

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS,  
MORFOFISIOLÓGICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DE  
LÂMINAS FOLIARES DE GENÓTIPOS DE *Panicum*  
*maximum***

**ROBERTA ALVES GOMES**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2008**

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS, MORFOFISIOLÓGICAS,  
QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DE LÂMINAS FOLIARES DE  
GENÓTIPOS DE *Panicum maximum***

**ROBERTA ALVES GOMES**  
Engenheira agrônoma

**Orientadora: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. BEATRIZ LEMPP**  
**Co-orientadora: DR<sup>a</sup>. LIANA JANK**

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

**DOURADOS**  
**MATO GROSSO DO SUL**  
**2008**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

633.2012 Gomes, Roberta Alves  
G633c Características anatômicas, morfofisiológicas,  
químicas e biológicas de lâminas foliares de genótipos de  
*Panicum maximum*/ Roberta Alves Gomes – Dourados,  
MS: UFGD, 2008.  
56p.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Beatriz Lempp  
Dissertação (Mestrado em Agronomia) –  
Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Gramíneas – Forrageiras – Características. 2.  
Plantas forrageiras – Anatomia foliar. 3. Lignina. 4.  
*Panicum maximum* - Genótipos. I. Título.

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS, MORFOFISIOLÓGICAS,  
QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DE LÂMINAS FOLIARES DE GENÓTIPOS  
DE *Panicum maximum***

por

Roberta Alves Gomes

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

Aprovada em: 29/02/2008

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Beatriz Lempp  
Orientadora – UFGD/FCA

---

Dr.<sup>a</sup> Liana Jank  
Co-orientadora – Embrapa Gado de  
Corte

---

Prof. Dr. Ciniro Costa  
UNESP/FCA

---

Prof. Dr. Sérgio Raposo de Medeiros  
Embrapa Gado de Corte

*“A Deus Pai, que está assentado no trono,  
a Jesus, o Cordeiro,  
e ao Espírito Santo,  
Sejam o louvor, a honra, a glória e o poder  
Para todo o sempre, Amém”.*

**Dedico**

Ao César, meu esposo, pelo carinho e compreensão.

**Ofereço**

Aos meus pais, Cláudio e Regina.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, na pessoa da trindade **Pai, Filho e Espírito Santo**, ofereço minha eterna gratidão por estar sempre presente em minha vida, fazendo-me encarar e superar cada obstáculo.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **Beatriz Lempp**, pelo exemplo profissional e pessoal, por tantas vezes ter me animado na caminhada e pelo carinho durante a convivência nesses anos todos.

A Dr.<sup>a</sup> **Liana Jank**, pela co-orientação nas atividades desenvolvidas e sua contribuição na conclusão do trabalho.

A Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> **Maria da Graça Moraes** que atendeu nosso convite e colaborou grandemente com seus conhecimentos no exame de qualificação.

Ao Prof. Dr. **Manoel Carlos Gonçalves** pelo auxílio nas análises estatísticas e no exame de qualificação, demonstrando sempre atenção nas muitas dúvidas que tínhamos.

Ao Prof. Dr. **Ciniro Costa** e Prof. Dr. **Sérgio Raposo de Medeiros** pela participação na defesa, ajudando-nos com suas correções.

A **Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD** e o **Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal**, que nos recebeu e ofereceu condições para que esse trabalho fosse concluído.

Ao **CNPq**, pela bolsa concedida durante o período de estudos, fornecendo subsídios para o desenvolvimento do projeto.

A **Embrapa Gado de Corte**, Campo Grande – MS, pela parceria com a UFGD, fornecendo o material para estudo.

Ao **UNIPASTO** pelo fornecimento de parte do apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

A **Elda Azambuja** pelo companheirismo em todos os momentos e por ser além de uma ótima técnica de laboratório uma grande amiga.

As grandes e verdadeiras amigas: **Jerusa, Helena, Cléo, Rosa, Marcinha**, que de perto e de longe estão sempre participando atentamente da minha vida.

Aos amigos **Ana Cristina Ceolin** e **Marcus Vinícius Back** pela ajuda imprescindível nas análises estatísticas.

A **Graziela Cáceres Carpejani** pelos esforços e todo trabalho durante as coletas.

E por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que esse trabalho fosse concluído.

## SUMÁRIO

ITEM	PÁGINA
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1.O cultivo de <i>Panicum maximum</i> Jacq. ....	3
2.2.Características anatômicas de lâminas foliares.....	5
2.3.Características morfofisiológicas de lâminas foliares.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
3.1. Tratamentos e delineamento experimental.....	9
3.2. Amostragem das lâminas foliares.....	9
3.3. Avaliações morfofisiológicas.....	10
3.4. Avaliações anatômicas.....	10
3.5. Avaliações químicas e biológicas.....	11
3.6. Análise estatística.....	11
3.6.1. Análise de variância.....	12
3.6.2. Divergência genética.....	13
3.6.3. Análise de agrupamento.....	14
3.6.4. Análise de dispersão gráfica utilizando variáveis canônicas.....	15
3.6.5. Análise de correlação linear simples e canônica.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1. Análise de correlação linear simples e canônica.....	18
4.2. Agrupamento de médias pelo método de Scott-Knott.....	30
4.2.1. Características anatômicas.....	30
4.2.2. Características morfofisiológicas.....	37
4.3. Análise multivariada.....	43
5. CONCLUSÕES.....	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

## RESUMO

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande-MS e no laboratório de forragicultura da UFGD, Dourados-MS, no período de janeiro a novembro de 2007. Avaliaram-se 23 genótipos de *Panicum maximum* pré-selecionados do programa de melhoramento da Embrapa Gado de Corte. Objetivou-se com este trabalho verificar quais características anatômicas e morfofisiológicas mais se correlacionam com as químicas e biológicas, sejam de fácil mensuração, baixo custo e possam discriminar genótipos mais promissores quanto ao valor nutritivo nas fases iniciais do processo de seleção e melhoramento de *P. maximum* e qual o melhor método de agrupamento de genótipos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições, com parcelas de 12m<sup>2</sup>. Realizaram-se dois cortes no período das águas para as avaliações morfofisiológicas e anatômicas das lâminas foliares. Análise de correlação linear simples (138 observações por característica) e correlação canônica entre as características anatômicas, morfofisiológicas, químicas e biológicas foram realizadas por meio do programa estatístico SAS (SAS Institute, 1998). Para cada caráter estudado utilizou-se o teste de agrupamento de médias Scott-Knott. Para a divergência genética entre os genótipos estudados empregou-se o método de agrupamento de Tocher e do Vizinho mais Próximo, com base na distância generalizada de Mahalanobis e Análise por dispersão gráfica de variáveis canônicas. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o aplicativo computacional GENES. As características anatômicas: epiderme adaxial, abaxial, adaxial + abaxial, mesofilo e tecido vascular + esclerênquima, e as morfofisiológicas: área foliar específica e comprimento, foram as que melhor discriminaram os genótipos. A bainha parenquimática dos feixes (BPF) e a largura apresentaram instabilidade fenotípica não sendo recomendadas para discriminar os grupos de genótipos. Os genótipos que se destacaram quanto ao potencial qualitativo, em função das características anatômicas foram: cv. Aruana, PM42, PM43, PM45, PM47 e cv. Tanzânia. Quanto às características morfofisiológicas, os genótipos cv. Aruana, PM31, PM37, cv. Massai, PM38, PM42, PM43, PM44, PM45, PM46 e cv. Tanzânia apresentaram as maiores áreas foliares específicas. Portanto, para este trabalho, os melhores genótipos foram: cv. Aruana, PM42, PM43, PM45 e cv. Tanzânia. Das análises multivariadas, destacou-se o método de Tocher por explicar melhor o agrupamento de genótipos.

Palavras-chaves: área foliar específica, correlações, digestibilidade, dissimilaridade genética, lignina, valor nutritivo

## ABSTRACT

The experiment was carried out at Embrapa Beef Cattle, in Campo Grande-MS and in the forage laboratory of UFGD, in Dourados-MS, from January to November 2007. Twenty-three *Panicum maximum* genotypes pre-selected from the Embrapa Beef Cattle breeding program were evaluated. The objective of this research was to verify which of the easily measurable and low cost anatomical and morphophysiological characteristics were most correlated with the chemical and biological ones, and may discriminate the most promising genotypes as to nutritive value in the initial phases of the process of selection and breeding and also which is the best method of grouping of genotypes. The experimental design used was a randomized blocks design with three replications, and 12m<sup>2</sup> plots. Two harvests were done during the rainy season for the anatomical and morphophysiological evaluations of leaf blades. Simple linear correlation analysis (138 observations per characteristic) and canonic correlations between the anatomical, morphophysiological, chemical and biological characteristics were done using the statistical program SAS (SAS Institute, 1998). For each character studied the mean grouping test Scott-Knott was used. For the genetic divergence of the evaluated genotypes, the grouping methods of Tocher and of nearest neighbor were used, based on the generalized distance of Mahalanobis and analysis of graphic dispersion of canonic variables. All the analysis were done using the computational program GENES. The anatomical characteristics: adaxial epidermis, abaxial, adaxial + abaxial, mesophile and vascular tissue + sclerenquima, and the morphophysiological: specific leaf area and length, were the ones that best discriminated the genotypes. The bundle sheath cells (BPF) and width presented phenotypic instability not being recommended to discriminate the groups of genotypes. The genotypes which outstated as to their quality potential, based on their anatomy were: cv. Aruana, PM42, PM43, PM45, PM47 and cv. Tanzânia. As to the morphophysiological characteristics, the genotypes cv. Aruana, PM31, PM37, cv. Massai, PM38, PM42, PM43, PM44, PM45, PM46 and cv. Tanzânia presented the largest specific leaf areas. Therefore, for this research, the best genotypes were: cv. Aruana, PM42, PM43, PM45 and cv. Tanzânia. Of the multivariate analysis, the methods of Tocher explained better the grouping of the genotypes.

Key-words: specific leaf area, correlations, digestibility, genetic dissimilarity, lignin, nutritive value

## 1. INTRODUÇÃO

A alimentação bovina no Brasil Central depende quase que exclusivamente da produção de forrageiras. As gramíneas, apesar de serem pouco domesticadas, apresentam necessidades e produzem tanto quanto muitas culturas e são consideradas o meio mais econômico para o sucesso da atividade pecuária (Herling et al., 2001). No Brasil, o gênero *Panicum* é uma das gramíneas mais utilizadas em função da sua adaptação em climas tropicais e subtropicais. As cultivares de *P. maximum* comerciais para implantação das pastagens encontrados no mercado são de ampla adaptação, não apresentando atributos agrônômicos específicos para cada região (Jank, 1995).

A Embrapa Gado de Corte, por meio de programas de melhoramento de forrageiras, tem buscado selecionar novas cultivares para fornecer opções comerciais para aumentar a diversidade das gramíneas cultivadas. O programa de desenvolvimento de novas cultivares tem como objetivo selecionar, a partir da variabilidade introduzida ou gerada via melhoramento genético, plantas mais produtivas com melhor qualidade, adaptadas aos solos de cerrado, resistentes a seca, tolerantes a ataques de pragas e patógenos entre outros atributos (Embrapa Gado de Corte, 2001).

Entre as características avaliadas para a seleção de cultivares tem se utilizado a anatomia quantitativa de lâminas foliares, sendo a proporção e arranjo de seus tecidos um dos indicativos do valor qualitativo entre forrageiras (Lempp et al., 1997). A associação entre a proporção de tecidos (medida em secções transversais) de lâminas foliares e o valor nutritivo de gramíneas forrageiras têm sido estudado desde 1972 (Wilkins, 1972). As gramíneas que apresentam anatomia do tipo Kranz (C<sub>4</sub>) possuem as células da bainha parenquimática dos feixes bem desenvolvidas, que são células com duas paredes celulares passíveis de lignificação, tornando o conteúdo celular de difícil acesso aos microrganismos do rúmen (Wilson et al., 1983). Essa característica pode diferir de uma cultivar para outra, conferindo maior ou menor digestibilidade no rúmen.

Correlações significativas entre anatomia, composição química e digestibilidade de lâminas foliares têm sido observadas por vários autores (Wilson et al., 1989; Queiroz et al., 2000; Batistoti, 2006). A correlação entre fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido com a digestibilidade está condicionada e associada à lignina da fração fibrosa (Queiroz et al., 2000). Diferenças na digestibilidade têm sido

observadas quando são correlacionadas com características morfofisiológicas (proporção de folhas, área foliar, área foliar específica, comprimento e largura), sendo essas associadas à anatomia da lâmina foliar (Wilson et al., 1989).

Diferenças entre acessos de *P. maximum* quanto ao potencial agrônômico e qualitativo têm sido identificadas por intermédio de análises univariada e multivariada que auxiliam na seleção de genótipos mais promissores, num programa de melhoramento. O teste de agrupamento de médias Scott-Knott tem sido utilizado em função do baixo erro na formação dos grupos de genótipos. Além desse, a avaliação de divergência genética pelo método de agrupamento de Tocher, do Vizinho mais próximo e a análise por dispersão gráfica de variáveis canônicas, permitem verificar qual o método que explicou de maneira mais clara os resultados obtidos.

Objetivou-se com este trabalho verificar quais as características anatômicas e morfofisiológicas que mais se correlacionam com as químicas e biológicas, de fácil mensuração e baixo custo, para discriminar genótipos mais promissores quanto ao valor nutritivo nas fases iniciais do processo de seleção e melhoramento de *P. maximum*.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. O cultivo de *Panicum maximum*

*P. maximum* é uma espécie originária da África tropical encontrada como planta nativa em margens florestais, áreas recém-desmatadas e sob sombra rala de árvores. Considerada uma planta pioneira por apresentar um conjunto de atributos que favorecem o rápido estabelecimento em áreas cuja cobertura vegetal original sofreu algum tipo de distúrbio, como queimadas e aplicação de herbicida, dentre outros (Dias-Filho, 1995). Foi introduzido no Brasil no século XVIII por meio dos escravos, sendo utilizado como cama nas embarcações. Adaptou-se com facilidade em algumas regiões do Brasil, colonizando e ocupando vastas áreas de clima tropical e subtropical (Herling et al., 2001). A espécie sempre despertou muito interesse entre pesquisadores e produtores devido às suas características agronômicas que proporcionam elevado acúmulo de massa seca e ampla adaptabilidade (Jank, 1995, Jank et al., 2001).

A Embrapa Gado de Corte, por meio de um convênio com o Institut de Recherche pour le Développement da França, introduziu em 1982, 426 acessos apomíticos e 417 plantas sexuais essenciais ao melhoramento genético da espécie (Embrapa Gado de Corte, 2001). Desde então, a equipe de pesquisadores da área de pastagens da Embrapa Gado de Corte vem desenvolvendo pesquisas voltadas para o desenvolvimento de novas cultivares. Dessas pesquisas, já resultaram o lançamento das cultivares Tanzânia 1 (1990), Mombaça (1993) e Massai (2001) (Resende et al., 2004, Jank et al., 2005).

A produção de forragem depende das condições climáticas e do solo, da frequência e intensidade de corte ou de pastejo, e das características inerentes de cada cultivar. No Brasil, o clima não é um fator limitante para o cultivo de *P. maximum* que em grande parte de seu território, apresenta temperatura característica de clima tropical, exceto em algumas áreas de altitude elevada e nas localidades mais ao sul, com temperaturas mínimas inferiores a 15°C, que provocam estacionalidade marcante, porém não impedem o estabelecimento da cultura (Herling et al., 2001).

As cultivares de *P. maximum* com raras exceções são gramíneas com alto potencial de acúmulo de massa. Jank (1995), verificou acúmulo de massa seca foliar (MSF) de 14, 26 e 33 t para Colônia, Tanzânia e Mombaça, respectivamente. E a cv.

Massai apresentou acúmulo de 15,6 t/ha de MSF, semelhante ao observado para cv. Colonião (14,3 t/ha), apesar do porte de apenas 60 cm de altura, em contraste com os 150 cm da cv. Colonião, nas mesmas condições (Embrapa Gado de Corte, 2001).

As gramíneas do gênero *Panicum* são muito utilizadas para a engorda de bovinos em pasto no Brasil Central. O ganho em peso obtido por animal e por área é em função da cultivar utilizada e das práticas de manejo adotadas, dentre elas a adubação, a taxa de lotação utilizada, dentre outras.

Euclides et al. (1993), obteve melhores ganhos de peso/cab/dia com a cv. Tanzânia em relação às cultivares Tobiata e Mombaça. Enquanto, Brâncio et al. (2003), avaliando três cultivares de *P. maximum*, verificaram que os menores ganho de peso por animal foram obtidos com a cv. Massai, porém, devido a sua alta capacidade de suporte na época chuvosa, superou as cultivares Mombaça e Tanzânia, que receberam 50 kg/ha de N, em termos de ganho de peso por área.

As gramíneas de clima tropical apresentam baixo valor nutritivo em relação às de clima temperado, o que está associado ao reduzido teor de proteína bruta e minerais, alto teor de fibra e baixa digestibilidade da matéria seca. Já as cultivares da mesma espécie, quando comparadas sob as mesmas condições, apresentam pequena variabilidade entre si quanto ao valor nutritivo (Euclides, 1995). As cultivares Mombaça e Tanzânia apresentaram 13,4 e 12,7 g/100 g MS de proteína bruta nas folhas e 9,7 e 9 g/100 g MS de proteína bruta nos colmos, enquanto que a cv. Massai com 12 g/100 g MS e 8,5 g/100 g MS de proteína bruta nos colmos semelhantes à cv. Tanzânia-1 (Embrapa Gado de Corte, 2001). Brâncio et al. (2003), já não obtiveram diferenças nos teores de fibra em detergente ácido (FDA) entre as cvs. Massai e Tanzânia.

A seleção e o melhoramento genético realizado com gramíneas de clima tropical têm conseguido obter genótipos superiores aos comerciais, a exemplo dos resultados obtidos pela equipe do Dr. Hutton com *Cynodon* spp. nos Estados Unidos (Burton, 1986).

Estudos também foram realizados por Wilson et al. (1989), ao avaliarem 27 genótipos de *Cenchrus* spp. com o intuito de selecionarem materiais superiores quanto ao valor nutritivo em relação às cultivares comerciais. Nestes os autores utilizaram nas avaliações características morfofisiológicas e anatômicas de lâminas foliares. Atualmente, técnicas anatômicas têm sido utilizadas para auxiliar na identificação de genótipos mais promissores qualitativamente nos programas de melhoramento e

seleção, inclusive de linhagens transgênicas (Engels e Jung, 1998; Guo et al., 2001; Jung e Engels, 2002, MacAdam e Mayland, 2003).

## **2.2. Características anatômicas de lâminas foliares**

Os estudos sobre anatomia e sua correlação com a degradabilidade dos tecidos em forrageiras (gramíneas e leguminosas) iniciaram em 1972 (Wilkins, 1972), seguido de outros (Hanna et al., 1973, Wilson et al., 1983 e Akin, 1989). No Brasil são poucas as pesquisas realizadas nesse sentido (Lempp et al., 1997; 2004; 2006; Batistoti, 2006; Paciullo et al., 1998; 2001; 2002; Queiroz et al., 2000).

