



COMPARAÇÃO MORFOANATÔMICA DO CAULE E FOLHA DE *Panicum maximum* (JACQ.) CV MOMBAÇA EM DOIS SISTEMAS DE PASTAGENS

Norberto Gomes Ribeiro Júnior¹, Ana Paula Ramos Ariano¹, Margareth Aparecida dos Santos¹, Wagner Gervazio¹, Ivone Vieira da Silva²

¹Mestrando(a) em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos da Universidade do Estado de Mato Grosso (biologo_norbertojunior@hotmail.com)

²Professora Doutora da Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias da Universidade do Estado de Mato Grosso, caixa postal 324, Alta Floresta, Brasil

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

RESUMO

Estudos de anatomia, fisiologia e morfologia podem muitas vezes ser úteis para que se possa estabelecer uma estratégia ideal de manejo do pasto. A relação entre a anatomia do caule e da folha e a medida pela proporção de tecidos da forrageira têm despertado interesse dos pesquisadores. Estudos da anatomia da forragem podem colaborar para aumentar o grau de conhecimento sobre os fatores que limitam a utilização das forrageiras pelos ruminantes. O objetivo deste trabalho foi comparar as características morfoanatômicas de caule, lâmina foliar e bainha de *Panicum maximum* Jacq. cv Mombaça nos sistemas convencional de pastagem e silvipastoril. O trabalho morfoanatômico foi desenvolvido no Laboratório de Biologia Vegetal/ UNEMAT/AF. Cada planta foi dividida em três partes, selecionando a folha mediana, retirando-se dela a porção média da lâmina e da bainha foliar, bem como a porção média do entrenó recoberto pela bainha. Foi mensurada altura total das plantas, comprimento e largura da lâmina, da bainha foliar, do entrenó. Para o estudo anatômico, realizou-se cortes transversais a mão livre, com auxílio de uma lâmina de barbear, sendo corados com fucsina e azul de astra. Verificou-se que nos indivíduos estudados não houveram diferenças significativas quanto aos aspectos morfológicos entre os diferentes sistemas de pastagens. Contudo, pode ser observada pequena diferença de tamanho entre as plantas dos dois sistemas. Foram observadas diferenças anatômicas entre os indivíduos de áreas distintas, com sensível aumento da área foliar, diminuição de fibras e do espessamento da parede celular em plantas do sistema silvipastoris.

PALAVRAS-CHAVE: Anatomia; sistema convencional de pastagem; sistema silvipastoril.

MORPHOANATOMICAL COMPARISON OF THE STALK AND LEAF OF THE *Panicum maximum* JACQ. CV MOMBAÇA WITHIN TWO PASTURE SYSTEMS

ABSTRACT

Anatomy, physiology and morphology studies can many times be helpful to establish an ideal strategy of the pasture management. The relationship between stalk anatomy, leaf and the measure by the proportion of forage tissues had aroused interest from researchers. Anatomical studies of the forage can collaborate to increase the level of knowledge about the factors that limit the use of forage by ruminants. The goal of these studies were to compare morphoanatomical

characteristics of stalk, leaf blade and sheath of *Panicum maximum* Jacq. cv Mombaça on conventional systems of pasture and silvopastoral. The morphoanatomical work was developed in the Laboratory of Plant Biology / UNEMAT / AF. Each plant was divided in three shares, selecting the median leaf, withdrawing it the middle portion of the blade and leaf sheath and middle portion of internode covered by the sheath. It was measured total height, length and width of blade, leaf sheath and internode. For the anatomical study, there was a transverse hand sections with the aid of a razor blade, and stained with fuchsin and astra blue. It was found that in the subjects studied there was no significant difference in the morphology between different pasture systems. However, little difference in size between the plants of the two systems can be observed. Anatomical differences were observed between individuals from different areas, with significant increases in leaf area, a decrease of fibers and thickening of the cell wall in plants of silvopastoral system.

KEYWORDS: Anatomy; conventional system of pasture; silvopastoral system.

INTRODUÇÃO

No Brasil, as pastagens com monoculturas de gramíneas ocupam, aproximadamente 180 milhões de hectares. Essa fonte de alimentação é relevante quando é levada em consideração sua competitividade econômica, relacionada com sistemas que adotam resíduos agroindustriais, cereais e silagens como base da alimentação animal. O uso de pastagens como principal fonte de alimento para ruminantes é comprovadamente a alternativa mais barata de alimentação dos rebanhos (HODGSON, 1990; MACEDO, 2009).

Porém, com o passar dos anos, as pastagens tornam-se degradadas, devido a problemas como a superlotação, o uso intensivo, a compactação e o declínio da fertilidade dos solos, entre outros. Dessa forma uma das principais limitações à sustentabilidade dos sistemas de produção de bovinos baseados em pastagens, é a pastagem degradada, que reduz progressivamente a produtividade e o valor nutritivo das forrageiras (SILVA, 2007; MEDEIROS et al., 2011; MURGUEITIO et al., 2011).

Sistemas de produção alternativos são sugeridos na busca de aumento e/ou manutenção de produtividade, entre estes, a utilização de consórcio com outros cultivos são aplicados. A utilização de árvores em consórcio com forrageiras formam sistemas silvipastoris, sendo que alguns estudos têm indicado estímulo ao crescimento da parte aérea de forrageiras sob sombra, outros relatam a redução na produção de massa seca de forragem pelo efeito da redução da radiação solar. Logo, para o sucesso do sistema silvipastoril, é indispensável entender as interações entre sistemas forrageiro e arbóreo, verificar a qualidade e os componentes estruturais da pastagem, sendo isso importante para selecionar espécies forrageiras com potencial para uso em sistema silvipastoril (MACEDO, 2009; SOARES et al., 2009).

