleva a medida que esses tecidos apresentam maiores proporções. Deve-se considerar também que em todos os genótipos de *Paspalum* avaliados a PB não limitaria o consumo da forragem. No entanto, como os genótipos BRA30078, BRA22985, BRA22540, BRA21318 e BRA23469 apresentaram a menor proporção de MES e BPF, recomenda-se excluí-los dos estudos subsequentes. Com base nesses resultados de caracterização anatômica os genótipos que se destacaram foram BRA23566, BRA23558, BRA1112, BRA22811.

Dessa forma, sugere-se que os genótipos promissores quanto ao potencial qualitativo seriam o BRA23566 e BRA1112 já que apresentaram de média a alta proporção de BPF+MES, média a baixa proporção de tecidos indigestíveis (TV+ESC), teor de FDN abaixo de 60% e alta digestibilidade. Essas forrageiras, se apresentarem características agrônômicas favoráveis, como, acúmulo de biomassa e

tolerância às pragas, são as indicadas para prosseguirem no programa de melhoramento.

5. CONCLUSÕES

As características anatômicas, químicas e a digestibilidade permitiram identificar os genótipos BRA23566 e BRA1112 como os materiais mais promissores entre os genótipos de *Paspalum* spp. avaliados.

Sugerem-se estudos de composição química da parede celular para identificar o (s) componente químico responsável pela baixa digestibilidade dos genótipos avaliados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis of AOAC. 17th ed. MD, USA, 2000.

AKIN, D.E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. *Agronomy Journal*, v.81, n.1, p.17-25. 1989.

AKIN, D.E. Rumen microbial degradation of grass tissue revealed by scanning electron microscopy. *Agronomy Journal*, v.65, p.825-828. 1973.

AKIN, D.E.; AMOS, H.E. Rumen bacterial degradation of forage cell walls investigated by electron microscopy. *Applied Microbiology*, v.29, p.692-701, 1975.

AKIN, D.E.; BURDICK, D.; Percentage of tissues types in tropical and temperate grass leaf blades and degradation of tissues by rumen microorganisms. *Crop Science*, v.15, n.5, p.661-668, 1975.

AKIN, D.E.; BURDICK, D.; MICHAELS, G.E. Rumen bacterial interrelationships with plant tissue during degradation revealed by transmission electron microscopy. *Applied Microbiology*, v.27, n.6, p.1149-1156, 1974.

AKIN, D.E.; HARTLEY, R.D. UV absorption microspectrophometry and digestibility of cell types of bermudagrass internodes at different stages of maturity. *Journal of Science Food Agricultural*. v.59, n.2 p.437-447, 1992.

AKIN, D.E.; RIGSBY, L.L. Degradation of bermuda and orchardgrass by species of ruminal bacteria. *Applied Environment Microbiology*, v.50, n.4, p.825-830, 1985.

AKIN, D.E.; WILSON, J.R.; WINDHAM, W.R. Site and rate of tissue digestion in leaves of C3, C4, and C3/C4 intermediate Panicum species. *Crop Science*, v.23, n.1, p.147-155, 1983.

ALVES DE BRITO, C.J.F.; RODELLA, R.A.; DESCHAMPS, F.C. Anatomia quantitativa da folha e do colmo de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. e *B. humidicola* (Rendle) Schweick. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.3, p.519-528, 2004.

ALVES DE BRITO, C. J. F. A. de; RODELLA, R. A.; DESCHAMPS, F. Perfil químico da parede celular e suas implicações na digestibilidade de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*. *Revista Brasileira de Zootecnia*; vol.32; n.6; Viçosa; 2003.

BARÉA, K.; SCHEFFER-BASSO, S.M.; DALL'AGNOL, M. et al. Manejo de *Paspalum dilatatum* Poir. biótipo Virasoro. 1. Produção, composição química e persistência. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, p.992-999, 2007.