As gramíneas forrageiras do tipo  $C_4$ , diferentes das  $C_3$ , têm seus tecidos da lâmina foliar diferenciados em tecido condutor (xilema e floema), tecido de sustentação (esclerênquima) e tecido assimilatório (mesofilo). Estes tecidos são cobertos na face superior pela epiderme adaxial e na inferior pela abaxial, que por sua vez pode ser coberta pela cutícula. As  $C_4$  caracterizam-se por apresentarem as células da bainha parenquimática dos feixes vasculares que são ricas em cloroplastos e que circundam o xilema e floema formando o arranjo do tipo Kranz. Gramíneas  $C_4$  apresentam maior proporção de feixes vasculares e esclerênquima e menor proporção de células do mesofilo entre os feixes, em relação às gramíneas  $C_3$  (Wilson et al., 1991). Estas diferenças na proporção de tecidos explicam, em parte, a maior qualidade das lâminas foliares das espécies  $C_3$  em relação às  $C_4$ . De acordo com Wilson (1993), as diferenças histo-anatômicas são marcantes entre os grupos fotossintéticos  $C_3$  e  $C_4$ , embora existam diferenças entre espécies e cultivares do mesmo grupo fotossintético (Lempp et al., 1997). As gramíneas  $C_4$  possuem menor digestibilidade em relação às  $C_3$ , comprometendo seu valor nutritivo (Wilson e Hatfield, 1997).

A degradabilidade da parede celular, realizada pelos microrganismos, está relacionada com a facilidade com que as partículas se fragmentam, além da natureza das mesmas e a sua taxa de passagem no rúmen, o que é diretamente influenciado pela anatomia dos tecidos que constituem a lâmina foliar (Wilson, 1993). Akin e Amos (1975), verificaram que as células do mesofilo e as do floema, de parede celular delgada, são rapidamente digeridas, enquanto que as da epiderme e as da bainha parenquimática dos feixes vasculares são de digestão lenta e parcial. O esclerênquima e o xilema, que apresentam parede celular espessa e lignificada, são indigestíveis (Akin, 1989).

Além da proporção de tecidos interferirem na degradação das lâminas foliares, Wilson et al. (1989), observaram arranjo de células esclerenquimáticas entre as células epidérmicas e as da bainha, formando estrutura denominada *girder*, sendo *girder* I quando associadas com a epiderme abaxial e adaxial, e *girder* T quando associadas à epiderme abaxial ou adaxial. A frequência de estrutura *girder* ao longo da seção transversal das lâminas influencia na resistência à redução de tamanho das partículas durante os processos de mastigação e digestão (Wilson, 1997).

Entre os gêneros de gramíneas tropicais foram constatadas diferenças na proporção de tecidos nas lâminas foliares. Paciullo et al. (2000), verificaram maiores proporções de tecido vascular lignificado para o capim-gordura (*Melinis minutiflora*) em relação ao capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-Tifton 85 (*Cynodon dactylon*).

Batistoti (2006) estudando nove genótipos de *P. maximum* verificaram diferenças entre eles para epiderme abaxial e mesofilo no período das águas, e epiderme adaxial, abaxial e tecido vascular na seca. Lempp et al. (2004) observaram para a cv. Massai maiores proporções de bainha parenquimática dos feixes vasculares em relação ao mesofilo aos 28, 35 e 42 dias de avaliação.

### **2.3. Características morfofisiológicas de lâminas foliares**

As características morfológicas, comprimento e largura de lâmina foliar, assim como as morfofisiológicas, área foliar e área foliar específica, têm apresentado correlações significativas com digestibilidade, que por sua vez associam-se à anatomia e composição química das lâminas foliares (Casler e Carpenter, 1989; Masaoka et al., 1991).

A área foliar é fortemente influenciada pelo comprimento da lâmina foliar (Matthew et al., 1999). Ao selecionar características para valor nutritivo em *Digitaria milanjiana*, Masaoka et al. (1991), observaram que o comprimento da lâmina foliar foi correlacionado negativamente com a digestibilidade. Já MacAdam e Mayland (2003), observaram que a largura da lâmina foliar foi a característica mais associada a preferência do animal em *Lolium multiflorum*, e a largura foi correlacionada positivamente mesofilo (%). Segundo Wilson e Hattersley (1989), o mesofilo foi positivamente correlacionado com a digestibilidade, que por sua vez, apresentou

correlação negativa com os tecidos de parede espessa (tecido vascular e bainha parenquimática dos feixes).

Sabe-se que no processo de desenvolvimento da planta, ocorre maior proporção de tecidos condutores (xilema e floema) e de sustentação (esclerênquima) com conseqüente diminuição da área foliar específica. Wilson et al. (1989), estudando genótipos de *Cenchrus ciliaris* observaram que as folhas mais pesadas e com alta razão ( $\text{g/cm}^2$ ) de área foliar estavam associadas à bainha parenquimática dos feixes, tecido vascular e esclerênquima.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido nas dependências da Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande-MS e no laboratório de forragicultura da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados-MS, no período de janeiro de 2006 a novembro de 2007. A área experimental está localizada a 20°26' S e 54°43' W, com altitude média de 530 m e o padrão climático da região segundo Köppen, na faixa de transição entre Cfa e Aw tropical úmido. O solo do local do experimento é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa, com 40-45% de argila. A temperatura máxima e mínima, e a precipitação no período experimental são apresentadas na Figura 1.

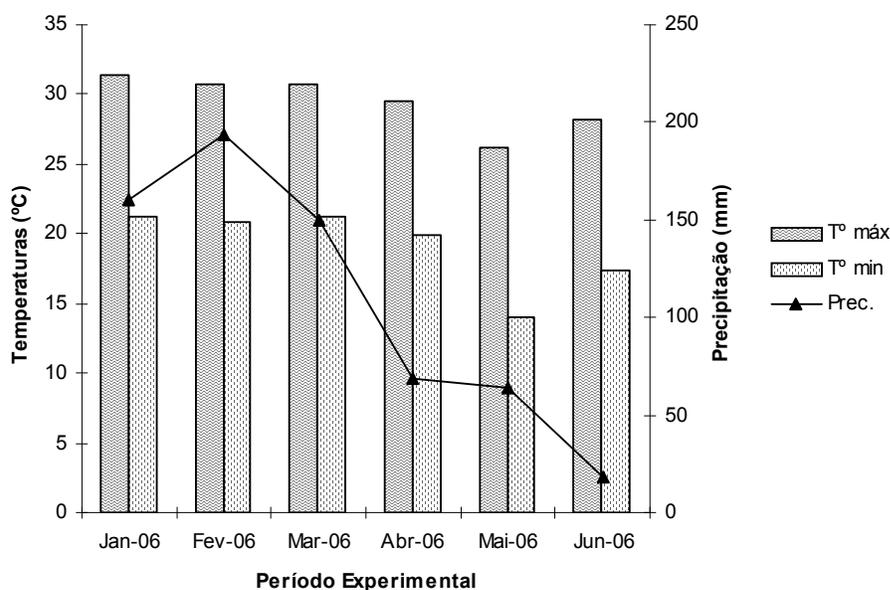


Figura 1. Temperaturas máximas e mínimas (°C) e, precipitação média (mm) durante o período experimental.

A área experimental (2.400m<sup>2</sup>), anteriormente implantada com *Brachiaria* spp., foi queimada em junho de 2002 e gradeada duas vezes com grade pesada e uma com grade niveladora. A adubação de cobertura foi realizada aplicando-se 100 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de superfosfato simples, 40 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio e 50 kg.ha<sup>-1</sup> de fritted trace elements (FTE) BR16.

A semeadura foi realizada em 7 de novembro de 2002, na qual se utilizou 3,3 kg de sementes puras viáveis/ha, e considerando o valor cultural das sementes, foram utilizados 0,067 g de SPV por metro linear, ou 60 SPV por metro linear.

### **3.1. Tratamentos e delineamento experimental**

Avaliaram-se 23 genótipos de *P. maximum*, sendo 14 acessos, quatro híbridos e cinco cultivares (Aruana, Massai, Milênio, Mombaça, e Tanzânia). Os genótipos estudados foram pré-selecionados do banco de germoplasma da Embrapa Gado de Corte e integram a II Rede Nacional de Avaliação de *Panicum*.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições. As parcelas foram de 12 m<sup>2</sup> com seis linhas com quatro metros de comprimento, espaçadas 0,50 m entre linhas e dois metros entre as parcelas. O corte de uniformização das gramíneas foi realizado de 31/01 a 02/02/06, a 20 cm do solo. Durante o período experimental realizaram-se duas coletas de lâminas foliares no período das águas (07/03 e 12/04/2006) para as avaliações morfofisiológicas e anatômicas das lâminas foliares. Após cada amostragem das lâminas as plantas foram cortadas a 20 cm do solo com o fim de se manter a mesma idade de crescimento (35 dias).

### **3.2. Amostragem das lâminas foliares**

A amostragem das lâminas foliares foi feita em área útil de dois m<sup>2</sup>, nas plantas localizadas nas duas linhas centrais por parcela, deixando-se 0,5 m de bordadura nas extremidades da parcela. Dessas plantas, 20 foram selecionadas ao acaso, onde se coletou uma lâmina foliar de cada, sendo retirada do perfilho vegetativo principal a penúltima lâmina foliar expandida com a lígula exposta, cortada na região do colar. Estas, após identificação, foram armazenadas em sacos plásticos, borrifadas com água e acondicionadas em caixas térmicas e transportadas para o laboratório. O processamento nesta fase consistiu de lavagem das lâminas e congelamento.

### 3.3. Avaliações morfofisiológicas

As lâminas foliares após o descongelamento foram mensuradas quanto à largura na região central da lâmina, e comprimento do ápice do limbo a base do colar. . Das vinte lâminas por parcela, cinco foram amostradas aleatoriamente para as avaliações anatômicas e medição da área foliar. Fragmentos de aproximadamente 1 cm foram amostrados na região central de cada uma das cinco lâminas e acondicionados em frascos com capacidade para 10 mL cobertos com solução FAA (90 mL de etanol 50%, 5 mL de ácido acético glacial, 5 mL de formaldeído a 37%) para posteriormente proceder às avaliações anatômicas.

Após a amostragem dos fragmentos das lâminas foliares para as avaliações anatômicas, foi realizada a medição da área foliar utilizando-se o medidor Licor Modelo 3100, onde os valores foram obtidos pela média de duas leituras tomadas. As lâminas foliares foram levadas à estufa a  $60 \pm 5^\circ\text{C}$  para secagem até peso constante a fim de se estimar o teor de matéria seca. A área foliar específica foi calculada dividindo-se a área ( $\text{cm}^2$ ) pela massa (g) obtido após a secagem das cinco lâminas foliares (Radford, 1967).

### 3.4. Avaliações anatômicas

Os fragmentos de lâminas foliares, obtidos antes da medição da área foliar, foram submetidos à série alcoólica progressiva com álcool butírico terciário (Dankin e Hussey, 1985). Após a desidratação dos fragmentos das lâminas efetuou-se a inclusão em paraplast. Os fragmentos foram seccionados transversalmente a  $10 \mu\text{m}$  de espessura utilizando-se um micrótomo rotativo manual. Efetuou-se a coloração quádrupla triarca dos tecidos e a montagem de lâminas permanentes segundo Hagquist (1974).

As medidas na seção transversal das lâminas foliares: área total, epiderme adaxial, abaxial, bainha parenquimática dos feixes (BPF), tecido vascular e esclerênquima foram obtidas por meio do sistema analisador de imagens Axio Vision versão 3.1 acoplado ao microscópio óptico binocular. O mesofilo foi calculado por diferença entre a área total e as áreas dos demais tecidos (Figura 2).

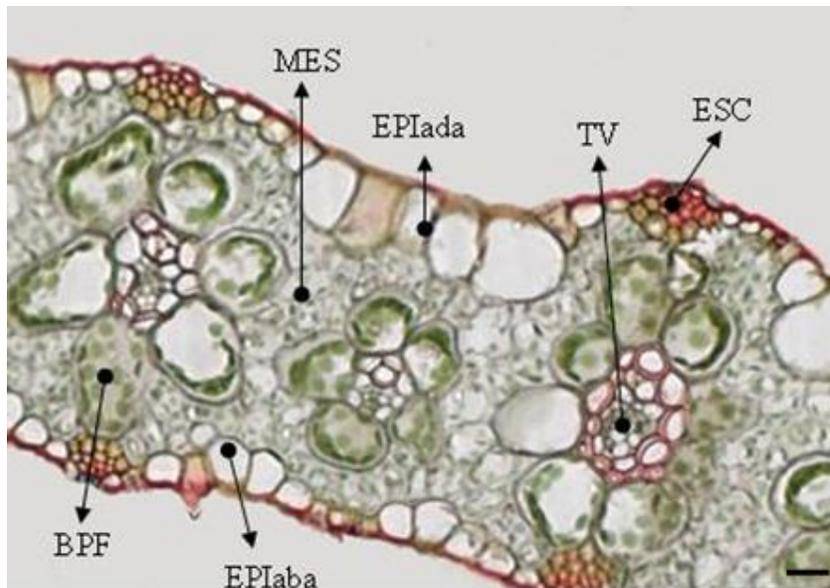


Figura 2. Seção transversal de fragmentos de lâminas foliares do genótipo PM35 (— 50  $\mu\text{m}$ ), BPF, bainha parenquimática dos feixes, EPIada, epiderme adaxial, EPIaba, epiderme abaxial, ESC, esclerênquima, MES, mesofilo, TV, tecido vascular.

### 3.5. Avaliações químicas e biológicas

As informações referentes à composição química das lâminas foliares, proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, lignina (ácido sulfúrico), lignina (permanganato de potássio), celulose, sílica, proporção de lâminas foliares (%MS) e biológicas, digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) e resíduo indigestível da fibra em detergente neutro (FDNi) obtido por 144 e 288 h de incubação *in vitro* utilizadas nas análises de correlação foram obtidas por Carpejani (2007) ao avaliar os mesmos genótipos, sendo o mesmo experimento e os mesmos cortes.

### 3.6. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância conjunta e análise de variância univariada individualmente e, à análise multivariada (Distância generalizada de Mahalanobis, método do Vizinho mais Próximo, método de otimização de Tocher) utilizando-se o aplicativo computacional GENES (2007).

### 3.6.1. Análise de variância

Os dados de anatomia, morfofisiologia e composição química das lâminas foliares dos 23 genótipos de *P. maximum* foram preliminarmente submetidos à análise de variância, a fim de se avaliar a variabilidade genética entre os genótipos, considerando o delineamento de blocos casualizados, conforme Cruz (2006). O modelo estatístico utilizado para a análise de variância univariada foi:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + \varepsilon_{ij}, \text{ onde:}$$

$Y_{ij}$  : valor observado, no genótipo “i” no bloco “j”;

$\mu$  : média geral;

$g_i$  : efeito do genótipo “i” que foi aplicado na parcela;

$b_j$  : efeito do bloco “j” em que se encontra a parcela;

$\varepsilon_{ij}$  : efeito residual associado à observação  $Y_{ij}$ .

O modelo estatístico da análise conjunta dos dados foi:

$$Y_{ijk} = \mu + b_k + g_i + a_j + g_{aij} + \varepsilon_{ijk}, \text{ onde:}$$

$Y_{ijk}$  : valor observado no k-ésimo bloco, avaliado no i-ésimo genótipo e j-ésimo corte;

$\mu$  : média geral;

$b_k$  : efeito do bloco “k” em que se encontra a parcela;

$g_i$  : efeito do genótipo “i” que foi aplicado na parcela;

$a_j$  : efeito do corte “j” em que se encontra a parcela;

$g_{aij}$  : efeito da interação entre o genótipo “i” e o corte “j”;

$\varepsilon_{ijk}$  : efeito residual associado a observação  $Y_{ijk}$

Para cada caráter estudado utilizou-se o teste de agrupamento de médias Scott-Knott (1974), para verificar diferenças entre as médias obtidas para os genótipos. As análises foram realizadas utilizando-se o programa computacional GENES (2007).

### 3.6.2. Divergência genética

Na avaliação da divergência genética entre os genótipos de *P. maximum* estudados empregou-se o método de agrupamento de Tocher e do Vizinho mais Próximo, com base na distância generalizada de Mahalanobis e Análise por dispersão gráfica de variáveis canônicas.

Os genótipos foram dispostos em grupos e em gráficos bidimensionais, utilizando-se como eixo representativo a primeira e a segunda variáveis canônicas ou a primeira e a terceira variáveis canônicas, conforme Cruz e Carneiro (2003).

A distância generalizada de Mahalanobis (Mahalanobis, 1936), denominada  $D^2$ , foi estimada por:

$$D^2 = \sum_{j=1}^m \sum_{j'=1}^m w_{jj'} d_j d_{j'}; \text{ onde:}$$

$m$  : número de caracteres;

$w_{jj'}$  : elemento da  $j$ -ésima linha e  $j'$ -ésima coluna da inversa da matriz de variâncias e covariâncias residuais entre os genótipos;

$d$  : diferença entre as médias do  $j$ -ésimo caráter nos indivíduos considerados.

Assim a estatística  $D^2$  em notação de matrizes é definida por:

$$D_{ii'}^2 = \delta' \psi^{-1} \delta, \text{ onde:}$$

$\delta'$  = vetor – linha  $[d_1, d_2, \dots, d_j]$ , sendo  $d_j = X_{ij} - X_{ij'}$ , para cada  $j$ ;

$\psi$  = matriz de variâncias e covariâncias residuais entre variáveis originais;

$$\delta = \text{vetor – coluna} \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_j \end{bmatrix}, \text{ sendo } d_j = X_{ij} - X_{ij'}, \text{ para cada } j.$$

Segundo Cruz e Regazzi (1997), a distância generalizada de Mahalanobis pode ser estimada a partir das variáveis transformadas, sendo neste caso expressa de maneira análoga ao quadro da distancia euclidiana, ou seja:

$$D_{ii'}^2 = \delta' I \delta = \delta' I \delta = \sum_j (Z_{ij} - Z_{i'j})^2, \text{ onde:}$$

$$Z_{ij} = \frac{1}{r} \sum Z_{ijk} : \text{ media do } i\text{-ésimo genótipo em relação a } j\text{-ésima variável,}$$

com variância residual igual a um;

I: matriz identidade (n x n);

$$\delta' : [d_1, d_2, \dots, d_n]$$

$d_j = Z_{ij} - Z_{i'j}$ : diferença entre os genótipos i e i' em relação a j-ésima variável.

### 3.6.3. Análise de agrupamento

Empregou-se o método de otimização de Tocher que utiliza o critério em que a média das medidas de dissimilaridade dentro de cada grupo deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos (Cruz e Regazzi, 1997).

Para ser identificado o par de genótipos mais similar, o método requer a obtenção da matriz de dissimilaridade. Esses genótipos formaram o grupo inicial e a partir daí avaliou-se a possibilidade de inclusão de novos genótipos, adotando-se o critério anteriormente citado.

Com a entrada de um genótipo em um grupo, sempre aumenta o valor médio da distância dentro do grupo. A inclusão deste genótipo no grupo foi permitida se o acréscimo no valor da distância média intragrupo não ultrapassar um valor máximo permitido. Esse valor máximo pode ser arbitrariamente estabelecido ou corresponder ao valor máximo de  $D^2$ , obtido no conjunto de menores distâncias envolvendo cada par de indivíduos.

O método hierárquico do Vizinho mais Próximo tem sido amplamente utilizado no melhoramento genético (Cruz e Carneiro, 2003). Neste caso o agrupamento foi estabelecido por um dendograma, formado pelos genótipos com maior similaridade, sendo a distância entre um indivíduo k em um grupo formado pelos indivíduos i e j dada por:

$$d_{(ij)k} = \min \{d_{ik}, d_{jk}\}$$

onde  $d_{(ij)k}$  é dado pelo menor elemento do conjunto das distâncias dos pares de indivíduos (i e k) e (j e k).