A relação entre a anatomia da folha e do colmo, medida pela proporção de tecidos, e a composição química da forrageira têm despertado interesse dos pesquisadores. Sendo assim, é necessário conhecer a estrutura básica da planta e a maneira segundo a qual seus órgãos funcionais e seu metabolismo são afetados pelos estresses comuns a um ambiente de pastagem, para ser possível a exploração do potencial de produção e crescimento de uma determinada espécie forrageira. Estudos de anatomia, fisiologia, morfologia, juntamente com o estudo da composição química e da digestibilidade, podem colaborar para aumentar o grau de conhecimento sobre os fatores que limitam a utilização das forrageiras pelos

ruminantes, podendo muitas vezes ser úteis para que se possa estabelecer uma estratégia ideal de manejo do pasto (MARTUSCELLO, 2004).

Para forrageiras temperadas os estudos de morfogênese se encontram em favorável estado de desenvolvimento, ao passo para as gramíneas tropicais esses estudos são ainda restritos, havendo grande necessidade de investigação (MARTUSCELLO, 2004; SIMÃO et al., 2012).

Tecidos vasculares lignificados com maiores quantidades de fibras, proporcionam menores taxas de digestibilidade, de acordo com AKIN et al. (1973), pode-se relacionar o potencial de digestibilidade de uma planta com os diferentes tecidos vegetais ou com tecidos específicos.

Neste caso, a anatomia da planta, especificamente o tipo de arranjo das células nos tecidos, a proporção de tecido e espessura da parede celular desempenham importante papel sobre a digestão de gramíneas forrageiras, tanto quanto, ou até mais que a composição da parede celular (WILSON & MERTENS, 1995). Nesta perspectiva, dentre as forrageiras de maior relevância para pastagens tropicais no Brasil, destaca-se o gênero *Panicum*, por serem plantas de potencial produtivo elevado (BASSO et al., 2010).

Plantas do gênero *Panicum* pertencem a família Poaceae, apresentando cerca de 81 gêneros e mais de 1460 espécies, no qual *Panicum maximum* Jacq., planta de origem africana é tida como uma das gramíneas mais difundidas no Brasil, sendo em área a principal gramínea do gênero cultivada em pastagens (SÓRIA et al., 2003).

A espécie *Panicum maximum* Jacq. é descrita como uma cultura perene, formadora de touceiras com sistema radicular profundo, com altura variável entre 60 e 2 metros, limbos foliares verdes escuros com 35 mm de largura que vão reduzindo-se para terminar em pontas finas, panículas com 12 a 40 cm de altura. A floração se concentra num curto período de tempo (30 dias), e a produção de sementes é da ordem de 140 kg ha⁻¹. Originária da África tropical até a África do Sul, em margens florestais, que ocupa solo recém-desmatado e em pastagens sob sombra rala de árvores, em geral, apresenta boa produtividade e elevado valor nutritivo. Por apresentarem susceptibilidade a doenças nas espiguetas, o cultivo visando a produção de sementes é impossibilitado em regiões com elevada umidade e temperatura (PIOTTO, 2012).

O objetivo deste trabalho foi comparar as características morfoanatômicas do caule, bainha e folha, de *Panicum maximum* Jacq. cv Mombaça nos sistemas convencional de pastagem e silvipastoril.

MATERIAL E MÉTODOS

O material botânico de *Panicum maximum* Jacq. cv Mombaça foi coletado em duas áreas, no mês de setembro de 2013. Situando-se no município de Alta Floresta, localizado na região do extremo norte do Estado de Mato Grosso, a 9°53'20.27"S de latitude sul e 56°15'36.10"O de latitude oeste. O município possui uma população de 49.164 habitantes e base territorial de 8.947,069 km² (IBGE, 2010). As áreas são de propriedade particular e estão distantes aproximadamente 8 km uma da outra, com as mesmas condições edafoclimáticas.

O clima, segundo o sistema de classificação de Köppen, é denominado Aw, caracterizado por apresentar duas estações bem definidas, uma seca, que vai de maio a setembro, e uma chuvosa, que vai de outubro a abril. A vegetação da região é caracterizada como Floresta Ombrófila Aberta e Densa que é a mais predominante, as outras são Floresta Estacional e Savana. Tem uma topografia

levemente plana, localiza-se a 700 m de altitude e possui precipitação média anual de 2007 mm (FERNANDES & SCARAMUZZA, 2007).

Foi coletado material botânico de duas áreas de aproximadamente 200 hectares cada: Na área 1 o sistema de pastejo é o convencional, sem a presença de vegetação arbórea, estando a pleno sol. Já na área 2, o pastejo é o sistema silvipastoril, com presença de vegetação arbórea nativa.

Coletou-se caules e folhas (lâmina e bainhas foliares) de *P. maximum* Jacq. cv. Mombaça de vinte e cinco indivíduos por área. As amostras foram coletadas de forma aleatória, percorrendo toda área. Foi anotado o número de perfilhos de cada indivíduo coletado.