BATISTA, L.A.R., GODOY, R., VALLS, J.F.M.. Melhoramento genético de forrageiras do gênero *Paspalum*. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE

MELHORAMENTO GENÉTICO DE *Paspalum*, 1987, Nova Odessa. *Resumos...*Nova Odessa: IZ/CNPGC, p.49. 1987.

BATISTA, L. A. R.; GODOY, R. Caracterização Preliminar e Seleção de Germoplasma do Gênero *Paspalum* para Produção de Forragem; Revista Brasileira de Zootecnia, v.29, n.1, p.23-32, 2000.

BATISTA, L.A.R., GODOY, R. Variabilidade intraespecífica em *Paspalum notatum* Fluegge. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 43, Goiânia. *Anais...*Ribeirão Preto: SBG, 1997, p.323. 1997.

BATISTOTI, C. Quantificação morfoanatômica de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*. 63p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. 2006.

BATISTOTI, C.; LEMPP, B.; JANK, L.; MORAIS, M. G.; CUBAS, A. C.; GOMES, R. A.; FERREIRA, M. V. B.; Correlations among anatomical, morphological, chemical and agronomic characteristics of leaf blades in *Panicum maximum* genotypes. *Animal Feed Science and Technology*. v.171 p. 173– 180. 2012.

BAUER, M. O.; GOMIDE, J. A.; SILVA, E. A. M.; REGAZZI, J.; CHICHORRO, J.F.; Características anatômicas e valor nutritivo de quatro gramíneas predominantes em pastagem natural de Viçosa, MG. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.1, p.9-17, 2008.

BLACK, C.C. Ecological implications of dividing plants into groups with distinct photosynthetic production capacities. *Advances Ecology Research*, v.7, n.1, p.87-114, 1971.

BRISKE, D.D. Strategies of plant survival in grazed systems: A functional interpretation. In: HODGSON, J. & ILLIUS, A.W. (Eds.). *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford: CAB INTERNATIONAL. p. 37-67. 1996.

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.

CHERNEY, D. J. R. and MERTENS, D. R. Modelling grass utilization for dairy cows. In: Cherney, J. H. and Cherney, D. J. R. (eds) *Grass for Dairy Cattle*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, p. 351-371. 1998.

CHESSON, A.; STEWART, C.S.; DALGARNO, K. et al. Degradation of isolated grass mesophyll, epidermis and fibre cell walls in the rumen and cellulolytic rumen bacteria in axenic culture. *Journal of Applied Bacteriology*, v.60, p.327-336, 1986.

COMASTRI FILHO, J.A., COSTA JR., E.M.A. A Grama-tio-pedro (*Paspalum oteroi*) no Pantanal Mato Grossense. Corumbá: EMBRAPA-UEPAE de Corumbá, 8p. (EMBRAPA-UEPAE de Corumbá. Comunicado Técnico, 4). 1980.

COSTA, D.I.; SCHEFFER-BASSO, S.M. Caracterização morfofisiológica e agrônômica de *Paspalum dilatatum* Poir. Biótipo Virasoro e *Festuca arundinacea* Schreb. 1. Desenvolvimento morfológico. Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.5, p.1054-1060, 2003.

COSENZA, G.W. Resistência de gramíneas forrageiras a cigarrinha-das-pastagens *Deois flavopicta* (Stal 1854), 2ed. Planaltina, EMBRAPA-CPAC. 22p (EMBRAPACPAC, Boletim de Pesquisa, 7). 1982.

DANKIN, M.E.; HUSSEY, R.S. Staining and histopathological techniques in nematology. In: BARKER, K.R.; CARTER, C.C.; SASSER, J.N. (Eds.). An advanced treatise on Meloidogyne. Raleigh, North Carolina State University Graphics, p. 39-48, 1985.

DIAS FILHO, M.B. Adaptação de gramíneas forrageiras em área originalmente de florestas da Amazônia Oriental Brasileira. Belém, EMBRAPA-CPATU. 3p. (EMBRAPACPATU, Pesquisa em andamento, 86). 1982.