A distância entre dois grupos, por sua vez, foi dada por:

$$d_{(ij)(kl)} = \min \{d_{ik}, d_{il}, d_{jk}, d_{jl}\},$$

ou seja, a distância entre dois grupos formados pelos indivíduos (i e j) e (k e l), respectivamente, é dada pelo menor elemento do conjunto, cujos elementos são as distâncias entre os pares de indivíduos (i e k), (i e l), (j e k) e (j e l).

### 3.6.4. Análise de dispersão gráfica utilizando variáveis canônicas

A utilização conjugada de métodos de dispersão gráfica e os de agrupamento tem sido a alternativa mais adequada em estudos de diversidade genética (Cruz e Carneiro, 2003).

A técnica de variáveis canônicas permite a simplificação no conjunto de dados, resumindo as informações originalmente contidas em um grupo de  $n$  variáveis em poucas variáveis que apresentam as propriedades de reterem o máximo de variação originalmente disponível e serem independentes entre si.

A partir dos dados experimentais, com informações de repetições, se obtêm as médias e a matriz de dispersão (matriz de variâncias e co-variâncias) residual entre os dados (Cruz e Carneiro, 2003).

Para a realização da análise, as médias originais dos caracteres foram transformadas por um processo de condensação pivotal, originando novas variáveis, que se caracterizam por apresentarem covariâncias residuais nulas e variâncias residuais iguais a 1 (Cruz e Regazzi, 1997).

Denotando-se as matrizes de covariâncias entre médias, matrizes  $T$ , e a dispersão residual, matriz  $E$ , verifica-se que após a condensação pivotal as variáveis transformadas apresentam matriz de co-variância entre as médias dadas por  $T^*$  e matriz de co-variância residual iguais à matriz identidade ( $E^*=1$ ).

A transformação é obtida por meio de  $Z' = VX$ , em que:

$Z$ : matriz  $g \times v$  de médias transformadas de  $g$  genótipos em relação aos  $v$  caracteres;

$X$ : matriz  $g \times v$  de médias originais;

$V$ : matriz  $v \times v$  de transformação, obtida pelo processo de condensação Pivotal.

As estimativas dos autovalores, que medem a variância de cada variável canônica, são obtidas por meio de:

$$\det(T^* - I\lambda) = 0, \text{ que equivale aos autovalores de } \det(E^{-1}T^* - I\lambda) = 0.$$

As estimativas dos autovetores associados às variáveis transformadas por condensação pivotal são obtidas por meio de:

$$(T^* - I\lambda)\alpha = \phi$$

Neste caso  $\alpha$  representa o autovetor cujos elementos são coeficientes de ponderação das variáveis obtidas por condensação pivotal.

Para avaliar a contribuição de cada característica para uma determinada variável canônica, estimam-se os coeficientes de ponderação associados às variáveis originais. Estes coeficientes constituem o autovetor  $\mathbf{a}$ , que pode ser obtido de  $\alpha$  ou a partir do sistema:

$$(E^{-1} T^* - I\lambda)\mathbf{a} = \phi$$

Para a dispersão gráfica é indiferente considerar uma combinação linear de variáveis transformadas (por condensação pivotal) ou a combinação linear das características originais, pois os escores obtidos serão os mesmos.

Desta forma considera-se que:

$$VC_1 = \alpha_{11}Z_1 + \alpha_{12}Z_2 + \dots + \alpha_{1v}Z_v = \alpha_{11}X_1 + \alpha_{12}X_2 + \dots + \alpha_{1v}X_v$$

$$\vdots \quad \vdots \quad \vdots$$

$$VC_n = \alpha_{n1}Z_1 + \alpha_{n2}Z_2 + \dots + \alpha_{nv}Z_v = \alpha_{n1}X_1 + \alpha_{n2}X_2 + \dots + \alpha_{nv}X_v$$

em  $VC_1, VC_2, \dots, VC_n$ , tem-se:

$\sum \alpha^2 = 1$ , para cada  $j' = 1, 2, \dots, n$ , e  $\sum \alpha_{jj'} \alpha_{jj''} = 0$  para qualquer par  $j'$  e  $j''$  de variáveis canônicas. Uma vez estimados os coeficientes  $\alpha_{jj'}$ , os coeficientes  $\alpha_{jj''}$ , associados às variáveis originais, podem ser calculados por meio de:

$$[a_{j1} \ a_{j2} \ \dots \ a_{jv}] = [\alpha_{j1} \ \alpha_{j2} \ \dots \ \alpha_{jv}]v$$

A importância relativa das características pode ser quantificada por intermédio das variáveis canônicas.

Para tanto, os coeficientes  $a_j$ 's devem ser multiplicados pelo desvio-padrão do erro experimental, de modo que:

$$\Theta_j X_j = a_j \sigma_j [X_j / \sigma_j]$$

Logo:

$$\Theta_j = a_j \sigma_j (\sigma_j = \text{desvio-padrão residual})$$

Portanto, os valores de  $\Theta$  medem a importância relativa de uma característica em cada variável canônica.

### 3.6.5. Análise de correlação linear simples e canônica

Análise de correlação linear simples (138 observações por característica avaliada) e correlação canônica entre as características anatômicas, morfofisiológicas, químicas e biológicas foram realizadas por meio do programa estatístico SAS (SAS Institute, 1998).

As correlações canônicas foram estimadas segundo Sokal e James (1995) e Cruz e Regazzi (1997) entre o grupo de características anatômicas: epiderme adaxial, abaxial, tecido vascular, BPF, esclerênquima, mesofilo; tecido vascular + esclerênquima, epiderme adaxial + abaxial, mesofilo + BPF, mesofilo/BPF, BPF+TV+ESC; grupo de características morfofisiológicas: proporção de folhas (%MS), área foliar, área foliar específica, comprimento, largura; grupo de características químicas e biológicas: proteína bruta, FDN, FDA, hemicelulose, DIVMO, lignina (ácido sulfúrico), lignina (permanganato de potássio), celulose, sílica, FDNi 144 e 288h. Foi considerado para efeito da extração da variável canônica, uma percentagem de explicação da variância total acima de 80% ou autovalores maiores que um.

As variáveis canônicas são combinações lineares das variáveis originais em dois grupos previamente formados, correspondendo ao par canônico. A primeira variável canônica do grupo 1 e a primeira variável canônica do grupo 2, formando o 1º par canônico e a maior proporção de explicação da variação total, o maior autovalor ( $\lambda_1$ ) da matriz  $R_{11}$ -1  $R_{12}$ -1  $R_{22}$ -1  $R_{21}$ -1, em que:

$R_{11}$ : matriz de correlação entre os caracteres do grupo 1

$R_{22}$ : matriz de correlação entre os caracteres do grupo 2

$R_{12}$ : matriz de correlação entre os caracteres do grupo 1 e 2.

O número de correlações canônicas e de pares canônicos é função do menor número (Cruz e Regazzi, 1997). A magnitude dos valores absolutos dos coeficientes canônicos dá o valor relativo de cada variável para a discriminação entre os grupos.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise de correlação linear simples e canônica

As correlações entre as características morfofisiológicas e anatômicas são apresentadas na Tabela 1. A epiderme abaxial (%) apresentou correlação positiva com área foliar específica ( $\text{cm}^2/\text{g}$ ) e negativa com área foliar ( $\text{cm}^2$ ), comprimento e largura (cm). O tecido vascular (%) correlacionou-se positivamente com área foliar e comprimento. A epiderme adaxial + abaxial (%) foi a característica anatômica que mais se correlacionou com as morfofisiológicas, sendo positiva com área foliar específica e negativa com área foliar, comprimento e largura. Para comprimento, a maior correlação ocorreu com os tecidos de parede espessa, BPF+TV+ESC (%) e tecido vascular + esclerênquima (%). Quando observado a área foliar específica, a maior correlação foi apresentada com epiderme abaxial ( $r = 0,50$ ). Vale ressaltar as correlações negativas encontradas entre área foliar específica e os tecidos de parede espessa (tecido vascular, tecido vascular + esclerênquima e BPF+TV+ESC), que podem ser indicativos de baixa qualidade da forragem.

No processo de desenvolvimento da planta, ocorre maior proporção de tecidos condutores (xilema e floema) e de sustentação (esclerênquima) com conseqüente diminuição da área foliar específica. Wilson et al. (1989), estudando genótipos de *Cenchrus ciliaris* observaram que as folhas mais pesadas e com alta razão ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) de área foliar estavam associadas à maior proporção de BPF, tecido vascular e esclerênquima, tecidos estes que possuem a parede celular mais espessa, por apresentarem duas paredes celulares passíveis de lignificação (Grabber e Jung, 1991). Resultados semelhantes foram observados neste estudo, onde a área foliar específica correlacionou-se negativamente com os tecidos que apresentam a parede celular mais espessa, o que também foi verificado por Wilson e Hattersley (1989).

Tabela 1. Coeficientes de correlação linear entre de lâminas foliares de *Panicum maximum*

Características anatômicas	Características morfofisiológicas				
	Proporção de folhas (%MS)	Área foliar	Área foliar específica	Comprimento	Largura
Epiderme adaxial	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,50 <sup>***</sup>	0,31 <sup>***</sup>	-0,46 <sup>***</sup>	-0,33 <sup>***</sup>
Epiderme abaxial	-0,10 <sup>ns</sup>	-0,61 <sup>***</sup>	0,50 <sup>***</sup>	-0,52 <sup>***</sup>	-0,56 <sup>***</sup>
BPF	0,20 <sup>*</sup>	0,34 <sup>***</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>***</sup>	0,17 <sup>*</sup>
Tecido vascular	0,17 <sup>*</sup>	0,60 <sup>***</sup>	-0,39 <sup>***</sup>	0,60 <sup>***</sup>	0,53 <sup>***</sup>
Mesofilo	-0,17 <sup>*</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	-0,18 <sup>*</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>*</sup>
Esclerênquima	0,12 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	-0,15 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>***</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>
TV+ESC	0,18 <sup>*</sup>	0,49 <sup>***</sup>	-0,36 <sup>***</sup>	0,63 <sup>***</sup>	0,36 <sup>***</sup>
Epiderme adaxial+abaxial	-0,12 <sup>ns</sup>	-0,68 <sup>***</sup>	0,49 <sup>***</sup>	-0,60 <sup>***</sup>	-0,53 <sup>***</sup>
Mesofilo+BPF	0,01 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>***</sup>	-0,32 <sup>***</sup>	0,27 <sup>**</sup>	0,37 <sup>***</sup>
Mesofilo/BPF	-0,24 <sup>*</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,32 <sup>***</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
BPF+TV+ESC	0,25 <sup>*</sup>	0,51 <sup>***</sup>	-0,31 <sup>***</sup>	0,65 <sup>***</sup>	0,31 <sup>***</sup>

BPF = bainha parenquimática dos feixes, ESC = esclerênquima, MS = matéria seca, TV = tecido vascular.

Estes resultados sugerem que, quanto maior for a área foliar específica das lâminas foliares, maior será o valor nutritivo das lâminas foliares da forragem, uma vez que se verificou correlações positivas entre área foliar específica, proteína bruta e DIVMO, e negativas com lignina (permanganato de potássio) e FDNi após 288 h de incubação *in vitro* (Tabela 2). O valor nutritivo refere-se à composição química da forragem e sua digestibilidade. A qualidade de uma planta forrageira é representada pela associação da composição bromatológica, da digestibilidade e do consumo voluntário. Por isso, é de grande importância o conhecimento dos teores de proteína bruta e fibra bruta, além de outros componentes, e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, quando se iniciam as avaliações de uma planta promissora (Mott, 1970).

Segundo Minson (1990) e Van Soest (1994), as folhas das plantas forrageiras apresentam maior teor de proteína bruta e menores teores de FDN, de FDA e de lignina que os colmos. Esses teores podem variar em função da idade, época de corte, adubação, temperatura, solo, umidade e luz, bem como a interação destes fatores (Van Soest, 1994). A digestibilidade das lâminas foliares se situa entre 55 e 60%, podendo diminuir, se os teores de proteína bruta forem inferiores a 7%. Isso se deve ao fato do teor de nitrogênio disponível aos microrganismos do rúmen estar abaixo do necessário (Milford e Minson, 1966; Moore e Mott, 1973).

Tabela 2. Coeficientes de correlação linear entre características de lâminas foliares de *Panicum maximum*

Características químicas	Características morfofisiológicas				
	Proporção de folhas (%MS)	Área foliar	Área foliar específica	Comprimento	Largura
Proteína bruta	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,12 <sup>ns</sup>	0,26*	-0,21*	-0,08 <sup>ns</sup>
FDN	0,04 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	0,22**	-0,06 <sup>ns</sup>
FDA	0,20*	0,09 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>
Hemicelulose	-0,13 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>
DIVMO	-0,11 <sup>ns</sup>	-0,24*	0,36***	-0,47***	-0,14 <sup>ns</sup>
LIGs	0,19*	0,10 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,18*	0,04 <sup>ns</sup>
LIGper	0,11 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	-0,33***	0,49***	0,05 <sup>ns</sup>
Celulose	0,06 <sup>ns</sup>	-0,08 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>
Sílica	-0,01 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>
FDNi 144h	0,02 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>
FDNi 288h	0,23*	0,41***	-0,17*	0,30***	0,41***

DIVMO = digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, FDNi = resíduo indigestível da fibra em detergente neutro, LIGs = lignina (ácido sulfúrico), LIGper = lignina (permanganato de potássio).

A lignina é o principal componente químico a limitar a digestibilidade de forrageiras (Akin e Chesson, 1989), além de interferir na facilidade e na extensão da fragmentação da forragem durante a apreensão, ruminação e digestão (Wilson, 1997). Correlações altas e negativas têm sido obtidas entre os teores de lignina, determinados por diferentes metodologias, e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (*i.e.* Queiroz *et al.*, 2000). Brâncio *et al.* (2002), avaliando três cultivares de *P. maximum* sob pastejo obtiveram correlação negativa entre os teores de lignina e DIVMO de folhas ( $r = -0,88$ ).

Nos programas de seleção e melhoramento de forrageiras, busca-se encontrar caracteres que sejam de fácil execução e baixo custo, e que permitam discriminar genótipos com maior potencial qualitativo, devido ao alto número de acessos nas avaliações iniciais. Já que, nas primeiras etapas de avaliação priorizam-se as avaliações agrônômicas. Sem dúvida alguma, desejam-se genótipos que apresentem bom acúmulo de massa e tolerância a insetos, *i.e.* cigarrinhas-das-pastagens (*Notozulia entreriana* e *Deois* spp.), para que possam persistir e produzir em sistemas de pastejo. As características morfofisiológicas e anatômicas de lâminas forrageiras, por serem de fácil execução, baixo custo e de boa precisão, quando bem monitoradas, podem ser uma ferramenta útil para discriminar genótipos que apresentem maior potencial de valor nutritivo.

MacAdam e Mayland (2003), ao avaliarem oito cultivares de *Lolium multiflorum*, constataram que a largura das lâminas foliares foi altamente correlacionada com a proporção de mesofilo e que poderia ser empregada como ferramenta prática de seleção no melhoramento desta forrageira. Porém, *L. multiflorum* é uma espécie C<sub>3</sub> que não possui as células da BPF desenvolvidas e apresentam menores proporções de tecido vascular e esclerênquima em relação às C<sub>4</sub> (Wilson e Minson, 1980).

Em *P. maximum* a largura correlacionou-se positivamente com o mesofilo ( $r = 0,22$ ;  $p < 0,0084$ ) e mesofilo + BPF ( $r = 0,37$ ;  $p < 0,0001$ ), mas também com os tecidos indigestíveis tecido vascular ( $r = 0,53$ ;  $p < 0,0001$ ) e tecido vascular + esclerênquima ( $r = 0,36$ ;  $p < 0,0001$ ) (Tabela 1), explicando a correlação positiva com a FDNi 288 h (Tabela 2). As gramíneas C<sub>4</sub> apresentam, em relação, às C<sub>3</sub>, maior número de nervuras paralelas onde estão localizados os tecidos vasculares, o que explica a correlação positiva obtida entre a largura e tecido vascular.

Mas, por outro lado, os coeficientes de correlação obtidos entre as características morfofisiológicas e anatômicas permitem sugerir que as lâminas mais largas e curtas possam apresentar maior valor nutritivo, tendo em vista que as lâminas mais compridas apresentaram menor relação mesofilo/BPF ( $r = -0,32$ ;  $p < 0,0001$ ), menor DIVMO ( $r = -0,47$ ;  $p < 0,0001$ ), e maior teor de lignina (permanganato de potássio) ( $r = 0,49$ ;  $p < 0,001$ ) e maior resíduo de FDNi 288h ( $r = 0,30$ ;  $p < 0,41$ ).

Houve significância para o primeiro e o segundo par canônico entre as características anatômicas e morfofisiológicas, explicando 63 e 21% da variação dos dados (Tabela 3). Juntos o primeiro e o segundo par canônico explicaram 84% da variação dos dados. No primeiro par canônico ( $r_c = 0,81$ ) os valores positivos em ordem decrescente foram obtidos para área foliar, largura, comprimento, proporção de folhas (%MS), tecido vascular, BPF+TV+ESC, tecido vascular + esclerênquima, mesofilo + BPF, BPF, mesofilo e esclerênquima. Enquanto, os negativos ocorreram para área foliar específica, epiderme adaxial + abaxial, epiderme abaxial, epiderme adaxial e mesofilo/BPF. Assim, lâminas foliares de *P. maximum* com maior proporção de tecidos com parede celular espessa apresentam maior área foliar.

Nas gramíneas C<sub>4</sub>, segundo Van Soest (1994), as lâminas foliares também podem apresentar maior função estrutural na planta em relação às C<sub>3</sub>. O que certamente reflete na proporção de tecidos com parede celular espessa. Desta forma, quanto maior a área foliar maior a proporção de tecido vascular, tecido vascular + esclerênquima e

BPF, com conseqüente diminuição na proporção de epiderme (adaxial e abaxial) e na relação mesofilo/BPF.

Tabela 3. Correlações canônicas e pares canônicos estimados entre características de lâminas foliares de 23 genótipos de *Panicum maximum*

Características morfofisiológicas	Pares Canônicos				
	1°	2°	3°	4°	5°
Proporção de folhas (%MS)	0,22	0,23	0,60	-0,18	0,71
Área foliar	0,95	-0,06	0,19	0,15	-0,16
Área foliar específica	-0,63	-0,08	0,66	0,37	-0,17
Comprimento	0,80	0,56	-0,10	0,18	0,13
Largura	0,83	-0,35	-0,05	0,39	0,21
Características anatômicas					
Epiderme adaxial	-0,64	-0,23	-0,07	0,18	0,43
Epiderme abaxial	-0,82	0,06	0,24	0,10	-0,10
BPF	0,43	0,48	0,27	-0,03	-0,09
Tecido vascular	0,79	0,20	-0,05	0,32	0,14
Mesofilo	0,20	-0,63	0,28	-0,31	-0,26
Esclerênquima	0,15	0,83	-0,08	-0,10	-0,08
Tecido vascular + esclerênquima	0,66	0,54	-0,07	0,19	0,07
Epiderme adaxial + abaxial	-0,89	-0,13	0,08	0,18	0,25
Mesofilo + BPF	0,58	-0,21	-0,04	-0,33	-0,33
Mesofilo/BPF	-0,13	-0,66	-0,34	-0,15	-0,16
BPF+TV+ESC	0,67	0,63	0,15	0,08	-0,02
Autos valores					
Proporção de explicação (%)	63	21	9	4	3
$r_c$	0,81	0,63	0,45	0,32	0,30
Significância (P)	0,0001	0,0001	0,0011	0,0541	0,0937

BPF = bainha parenquimática dos feixes, ESC = esclerênquima, MS = matéria seca, TV = tecido vascular

No segundo par canônico ( $r_c = 0,63$ ) observaram-se valores positivos para: comprimento, proporção de folhas (%MS), esclerênquima, BPF+TV+ESC, tecido vascular + esclerênquima, BPF, tecido vascular e epiderme abaxial. Os negativos foram: largura, área foliar específica, área foliar, mesofilo/BPF, mesofilo, epiderme adaxial, mesofilo + BPF e epiderme adaxial + abaxial. Então, os genótipos com lâminas foliares mais compridas, apresentam maior proporção de tecidos de parede espessa.