O trabalho morfoanatômico foi desenvolvido no laboratório de Biologia Vegetal, da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Campus II de Alta Floresta/MT. Cada planta foi dividida em três partes (terço basal, mediano e apical). Para mensuração do comprimento total da planta, levou-se em consideração o primeiro (basal) e o último (apical) nó visível do caule. Anotou-se o número de folhas e a quantidade de nós de cada indivíduo. De cada parte selecionada foi coletada a folha mediana, retirando-se dela a porção média da lâmina e da bainha foliar, bem como a porção média do entrenó recoberto pela bainha amostrada. Esta metodologia foi adotada dos estudos de BRITO & RODELLA (2002).

A mensuração da altura total das plantas, comprimento e largura da lâmina, da bainha foliar, do entrenó, foi realizada com o auxílio de trena e o diâmetro do entrenó foi mensurado com um paquímetro. Para o estudo anatômico, realizou-se secções transversais a mão livre, com auxílio de lâmina de barbear, coradas com azul de astra e fucsina básica (JOHANSEN, 1940) e montadas em lâminas histológicas semipermanentes com gelatina glicerizada.

As amostras foram analisadas em microscópio fotônico trinocular Leica ICC50 (Objetivas: 4x, 10x, 40x, 100x) acoplado a um computador e analisadas no software LAZ EZ versão 1.7.0. A caracterização anatômica dos indivíduos estudados foram elencadas e mostradas em pranchas confeccionadas a partir das fotomicrografias. A mensuração dos tecidos do caule, bainha e folha foram obtidas através de medições em diferentes cortes transversais de cada indivíduo, com auxílio do programa Anati Quanti 2[®] UFV (AGUIAR et al., 2007).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as variáveis para os fatores quantitativos, quando significativas, foram submetidas à análise de regressão, utilizando o software Sisvar[®], versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 encontram-se os resultados referentes aos aspectos morfológicos da espécie em estudo, *Panicum maximum*, em dois sistemas de pastagem, o convencional, sem a presença de vegetação arbórea, estando a pleno sol, e o sistema silvipastoril com presença de vegetação nativa. Em ambos os sistemas, a morfometria não apresentou diferença estatística significativa. A análise estatística leva em consideração 25 perfilhos de cada área em questão, as variações dentro deste universo são expressas pelas letras que seguem as médias.

As medidas morfométricas da lâmina foliar não apresentaram diferença estatística significativa entre os dois sistemas de pastagens (Tabela 2), contudo pode ser observada diferença de tamanho entre as plantas dos dois sistemas. As plantas de pastagem à pleno sol são ligeiramente maiores que as de pastagem à sombra. Isso contraria a maioria dos resultados apresentados em experimentos

realizados sobre variância de luminosidade (DEINUN et al. 1996; CASTRO, 1999, GOBBI et al., 2011).

TABELA 1. Morfometria de *Panicum maximum* cv. Mombaça em pastagem a pleno sol e à sombra.

Morfometria	Ambientes	
	Pastagem a pleno sol	Pastagem à Sombra
Altura da planta (cm)	94,00 a	91,40 a
N. de folhas	6,35 a	6,25 a
N. de nós	5,40 a	5,40 a

Letras iguais minúsculas na linha e na coluna, não diferem significativamente ($p>0,05$), segundo o teste de Tukey.

Se for considerado não só comprimento, mas também a largura das folhas, as informações são condizentes com LAMBERS et al. (1998). BARRO et al. (2012) e VALENTE et al. (2011), afirmaram que sob condições de baixa irradiação as plantas investem maior proporção de fotoassimiladores e outros recursos na lâmina foliar, com objetivo principal de maior captação de luz incidente e aumentar a eficiência fotossintética da planta. Recurso que gera alterações morfológicas e também anatômicas conforme o grau de sombreamento ao qual as plantas ficam expostas. No presente estudo as variações morfológicas são relativamente pequenas, aumento de 3 centímetros em média no comprimento do limbo foliar e pouco mais de 2 centímetros no comprimento da bainha foliar e do entrenó caulinar, sempre para o sistema silvipastoril.

Nas amostras de caule (entrenó) houve aumento nas porções apical e mediana do sistema silvipastoril em comparação com as plantas a pleno sol, o mesmo não ocorreu para o entrenó basal. Uma hipótese que pode justificar tal situação é o fato de naturalmente esta área da planta permanecer sombreada pelo crescimento das porções superiores e não sofrer influencia do sombreamento. A relação entre os resultados também é visível, com folhas apresentando maior limbo foliar no sistema silvipastoril e também bainhas foliares maiores que as fixam no caule da planta.

CASTRO et al. (1999) afirmam que plantas desenvolvidas em baixa irradiância fotossintética, em contraste com aquelas em pleno sol, possuem entrenós mais longos e caules mais finos. Os experimentos realizados por estes e outros autores utilizam ambientes artificiais com taxas de sombreamento elevadas (30%, 50% ou mais), diferente do ambiente de desbaste seletivo com áreas espaçadas utilizadas no sistema silvipastoril do presente estudo, o que pode justificar a divergência parcial de resultados, tendo em vista que o caule das plantas da pastagem à sombra apresentam maior comprimento, mas diâmetro idêntico ao da pastagem a pleno sol.

