UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
E AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS

NORBERTO GOMES RIBEIRO JÚNIOR

FORRAGEIRAS TROPICAIS: ANATOMIA E MORFOMETRIA DE PLANTAS CULTIVADAS EM ÁREAS COM SÍNDROME DA MORTE DE PASTAGENS

ALTA FLORESTA-MT

2015

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
E AGROECOSSISTEMAS AMAZÔNICOS

NORBERTO GOMES RIBEIRO JÚNIOR

FORRAGEIRAS TROPICAIS: ANATOMIA E MORFOMETRIA DE PLANTAS CULTIVADAS EM ÁREAS COM SÍNDROME DA MORTE DE PASTAGENS

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientadora: Profa. Dra. Ivone Vieira da Silva

ALTA FLORESTA-MT

2015

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO, CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catalogação na publicação
Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Roberta Maria Miranda Caetano - CRB 1 / 2914

R484f Ribeiro Júnior, Norberto Gomes

Forrageiras tropicais: anatomia e morfometria de plantas cultivadas em áreas com síndrome da morte de pastagens / Norberto Gomes Ribeiro Júnior. Alta Floresta - MT, 2015.

92 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos. Área de Concentração: Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias.

Orientadora: Profa. Dra. Ivone Vieira da Silva.

1. Raiz. 2. Rizoma. 3. Fungos patogênicos. 4. Digestibilidade. I. Título.

CDD 632.4

FORRAGEIRAS TROPICAIS: ANATOMIA E MORFOMETRIA DE PLANTAS CULTIVADAS EM ÁREAS COM SÍNDROME DA MORTE DE PASTAGENS

NORBERTO GOMES RIBEIRO JÚNIOR

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Aprovado em: 25/02/2015

Profa. Dra. Ivone Vieira da Silva
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
Orientadora PPGBioAgro

Prof. Dr. Oscar Mitsuo Yamashita
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
Examinador PPGBioAgro

Profa. Dra. Mayra Teruya Eichemberg
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC
Examinador Externo

DEDICATÓRIA

Alicerce das minhas conquistas; quantas vitórias não devo às pessoas que sempre me apoiaram nos projetos em que ingressei. Por vezes somos frios e não expressamos os bons sentimentos, é hora de dizer que os *Amo*, Pai (Norberto), Mãe (Rosalina), Irmão (Alessandro), Esposa (Adriana), a vocês dedico.

AGRADECIMENTOS

É imprescindível fazer aqui o que faço todos os dias, e agradecer a Deus pelas pessoas que são colocadas em minha vida, pela saúde e disposição que tenho para aprender a cada dia.

À Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, onde cursei a faculdade de Ciências Biológicas e hoje concluo esta pós-graduação.

À CAPES e FAPEMAT pela concessão de bolsa, contribuindo para que eu pudesse dispor de tempo integral para a pesquisa.

À minha orientadora Dra. Ivone Vieira da Silva que, desde o início das atividades deste curso compreendeu minhas dificuldades, me direcionou no processo de pesquisa, contribuindo imensamente para o meu crescimento intelectual, profissional e científico.

À minha esposa Adriana Araldi, pelo suporte emocional, por me suportar nos momentos de estresse e por ter sempre me incentivado.

Aos companheiros e companheiras de laboratório que me auxiliaram, seja no processo braçal, com coleta, cortes de material, microscopia, processamento dos dados... Seja nas conversas do cotidiano, aliviando a *pressão* dos prazos a serem cumpridos. Todos(as) foram importantes para a conclusão dessa dissertação, nesse momento, um agradecimento especial a Cleonete F. Araújo, pois me auxiliou durante todos o processamento das amostras em laboratório.

Ao professor Oscar Yamashita, por ter me socorrido em todas as minhas dúvidas estatísticas, pela serenidade e lucidez dos apontamentos. Ao colega de turma e amigo Wagner Gervazio, exemplo de lisura e educação.

Por fim, à todos que de alguma forma colaboraram nos dois anos deste curso de pós-graduação, meus colegas de turma, a segunda turma do Curso de Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos... *Ninguém passa pela nossa vida sem deixar algo de si ou levar algo de nós*.