O tecido vascular (%) correlacionou-se negativamente com a DIVMO e proteína bruta, e positivamente com lignina (permanganato de potássio) e FDNi 288 h (Tabela 4). Como esclerênquima, o tecido vascular apresenta-se indigestível (Akin et al., 1974). O xilema, componente do tecido vascular, e o esclerênquima possuem elevados teores de parede celular e de lignina, associados à anatomia do tipo Kranz

(C<sub>4</sub>). Essa estrutura apresenta limitações quanto a digestibilidade interferindo na qualidade da forrageira. Além da proporção de esclerênquima na seção transversal da lâmina foliar, sua localização e a espessura da parede celular podem limitar a digestão de outros tecidos, principalmente ao se associarem às células potencialmente digestíveis como epiderme e BPF (Wilson et al., 1983, Queiroz et al., 2000). De acordo com Wilson et al. (1989), essa associação é conhecida como estrutura girder, e pode variar de girder I, quando associadas à epiderme adaxial e abaxial; girder T, quando associadas à epiderme adaxial ou abaxial. Essa estrutura pode dificultar o desprendimento da epiderme do restante da lâmina foliar, e como consequência promover maior resistência a digestibilidade (Flores et al., 1993).

A epiderme que apresentou melhor correlação com as características químicas foi a epiderme abaxial, sendo negativamente correlacionada com FDNi 288 h (Tabela 4). As células da epiderme são potencialmente degradadas no rúmen, sendo o resíduo da digestão composto basicamente da parede celular externa. Porém, em sua constituição podem apresentar alto teor de sílica e cutícula, atuando como barreira física para colonização dos microrganismos ruminais nos fragmentos das lâminas. Além disso, a lignina presente nessas células interfere na sua taxa de digestão (Harbers et al., 1981; Alves de Brito et al., 1997).

Akin et al (1983), verificaram alto desaparecimento das células da epiderme abaxial ( $90 \pm 22\%$ ) em fragmentos de lâminas de *P. maximum* após 20 h de incubação, e esta foram menos digeridas que as da epiderme adaxial. Neste estudo não se observou correlação significativa entre a proporção de epiderme adaxial com DIVMO e proteína bruta, como verificada para epiderme abaxial. Todavia, a epiderme adaxial e abaxial (%) correlacionaram-se positivamente com a área foliar específica e negativamente com área foliar, comprimento e largura.

No presente estudo, o mesofilo (%) se correlacionou positivamente com o teor de sílica e DIVMO e negativamente com os constituintes fibrosos, FDA, lignina (ácido sulfúrico), celulose e com FDNi (Tabela 4). Suas células são totalmente digeridas pelos microrganismos do rúmen e isto se deve ao fato de apresentarem apenas parede celular primária, com 0,1 a 0,2  $\mu\text{m}$  de espessura e que não são lignificáveis, resultando em maiores concentrações de nutrientes solúveis, como carboidratos, proteínas e lipídios, estando imediatamente disponíveis para os ruminantes (Akin et al., 1974; 1989).

Tabela 4. Coeficientes de correlação linear entre características de lâminas foliares de *Panicum maximum*

Características anatômicas	Características químicas										
	Proteína bruta	FDN	FDA	Hemicelulose	DIVMO	LIGs	LIGper	Celulose	Sílica	FDNi 144h	FDNi 288h
Epiderme adaxial	-0,12 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>*</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>
Epiderme abaxial	0,22 <sup>**</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>***</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>*</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	-0,28 <sup>***</sup>
BPF	0,05 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	-0,25 <sup>**</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	-0,1	-0,06	0,28
Tecido vascular	-0,27 <sup>**</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,34 <sup>***</sup>	0,19 <sup>*</sup>	0,30 <sup>***</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>***</sup>
Mesofilo	0,11 <sup>ns</sup>	-0,18 <sup>*</sup>	-0,36 <sup>***</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>*</sup>	-0,38 <sup>***</sup>	-0,17 <sup>*</sup>	-0,22 <sup>**</sup>	0,19 <sup>*</sup>	-0,20 <sup>*</sup>	-0,20 <sup>*</sup>
Esclerênquima	-0,20 <sup>*</sup>	0,22 <sup>*</sup>	0,21 <sup>*</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,31 <sup>***</sup>	0,36 <sup>***</sup>	0,30 <sup>***</sup>	0,18 <sup>*</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>
TV+ESC	-0,30 <sup>***</sup>	0,18 <sup>*</sup>	0,22 <sup>**</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	-0,40 <sup>***</sup>	0,31 <sup>***</sup>	0,37 <sup>***</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>***</sup>
Epiderme adaxial + abaxial	0,04 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>**</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	-0,15 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	-0,20 <sup>*</sup>
Mesofilo+BPF	0,15 <sup>ns</sup>	-0,18 <sup>*</sup>	-0,31 <sup>***</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	-0,24 <sup>**</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	-0,25 <sup>*</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	-0,25 <sup>**</sup>	0,04 <sup>ns</sup>
Mesofilo/BPF	0,04 <sup>ns</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>	-0,25 <sup>**</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>*</sup>	-0,32 <sup>***</sup>	-0,17 <sup>ns</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>*</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	-0,29 <sup>***</sup>
BPF+TV+ESC	-0,13 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,40 <sup>***</sup>	0,28 <sup>***</sup>	0,28 <sup>***</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	-0,12 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>***</sup>

BPF = banha parenquimática dos feixes, DIVMO= digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, ESC = esclerênquima, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, FDNi = resíduo indigestível da fibra em detergente neutro, LIGs = lignina(ácido sulfúrico), LIGper = lignina (permanganato de potássio), TV = tecido vascular.

MacAdam e Maylam (2003) fizeram inferência sobre a qualidade de forrageiras em função da proporção de mesofilo em gramíneas C<sub>3</sub>. E para C<sub>4</sub> Lempp *et al.* (2007) citaram que as lâminas da cv. Aruana durante o período das águas poderá ser melhor substrato para os microrganismos, visto a possibilidade de fornecer maior quantidade de nutrientes digestíveis em curto prazo, em relação à cv. Vencedor (ambos, *P. maximum*). Paciullo *et al.* (2001), avaliando lâminas foliares de capim-braquiária (*B. decumbens*), capim-gordura (*M. minutiflora*) e capim-bermuda Tifton 85 (*Cynodon spp.*), observaram que o mesofilo apresentou correlação positiva com os teores de proteína bruta e negativa com FDA.

A sílica é comumente encontrada associada à cutícula do tecido epidérmico (Harbers, 1981; Motomura *et al.*, 2006) e sua deposição é resultante da absorção de água onde se encontra dissolvida, sendo acumulada nos tecidos da planta pela transpiração. No caso de um arranjo mais compacto das células do mesofilo e seu contato com as células buliformes da epiderme adaxial, onde uma proporção substancial de água transpira diretamente, pode estar relacionado ao maior teor de sílica. Segundo Motomura *et al.* (2006), ocorre deposição de sílica nas células do mesofilo após a maturação da folha. No presente estudo, não foi monitorada a idade da lâmina amostrada, e sim da planta. Provavelmente, deva-se acoplar aos estudos de anatomia foliar a morfogênese (taxas de aparecimento e alongamento foliar).

A proporção de BPF apresentou correlação negativa com a DIVMO e positiva com FDN<sub>i</sub> 288 h, (Tabela 4). Estas células apresentam parede celular mais espessa e são passíveis de lignificação, sendo potencialmente degradadas no rúmen. Porém, a taxa de degradação é em função do teor e do arranjo de lignina na parede celular, bem como da presença de suberina (Wilson e Hattersley (1989). As células da BPF, segundo Wilson *et al.* (1989), apresentam alto teor de proteína e amido e representam geralmente de 20 a 35% da seção transversal nas lâminas foliares. Mas, o conteúdo celular pode estar indisponível à microbiota do rúmen devido à lenta taxa de degradação da parede, sendo que as mesmas podem deixar o rúmen sem serem degradadas. Lempp *et al.* (2001) verificaram maior presença de células da BPF intactas nas fezes de bovinos sob pastejo em cv. Massai, do que nas cvs. Mombaça e Tanzânia (*P. maximum*).

A digestibilidade da parede celular de gramíneas pode variar de 30 a 60 %, ao passo que a dos diferentes tecidos das lâminas foliares, de 0 a 100 % (Wilson, 1993). Lempp (1997), verificou ao microscópio eletrônico de varredura que a parede celular da

BPF de *P. maximum* cv. Vencedor apresentou-se mais rígida em relação à de cv. Aruana sem, contudo verificar diferenças na composição química entre as cultivares. Por outro lado, nas  $C_4$  as células da BPF estão associadas ao acúmulo de massa, o que foi verificado em *P. maximum* por Batistoti (2006) e em *Brachiaria* spp. por Lempp et al. (2006). Batistoti (2006), também verificou correlação significativa entre BPF e área foliar específica, o que não foi observado neste estudo.

A análise canônica entre as características anatômicas e químicas embasa as relações verificadas na correlação linear entre a proporção de tecidos e as entidades químicas (Tabela 5). A análise mostrou correlação significativa entre as características para os dois primeiros pares canônicos. Juntos explicaram 53% da variação dos dados, sendo 30 e 23% de explicação para os pares, respectivamente para o primeiro e segundo. Os coeficientes canônicos com contribuição positiva no primeiro par canônico foram: tecido vascular + esclerênquima, BPF+TV+ESC, tecido vascular, esclerênquima, BPF, epiderme adaxial, adaxial + abaxial, FDN, lignina (ácido sulfúrico), celulose, FDA, lignina (permanganato de potássio) e FDNi 288 h. As negativas foram: mesofilo, mesofilo/BPF, mesofilo + BPF, e epiderme abaxial, seguidos de DIVMO, sílica, proteína bruta, hemicelulose e FDNi 144 h. Assim, genótipos com maiores proporções de BPF, tecido vascular, esclerênquima e epiderme adaxial, tendem a apresentar maiores teores de parede celular, e menores teores de proteína bruta e hemicelulose, e como consequência menor DIVMO.

De acordo com o segundo par canônico, os coeficientes positivos foram para: mesofilo + BPF, tecido vascular, mesofilo, BPF, BPF+TV+ESC, tecido vascular + esclerênquima e mesofilo/BPF, seguidos de FDNi 288 h, sílica, lignina (permanganato de potássio) e FDNi 144 h. Os negativos foram encontrados para: epiderme abaxial, epiderme adaxial + abaxial, esclerênquima, epiderme adaxial, celulose, FDN, DIVMO, FDA, lignina (ácido sulfúrico), proteína bruta e hemicelulose. Mas, já, apresentou menor explicação dos dados obtidos.

A FDNi 288 h foi dentre as análises biológicas realizadas a que melhor se correlacionou com as características morfofisiológicas, exceto com área foliar específica. Visto que a área foliar específica, foi positivamente correlacionada com as características indicativas de melhor potencial de valor nutritivo, como DIVMO.

Tabela 5. Correlações canônicas e pares canônicos estimados entre características de lâminas foliares de 23 genótipos de *Panicum maximum*

Características anatômicas	Pares Canônicos											
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	
Epiderme adaxial	0,20	-0,25	0,73	0,09	0,30	-0,10	0,04	-0,06	0,47	-0,02	0,18	
Epiderme abaxial	-0,27	-0,67	0,09	0,10	0,42	0,06	0,10	0,29	-0,10	0,19	0,37	
BPF	0,32	0,20	-0,56	0,28	-0,15	0,43	-0,19	0,19	0,09	-0,38	-0,21	
Tecido vascular	0,59	0,39	-0,09	0,01	-0,38	-0,03	0,16	0,12	-0,36	0,39	-0,18	
Mesofilo	-0,74	0,37	0,00	-0,19	-0,11	-0,33	0,00	-0,35	-0,19	0,04	-0,05	
Esclerênquima	0,56	-0,37	-0,35	-0,59	-0,20	0,03	-0,03	0,07	-0,06	-0,01	-0,17	
TV+ESC	0,70	0,12	-0,22	-0,27	-0,38	-0,01	0,10	-0,06	-0,30	0,29	-0,21	
Epiderme adaxial+abaxial	0,00	-0,54	0,56	0,11	0,43	-0,03	0,08	0,11	0,27	0,08	0,32	
Mesofilo+BPF	-0,46	0,54	-0,49	0,05	-0,24	0,04	-0,16	-0,17	-0,11	-0,29	-0,23	
Mesofilo/BPF	-0,64	0,11	0,33	-0,29	0,00	-0,41	0,16	-0,32	-0,14	0,26	0,09	
BPF+TV+ESC	0,61	0,20	-0,52	0,05	-0,31	0,30	-0,08	0,17	-0,10	-0,11	-0,26	
Características químicas												
Proteína bruta	-0,46	-0,14	-0,43	0,36	0,56	0,04	0,15	0,08	0,31	0,00	-0,14	
FDN	0,31	-0,35	-0,01	0,03	-0,53	-0,31	0,39	-0,08	0,36	-0,23	0,27	
FDA	0,62	-0,20	0,23	0,01	0,15	0,11	-0,09	0,15	-0,43	-0,43	0,29	
Hemicelulose	-0,26	-0,10	-0,19	0,02	-0,50	-0,31	0,35	-0,18	0,59	0,17	-0,04	
DIVMO	-0,56	-0,21	0,24	0,21	0,59	0,23	0,10	0,03	0,05	0,22	-0,27	
LIGs	0,76	-0,18	-0,15	-0,13	0,27	0,07	0,01	-0,30	-0,05	-0,45	0,14	
LIGper	0,53	0,13	-0,16	-0,30	-0,45	-0,37	0,25	0,25	0,33	-0,10	0,07	
Celulose	0,64	-0,37	0,39	0,14	0,26	0,07	-0,11	-0,02	-0,33	-0,06	0,29	
Sílica	-0,51	0,43	-0,10	-0,39	0,10	0,30	-0,05	0,19	0,02	-0,50	0,03	
FDNi 144h	-0,03	0,00	-0,21	0,64	0,24	-0,24	0,35	0,03	-0,62	0,11	0,51	
FDNi 288h	0,40	0,52	0,12	-0,25	-0,13	-0,16	0,12	-0,13	-0,20	-0,15	0,09	
Autos valores	0,71	0,55	0,43	0,34	0,15	0,09	0,06	0,03	0,02	0,00	0,00	
Proporção de explicação (%)	30	23	18	14	6	4	3	1	0,7	0,1	0	
$r_c$	0,65	0,60	0,55	0,50	0,36	0,29	0,24	0,17	0,13	0,06	0,00	
Significância (P)	0,0001	0,0001	0,0016	0,0934	0,7245	0,9158	0,966	0,9881	0,9806	0,9817	0,9766	

BPF = bainha parenquimática dos feixes, ESC = esclerênquima, DIVMO = digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, FDNi = resíduo indigestível da fibra em detergente neutro, LIGs = lignina (ácido sulfúrico), LIGper = lignina (permanato de potássio), TV = tecido vascular.

O comprimento da lâmina é um importante componente para a produção de massa seca da planta (Matthew et al, 1999), e a área foliar é fortemente determinada pelo comprimento foliar. Masaoka et al. (1991), obtiveram correlação negativa entre digestibilidade da forragem e comprimento da lâmina foliar.

A análise de correlação canônica entre as características morfofisiológicas e as químicas corroboraram com a correlação linear, sendo que a formação a formação dos dois primeiros pares explicaram 81% (Tabela 6). Onde os valores positivos no primeiro par canônico ( $r_c = 0,70$ ) foram: área foliar específica, largura, DIVMO, proteína bruta, celulose, FDA, FDNi 288 e 144 h, e os negativos foram: comprimento, área foliar, proporção de folhas (%MS), lignina (permanganato de potássio), FDN, hemicelulose, lignina (ácido sulfúrico) e sílica. Considerando, somente o primeiro par com autovalor de 0,94 e 58% de explicação dos dados, verificou-se que a área foliar específica foi altamente associada a DIVMO (0,69) e ao teor de lignina (permanganato de potássio) (-0,84). O que apresenta coerência com os atributos anatômicos das lâminas. Já que, a DIVMO foi associada positivamente ao mesofilo, e negativamente á lignina e FDNi 288h (Tabela 5).

Tabela 6. Correlações canônicas e pares canônicos estimados entre características de lâminas foliares de 23 genótipos de *Panicum maximum*

Características morfofisiológicas	Pares Canônicos				
	1°	2°	3°	4°	5°
Proporção de folhas (%MS)	-0,10	0,02	0,69	-0,57	-0,45
Área foliar	-0,12	-0,74	0,37	-0,25	0,48
Área foliar específica	0,61	0,68	0,34	0,10	0,19
Comprimento	-0,74	-0,44	0,45	-0,08	0,23
Largura	0,03	-0,89	0,42	0,13	0,09
Características químicas					
Proteína bruta	0,34	0,25	0,13	0,25	-0,02
FDN	-0,43	0,22	0,23	0,22	0,43
FDA	0,10	0,06	0,64	-0,26	0,10
Hemicelulose	-0,39	0,11	-0,33	0,36	0,23
DIVMO	0,69	0,27	-0,18	0,30	-0,42
LIGs	-0,17	0,10	0,54	-0,34	0,25
LIGper	-0,84	-0,04	0,27	0,22	-0,01
Celulose	0,31	0,23	0,54	-0,42	0,02
Sílica	-0,04	-0,31	-0,27	0,39	0,14
FDNi 144h	0,09	0,05	0,15	0,12	0,24
FDNi 288h	0,10	-0,72	0,52	-0,04	0,05
Autos valores					
Proporção de explicação (%)	58	23	13	3	1
$r_c$	0,70	0,52	0,42	0,22	0,15
Significância (P)	0,0001	0,0006	0,1548	0,8924	0,8867

DIVMO = digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, FDNi = resíduo indigestível da fibra em detergente neutro, LIGs = lignina (ácido sulfúrico), LIGper = lignina (permanganato de potássio), MS = matéria seca.

## 4.2. Agrupamento de médias pelo método de Scott-Knott

### 4.2.1. Características anatômicas

Os valores médios obtidos para as proporções de epiderme adaxial, abaxial, adaxial + abaxial e mesofilo são apresentados na Tabela 7. Não ocorreu interação entre genótipo x corte ( $p = 100$ ;  $p = 100$ ,  $p = 0,17189$ ,  $p = 0,15142$ , respectivamente). Para epiderme adaxial ocorreu a formação de dois grupos com médias de 19,2 e 17,5%. Quanto à proporção de epiderme abaxial, também se formaram dois grupos, com médias de 11,1 e 9,5%. Dos oito genótipos que apresentaram as maiores proporções de epiderme adaxial, em seis também ocorreu a maior de epiderme abaxial (%): PM31, cv. Massai, cv. Aruana, PM45, PM37 e PM43, os quais apresentaram em média 30,6% de epiderme na seção transversal. Neste trabalho os genótipos de *P. maximum*, apresentaram, em média, diferenças de 8,05% entre a epiderme adaxial e epiderme abaxial. Batistoti (2006), avaliando nove genótipos de *P. maximum* observou que a epiderme adaxial apresentou em média 18,3%, enquanto que a epiderme abaxial foi 10,3%, estando de acordo com os nossos resultados.