TABELA 2. Morfometria das frações limbo, bainha foliar e entrenó de *Panicum maximum* (Jacq.) cv. Mombaça em dois sistemas de pastagens:

	Fração e Estrato	Pastagem a pleno sol	Pastagem à Sombra
Comprimento (cm)	Limbo Apical	62,63 a	69,57 a
	Limbo Mediano	89,8 a	88,57 a
	Limbo Basal	84,84 a	88,25 a
	Média (e)	79,09 a	82,13 a
Comprimento (cm)	Bainha apical	18,05 a	21,56 a
	Bainha mediana	20,75 a	22,30 a
	Bainha Basal	24,18 a	25,90 a
	Média (e)	20,99 a	23,25 a
Comprimento (cm)	Entrenó apical	12,07 a	17,20 a
	Entrenó mediano	17,90 a	22,17 a
	Entrenó Basal	27,07 a	24,47 a
	Média (e)	19,01 a	21,28 a
Largura (cm)	Limbo Apical	2,03 a	2,77 a
	Limbo Mediano	2,01 a	2,05 a
	Limbo Basal	1,89 a	2,04 a
	Média (e)	1,97 a	2,28 a
Largura (cm)	Bainha Apical	1,69 a	2,00 a
	Bainha Mediana	1,13 a	1,19 a
	Bainha Basal	1,50 a	1,35 a
	Média (e)	1,44 a	1,51 a
Diâmetro (mm)	Entrenó Apical	2,72 a	2,69 a
	Entrenó Mediano	3,56 a	3,92 a
	Entrenó Basal	4,17 a	4,27 a
	Média (e)	3,48 a	3,62 a

Letras iguais minúsculas na linha e na coluna, não diferem significativamente ($p>0,05$), segundo o teste de Tukey.

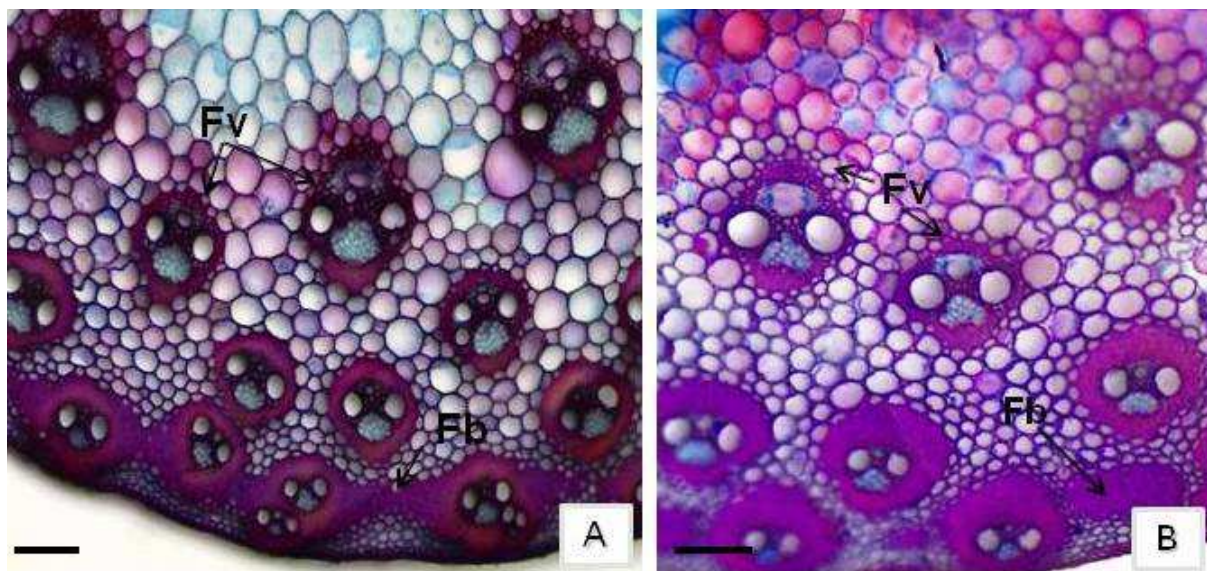
Morfoanatomia do caule

Nos dois ambientes analisados, o caule da espécie *Panicum maximum* é do tipo colmo, apresentando medula oca, assim como encontrado nas espécies *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf e *B. humidicola* (Rendle) Schweick. (Poaceae) (BRITO & RODELLA, 2002; GOMES et al., 2011).

No terceiro entrenó do ramo caulinar aéreo (Fig. 1A-B), a epiderme apresenta-se uniestratificada com paredes espessadas e lignificadas, com cutícula fina, estando descrito da mesma forma em *Brachiaria decumbens* por Silva (2007). A epiderme do caule de ambiente de sol (Fig. 1A), sobretudo possui células mais espessas comparando com o caule de ambiente de sombra (Fig. 1B). De acordo com MAZZONI-VIVEIROS & COSTA (2003), o tecido de revestimento externo protege a planta contra temperaturas extremas, provocadas, por exemplo, por fogo, geada e radiação solar. Evita superaquecimento das estruturas internas, constituindo-se num isolante térmico.

O córtex é formado por hipoderme unisseriada com algumas células de paredes espessas e lignificadas e o colênquima anelar, nos dois ambientes analisados. Ocorrem também no córtex grupos de fibras extravasculares, que em ambiente de sol (Fig. 1A) diferenciam-se das fibras de ambientes de sombra, formando faixas de fibras contínuas no entorno dos feixes vasculares, agregando-se

aos mesmos. Já em ambientes de sombra (Fig. 1B), as fibras possuem interrupções. Segundo KEPHART & BUXTON (1993), o sombreamento pode reduzir a disponibilidade de fotoassimilados utilizados para o desenvolvimento da parede celular secundária, contribuindo para a redução dos teores de fibra e aumentando a digestibilidade.