DIAS FILHO, M.B.; ANDRADE, C.M.S de. Pastagens no ecossistema do trópico úmido. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: alternativas viáveis visando a sustentabilidade dos ecossistemas de produção de ruminantes nos diferentes ecossistemas, Goiânia, Anais...Goiânia: SBZ. p. 95-104, 2005.

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

ELLIS, R.P. Tannin-like substances in grass leaves. Memoirs of the Botanical of South Africa, n.59, p. 80, 1990.

EMBRAPA Cerrados. Capim Pojuca. Brasília:EMBRAPA-CPAC, Folder. 2001.

FERNANDES, M. I. B.M.; BARRETO, I. L.; SALZANO, F. M.; Cytogenetic, ecology and morphologic studies in Brazilian forms of *Paspalum dilatatum*; Canadian Journal of Genetics and Cytology. V.10, p. 131-138, 1968.

FILGUEIRAS, T.S.; LONGHI-WAGNER, H. M.; VIANA, P. L.; ZANIN, A.; GUGLIERI, A.; OLIVEIRA, R. C.; DOROW, T. S.; SHIRASUNA, R. T.; VALLS, J. F. M.; OLIVEIRA, R. P. *Poaceae* in Lista de espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010.

FLORES, J.A.; MOORE, J.E.; SOLLENBERGER, L.E. Determinants of forage quality in Pensacola bahiagrass and Mott elephantgrass. Journal of Animal Science, v.71, n.8, p.1606-1614, 1993.

GOMES, R. A.; Características anatômicas, morfofisiológicas, químicas e biológicas de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*; Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, MS: UFGD, 56p. 2008.

GOMES, R. A.; LEMPP, B.; JANK, L.; CARPEJANI, G. C.; MORAIS, M. G.; Características anatômicas e morfofisiológicas de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.46, n.2, 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 forage leaves after *in vitro* digestion. Crop Science, v.13, p.98-102, 1973.

HANNA, W. W. SOLLENBERGER, L.E. Tropical and sub tropical grasses. In: Forages. Na introduction to grassland agriculture. Barnes, R.F., Nelson, C.J., Moore, K.J., Collins, M. Blackwell Publishing. Ames. Iowa. USA. 6º ed. Vol. 2. p. 245-255. 2007.

HARBERS, L.H.; BRAZLE, F.K.; RAINTEN, D.J. et al. Microbial degradation of smooth brome and tall fescue observed by scanning electron microscopy. Journal of Animal Science, v.51, n.1, p.439-446, 1981.

HARGEMAN, A.E. Tannin chemistry. Ithaca: Cornell University Press, 116p. 2002.

HATFIELD, R.D., JUNG, H. G., BRODERICK, G., JENKINS, T.C. Nutritional chemistry of forages. In: Forages. An introduction to grassland agriculture. Barnes, R.F., Nelson, C.J., Moore, K.J., Collins, M. Blackwell Publishing. Ames. Iowa. USA. 6º ed. Vol. 2. p. 467-485. 2007.

HATFIELD, R.D., RALPH, J., GRABBER, J.H. Cell wall structural foundations: molecular basis for improving forage digestibilities. Crop Science, 39:27-37. 1999.

HOVELAND, C. S.; MONSON, W. G. Genetic and environmental effects on forage quality. IN: Hoveland, C.S. (ed.). Crop Quality, Storage and Utilization. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin, 1980. p. 139-167. 1980.

JUNG, H.G., DEETZ, D.A. Cell wall lignification and degradability. 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 Sci. Society of America. p.315-346. 1993.

LEMPP, B. Avanços metodológicos da microscopia na avaliação de alimentos. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, suplemento especial, p.315-329, 2007.

LEMPP, B.; CATIAN, G.; BATISTA, L. A. R.; GOMES, R. A.; CEOLIN, A. C.; Atributos anatômicos de lâminas foliares de *Paspalum* spp.. In: 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais... Maringá-PR, 2009.