Para a análise de epiderme adaxial + abaxial, sete genótipos encontraram-se no primeiro grupo (média de 30,3%), o segundo grupo apresentou 17 genótipos com média de 27,2%.

As gramíneas de clima tropical apresentam, em relação às de clima temperado, maiores proporções de epiderme. Wilson e Minson (1980), ao compilarem dados da literatura, relataram proporção de epiderme para as  $C_4$  de  $33,0 \pm 2,1$  e nas  $C_3$  de  $28,7 \pm 1,5$ . Segundo Mauseth (1988), as maiores variações entre germoplasmas na epiderme (%) ocorrem na epiderme adaxial, devido à ocorrência de células buliformes (Mauseth, 1988).

As maiores proporções de mesofilo foram observadas para 11 dos 23 genótipos avaliados, variando de 36,9 a 34,5%, enquanto os com menores proporções apresentaram de 34,4 a 32,5%. Dos 11 genótipos com as maiores proporções de mesofilo, pode-se verificar que, em nove (PM40, PM46, PM42, PM34, PM47, cv. Tanzânia, PM33, PM39 e cv. Milênio), ocorreu as menores de epiderme adaxial e epiderme abaxial. Assim, cv. Aruana e PM43, dentre todos os genótipos avaliados, destacaram quanto à proporção de tecidos altamente digestíveis.

Tabela 7. Médias da proporção relativa (%), na seção transversal, de lâminas foliares de 23 genótipos de *Panicum maximum*

Epiderme adaxial		Epiderme abaxial		Epiderme adaxial + abaxial		Mesofilo	
Genótipo	Médias*	Genótipo	Médias*	Genótipo	Médias*	Genótipo	Médias*
PM31	21,06 <sup>a</sup>	PM45	11,73 <sup>a</sup>	PM31	31,46 <sup>a</sup>	PM40	36,94 <sup>a</sup>
Massai	19,42 <sup>a</sup>	PM43	11,68 <sup>a</sup>	Massai	30,81 <sup>a</sup>	Aruana	36,43 <sup>a</sup>
Aruana	19,37 <sup>a</sup>	Massai	11,39 <sup>a</sup>	PM45	30,60 <sup>a</sup>	PM46	36,32 <sup>a</sup>
PM45	18,88 <sup>a</sup>	PM37	11,13 <sup>a</sup>	Aruana	30,40 <sup>a</sup>	PM42	36,17 <sup>a</sup>
PM37	18,87 <sup>a</sup>	Aruana	11,03 <sup>a</sup>	PM43	30,27 <sup>a</sup>	PM43	35,53 <sup>a</sup>
PM32	18,75 <sup>a</sup>	PM44	10,96 <sup>a</sup>	PM37	30,00 <sup>a</sup>	PM34	35,38 <sup>a</sup>
PM39	18,61 <sup>a</sup>	PM35	10,55 <sup>a</sup>	PM44	28,88 <sup>a</sup>	PM47	35,35 <sup>a</sup>
PM43	18,59 <sup>a</sup>	PM31	10,40 <sup>a</sup>	PM32	28,53 <sup>b</sup>	Tanzânia	35,31 <sup>a</sup>
Mombaça	18,25 <sup>b</sup>	PM47	10,10 <sup>b</sup>	PM39	28,16 <sup>b</sup>	PM33	35,02 <sup>a</sup>
PM41	18,08 <sup>b</sup>	PM38	9,97 <sup>b</sup>	PM47	27,88 <sup>b</sup>	PM39	34,87 <sup>a</sup>
PM44	17,92 <sup>b</sup>	PM46	9,96 <sup>b</sup>	PM35	27,84 <sup>b</sup>	Milênio	34,54 <sup>a</sup>
PM34	17,89 <sup>b</sup>	PM40	9,82 <sup>b</sup>	PM40	27,69 <sup>b</sup>	PM44	34,36 <sup>b</sup>
PM40	17,87 <sup>b</sup>	PM32	9,79 <sup>b</sup>	PM46	27,66 <sup>b</sup>	PM38	34,12 <sup>b</sup>
PM47	17,78 <sup>b</sup>	PM36	9,71 <sup>b</sup>	PM38	27,64 <sup>b</sup>	Mombaça	34,05 <sup>b</sup>
PM46	17,69 <sup>b</sup>	PM42	9,68 <sup>b</sup>	Mombaça	27,24 <sup>b</sup>	PM41	33,90 <sup>b</sup>
PM38	17,67 <sup>b</sup>	PM39	9,55 <sup>b</sup>	PM41	27,12 <sup>b</sup>	PM32	33,61 <sup>b</sup>
PM35	17,29 <sup>b</sup>	Tanzânia	9,51 <sup>b</sup>	PM34	26,94 <sup>b</sup>	PM35	33,55 <sup>b</sup>
PM42	17,24 <sup>b</sup>	PM30	9,38 <sup>b</sup>	PM42	26,92 <sup>b</sup>	PM30	33,39 <sup>b</sup>
Milênio	17,19 <sup>b</sup>	Milênio	9,23 <sup>b</sup>	PM36	26,76 <sup>b</sup>	PM45	32,90 <sup>b</sup>
PM33	17,14 <sup>b</sup>	PM34	9,05 <sup>b</sup>	Tanzânia	26,50 <sup>b</sup>	PM36	32,77 <sup>b</sup>
PM36	17,05 <sup>b</sup>	PM41	9,04 <sup>b</sup>	Milênio	26,42 <sup>b</sup>	PM31	32,47 <sup>b</sup>
Tanzânia	17,00 <sup>b</sup>	Mombaça	8,99 <sup>b</sup>	PM30	26,04 <sup>b</sup>	Massai	32,35 <sup>b</sup>
PM30	16,67 <sup>b</sup>	PM33	8,57 <sup>b</sup>	PM33	25,72 <sup>b</sup>	PM37	32,27 <sup>b</sup>
$\bar{X} = 18,10 \pm 2,47$		$\bar{X} = 10,05 \pm 2,21$		$\bar{X} = 28,15 \pm 4,09$		$\bar{X} = 34,42 \pm 3,39$	
CV (%) = 6,94		CV (%) = 8,98		CV (%) = 5,11		CV (%) = 4,60	

\* Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si 5% de probabilidade, pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott.

Os genótipos de gramíneas com maior mesofilo (%) são importantes do ponto de vista qualitativo, pois juntamente com o floema, são os tecidos que apresentam maior digestibilidade (Akin e Amos, 1975, Akin, 1989). Uma das maiores diferenças entre a qualidade de gramíneas C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub> se deve à maior proporção de mesofilo nas gramíneas de clima temperado. Wilson e Minson (1980), encontraram média de mesofilo de 61,0 e 34,6%, respectivamente, para gramíneas C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub>. A cv. Aruana

apresentou 36,4% e PM43 35,5% de mesofilo que somados a epiderme representam 66,8 e 68,8% de tecidos digestíveis, respectivamente.

Ocorreu interação entre genótipo x corte ( $p = 0,02278$ ) para a proporção de BPF e esclerênquima (Tabela 8). Para BPF, em ambos os cortes houve a formação de dois grupos, e os genótipos menos estáveis para esta característica anatômica foram cv. Mombaça, PM42, PM37, PM45, PM47, PM35 e PM39.

Conhecer os genótipos que apresentam maiores proporções de BPF é de suma importância, pois, apresenta em seu conteúdo celular alto teor de proteína e amido (Wilson, 1993) e pode juntamente com o mesofilo interferir positivamente na composição química das lâminas foliares. Entretanto, não se pode afirmar que esses nutrientes estão disponíveis aos microrganismos do rúmen. A parede celular da BPF é passível de lignificação, e a lignina parece ser a principal entidade química que limita a digestão dessas células, dificultando o acesso dos microrganismos ao conteúdo celular (Akin e Chesson, 1989).

Observou-se que, do primeiro para o segundo corte, ocorreu diminuição na proporção de esclerênquima nas lâminas foliares (Tabela 8). A maior discriminação entre os genótipos ocorreu no segundo corte, com a formação de três grupos. No primeiro grupo, encontrou-se apenas o genótipo PM37 (3,2%), no segundo PM38, PM36, PM35, PM45 e cv. Massai (2,4% em média), e no terceiro grupo os 17 genótipos com média de 1,6% de esclerênquima.

Os genótipos com maior estabilidade genética para BPF e, com maiores proporções de BPF e mesofilo (cv. Tanzânia, PM33 e cv. Milênio), também foram agrupados com os de menor esclerênquima (%), nos dois cortes. Os genótipos com menores proporções de BPF e maiores de mesofilo (PM40, cv. Aruana, PM46, PM43 e PM34), à exceção de PM46, que não apresentou estabilidade para esclerênquima, observou-se baixo proporção do mesmo tecido.

Tabela 8. Proporção relativa (%), na seção transversal, de lâminas foliares dos 23 genótipos de *Panicum maximum* nos dois cortes

		BPF		Esclerênquima			
		1º Corte		1º Corte		2º Corte	
Genótipo	Médias*	Genótipo	Médias*	Genótipo	Médias*	Genótipo	Médias*
Tanzânia	33,09 <sup>a</sup>	PM33	31,87 <sup>a</sup>	PM35	3,58 <sup>a</sup>	PM37	3,19 <sup>a</sup>
PM30	32,50 <sup>a</sup>	PM36	31,57 <sup>a</sup>	PM37	3,15 <sup>a</sup>	PM38	2,49 <sup>b</sup>
PM36	32,10 <sup>a</sup>	PM47	31,02 <sup>a</sup>	PM41	3,00 <sup>a</sup>	PM36	2,43 <sup>b</sup>
Milênio	31,85 <sup>a</sup>	PM30	30,57 <sup>a</sup>	PM30	2,95 <sup>a</sup>	PM35	2,42 <sup>b</sup>
Mombaça	31,68 <sup>a</sup>	PM39	30,41 <sup>a</sup>	PM36	2,72 <sup>a</sup>	PM45	2,30 <sup>b</sup>
PM42	31,34 <sup>a</sup>	PM45	29,99 <sup>a</sup>	PM38	2,64 <sup>a</sup>	Massai	2,16 <sup>b</sup>
PM33	31,29 <sup>a</sup>	PM38	29,95 <sup>a</sup>	Massai	2,60 <sup>a</sup>	PM41	2,03 <sup>c</sup>
PM38	30,59 <sup>a</sup>	PM32	29,93 <sup>a</sup>	PM46	2,56 <sup>a</sup>	Mombaça	1,85 <sup>c</sup>
PM41	30,52 <sup>a</sup>	Tanzânia	29,58 <sup>a</sup>	Mombaça	2,43 <sup>b</sup>	Milênio	1,82 <sup>c</sup>
PM37	30,36 <sup>a</sup>	Milênio	29,56 <sup>a</sup>	PM33	2,38 <sup>b</sup>	PM40	1,80 <sup>c</sup>
PM32	30,31 <sup>a</sup>	PM35	29,46 <sup>a</sup>	PM31	2,36 <sup>b</sup>	PM33	1,79 <sup>c</sup>
PM45	30,02 <sup>b</sup>	PM42	29,11 <sup>b</sup>	PM34	2,35 <sup>b</sup>	PM46	1,78 <sup>c</sup>
PM43	29,72 <sup>b</sup>	Massai	29,06 <sup>b</sup>	Milênio	2,24 <sup>b</sup>	PM47	1,75 <sup>c</sup>
PM47	29,65 <sup>b</sup>	PM37	29,03 <sup>b</sup>	PM45	2,11 <sup>b</sup>	Aruana	1,71 <sup>c</sup>
PM35	29,51 <sup>b</sup>	Mombaça	29,02 <sup>b</sup>	PM42	2,07 <sup>b</sup>	PM30	1,70 <sup>c</sup>
Massai	29,48 <sup>b</sup>	PM44	28,98 <sup>b</sup>	PM39	2,06 <sup>b</sup>	PM44	1,68 <sup>c</sup>
PM34	29,45 <sup>b</sup>	PM41	28,75 <sup>b</sup>	PM44	2,06 <sup>b</sup>	PM31	1,65 <sup>c</sup>
PM31	29,39 <sup>b</sup>	PM46	28,51 <sup>b</sup>	PM43	2,05 <sup>b</sup>	PM39	1,61 <sup>c</sup>
PM44	29,18 <sup>b</sup>	PM34	28,41 <sup>b</sup>	PM32	1,98 <sup>b</sup>	Tanzânia	1,60 <sup>c</sup>
PM46	28,77 <sup>b</sup>	PM31	28,2 <sup>b</sup>	PM40	1,90 <sup>b</sup>	PM42	1,59 <sup>c</sup>
PM40	27,94 <sup>b</sup>	PM40	27,67 <sup>b</sup>	Tanzânia	1,68 <sup>b</sup>	PM34	1,57 <sup>c</sup>
PM39	27,78 <sup>b</sup>	PM43	27,57 <sup>b</sup>	Aruana	1,65 <sup>b</sup>	PM32	1,42 <sup>c</sup>
Aruana	27,29 <sup>b</sup>	Aruana	27,00 <sup>b</sup>	PM47	1,45 <sup>b</sup>	PM43	0,71 <sup>c</sup>
$\bar{X} = 30,17 \pm 2,61$		$\bar{X} = 29,36 \pm 2,13$		$\bar{X} = 2,35 \pm 0,88$		$\bar{X} = 1,87 \pm 0,83$	
CV (%) = 4,10		CV (%) = 4,11		CV (%) = 16,49		CV (%) = 19,47	

BPF = bainha parenquimática dos feixes. \*Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott.

Os dados referentes às proporções de tecido vascular, tecido vascular + esclerênquima e mesofilo + BPF são apresentados na Tabela 9, não ocorrendo para estes tecidos interação significativa entre genótipo x corte ( $p = 0,29915$ ;  $p = 100$   $p = 100$ ; respectivamente). Para as proporções de tecido vascular e tecido vascular + esclerênquima os genótipos formaram dois grupos, sendo que PM31, cv. Tanzânia,

PM42, PM45, PM47, cv. Aruana e PM43 apresentaram as menores proporções de tecido vascular + esclerênquima. Dentre estes, cv. Tanzânia, PM42, PM47 e PM43 foram agrupados com os genótipos de maior proporção de mesofilo + BPF. Já PM31, PM45 e cv. Aruana encontraram-se no grupo de menor mesofilo + BPF (%).

Tabela 9. Médias da proporção relativa (%), na seção transversal, de lâminas foliares de 23 genótipos de *Panicum maximum*

Tecido vascular		Tecido vascular + esclerênquima		Mesofilo + BPF	
Genótipo	Médias*	Genótipo	Médias*	Genótipo	Médias*
PM41	6,83 <sup>a</sup>	PM41	9,34 <sup>a</sup>	Tanzânia	66,65 <sup>a</sup>
PM34	6,79 <sup>a</sup>	PM35	9,14 <sup>a</sup>	PM33	66,60 <sup>a</sup>
PM30	6,71 <sup>a</sup>	PM30	9,03 <sup>a</sup>	PM42	66,40 <sup>a</sup>
Milênio	6,31 <sup>a</sup>	PM34	8,76 <sup>a</sup>	PM47	65,69 <sup>a</sup>
Mombaça	6,23 <sup>a</sup>	PM36	8,64 <sup>a</sup>	Milênio	65,25 <sup>a</sup>
PM35	6,14 <sup>a</sup>	Mombaça	8,37 <sup>a</sup>	PM46	64,96 <sup>a</sup>
PM36	6,07 <sup>a</sup>	Milênio	8,34 <sup>a</sup>	PM30	64,93 <sup>a</sup>
PM32	6,04 <sup>a</sup>	PM37	8,04 <sup>a</sup>	PM40	64,74 <sup>a</sup>
PM39	6,03 <sup>a</sup>	PM38	7,97 <sup>a</sup>	PM36	64,60 <sup>a</sup>
PM44	5,81 <sup>a</sup>	PM39	7,87 <sup>a</sup>	Mombaça	64,40 <sup>a</sup>
PM40	5,71 <sup>a</sup>	PM32	7,74 <sup>a</sup>	PM38	64,39 <sup>a</sup>
PM33	5,60 <sup>a</sup>	PM33	7,69 <sup>a</sup>	PM34	64,31 <sup>a</sup>
PM38	5,41 <sup>b</sup>	PM44	7,68 <sup>a</sup>	PM43	64,18 <sup>a</sup>
PM31	5,27 <sup>b</sup>	Massai	7,57 <sup>a</sup>	PM39	63,97 <sup>b</sup>
Tanzânia	5,21 <sup>b</sup>	PM40	7,56 <sup>a</sup>	PM32	63,73 <sup>b</sup>
PM46	5,21 <sup>b</sup>	PM46	7,38 <sup>a</sup>	Aruana	63,58 <sup>b</sup>
Massai	5,19 <sup>b</sup>	PM31	7,28 <sup>b</sup>	PM41	63,54 <sup>b</sup>
PM37	4,87 <sup>b</sup>	Tanzânia	6,85 <sup>b</sup>	PM44	63,45 <sup>b</sup>
PM42	4,85 <sup>b</sup>	PM42	6,68 <sup>b</sup>	PM35	63,03 <sup>b</sup>
PM47	4,84 <sup>b</sup>	PM45	6,50 <sup>b</sup>	PM45	62,90 <sup>b</sup>
Aruana	4,34 <sup>b</sup>	PM47	6,44 <sup>b</sup>	PM37	61,96 <sup>b</sup>
PM45	4,29 <sup>b</sup>	Aruana	6,02 <sup>b</sup>	Massai	61,62 <sup>b</sup>
PM43	4,17 <sup>b</sup>	PM43	5,55 <sup>b</sup>	PM31	61,27 <sup>b</sup>
$\bar{X} = 5,56 \pm 1,93$		$\bar{X} = 7,67 \pm 2,46$		$\bar{X} = 64,18 \pm 3,57$	
CV (%) = 12,54		CV (%) = 12,29		CV (%) = 2,3	

BPF = bainha parenquimática dos feixes. \*Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si 5% de probabilidade, pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott.

Na soma dos tecidos mesofilo + BPF ocorreu a formação de dois grupos de genótipos. Dos 13 genótipos do primeiro grupo, seis apresentam as maiores médias para BPF, nos dois cortes, sendo eles a cv. Tanzânia, PM33, cv. Milênio, PM30, PM36 e PM38, apresentando em média 65% de mesofilo + BPF. No segundo grupo, as médias de 10 genótipos variaram de 64 a 61,2%. Sendo que os genótipos cv. Aruana, PM44, cv. Massai e PM31, com média de 62,5% também apresentaram as menores proporções para BPF nos dois cortes.

A relação entre a proporção de mesofilo e BPF é de extrema importância para digestão da BPF, visto que este tecido estará acessível às bactérias após a degradação de mesofilo. Segundo Chesson e Forsberg (1988), as bactérias que digerem a BPF são partícuo-associadas. Ocorreu interação entre genótipo x corte ( $p = 0,03366$ ) para a relação mesofilo/BPF neste estudo (Tabela 10). No primeiro corte os genótipos cv. Aruana, PM40, PM39, PM46, PM34 e PM47 formaram o primeiro grupo com média de 1,3; diferindo em 0,3 da média do segundo grupo com os demais 17 genótipos. Os genótipos cv. Aruana, PM40, PM46 e PM34 agruparam-se com os de maior proporção de mesofilo e menor de BPF.