FIGURAS 1. Aspectos anatômicos do caule de *Panicum maximum* (JACQ.) cv. Mombaça em secção transversal.

Aspectos anatômicos do caule coletado em sistema convencional (Fig. A) e sistema silvipastoril (Fig. B), evidenciando epiderme, córtex com células parenquimáticas e fibras extravasculares, feixes vasculares colaterais circundados por fibras.

O cilindro vascular (Fig. 1A-B) pode ser dividido em duas regiões: região periférica (próxima ao córtex), onde os feixes vasculares são menores e mais próximos e as células parenquimáticas ao redor dos mesmos possuem paredes espessas e lignificadas, sendo que a calota de fibra do caule em ambiente de sombra, comparado com ambiente de sol é bem maior conforme se aproxima da periferia do córtex, formando um anel esclerenquimático. Segundo WILSON (1994), o esclerênquima frequentemente produz grande efeito na qualidade da forrageira, em decorrência da grande espessura de sua parede celular.

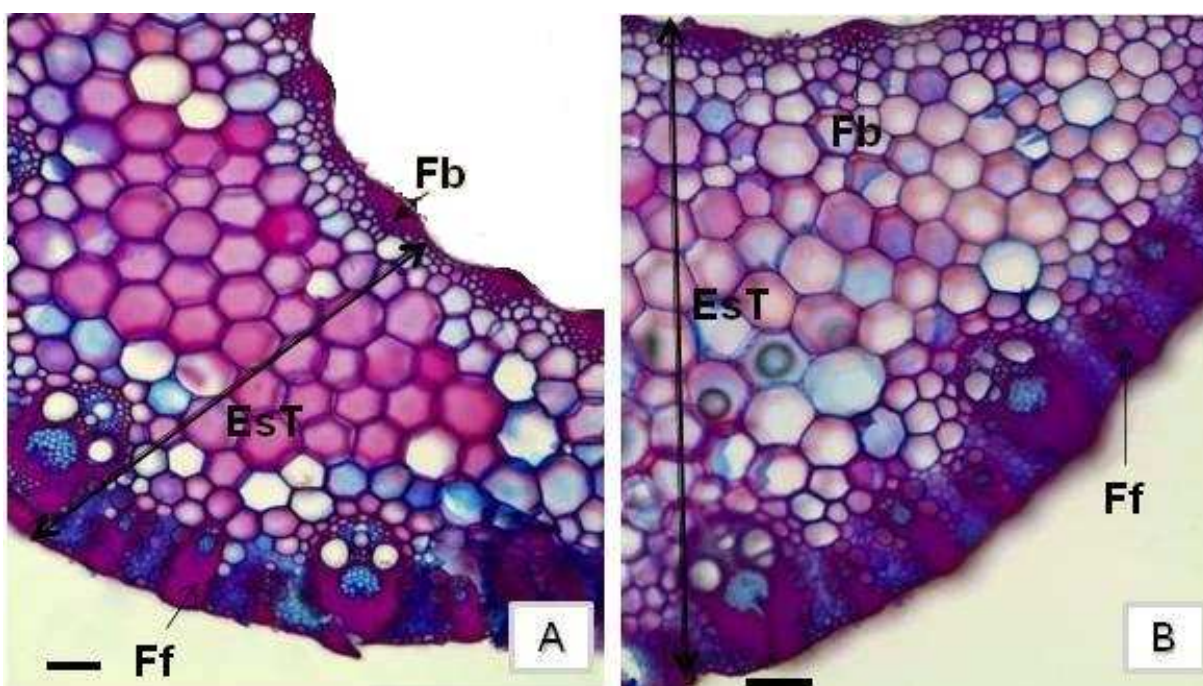
O floema encontra-se voltado para a periferia do caule e o xilema em oposição, da mesma forma como observado por BRITO & RODELLA (2002), em *Brachiaria brizantha* e *B. humidicola*, onde os feixes vasculares do tipo colateral fechado são poligonais ou angulosos. Nessa região é comum a presença de feixes vasculares compostos. Estas características, entretanto, não diferenciam-se entre os dois ambientes analisados.

Na região mais próxima da epiderme do caule, onde os feixes vasculares são maiores, ocorrem em sistema convencional (pleno sol) (Fig. 1A), células parenquimáticas com parede bastante espessadas e lignificadas, quando comparadas com caule de sistema silvipastoris (ambiente de sombra) (Fig. 1B), sendo discutidas na literatura que parede celular delgada são mais rápidas de serem digeridas (AKIN et al., 1973).

Na região central, tanto no sistema convencional (Fig. 1A), quanto no sistema silvipastoris (Fig. 1B), também ocorrem células parenquimáticas de paredes delgadas, sendo que essas células são maiores comparadas com as células parenquimáticas da região do córtex.