LEMPP, B.; GOMES, R. A.; VALLE, C.B.; GALDEIA, E. C; Anatomia foliar e desaparecimento de tecidos de lâminas foliares de *Brachiaria brizantha*. In: 48^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais... Belém-PA. 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: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 12-14, 1997.

MAGAI, M.M; SLEPER, D.A.; BEUSELINCK, P.R. Degradation of three war-season grasses in a prepared cellulase solution. *Agronomy Journal*, v.86, n.6, p.1049-1053, 1994.

MAUSETH, J.D. *Plant Anatomy*. The Benjamin/Cummings Publishing Company. Inc. California, p.560, 1988.

MEIRELLES, P. R. de L.; BATISTA, L.A.R.; SOUZA, G.B. de. Quantificação e distribuição de taninos em gramíneas forrageiras tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42.Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Gmosis, [2005] 17par. CD-ROM. Forragicultura. FOR-561. 2005.

MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *Journal Animal Science*, 64(5):1548-1558. 1987.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G. C.; COLLINS, M.; MERTENS, D. R.; MOSER, L. E. (Eds.). *Forage quality, evaluation and utilization*. Madison: ASA; CSSA; SSSA, cap. 11, p. 450-493. 1994.

MILFORD, R.; MINSON, D. J. Intake of tropical pasture species. In: Congresso Internacional de pastagens, 9., 1965, São Paulo. Anais... São Paulo: USP, v. 1, p. 815-822. 1965.

MINSON, D.J. *Forage in ruminant nutrition*. New York. Academic Press. 483p. 1990.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S.; SILVA, E.A.M. da. Correlações entre componentes anatômicos, químicos e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de gramíneas forrageiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, p.955-963, 2001.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; SILVA, E.A.M. et al. Características anatômicas da lâmina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2, p.890-899, 2002.

PASSIOURA, J. B. Drought and drought tolerance. In: *Drought tolerance in higher plants: genetical, physiological, and molecular biological analysis*. BELHASSEN, E. I. (ed.) Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. p.1-6. 1996.

PEREIRA, E. A.; DALL'AGNOL, M.; NABINGER, C.; HUBER, K. G. C.; MONTARDO, D. P.; GENRO, T. C. M.; Produção agronômica de uma coleção de acessos de *Paspalum nicorae* Parodi. Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, n.3, p.498-508, 2011.

POPPI, D. McLENNAN, S.R., BEDIYE, S., VEGA, A., ZORRILLA-RIOS, J. Forage quality: Strategies for increasing nutritive value of forages. In. BUCHANAN-SMITH, J.G., BAILEY, L.D., MCGAUGHEY, P. (ed.). International Grassland Congress. 18. Winnipeg and Saskatoon, 1997. Proceedings..., Canadian Forage Council, Canadian Society of Agronomy, Canadian Society of Animal Science, Winnipeg and Saskatoon, p. 307-322. 1997.

PRIMO, A.T. CONDEPE constata casos de fotossensibilização em pasto de braquiária. *Agricultura e pecuária*, 605:3. 1975.

QUEIROZ, D.S.; GOMIDE, J.A.; MARIA, J. Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. 2. Anatomia. Revista Brasileira de Zootecnia, v.29, n.1, p.61-68, 2000.

RAMOS, A. K. B.; Avaliação agronômica de genótipos de *Paspalum* spp. no âmbito dos Cerrados; Tese (Doutorado); UNESP, Jaboticabal, pág. 288. 2002.

SAEG Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1.: Fundação Arthur Bernardes – UFV – Viçosa, 2007.

SANDLES, L. Forage utilization efficiency: an Australian perspective. In: Lyons, T. P.; JACQUES, K. A. (Eds.). *Biotechnology in the feed industry*. Nottingham: Altech, p. 343-354. 1999.

SANTOS, M. V. F. dos; JÚNIOR, J. C. B. D.; SILVA, M. C.; SANTOS, S. F. dos; FERREIRA, R. L. C.; MELLO, A. C. L.; FARIAS, I.; FREITAS, E. V. Produtividade e Composição Química de Gramíneas Tropicais na Zona da Mata de Pernambuco. Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.4, p.821-827, 2003.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; GALLO, M. M. Aspectos morfofisiológicos e bromatológicos de *Paspalum plicatulum*. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.10, p.1758-1762, 2008.