No segundo corte, ocorreram mudanças de genótipos dentro dos grupos para a relação mesofilo/BPF. No primeiro grupo, permaneceram os genótipos: cv. Aruana, PM40, PM46 e PM34, que não diferiram de outros sete genótipos e tiveram em relação média de 1,3. O segundo grupo foi composto por 12 genótipos que apresentaram relação média de mesofilo/BPF de 1,1. As variações na composição dos genótipos dentro dos grupos, do primeiro para o segundo corte são explicadas pela instabilidade ocorrida na formação dos grupos para BPF. Entretanto, todos os genótipos apresentaram relação de mesofilo/BPF de 1,4 a 1,0 em ambos os cortes, de tal forma que, a proporção de mesofilo foi superior ou igual à de BPF, indicando que a acessibilidade da microbiota do rúmen à BPF seria semelhante para todos os genótipos.

Para os tecidos com a parede celular espessa, BPF+TV+ESC, verificou-se interação entre genótipos x cortes ( $p = 0,01732$ ) (Tabela 10). No primeiro corte, quatro grupos foram compostos, onde PM30, cv. Milênio, PM36, cv. Mombaça, cv. Tanzânia e PM41 apresentaram o maior somatório destes tecidos, média de 41,0%. Nos sete genótipos do segundo grupo observou-se 38,9%, e nos do terceiro grupo, nove, 36,5% de BPF+TV+ESC. Os genótipos PM36, PM30, PM41, cv. Milênio e cv. Mombaça encontraram-se, nos dois cortes, entre os com maiores proporções de tecidos com parede celular espessa. Provavelmente, os com maior potencial de acúmulo de massa.

Tabela 10. Proporção relativa, na seção transversal, de lâminas foliares dos 23 genótipos de *Panicum maximum* nos dois cortes

Mesofilo/BPF				BPF+TV+ESC			
1º Corte		2º Corte		1º Corte		2º Corte	
Genótipo	Médias*	Genótipo	Médias*	Genótipo	Médias*	Genótipo	Médias*
Aruana	1,35 <sup>a</sup>	Aruana	1,34 <sup>a</sup>	PM30	42,28 <sup>a</sup>	PM36	40,00 <sup>a</sup>
PM40	1,33 <sup>a</sup>	PM40	1,33 <sup>a</sup>	Milênio	41,22 <sup>a</sup>	PM30	38,84 <sup>a</sup>
PM39	1,29 <sup>a</sup>	PM43	1,30 <sup>a</sup>	PM36	40,95 <sup>a</sup>	PM33	38,81 <sup>a</sup>
PM46	1,27 <sup>a</sup>	PM46	1,27 <sup>a</sup>	Mombaça	40,75 <sup>a</sup>	PM35	38,26 <sup>a</sup>
PM34	1,23 <sup>a</sup>	PM42	1,26 <sup>a</sup>	Tanzânia	40,50 <sup>a</sup>	PM39	37,98 <sup>a</sup>
PM47	1,23 <sup>a</sup>	Mombaça	1,23 <sup>a</sup>	PM41	40,30 <sup>a</sup>	PM38	37,90 <sup>a</sup>
PM43	1,18 <sup>b</sup>	PM34	1,23 <sup>a</sup>	PM33	39,72 <sup>b</sup>	PM41	37,65 <sup>a</sup>
PM44	1,18 <sup>b</sup>	Tanzânia	1,21 <sup>a</sup>	PM34	38,99 <sup>b</sup>	PM47	37,00 <sup>a</sup>
PM35	1,17 <sup>b</sup>	PM41	1,21 <sup>a</sup>	PM35	38,97 <sup>b</sup>	PM32	36,94 <sup>a</sup>
PM32	1,16 <sup>b</sup>	Milênio	1,21 <sup>a</sup>	PM32	38,77 <sup>b</sup>	Milênio	36,86 <sup>a</sup>
PM38	1,14 <sup>b</sup>	PM44	1,19 <sup>a</sup>	PM37	38,68 <sup>b</sup>	PM37	36,79 <sup>a</sup>
PM42	1,14 <sup>b</sup>	PM31	1,14 <sup>b</sup>	PM38	38,60 <sup>b</sup>	Mombaça	36,70 <sup>a</sup>
PM33	1,13 <sup>b</sup>	PM38	1,12 <sup>b</sup>	PM42	38,33 <sup>b</sup>	PM45	36,56 <sup>a</sup>
PM31	1,12 <sup>b</sup>	PM39	1,12 <sup>b</sup>	PM44	37,26 <sup>c</sup>	Massai	36,45 <sup>a</sup>
Massai	1,10 <sup>b</sup>	Massai	1,12 <sup>b</sup>	Massai	37,23 <sup>c</sup>	PM34	36,38 <sup>a</sup>
PM45	1,09 <sup>b</sup>	PM35	1,11 <sup>b</sup>	PM31	36,83 <sup>c</sup>	PM44	36,27 <sup>a</sup>
PM37	1,08 <sup>b</sup>	PM30	1,10 <sup>b</sup>	PM47	36,55 <sup>c</sup>	PM46	35,96 <sup>b</sup>
PM41	1,08 <sup>b</sup>	PM37	1,10 <sup>b</sup>	PM45	36,44 <sup>c</sup>	Tanzânia	35,87 <sup>b</sup>
Tanzânia	1,06 <sup>b</sup>	PM45	1,10 <sup>b</sup>	PM43	36,22 <sup>c</sup>	PM42	35,49 <sup>b</sup>
PM36	1,04 <sup>b</sup>	PM47	1,10 <sup>b</sup>	PM46	36,08 <sup>c</sup>	PM31	35,32 <sup>b</sup>
Milênio	1,04 <sup>b</sup>	PM32	1,08 <sup>b</sup>	PM39	35,96 <sup>c</sup>	PM40	35,06 <sup>b</sup>
PM30	1,03 <sup>b</sup>	PM33	1,08 <sup>b</sup>	PM40	35,68 <sup>c</sup>	Aruana	33,26 <sup>c</sup>
Mombaça	1,02 <sup>b</sup>	PM36	1,02 <sup>b</sup>	Aruana	33,07 <sup>d</sup>	PM43	32,18 <sup>c</sup>
$\bar{X} = 1,15 \pm 0,17$		$\bar{X} = 1,72 \pm 0,14$		$\bar{X} = 38,23 \pm 3,86$		$\bar{X} = 36,63 \pm 3,01$	
CV (%) = 7,43		CV (%) = 7,43		CV (%) = 3,85		CV (%) = 4,34	

BPF = bainha parenquimática dos feixes, ESC = esclerênquima, TV = tecido vascular. \* Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott.

Os genótipos de *P. maximum* que se destacaram quanto ao valor nutritivo, com base nas seguintes características anatômicas: maior proporção de mesofilo, BPF (quando estável), epiderme abaxial, adaxial + abaxial e menor de tecido vascular + esclerênquima foram: cv. Aruana, PM42, PM43, PM45, PM47 e cv. Tanzânia. Os genótipos que tiveram as menores proporções de mesofilo, BPF, epiderme adaxial +

abaxial e maiores de epiderme adaxial e tecido vascular + esclerênquima foram: cv. Massai, PM32, PM34, cv. Mombaça, PM30, PM35, PM36, PM38, PM41, PM37, PM39, PM40 e PM46.

Os genótipos PM33 e cv. Milênio apresentaram as maiores proporções de mesofilo e BPF, porém, as maiores de tecido vascular + esclerênquima. E o PM31 obteve as maiores proporções de epiderme abaxial, adaxial + abaxial e menores de tecido vascular + esclerênquima, no entanto, maiores proporções de epiderme adaxial e menores de mesofilo e BPF.

#### 4.2.2. Características morfofisiológicas

Considerando as avaliações morfofisiológicas, para área foliar específica e largura não houve interação significativa entre genótipo x corte ( $P = 0,09294$  e  $100,00$ , respectivamente) (Tabela 11). Quanto a área foliar específica, o genótipo PM45 apresentou a maior área específica, ( $227,0 \text{ cm}^2/\text{g}$ ) no primeiro grupo, não diferindo dos outros dez genótipos com média de  $184,7 \text{ cm}^2/\text{g}$ . O segundo grupo, composto por 12 genótipos apresentou em média  $155,1 \text{ cm}^2/\text{g}$ , com a menor e a maior média para os genótipos PM36 e PM32 ( $170,4$  e  $135,0 \text{ cm}^2/\text{g}$ , respectivamente) (Tabela 11).

A largura da lâmina foliar, segundo MacAdam e Mayland (2003), é a característica morfológica mais associada com a preferência animal. Nesse estudo, houve a formação de cinco grupos, sendo o primeiro composto pelos genótipos PM32 e PM41, com 2,6 e 2,4 cm, respectivamente. No segundo grupo, com oito genótipos a média variou de 2,2 a 2,0 cm. O terceiro apresentou em média 1,7 cm, sendo o maior com 1,9 (PM46) e menor 1,6 (PM44). No quarto grupo estão os genótipos PM38 e PM43 (média 1,3 cm). E o quinto grupo foi formado pelos genótipos que apresentaram as menores larguras, sendo cv. Aruana, PM37, PM45, cv. Massai e o PM31, com média de 0,9 cm (Tabela 11).

A interação entre genótipo x corte foi significativa para área foliar e comprimento ( $P = 0,01938$  e  $0,000013$ ). O agrupamento de médias para área foliar no primeiro corte, apresentou a formação de cinco grupos, apresentando em média: 549,3; 409,4; 327,7; 236,6 e  $115,2 \text{ cm}^2$ . O genótipo PM32, do primeiro grupo, foi diferente do segundo com cinco genótipos, onde o PM30 obteve a maior média e a cv. Mombaça a menor média do grupo. No terceiro grupo encontram-se sete genótipos variando de 373,4 a  $286,9 \text{ cm}^2$ . Os genótipos PM38, PM47, PM42 e PM44 estão no quarto grupo.

No quinto grupo, apesar da cv. Aruana ter a menor média (52,9 cm<sup>2</sup>) dos 23 genótipos foi semelhante aos outros cinco genótipos (Tabela 12).

Tabela 11. Médias das características morfofisiológicas de lâminas foliares de 23 genótipos de *Panicum maximum*

Área foliar específica (cm <sup>2</sup> )		Largura (cm)	
Genótipo	Médias *	Genótipo	Médias *
PM45	227,08 <sup>a</sup>	PM32	2,60 <sup>a</sup>
PM43	200,37 <sup>a</sup>	PM41	2,44 <sup>a</sup>
PM31	189,41 <sup>a</sup>	PM39	2,21 <sup>b</sup>
PM38	188,67 <sup>a</sup>	PM40	2,19 <sup>b</sup>
PM37	185,20 <sup>a</sup>	PM34	2,16 <sup>b</sup>
PM44	184,94 <sup>a</sup>	Mombaça	2,12 <sup>b</sup>
Massai	183,67 <sup>a</sup>	Milênio	2,12 <sup>b</sup>
Aruana	181,65 <sup>a</sup>	PM30	2,09 <sup>b</sup>
PM42	181,16 <sup>a</sup>	PM33	2,05 <sup>b</sup>
PM46	177,69 <sup>a</sup>	PM35	1,97 <sup>b</sup>
Tanzânia	174,46 <sup>a</sup>	PM46	1,86 <sup>c</sup>
PM36	170,39 <sup>b</sup>	Tanzânia	1,78 <sup>c</sup>
PM35	169,97 <sup>b</sup>	PM36	1,74 <sup>c</sup>
PM39	165,65 <sup>b</sup>	PM42	1,70 <sup>c</sup>
PM34	161,85 <sup>b</sup>	PM47	1,63 <sup>c</sup>
PM33	155,57 <sup>b</sup>	PM44	1,60 <sup>c</sup>
PM40	155,09 <sup>b</sup>	PM38	1,41 <sup>d</sup>
PM30	153,67 <sup>b</sup>	PM43	1,20 <sup>d</sup>
PM41	153,41 <sup>b</sup>	Aruana	1,04 <sup>e</sup>
PM47	149,07 <sup>b</sup>	PM37	1,01 <sup>e</sup>
Mombaça	148,14 <sup>b</sup>	PM45	0,94 <sup>e</sup>
Milênio	142,96 <sup>b</sup>	Massai	0,84 <sup>e</sup>
PM32	135,02 <sup>b</sup>	PM31	0,77 <sup>e</sup>
$\bar{X} = 171,09 \pm 51,67$		$\bar{X} = 1,80 \pm 1,3$	
CV (%) = 15,61		CV (%) = 14,09	

\*Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si 5% de probabilidade, pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott.

No segundo corte, para área foliar, os genótipos formaram quatro grupos. Oito genótipos encontram-se no primeiro grupo com média de 372,8 cm<sup>2</sup>. No segundo grupo encontram-se sete genótipos, sendo o PM34 com a maior média e o PM44 com a

menor média do grupo. Os genótipos PM47 e PM38 (202,4 e 186,3 cm<sup>2</sup>, respectivamente) formaram o terceiro grupo, ficando seis genótipos no quarto grupo com médias variando de 135,0 a 79,6 cm<sup>2</sup>.

Observou-se que os genótipos PM32, PM30 e PM33 apresentaram as maiores área foliar no primeiro corte, mas no segundo corte, variaram de posição dentro do grupo. Os genótipos cv. Tanzânia, PM36, PM38 e PM47 permaneceram no mesmo grupo nos dois cortes. Assim como, apesar da diminuição na área foliar do primeiro para o segundo corte em 26,7 cm<sup>2</sup>, não houve alteração de grupo, nem dentro do grupo para a cv. Aruana.

Para a característica morfofisiológica comprimento, no primeiro corte, ocorreu a formação de quatro grupos de genótipos. A cv. Mombaça e PM36 (68,3 e 60,8 cm, respectivamente) não diferiram de cinco genótipos no primeiro grupo. O segundo grupo apresentou em média 56,0 cm para oito genótipos. Houve semelhança entre sete genótipos no terceiro grupo, com média de 45,1 cm. A cv. Aruana foi diferente dos outros genótipos com a menor média, 20,4 cm.

O agrupamento dos genótipos no segundo corte apresentou menor discriminação entre os genótipos, apesar da formação dos mesmos quatro grupos. Dos 23 genótipos, 12 ficaram no primeiro grupo e oito no segundo grupo com médias de 47,1 e 38,03 cm, respectivamente. No terceiro grupo, os genótipos cv. Massai e PM43 foram em média 10,2 cm maiores que a cv. Aruana, compondo o quarto e último grupo (Tabela 12).

Apenas a cv. Aruana não variou entre os grupos, quando considerado os dois cortes. Os sete genótipos que compuseram o primeiro grupo do primeiro corte, permaneceram no mesmo grupo no segundo corte. A cv. Massai mudou do segundo para o terceiro grupo no segundo corte.

Com base na análise de correlação linear e canônica, as características morfofisiológicas que mais se correlacionaram com DIVMO e proteína bruta, conferindo maior valor nutritivo a lâmina foliar, foram área foliar específica e largura. As que menos se correlacionaram foram área foliar e comprimento. Sendo assim, os genótipos que apresentaram a maior área foliar específica, menor área foliar e menor comprimento foram: cv. Aruana, PM31, PM37, cv. Massai, PM38, PM42, PM43, PM44, PM45, PM46 e cv. Tanzânia. Os genótipos com as menores área foliar específica foram: cv. Milênio, cv. Mombaça, PM30, PM32, PM33, PM34, PM35, PM36, PM39, PM40, PM41 e PM47.

Tabela 12. Características morfofisiológicas de lâminas foliares de 23 genótipos de *Panicum maximum* nos dois cortes

Área foliar		Comprimento					
1º Corte		2º Corte		1º Corte		2º Corte	
Genótipo	Médias*	Genótipo	Médias*	Genótipo	Médias*	Genótipo	Médias*
PM32	549,31 <sup>a</sup>	PM41	408,93 <sup>a</sup>	Mombaça	68,26 <sup>a</sup>	PM33	50,36 <sup>a</sup>
PM30	445,77 <sup>b</sup>	PM39	404,89 <sup>a</sup>	PM32	67,52 <sup>a</sup>	PM41	50,22 <sup>a</sup>
PM33	408,39 <sup>b</sup>	PM33	401,03 <sup>a</sup>	Milênio	67,22 <sup>a</sup>	PM32	49,59 <sup>a</sup>
Milênio	406,14 <sup>b</sup>	PM32	388,41 <sup>a</sup>	PM30	66,91 <sup>a</sup>	PM35	48,80 <sup>a</sup>
PM34	400,25 <sup>b</sup>	PM46	352,66 <sup>a</sup>	PM41	61,93 <sup>a</sup>	PM39	48,51 <sup>a</sup>
Mombaça	386,67 <sup>b</sup>	PM30	348,56 <sup>a</sup>	PM35	61,50 <sup>a</sup>	PM30	48,00 <sup>a</sup>
PM35	373,38 <sup>c</sup>	PM40	345,46 <sup>a</sup>	PM36	60,83 <sup>a</sup>	Mombaça	46,24 <sup>a</sup>
Tanzânia	365,01 <sup>c</sup>	PM35	332,43 <sup>a</sup>	PM33	60,03 <sup>b</sup>	PM36	46,19 <sup>a</sup>
PM41	364,26 <sup>c</sup>	PM34	321,11 <sup>b</sup>	PM47	59,35 <sup>b</sup>	PM46	45,59 <sup>a</sup>
PM36	312,37 <sup>c</sup>	Mombaça	312,66 <sup>b</sup>	PM34	57,97 <sup>b</sup>	PM34	45,42 <sup>a</sup>
PM40	299,54 <sup>c</sup>	Tanzânia	285,28 <sup>b</sup>	Massai	54,56 <sup>b</sup>	Milênio	43,79 <sup>a</sup>
PM46	292,38 <sup>c</sup>	PM42	262,00 <sup>b</sup>	PM46	54,42 <sup>b</sup>	PM40	42,22 <sup>a</sup>
PM39	286,95 <sup>c</sup>	Milênio	261,87 <sup>b</sup>	PM38	54,17 <sup>b</sup>	PM44	39,67 <sup>b</sup>
PM38	246,48 <sup>d</sup>	PM36	251,17 <sup>b</sup>	PM39	53,84 <sup>b</sup>	PM47	39,32 <sup>b</sup>
PM47	241,97 <sup>d</sup>	PM44	242,97 <sup>b</sup>	PM40	53,46 <sup>b</sup>	PM42	38,99 <sup>b</sup>
PM42	239,03 <sup>d</sup>	PM47	202,43 <sup>c</sup>	PM37	49,04 <sup>c</sup>	Tanzânia	38,76 <sup>b</sup>
PM44	218,92 <sup>d</sup>	PM38	186,31 <sup>c</sup>	Tanzânia	48,97 <sup>c</sup>	PM31	37,59 <sup>b</sup>
PM43	159,04 <sup>e</sup>	PM37	134,95 <sup>d</sup>	PM44	45,57 <sup>c</sup>	PM38	37,17 <sup>b</sup>
PM37	140,13 <sup>e</sup>	PM45	125,42 <sup>d</sup>	PM31	45,56 <sup>c</sup>	PM37	37,03 <sup>b</sup>
Massai	138,15 <sup>e</sup>	PM43	110,10 <sup>d</sup>	PM42	45,53 <sup>c</sup>	PM45	35,74 <sup>b</sup>
PM31	100,81 <sup>e</sup>	Massai	109,29 <sup>d</sup>	PM43	43,99 <sup>c</sup>	Massai	31,23 <sup>c</sup>
PM45	100,33 <sup>e</sup>	PM31	89,55 <sup>d</sup>	PM45	36,74 <sup>c</sup>	PM43	28,97 <sup>c</sup>
Aruana	52,86 <sup>e</sup>	Aruana	79,57 <sup>d</sup>	Aruana	20,36 <sup>d</sup>	Aruana	19,85 <sup>d</sup>
$\bar{X} = 283,83 \pm 221,83$		$\bar{X} = 259 \pm 190,21$		$\bar{X} = 53,81 \pm 20,20$		$\bar{X} = 41,27 \pm 14,03$	
CV (%) = 23,13		CV (%) = 20,28		CV (%) = 10,32		CV (%) = 7,97	

\* Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de agrupamento de médias Scott-Knott.