Morfoanatomia da bainha foliar

Todos os indivíduos amostrados apresentam bainha foliar fechada com células epidérmicas, tecido fundamental e região dos feixes vasculares bem delimitadas (Fig. 2A-B). A bainha foliar, em seção transversal, apresenta contorno côncavo-convexo. Os feixes vasculares alternam-se entre maiores e menores, estando organizados em arco, próximos à epiderme abaxial. Alguns feixes ocorrem na porção central. Fibras vasculares de paredes fortemente lignificadas dispõem-se junto aos feixes, formando uma calota. Essas calotas são mais proeminentes próximas às células do floema. Fibras extravasculares também ocorrem formando grupos próximos à epiderme adaxial.



FIGURAS 2. Aspectos anatômicos da bainha foliar de *Panicum maximum* (JACQ.) CV Mombaça em seção transversal.

Aspectos anatômicos da bainha foliar coletada em sistema convencional (Fig. A) e sistema silvipastoral (Fig. B), evidenciando epiderme, fibras vasculares e extravasculares, parênquima fundamental e feixes vasculares colaterais. (Barras = 60 μ m).

A epiderme apresenta células pequenas em relação às células centrais, cujas paredes são espessadas e lignificadas e nota-se a presença de estômatos situados acima do nível das demais células epidérmicas em ambos os tratamentos. A região central apresenta células organizadas compactamente com poucos espaços intercelulares. Na região da ala da bainha as células são menores e os feixes vasculares colaterais encontram-se em uma única série. Observando-se a tabela 2, nota-se que a bainha foliar apical, bainha mediana e bainha basal, não apresentaram diferenciação significativa na comparação morfométrica dos sistemas

a pleno sol e sob sombreamento, embora os resultados sob sombreamento sejam maiores que a pleno sol.

Os valores para comprimento da bainha são sensivelmente maiores no sistema silvipastoril com aumento de 2 cm em média na fração dos estratos de bainha apical e bainha mediana, isso é justificado pelo fato de que ambientes sombreados, com maior disponibilidade de água e menores níveis de irradiância, contribuem para a menor perda de água por transpiração, aumentando assim a fração dos estratos da bainha foliar. SANTOS et al. (2013) ressaltam que folhas mais expostas à irradiação tendem a ampliar os tecidos clorofilados. Em ambientes de alta irradiação solar, estratégias estruturais como diminuição dos ângulos foliares e auto-sombreamento auxiliam na fotoproteção, minimizando os danos (MEDEIROS et al., 2011).

Quando avaliados os tecidos da bainha foliar pode se observar que os indivíduos da pastagem a pleno sol apresentam maior espessura total. DEINUM et al. (1996), observaram em gramíneas tropicais *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* var. *Trichoglume*, submetidas a diferentes níveis de intensidade luminosa, menor número de células esclerenquimáticas, com menor espessura de parede celular, sob baixa luminosidade.

Os feixes de fibras apresentaram variação de um tratamento para outro. No sistema silvipastoril houve diminuição de fibras floemáticas e fibras extravasculares em relação às amostras de pleno sol. GOBBI et al. (2011) obtiveram resultados similares com o aumento de sombreamento sobre gramíneas e afirmam que o sombreamento pode causar redução na proporção dos tecidos vasculares e de sustentação devido em parte a menor densidade de nervuras devido à expansão da área foliar sob sombra. A diminuição de fibras gera menor produção de massa seca e pode alterar níveis de digestibilidade em ruminantes.

Morfoanatomia da lâmina foliar

Em *Panicum maximum* (Jacq.) cv Mombaça a epiderme é uniestratificada com células de parede justapostas, sem espaços intercelulares. Na epiderme adaxial observa-se células buliformes que são volumosas e caracterizam-se pelo enrolamento e desenrolamento das folhas. A folha é anfiestomática, ocorrendo estômatos do tipo anomocítico e paracítico. Em secção transversal os estômatos ocorrem acima do nível das demais células epidérmicas. Tais características foram observadas nos dois tratamentos.

A espessura total do limbo foliar no sistema silvipastoril apresentou valores 5% maiores (na média) que no tratamento a pleno sol. As alterações anatômicas que ocorrem nas folhas que se desenvolvem sob baixa luminosidade (sobretudo área foliar) têm papel importante na adaptação da planta às condições impostas pelo ambiente. Estas alterações podem estar relacionadas com o aumento da captação e aproveitamento da luz incidente, recurso que limita o crescimento na sombra, aumentando a eficiência fotossintética da planta (LAMBERS et al., 1998; GOBBI et al., 2011).

LIN et al. (2001), avaliando espécies forrageiras com potencial florestal identificaram aumento significativo na área foliar específica de plantas que se desenvolveram sob 50% de sombra, em relação às plantas que se desenvolveram a pleno sol. No presente levantamento houve aumento da área foliar para indivíduos que se desenvolveram à sombra, contudo essa variação não foi significativa, o que pode ser justificado por se tratar de amostras de ambiente natural com implantação

de sistema silvopastoril de grande espaçamento, e árvores que não formam linhas (distribuição irregular).

Observa-se, ao redor dos feixes vasculares colaterais, uma bainha de células grandes com paredes que apresentam espessura até cinco vezes à das células do mesofilo (Fig. 3A-B). Esta bainha, denominada bainha parenquimática dos feixes vasculares, rica em cloroplastos, participa do processo fotossintético. O mesofilo das lâminas foliares apresenta parênquima clorofiliano com tendência a dorsiventral, contendo parênquima paliçádico e lacunoso. O parênquima paliçádico encontra-se voltado para a superfície adaxial da folha com aproximadamente uma camada. O parênquima lacunoso apresenta de três a quatro camadas de células com pouco espaço intercelular.