SCHEFFER-BASSO, S.M.; RODRIGUES, G. L.; BORDIGNON, M. V.; Caracterização Morfofisiológica e Anatômica de *Paspalum urvillei* (Steudel). Revista Brasileira de Zootecnia, vol.31, n.4, p.1674-1679, 2002.

SCHULTZE-KRAFT, R.; MANNETJE, L. Evaluation of species and cultivars. In: MANNETJE, L.; JONES, R. M. (eds). *Field and laboratory methods for grassland and animal production research*. Wallingford: CAB, p. 179-204. 2000.

SILVA, A. L. H. Anatomia do colmo e da lâmina foliar em espécies de *Paspalum* L. (Poaceae: Panicoideae: Paniceae) novos caracteres taxonômicos e proposta de uma formula vascular para representação dos feixes vasculares da lâmina foliar. Brasília,

Instituto de Ciências Biológicas. Departamento de Botânica da Universidade de Brasília. 86 p. Dissertação de Mestrado. 2011.

TOLEDO, J. M. (Ed) Manual para la evaluación agronômica. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 168 p. 1982.

TILLEY, J.M.A; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

VALLS, J.F.M. A busca de germoplasma de plantas forrageiras e estratégias para sua coleta. In: PUIGNAU, J.P. (Ed.). Introduccion, conservacion y evaluacion de germoplasmas forragero en el cono sur. Montevideo: IICA – PROCISUR, p.309-318. 1990. (Dialogo 8).

VALLS, J. F. M.; Origem do germoplasma de *Paspalum* disponível no Brasil para a área tropical. In: PIZARRO, E. A. (Ed.) RED INTERNACIONAL DE EVALUACIÓN DE PASTOS TROPICALES-REUNIÓN SABANAS, 1., Brasília, DF, 1992. Memórias. Cali, Brasília: CIAT, EMBRAPA-CPAC, 1992. P. 68-80 (CIAT-Documento de trabajo, 117).

VALLS, J. F. M. & OLIVEIRA, R. C., 2010. *Paspalum* in Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>

VALLS, J.F.M. Recursos genéticos de espécies de *Paspalum* no Brasil. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO GENÉTICO DE PASPALUM, 1987, Nova Odessa. Anais... Nova Odessa: p.15-23. 1987.

VALLS, J.F.M., POZZOBON, M.T. Variação apresentada pelos principais grupos taxonômicos de *Paspalum* com interesse forrageiro no Brasil. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE MELHORAMENTO GENÉTICO DE *Paspalum*, Nova Odessa. Resumos... Nova Odessa: IZ/CNPGC, 1987. p.15-21. 1987.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2ª Ed. New York: Cornell University. 475p. 1994.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca: Cornell University Press, 1982, 373p.

VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. Journal Animal Science, 24(3):834-844. 1965.

VINCENT, J.F.V. Strength and fracture of grasses. Journal of Materials Science, v.26, n.6, p.1947-1950, 1991.

WILSON, J.R. Structural and anatomical traits of forages influencing their nutritive value for ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, MG. Anais... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.173-208. 1997.

WILSON, J.R. Organization of forage plant tissues. 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. p.1-32. 1993.

WILSON, J.R. Variation of leaf characteristics with level of insertion on a grass tiller. II. Anatomy. Australian Journal of Agriculture Research, v.27, n.3, p.355-364, 1976.

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, n.1, p.65-75, 1989.

WILSON, J.R., ANDERSON, K.L., HACKER, J.B. Dry matter digestibility in vitro of leaf and stem of buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) and related species and its relation to plant morphology and anatomy. Australian Journal of Agricultural Research, v. 40, n.2, p.281-291, 1989.