Por meio da contribuição relativa das características no processo de dissimilaridade genética (Tabela 13), verificou-se no primeiro corte que as anatômicas contribuíram com 70% na formação dos grupos de genótipos. Dentre elas as com contribuições mais expressivas foram: tecido vascular + esclerênquima, BPF+TV+ESC, mesofilo e esclerênquima com 19,9, 15,4, 13,1 e 12,3%, respectivamente. No segundo

corde, houve um aumento de 4% na contribuição onde BPF+TV+ESC, BPF, tecido vascular, tecido vascular + esclerênquima e epiderme adaxial + abaxial, foram as mais expressivas com 39,0, 12,7, 9,0, 8,0 e 8,0% respectivamente.

Observou-se que a BPF (%) apresentou uma variação de 10,7% do primeiro para o segundo corte. Nesse corte houve queda na precipitação, indicando que a BPF (%) apresenta instabilidade fenotípica em função das mudanças climáticas. Essa variação influenciou as somas BPF+TV+ESC e mesofilo+BPF. Portanto essa característica é de difícil utilização no processo de seleção genética. Quando analisado o tecido vascular + esclerênquima (%), estes tecidos não apresentaram instabilidade fenotípica, podendo ser utilizados na seleção de genótipos mais promissores para valor nutritivo.

As características morfofisiológicas tiveram pouca ou nenhuma contribuição no processo de dissimilaridade genética, sendo 0,1, 0,2 e 0,5% no primeiro corte, no segundo e na conjunta, respectivamente (Tabela 13).

Tabela 13. Contribuição relativa (%) de 27 características para o processo de dissimilaridade genética dos 23 genótipos de *Panicum*

1º Corte		2º Corte		Conjunta	
Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
TV+ESC	19,93	BPF+TV+ESC	38,95	TV+ESC	19,38
BPF+TV+ESC	15,45	BPF	12,70	Mesofilo	17,32
FDA	14,66	TV	9,01	BPF	11,48
Mesofilo	13,13	TV+ESC	8,02	TV	10,75
Esclerênquima	12,26	Epiderme adaxial + abaxial	7,94	FDA	8,79
Hemicelulose	9,68	Mesofilo	7,47	Esclerênquima	6,27
FDN	4,65	Hemicelulose	3,49	BPF+TV+ESC	5,09
FDNi 288h	4,65	Epiderme adaxial	3,24	Hemicelulose	4,50
TV	4,51	FDA	3,04	Epiderme adaxial + abaxial	4,26
BPF	2,04	Esclerênquima	1,98	FDN	4,18
Epiderme adaxial + abaxial	1,77	Epiderme abaxial	1,72	Epiderme adaxial	3,00
Mesofilo+BPF	0,49	FDN	0,68	Mesofilo + BPF	1,22
FDNi 144h	0,47	Mesofilo + BPF	0,52	Epiderme abaxial	1,03
Epiderme abaxial	0,44	FDNi 288h	0,32	FDNi 288h	1,01
Celulose	0,10	FDNi 144h	0,22	FDNi 144h	0,69
Sílica	0,08	Celulose	0,14	Mesofilo/BPF	0,22
LIGs	0,08	Mesofilo/BPF	0,13	Comprimento	0,16
Epiderme adaxial	0,07	Sílica	0,08	Celulose	0,14
DIVMO	0,05	Largura	0,07	Largura	0,12
Proporção de folhas (%MS)	0,05	Área foliar	0,06	Área foliar	0,10
Largura	0,01	LIGper	0,05	LIGper	0,09
Comprimento	0,01	Proteína bruta	0,05	Sílica	0,09
LIGper	0,01	Área foliar específica	0,03	Proporção de folhas (%MS)	0,05
Mesofilo/BPF	0,01	Comprimento	0,03	LIGs	0,03
Área foliar	0,01	DIVMO	0,03	Área foliar específica	0,03
Proteína bruta	0,00	LIGs	0,02	Proteína bruta	0,01
Área foliar específica	0,00	Proporção de folhas (%MS)	0,01	DIVMO	0,01

BPF = bainha parenquimática dos feixes, ESC = esclerênquima, DIVMO = digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, FDA = fibra em detergente ácido, FDN = fibra em detergente neutro, FDNi = residuo indigestível da fibra em detergente neutro, LIGper = lignina (permanganato de potássio), LIGs = lignina (ácido sulfúrico), MS = matéria seca, TV = tecido vascular.

### 4.3. Análise multivariada

As análises multivariadas foram realizadas somente com características anatômicas, morfofisiológicas, químicas e biológicas das lâminas foliares que apresentaram efeito significativo nas análises de variância univariada e conjunta.

Não houve efeito de multicolinearidade entre os caracteres avaliados, permitindo a aplicação das técnicas de análise multivariada citadas no material e métodos. Para a formação do dendograma pelo método do vizinho mais próximo no primeiro corte considerou-se a maior distância 309,69 (obtida pela  $D^2$ ) com 100% de distância. No eixo X foram representadas as porcentagens das distâncias entre os acessos e no eixo Y foram representados os 23 acessos de *P. maximum*. O estudo da dissimilaridade genética entre os genótipos foi realizado utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis, de modo a obter dados consistentes auxiliando na diferenciação dos genótipos.

Por meio da análise de agrupamento obtida pela dissimilaridade genética de Mahalanobis ficou evidenciado que para o primeiro corte, com base no corte realizado sobre o dendograma, logo após os 70% de distância, ocorreu a formação de seis grupos. Sendo o grupo I composto pelos genótipos PM42, PM45, cv. Tanzânia, PM44, PM46, cv. Mombaça, PM39, PM38, PM34, PM47, PM43, cv. Aruana; grupo II: PM30, PM36 e cv. Milênio; grupo III: PM33, PM41 e PM32; grupo IV: PM31; grupo V: PM35, PM37 e cv. Massai e grupo VI: PM40 (Figura 3).

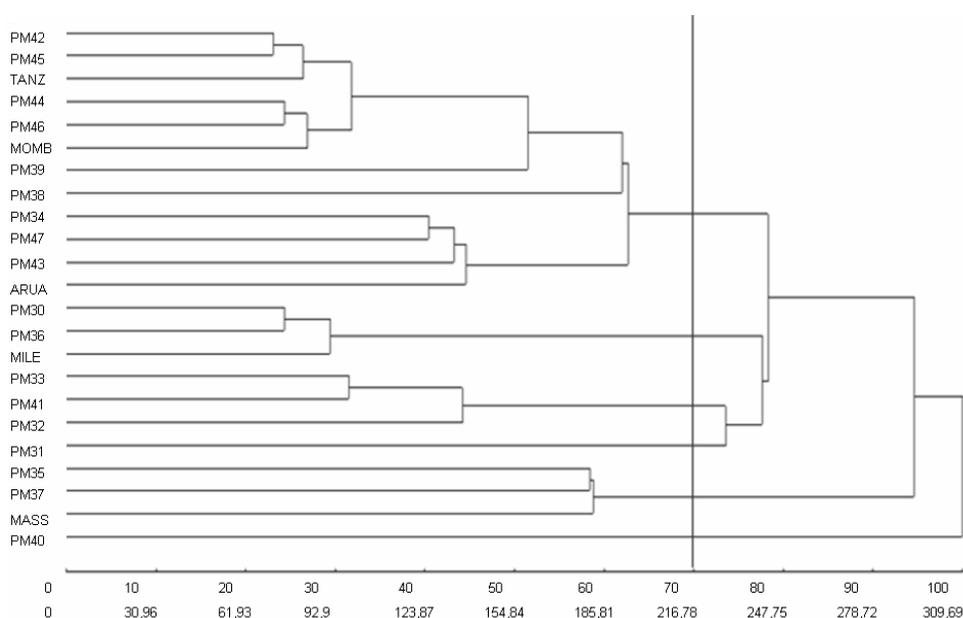


Figura 3. Dendrograma de dissimilaridades genéticas entre 23 genótipos de *Panicum maximum*, do primeiro corte, obtidos pelo método do vizinho mais próximo, utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis.

Pelo método da projeção de distâncias no plano pôde-se observar a formação de seis grupos bem distintos, sendo idênticos aos grupos apresentados pelos métodos de agrupamento de Tocher (Figura 4 e Tabela 14). No agrupamento pelo método de Tocher adota-se o critério de que a média das medidas de dissimilaridade, dentro de cada grupo, deve ser menor que as distâncias médias entre quaisquer grupos (Cruz & Regazzi, 1997).

Tabela 14. Grupos com padrões de comportamento similares estabelecidos pelo método de otimização de Tocher, com base em 27 características avaliadas em 23 genótipos de *Panicum maximum*, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) para o primeiro corte

Grupo	Genótipos
I	PM42, PM45, Tanzânia, PM39, Mombaça, PM46, PM44 e PM38
II	PM30, PM36, Milênio, PM32, PM33 e PM41
III	PM34, PM47, PM43 e Aruana
IV	PM35, PM37 e Massai
V	PM31
VI	PM40

Para simplificar a interpretação dos resultados, identificando genótipos similares em gráfico de dispersão bi ou tridimensional, utilizaram-se também as variáveis canônicas nesse estudo de divergência genética. A viabilidade de sua

utilização está restrita a concentração da variabilidade disponível entre as primeiras variáveis, como acima de 80% (Cruz & Regazzi, 1997). Neste trabalho as duas primeiras variáveis canônicas explicaram 91,89% da variação total.

Para o primeiro corte houve concordância para a formação dos grupos de genótipos entre o agrupamento de Tocher e a projeção das distâncias no plano. Entre esses métodos de divergência aplicados neste estudo e, seus elementos constituintes foram concordantes na quantidade de formação de grupos e na formação de seus elementos dentro de cada grupo. Com relação ao dendograma, ocorreu a formação de seis grupos, mas com diferença na formação dos genótipos dentro dos grupos.

Para Cruz & Regazzi (1997), os caracteres dispensáveis em estudos de divergência genética compreendem os que são relativamente não variantes entre os genótipos estudados, apresentam instabilidade com a mudança às condições ambientais, ou são redundantes, por estarem correlacionados com outros caracteres. Variáveis com pequena variabilidade ou que estão correlacionadas com outras consideradas no estudo apresentaram coeficientes de grande magnitude nos outros autovalores (Cruz & Carneiro, 2003).

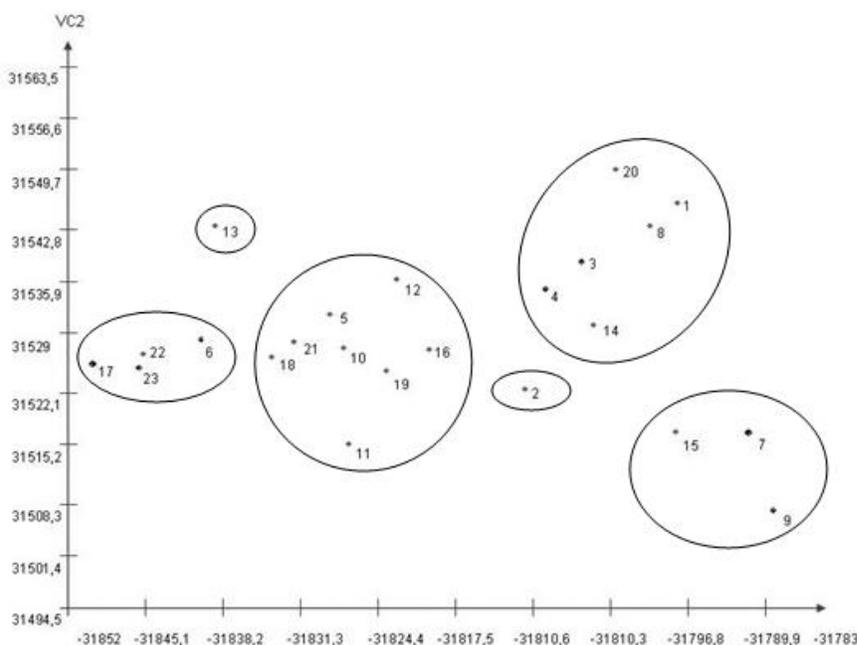


Figura 4. Projeção das distâncias no plano (projeção gráfica bidimensional) utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) em 23 genótipos de *Panicum maximum* para o primeiro corte

\* 1 (PM30); 2 (PM31); 3 (PM32); 4 (PM33); 5 (Mombaça); 6 (PM34); 7 (PM35); 8 (PM36); 9 (PM37); 10 (Tanzânia); 11 (PM38); 12 (PM39); 13 (PM40); 14 (PM41); 15 (Massai); 16 (PM42); 17 (PM43); 18 (PM44); 19 (PM45); 20 (Milênio); 21 (PM46); 22 (PM47) e 23 (Aruana).

No segundo corte, para a formação do dendograma considerou-se a maior distância, 492,38 (Obtida pela  $D^2$ ) como 100% de distância pelo método do vizinho mais próximo. Com base no corte realizado após os 40% de distância, resultou na formação de sete grupos, que foram: grupo I: cv. Tanzânia, PM 42, PM44, PM45, PM34, cv. Mombaça, PM46, PM47, PM31, cv. Massai, PM36, cv. Milênio e PM37; grupo II: PM40; grupo III: PM32, PM33 e PM39; grupo IV: PM30 e PM41; grupo V: PM35; grupo VI: PM43 e cv. Aruana e grupo VII: PM38 (Figura 5). Os grupos apresentados pelo método de Tocher para este corte são idênticos na quantidade, mas diferentes na formação dos genótipos dentro do grupo aos apresentados pelo dendograma da análise de dissimilaridade genética de Mahalanobis pelo método do vizinho mais próximo (Figura 5 e Tabela 15).

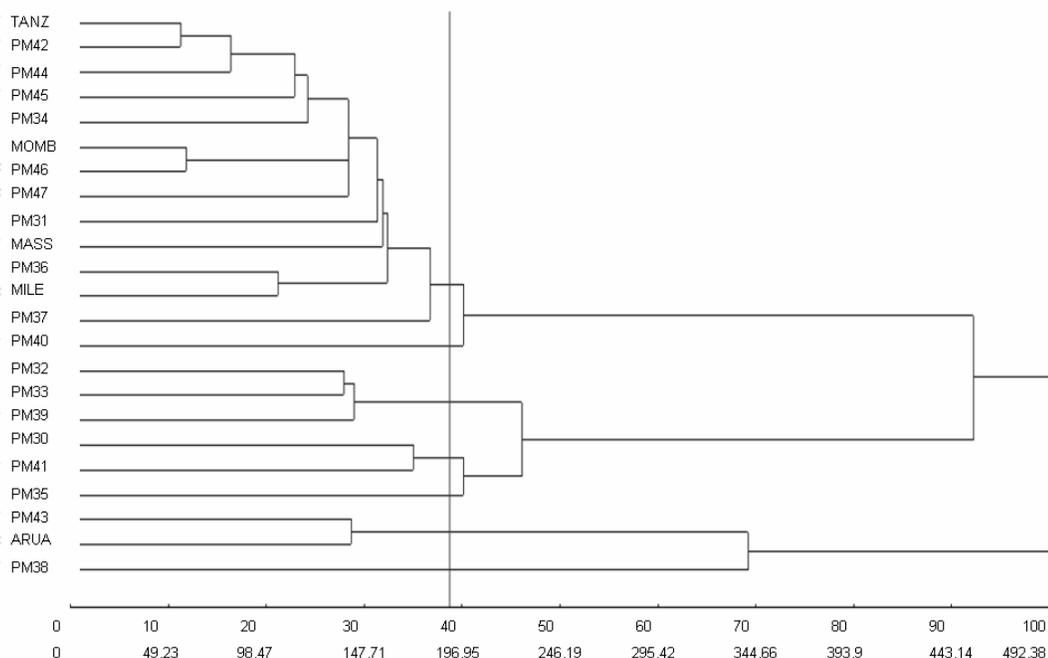


Figura 5. Dendograma de dissimilaridades genéticas entre 23 genótipos de *Panicum maximum*, do segundo corte, obtidos pelo método do vizinho mais próximo, utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis.

Tabela 15. Grupos com padrões de comportamento similares estabelecidos pelo método de otimização de Tocher, com base em 27 características avaliadas em 23 genótipos de *Panicum maximum*, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) para o segundo corte

Grupo	Genótipos
I	Tanzânia, PM 42, PM44, PM45, PM34, PM46, PM47, Mombaça e PM31
II	PM36 e Milênio
III	PM32, PM33, PM39, PM41, PM30 e PM35
IV	PM43 e Aruana
V	PM37 e Massai
VI	PM38
VII	PM40

A projeção da distância no plano apresentada para o segundo corte (Figura 6) apresenta a formação de sete grupos, sendo estes compostos pelos mesmos genótipos agrupados pelo método de Tocher (Tabela 15).

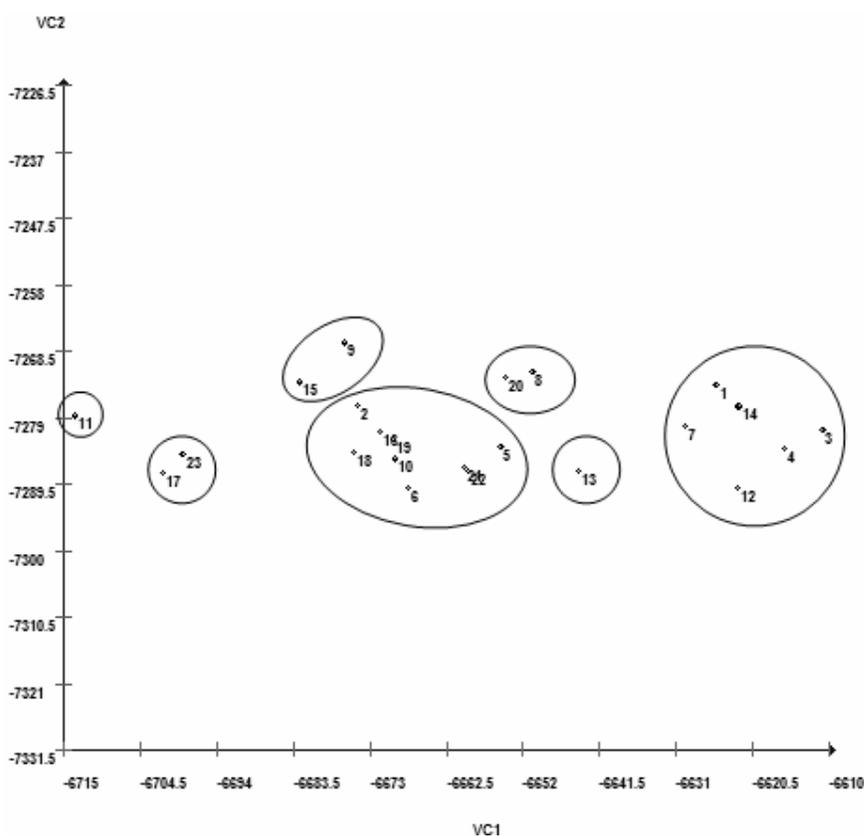


Figura 6. Projeção das distâncias no plano (projeção gráfica bidimensional) utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) em 23 genótipos de *Panicum maximum* para o segundo corte.