GOBBI et al. (2011) em estudos com braquiária, constataram que as folhas de plantas submetidas a níveis crescentes de sombreamento, apresentaram variações na proporção dos diferentes tecidos parenquimáticos e vasculares da folha. As amostras do presente estudo apresentaram diferenças relevantes entre os tratamentos, sobretudo no diâmetro do grupo de fibras floemáticas, enquanto o tratamento a pleno sol apresentou diâmetro médio de 56,8 μm , o tratamento a sombra apresentou média de 47,5 μm . Dentro de uma mesma espécie diferentes genótipos podem apresentar plasticidade morfológica de acordo com o ambiente em que estiverem inseridos (SANTOS et al., 2013).

Grupos de fibras extravasculares ocorrem voltados para ambas as faces, sendo mais proeminente nas folhas de sol. CASTRO et al. (1999) e SANTOS (2012) avaliando forrageiras sob luminosidade reduzida, inclusive *Panicum maximum* (Tanzânia), observaram diminuição significativa na produção de massa seca com o sombreamento, que pode ser explicada pela baixa qualidade e quantidade de radiação que chega ao dossel no estrato inferior, estando ligada a uma menor produção de fibras extravasculares em plantas sombreadas.

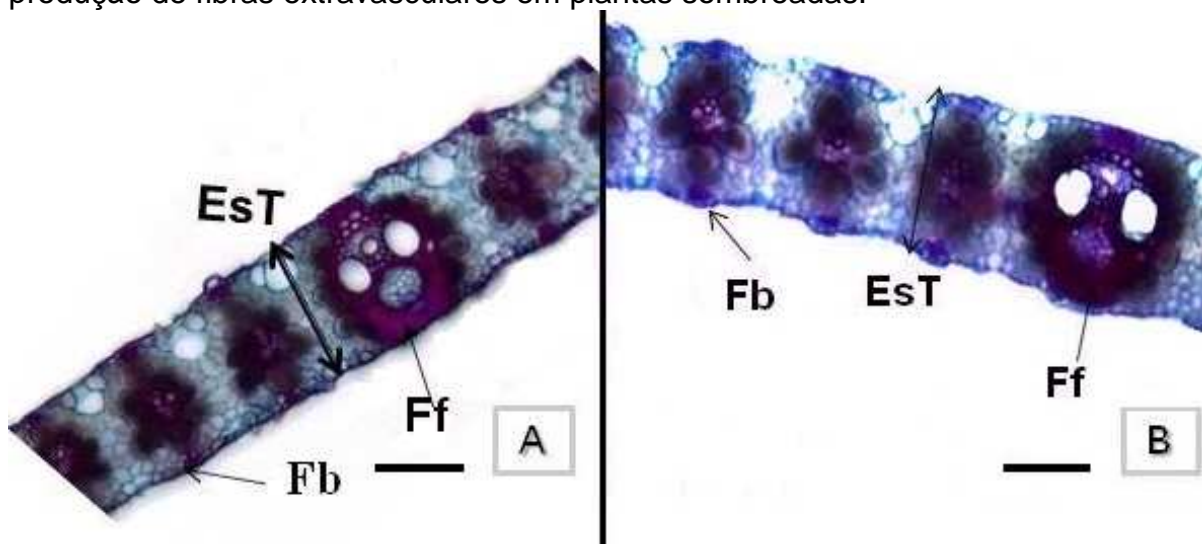


FIGURA 3. Aspectos anatômicos da lâmina foliar de *Panicum maximum* (JACQ.) CV Mombaça em secção transversal.

Aspectos anatômicos da lâmina foliar coletada em sistema convencional (Fig. A) e sistema silvopastoril (Fig. B), evidenciando epiderme com células buliformes, mesofilo, feixes vasculares colaterais e fibras. (Barras = 60 μm).

Apesar das variações não apontarem mudanças de produtividade, é reconhecido que ambientes sombreados proporcionam maior conforto térmico aos animais, o que pode acarretar maior rentabilidade a pecuária. Ampliar os estudos referentes a digestibilidade em pastagens com sombreamento em áreas naturais e a pleno sol a fim de se obter resultados mais concretos são necessários para se comprovar a viabilidade destes modelos de produção.

CONCLUSÃO

Os resultados da análise morfométrica não apresentaram diferenças significativas para a altura total das plantas, comprimento e largura da lâmina, da bainha foliar, comprimento e diâmetro do entrenó entre as pastagens do sistema convencional e do sistema silvipastoris, sendo observado pequeno aumento do comprimento das estruturas no segundo sistema. Foram identificadas diferenças anatômicas entre os indivíduos de áreas distintas: aumento da área foliar, diminuição de fibras e do espessamento da parede celular em plantas do sistema silvipastoril.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pela concessão de bolsa ao primeiro e terceiro autor.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, T. V.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; AZEVEDO, A. A.; FERREIRA, R. S. ANATI QUANTI: Software de análises quantitativas para estudos em anatomia vegetal. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, p. 649-659, 2007.

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

BARRO, R. S.; VARELLA, A. C.; LEMAIRE, G.; MEDEIROS, R. B.; SAIBRO, J. C.; NABINGER, C.; BANGEL, F. V.; CARASSAI, I. J. Forage yield and nitrogen nutrition dynamics of warm-season native forage genotypes under two shading levels and in full sunlight. **Revista brasileira de zootecnia**, Brasília, v. 41, p. 1589-1597, 2012.