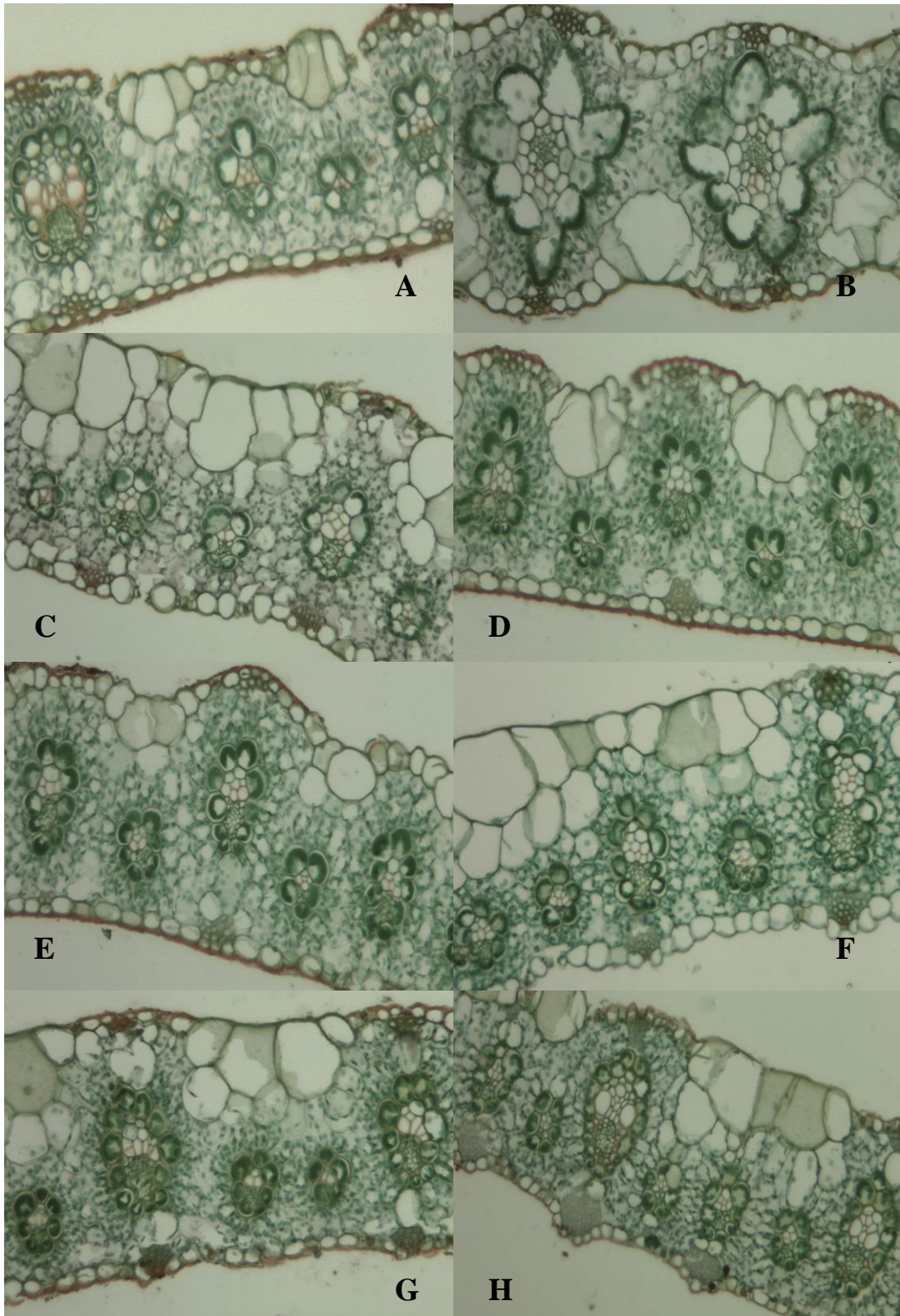
WILSON, J.R.; BROWN, R.H.; WINDHAM, W.R.; Influence of leaf anatomy on the dry matter digestibility of C3 and C4, intermediate types of *Panicum* species. Crop Science, v.23, n. 1, p.141-146, 1983.