\* 1 (PM30); 2 (PM31); 3 (PM32); 4 (PM33); 5 (Mombaça); 6 (PM34); 7 (PM35); 8 (PM36); 9 (PM37); 10 (Tanzânia); 11 (PM38); 12 (PM39); 13 (PM40); 14 (PM41); 15 (Massai); 16 (PM42); 17 (PM43); 18 (PM44); 19 (PM45); 20 (Milênio); 21 (PM46); 22 (PM47) e 23 (Aruana).

Na avaliação conjunta, para a formação do dendograma pelo método do vizinho mais próximo, considerou-se a maior distância, 74,73 (Obtida pela  $D^2$ ) com 100% de distância. O corte efetuado próximo dos 60% de distância, resultou na formação de oito grupos: grupo I formado pelos genótipos cv. Tanzânia, PM44, PM42, PM38, PM47, PM45, PM39, PM40, cv. Mombaça, PM46 e PM34; grupo II: PM32, PM41 e PM33; grupo III: PM35; grupo IV: PM31; cv. Massai e PM37; grupo V: PM30 e cv. Milênio; grupo VI: PM36; grupo VII: PM43 e grupo VIII: cv. Aruana (Figura 7).

O método da projeção de distâncias no plano para a avaliação conjunta (Figura 8) apresentou a formação de oito grupos, não se diferenciando do agrupamento formado pelos métodos de Tocher (Tabela 16). Por meio do dendograma de dissimilaridade genética para a avaliação conjunta observou-se diferença na formação dos genótipos entre os grupos mantendo a mesma quantidade de grupos.

O método de agrupamento de genótipos Tocher foi o que melhor explicou a formação dos grupos, sendo semelhante ao agrupamento de médias por Scott-Knott, seguido da dispersão gráfica utilizando-se a distância de Mahalanobis e então o dendograma de dissimilaridade genética.

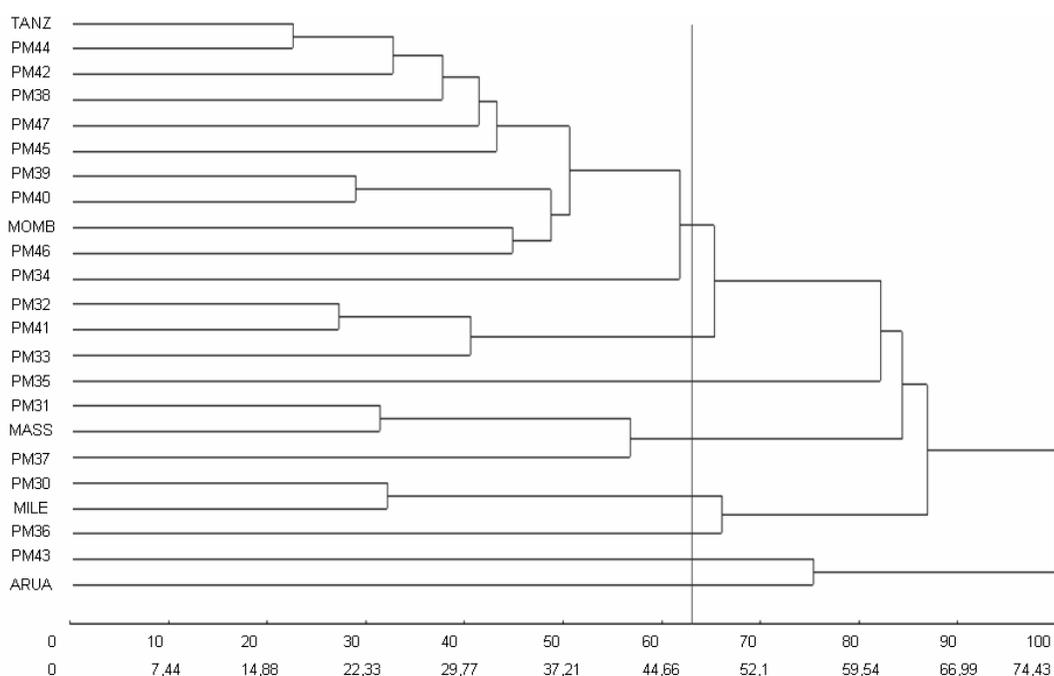


Figura 7. Dendograma de dissimilaridades genéticas entre 23 genótipos de *Panicum maximum*, da avaliação conjunta, obtidos pelo método do vizinho mais próximo, utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis.

Tabela 16. Grupos com padrões de comportamento similares estabelecidos pelo método de otimização de Tocher, com base em 27 características avaliadas em 23 genótipos de *Panicum maximum*, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) para a avaliação conjunta

Grupo	Genótipos
I	Tanzânia, PM44, PM38, PM47, PM45, PM46 e PM42
II	PM32, PM41 e PM33
III	PM39, PM40, Mombaça e PM34
IV	PM31 e Massai
V	PM30, Milênio e PM36
VI	PM43 e Aruana
VII	PM35
VIII	PM37

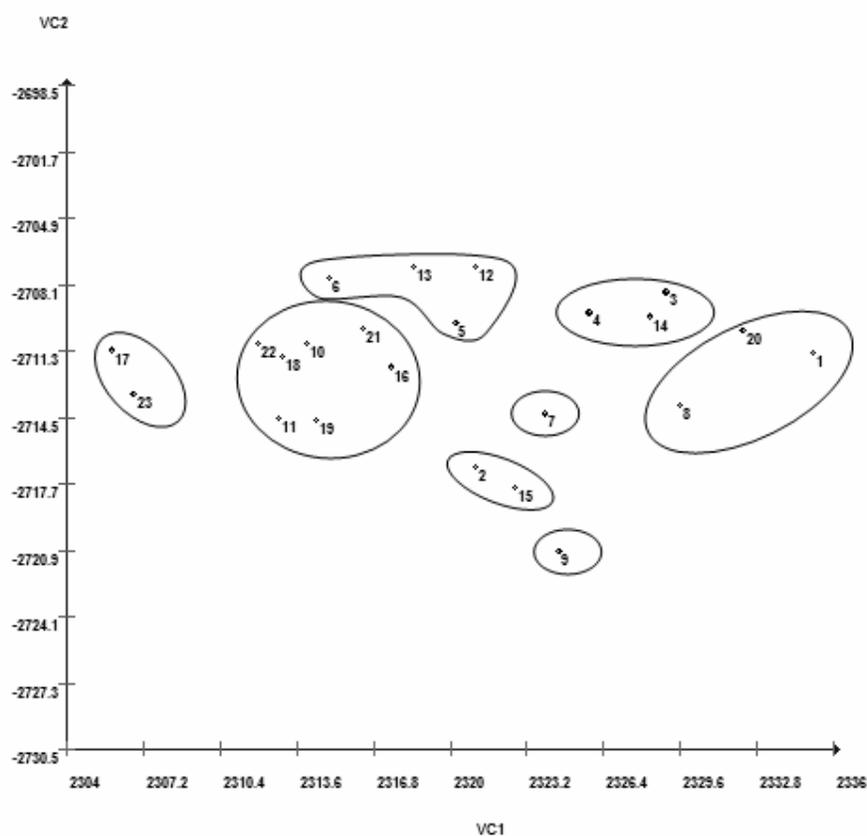


Figura 8. Projeção das distâncias no plano (projeção gráfica bidimensional) utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis ( $D^2$ ) em 23 genótipos de *Panicum maximum* para a avaliação conjunta.

\* 1 (PM30); 2 (PM31); 3 (PM32); 4 (PM33); 5 (Mombaça); 6 (PM34); 7 (PM35); 8 (PM36); 9 (PM37); 10 (Tanzânia); 11 (PM38); 12 (PM39); 13 (PM40); 14 (PM41); 15 (Massai); 16 (PM42); 17 (PM43); 18 (PM44); 19 (PM45); 20 (Milênio); 21 (PM46); 22 (PM47) e 23 (Aruana).

## 5. CONCLUSÕES

As características anatômicas, epiderme adaxial, epiderme abaxial, epiderme adaxial + abaxial, mesofilo e tecido vascular + esclerênquima, e as morfofisiológicas, área foliar específica, área foliar e comprimento, foram as que melhor discriminaram os genótipos. E dentre as características morfofisiológicas a área foliar específica pode ser utilizada como um caractere de fácil mensuração e baixo custo para discriminar genótipos quanto ao potencial qualitativo na fase inicial de avaliação. A bainha parenquimática dos feixes e a largura apresentaram instabilidade fenotípica não sendo recomendadas para discriminar os grupos de genótipos.

Os genótipos que se destacaram quanto ao potencial qualitativo, em função das características anatômicas foram: cv. Aruana, PM42, PM43, PM45, PM47 e cv. Tanzânia. Quanto às características morfofisiológicas, os genótipos cv. Aruana, PM31, PM37, cv. Massai, PM38, PM42, PM43, PM44, PM45, PM46 e cv. Tanzânia apresentaram as maiores área foliar específica. Portanto, para este trabalho, os melhores genótipos foram: cv. Aruana, PM42, PM43, PM45 e cv. Tanzânia.

Das análises multivariadas, destacou-se o método de Tocher por explicar melhor o agrupamento de genótipos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKIN, D.E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agronomy Journal**, v.8, n.1, p.117-125, 1989.
- AKIN, D.E.; AMOS, H.E. Rumen bacterial degradation of forage cell walls investigated by electron microscopy. **Applied Microbiology**, v.29, n.5, p.692-701, 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.; CHESSON, A. Lignification as the major factor limiting forage feeding value especially in warm conditions. In: **INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS**, 16, 1989. Nice, France. *Proceedings...* Nice, p.1753-1760, 1989.
- 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.; ALGUINI, Y.; RODELLA, R.A.; DESCHAMPS, F.C. Alterações ecológicas de três ecotipos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), após digestão in vitro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora. SBZ, n.291, 1997.
- BATISTOTI, C. **Quantificação morfoanatômica de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum***. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 63 p. 2006.
- BRÂNCIO, P. A.; JUNIOR, D. DO N.; EUCLIDES, V. P. B.; FONSECA, D. M.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; BARBOSA, R. A. Avaliação de Três Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob Pastejo: Composição da Dieta, Consumo de Matéria Seca e Ganho de Peso Animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1037-1044, 2003.
- BRÂNCIO, P.A.; JUNIOR, D. DO N.; EUCLIDES, V.P.B.; REGAZZI, A.J.; ALMEIDA, R.G. DE; FONSECA, D.M. DA. BARBOSA, R.A. Avaliação de Três Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob Pastejo. Composição Química e Digestibilidade da Forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1605-1613, 2002.
- BURTON, G.W. Developing better forages for the south. **Journal of Animal Science**, v.63, n.3, p.955-961, 1986.

CARPEJANI; G.C. **Divergência genética de *Panicum maximum* para caracteres qualitativos e quantitativos com base em análise multivariada.** Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Universidade Federal da Grande Dourados, 74 p. 2007.

CASLER, M. D. & CARPENTER, J. A. Morphological and chemical responses to selection for in vitro dry matter digestibility in smooth bromegrass. **Crop Science**, v.29, p.924–928, 1989.

CHESSON, A.; FORSBERG, C.W. Polysaccharide degradation by rumen microorganisms. In: HOBSON, P.N. (Ed.) The rumen microbial ecosystem. London: **Elsevier Applied Science**, p. 251-284, 1988.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística.** Viçosa: Imprensa Universitária, 648p. 2006.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa: UFV, 585p. 2003.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** Viçosa: UFV, 390p. 1997.

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. Colônia como planta pioneira. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 305-314, 1995. EMBRAPA GADO DE CORTE. Capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai): Alternativa para diversificação de pastagens. Campo Grande: **Embrapa Gado de Corte**, 8p (Comunicado Técnico, 69). 2001.

ENGELS, F.M.; JUNG, H.G. Alfafa stem tissues: cell-wall development and lignification. **Annals of Botany**, v.82, n.5, p.561-568, 1998.

EUCLIDES, V.P.B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.245-273, 1995.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VIEIRA, A.; OLIVEIRA, M.P. Evaluation of *Panicum maximum* cultivars under grazing. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North. **Proceedings...** Palmerston North: New Zealand Grassland Association, p.1999-2000, 1993.

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.

GENES. **Programa Genes: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. 2007.** Disponível em: <http://www.ufv.br/dbg/genes/gdown.htm>. Acesso em: 07 jan. 2008.

GRABBER, J.H.; JUNG, G.A. In vitro disappearance of carbohydrates, phenolic acids, and lignin from parenchyma and sclerenchyma cell walls isolated from cocksfoot. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.57, n.1, p.315-323, 1991.

GUO, D.; CHEN, F.; WHEELER, J. et al. Improvement of in-rumen digestibility of alfalfa forage by genetic manipulation of lignin O-methyltransferases. **Transgenic Research**, v.10, n.5, p.457-464, 2001.

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, n.1, p.98-102, 1973.

HARBERS, L.H.; BRAZLE, F.K.; RAITEN, D.J.; OWENSBY, C.E. (Eds.). Microbial degradation of smooth brome and tall fescue observed by scanning electron microscopy. **Journal of Animal Science**, v.51, n.2, 1981, p.439-446.

HERLING, R. V.; BRAGA, J. G.; LUZ, P. H. DE C.; OTANI, L. Tobiata, Tanzânia e Mombaça. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 17, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 89-131, 2001.

JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 21-58, 1995.

JANK, L., VALLE, C.B. do, CARVALHO, J. de, CALIXTO, S. Evaluation of guineagrass (*Panicum maximum* Jacq) hybrids in Brazil. **Proceeding of the XIX International Grassland Congress**, Sao Pedro, 498-499, 2001.

JANK, L.; RESENDE, R. M. S.; CALIXTO, S.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B. do. Preliminary performance of *Panicum maximum* accessions and hybrids in Brazil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS. 20, 2005, Dublin. **Proceedings...** Dublin: Wageningen Academic Publishers, p. 109, 2005.

JUNG, H.G.; ENGELS, F.M. Alfafa stem tissues: deposition, composition, and degradability. **Crop Science**, v.42, n.2, p.529-537, 2002.

LEMPP, B.; EUCLIDES, V.P.B.; MORAIS, M. da G.; VICTOR, D.M.. Observation of bundle sheath digestion of *Panicum maximum*. In: XIX International Grassland Congress, 2001, Piracicaba. 19. Proceedings XIX International Grassland Congress. p. 100-1004, 2001.

LEMPP, B. **Avaliações qualitativas, químicas, biológicas e anatômicas de lâminas de *Panicum maximum* Jacq. cv. Aruana e Vencedor.** Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 148p. 1997.

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.

LEMPP, B.; EZEQUIEL, J.M.B.; DAMIÃO FILHO, C.F.; ZIMMER, A.H.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E.B. Avaliação de *Panicum maximum* Jacq. cvs. Aruana e Vencedor. III. Observações microscópicas do resíduo da digestão. **Revista Brasileira de Zootecnia.** (no prelo) 2007.

LEMPP, B.; KICHEIL, A. G.; MIRANDA, C.H.B. et al. Proporção e arranjo de tecidos em lâminas foliares de *Panicum maximum* cv. Massai. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** CD-ROM. Forragicultura. FORR-072. 2004.

LEMPP, B.; VALLE, C. B. DO; RESENDE, R. M. S.; GOMES, R. A.; MORAIS, M. DA G.; LUCENA, K. C. DE. Avaliação do desaparecimento de tecidos de lâminas foliares de três famílias de meios-irmãos de *Brachiaria*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** CD-ROM, 2006.

MACADAM, J.W.; MAYLAND, H.F. The relationship of leaf strength to catleattle preference in tall fescue cultivars. **Agronomy of Journal**, v.95, p.414-419, 2003.

MAHALANOBIS, P.C. On the generalized distance in statistics. **Proceedings of the National Institute Science**, New Delhi, v. 2, p. 49-55, 1936.

MASAOKA, Y.; WILSON, J.R.; HACKER, J.B. Selecting for nutritive value in *Digitaria milaniana* 3. Relation of chemical composition and morphological and anatomical characteristics to the difference in digestibility of divergently selected full sibs, and comparison with *D. eriantha* ssp. *pentzii* (pangola grass). **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.31, p.631-638, 1991.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K. et al. Tiller dynamics of grazed swards. MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. et al. (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Curitiba: PR. p.109-133, 1999.

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

MILFORD, R.; MINSON, D. J. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9. **Anais...** São Paulo: Alarico, p. 815 – 822. 1966.

- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 483p. 1990.
- MOORE, J.E., MOTT, G.O. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. In: MATCHES, A.G. Anti quality components of forages. **Madison: CSSA**, Special publication, n.4, p.53-98, 1973.
- MOTOMURA, H.; FUJII, T.; SUZUKI, M. Silica deposition in abaxial epiderms before the opening of leaf blades of *Pleiobastus chino* (Poaceae, Bambusoideae). **Annals of Botany**, v.37, p. 513-519, 2006.
- MOTT, G.O. Evaluacion de la producción de forrajes. In: HUGHES, H.D.; HEATH, M.E.; METCALF D.S. (Eds). **Forrajes – la ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos**. México. 1970.
- PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; SILVA, E. A. M. DA; QUEIROZ, D. S. Características anatômicas de lâminas foliares e colmos em diferentes idades e níveis de inserção no perfilho de gramíneas forrageiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** CD-ROM. Forragicultura FORR-0328, 2000.
- PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S.; DA SILVA, E.A.M. Correlações entre componentes anatômicos, químicos e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de gramíneas forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, supl.1, p.955-963, 2001.
- 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.
- RADFORD, P.J. Growth analysis formulae - their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v.7, n.3, p. 171-5, 1967.
- RESENDE, R.M.S, JANK, L., VALLE, C.B. do, BONATO, A.L.V. Biometrical analysis and selection of tetraploid progenies of *Panicum maximum* using mixed model method. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39, 335-341, 2004.
- SAS. SAS User's Guide: Statistics: 5 ed., Cary: SAS Institute, p.956, 1998.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M. Acuster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, p. 507-512, 1974.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, J.F. **Biometry: the principles and practice of statistics in biological practice of statistics in biological research** (3° ed) Ed.. Freeman, W.H and company. New York, 1995. 850 p, 1995..
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2ª Ed. New York: Cornell University. 475p. 1994.

WILKINS, R. J. The potential digestibility of cellulose in grasses and its relationships with chemical and anatomical parameters. **Journal of Animal Science**, v.78, n.3, p.457-464, 1972.

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 of Agricultural Science**, v.39, n.1, p.31-48, 1991.

WILSON, J. R., HATFIELD, R. D. Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: consequences for fiber degradation by rumen micro flora. **Journal of Agriculture**, v.48, p.165-180, 1997.

WILSON, J.R & HATTERSLEY, P.W. Anatomical characteristics and digestibility of leaves of *Panicum* and other grass genera with C3 and different types of C4 photosynthetic pathway. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.40, p.125-136, 1989.

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, p.1-27, 1993.

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

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 dry matter digestibility of C3, C4, and C3/C4 intermediate types of *Panicum* species. **Crop Science**, v.23, n.1, p.141-146, 1983.

WILSON, J.R., MINSON, D.J. Prospect for improving the digestibility and intake of tropical grasses. **Tropical Grasslands**, v.14, n.3, p.253-259, 1980.