BASSO, K. C.; CECATO, U.; LUGAO, S.M.; GOMES, J.A.N.; BARBERO, L.M.; MOURÃO, G.B. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastos de *Panicum maximum* Jacq.cv. IPR-86 Milênio submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, p. 976-989, 2010.

BRITO, C. J. F. A.; RODELLA, R. A. Caracterização morfo-anatômica da folha e do caule de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf e *B. humidicola* (Rendle) Schweick. (Poaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 221-228, 2002.

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 28, p. 919-927, 1999.

DEINUM, B.; SULASTRI, R. D.; ZEINAB, M. H. J.; MAASSEN, A. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria*

brizantha and *Panicum maximum* var. *Trichoglume*). **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 44, p. 111-124, 1996.

FERNANDES, F. C. S.; SCARAMUZZA, W. L. M. P. Produção e decomposição da liteira em fragmento florestal em Campo Verde (MT). **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 47, p. 173-186, 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M. C.; GARCEZ-NETO, A. F.; ROCHA, G.C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 40, p. 1436-1444, 2011.

GOMES, R. A.; LEMPP, B.; JANK, L.; CARPEJANI, G. C.; DA GRAÇA MORAIS, M. Características anatômicas e morfofisiológicas de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 2, p. 205-211, 2011.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: Longman Scientific & Technical, 1990. p. 203.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico: cidades**, [on line], 2010. Disponível em <http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=510025>, Acesso em 12 de Março de 2014.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: MacGraw-Hill Book Company, 1940. 523p.

KEPHART, K. D.; BUXTON, D. R. Forage quality response of C3 and C4 perennial grasses to shade. **Crop Science**, Madison, v.33, p. 831-837, 1993.

LAMBERS, H.; CHAPIM III, F. S.; PONS, T. L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer, 1998. 540p.

LIN, C. H.; MCGRAW, R. L.; GEORGE, M. F.; GARRETT, H. E. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forages species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, New York, v. 59, p. 269-281, 2001.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 38, p. 133-146, 2009.

MARTUSCELLO, J. A. **Influência da anatomia e da morfologia na qualidade de gramíneas forrageiras tropicais**. [on line], 2004. Disponível em: <http://www.forragicultura.com.br/arquivos/anatomiavegetalqualidadeforragem.pdf>. Acesso em 12 de Fevereiro de 2014.

MAZZONI-VIVEIROS, S. C.; COSTA, C. G. **Periderme**. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. Anatomia Vegetal. Viçosa: UFV, 2003. p. 237-263.

MEDEIROS, L. T.; PINTO, J. C.; CASTRO, E. M.; REZENDE, A. V.; LIMA, C. A. Nitrogênio e as características anatômicas, bromatológicas e agrônômicas de cultivares de *Brachiaria brizantha*. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 598-605, 2011.

MURGUEITIO, E.; URIBE, F.; GACHARNÁ, N.; TAFUR, O.; SOLORIO-SÁNCHEZ, F. J.; SOLORIO, B.; FLORES, M. X. **Produção De Leite Com Sistemas Silvopastoris Intensivos**. [on line] 2011. Disponível em: <http://www.lerf.esalq.usp.br/divulgacao/recomendados/artigos/uribe2011.pdf>. Acesso em 03 de Março de 2014.

PIOTTO, V. C. **Perfilhamento e anatomia foliar do capim Mombaça adubado com nitrogênio e irrigado sob pastejo**. 2012. 73 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual de Maringá. Maringá.

SANTOS, F. C.; TECHIO, V. H.; FREITAS, A. S.; CASTRO, E. M.; DAVIDE, L. C.; SOBRINHO, F. S. Adaptive leaf anatomical characteristics of *Brachiaria ruziziensis* (Poaceae) genotypes in different environments. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, Maringá, v. 35, n. 4, p. 579-584, 2013.

SANTOS, D. C. **Avaliação de forrageiras em sistema silvipastoril com eucalipto**. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

SILVA, C. C. M. F. **Características Morfológicas e Anatômicas de *Brachiaria decumbens* Stapf (Poaceae) em um Sistema Silvopastoril**. 2007. 31 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica.

SIMÃO, E. P.; GONTIJO-NETO, M. M.; QUEIROZ, L. R.; CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; SILVA, I. H. S. Avaliação de cultivares de Braquiária entre renques de eucalipto. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia – A produção animal no mundo em transformação, 49º, 2012. Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 2012.

SOARES, A. B.; SARTOR L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

SÓRIA, L. G. T.; COELHO, R. D.; HERLING, V. R. Resposta do capim Tanzânia a aplicação do nitrogênio e de lâminas de irrigação. I: Produção de forragem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n.3, p. 430-436, 2003.

VALENTE, T. N. P.; LIMA, E. S.; HENRIQUES, L. T.; MACHADO-NETO, O. R.; GOMES, D. I.; SAMPAIO, C. B.; COSTA, V. A. C. Anatomia de plantas forrageiras e

a disponibilidade de nutrientes para ruminantes. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 18 n. 3, p. 347-358, 2011.

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

WILSON, J.R. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. **Agricultural Science**, Cambridge, v. 122, n. 2, p. 173-182, 1994.