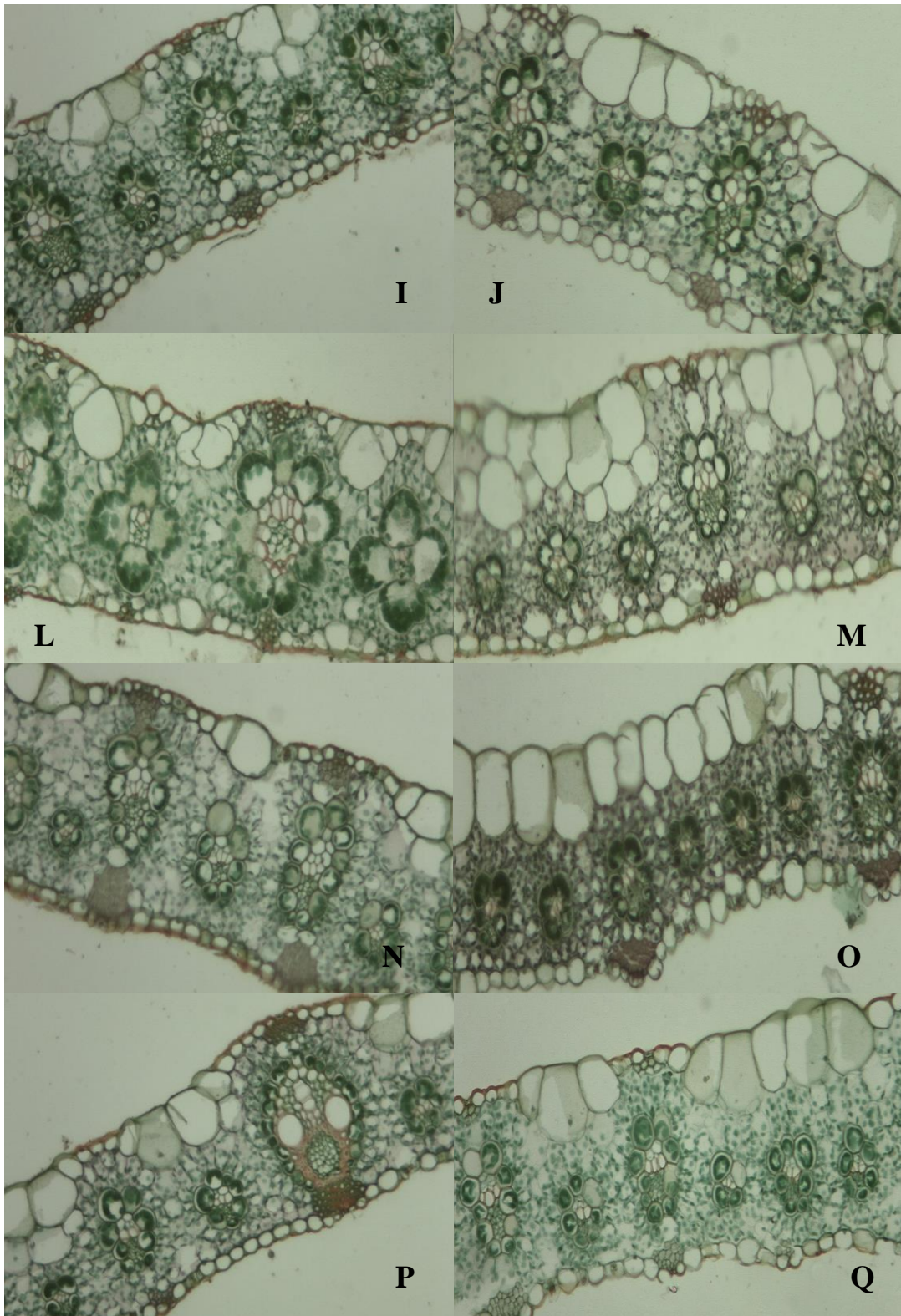
WILSON, J.R. DEINUM, B. ENGELS, F.M. Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem of tropical and temperate forage species. Neth. Journal Agriculture Science, 39:31-48, 1991.

WILSON, J.R.; MERTENS, D.R. Cell wall accessibility and cell structure limitations microbial digestion of forage. Crop Science, v.35, p.251-259, 1995.

ZULOAGA, F. O.; MORRONE, O., Revision de lãs espécies de *Paspalum* para América del Sur Austral (Argentina, Bolívia, Sur del Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). St. Louis: Missouri Botanical Garden Press. 2005.

ANEXOS





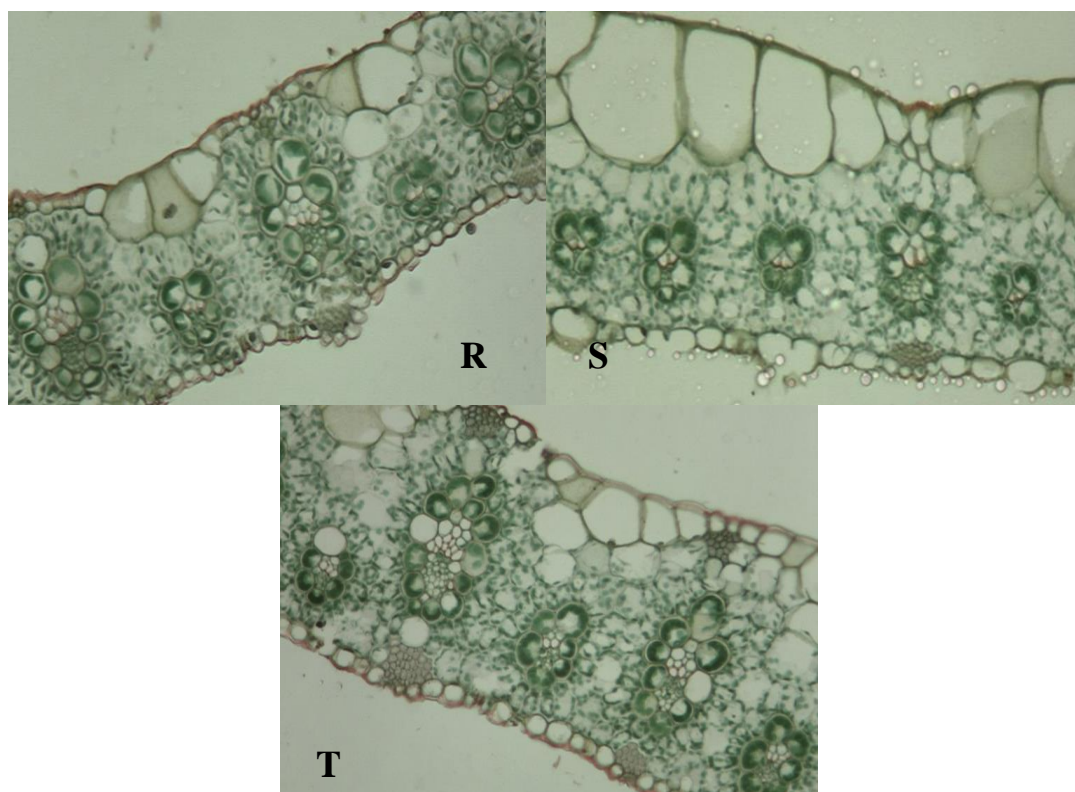


Figura 3. Seção transversal de genótipos de *Paspalum* spp., *Urochloa* e *Panicum* (10 μ m). (A) BRA23566; (B) cv. Marandu; (C) BRA30078; (D) BRA23558; (E) BRA1112; (F) BRA21318; (G) BRA21377; (H) BRA20923; (I) BRA22811; (J) BRA21083; (L) cv. Tanzânia; (M) BRA22985; (N) BRA22540; (O) BRA9890; (P) BRA22748; (Q) BRA23671; (R) BRA22764; (S) BRA23469; (T) BRA12793.