EPÍGRAFE

A experiência não depende do objeto; a experiência depende do experienciador, da qualidade de experienciar.

Osho

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS VII
RESUMO GERAL X
ABSTRACT XII
1. INTRODUÇÃO GERAL 14
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 17
3. CAPÍTULOS 19
3.1. ANATOMIA E MORFOMETRIA RADICULAR E FOLIAR DE *Urochloa brizantha* cv. Marandu EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE ACOMETIMENTO DA SÍNDROME DA MORTE DAS PASTAGENS[1] 19
Introdução 22
Material e Métodos 23
Resultados e Discussão 26
Conclusões 35
Referências Bibliográficas 36
3.2. ALTERAÇÕES TECIDUAIS CAUSADAS PELA SÍNDROME DA MORTE DAS PASTAGENS EM *Urochloa hybrida* cv. MULATO II E *Urochloa brizantha* cv. MARANDU 39
Introdução 42
Material e Métodos 45
Resultados e Discussão 49
Conclusões 64
Referências Bibliográficas 65
3.3. MORFOMETRIA E CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA RADICULAR E FOLIAR DE DEZ FORRAGEIRAS TROPICAIS 69
Introdução 72
Material e métodos 74
Resultados e Discussão 77
Conclusões 88
Referências Bibliográficas 89
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS 92

LISTA DE TABELAS

TABELAS Página

CAPÍTULO 1

TABELA 1. Morfometria do terço médio de raízes de *Urochloa brizantha* em 3 estádios morfológicos.....26

TABELA 2. Morfometria do terço médio de folhas de *Urochloa brizantha* em 3 estádios morfológicos.....32

CAPÍTULO 2

TABELA 1. Morfometria das raízes de *Urochloa brizantha* Marandu e *U. hybrida* Mulato II em três estádios morfológicos.....50

TABELA 2. Morfometria das folhas de *Urochloa brizantha* Marandu e *U. hybrida* Mulato II em três estádios morfológicos.....60

CAPÍTULO 3

TABELA 1. Morfometria do terço médio das raízes de dez cultivares de forrageiras tropicais.....77

TABELA 2. Morfometria da epiderme foliar de dez cultivares de forrageiras tropicais.....84

TABELA 3. Morfometria do terço médio de folhas de dez cultivares de forrageiras tropicais.....85

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS Página

CAPÍTULO 1

FIGURA 1. Estádios morfológicos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e esquema de coleta nas reboleiras.....24

FIGURA 2. Secções transversais de raízes de *Urochloa brizantha*. A, B, E, G – Indivíduos saudáveis; C, D, F, H – Indivíduos acometidos pela síndrome. Raiz secundária (RS), córtex (Co), epiderme (Ep), pelo absorvente (PA), endoderme (En), exoderme (Ex), parênquima de preenchimento (PP), fibras periclinais (FP), floema (Flo), xilema (Xil) e medula parenquimática (MP).....27

FIGURA 3. Secções paradérmicas de folhas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. A e B – Face abaxial, C, D e E – Face adaxial. Células silicosas (CS), estômatos (Est), cicatriz de tricoma (CT), células curtas (CC), paredes anticlinais sinuosas (seta larga) e área sobre feixe vascular (chave).....30

FIGURA 4. Secções transversais de *Urochloa brizantha*. A, C, E – Indivíduos saudáveis; B, D, F – Indivíduos acometidos pela síndrome da morte das pastagens. Células buliformes (CB), epiderme (Ep), cutícula (Ct), bainha Kranz (BK), estômato (Est), mesofilo da nervura central (MNc), fibras esclerenquimáticas (Fb), feixe vascular (FV) 31

CAPÍTULO 2

FIGURA 1. Mapa de Mato Grosso com indicação das áreas de coleta do material vegetal.....45

FIGURA 2. Secções transversais de raízes de *Urochloa hybrida*. A, B e C – plantas saudáveis, D, E e F – plantas em início da SMP, G, H e I – plantas em estádio avançado de SMP, J, L e M – detalhes. Epiderme (Ep), exoderme (Ex), pelo absorvente (PA), raiz lateral (RL), endoderme (End), periciclo (Per), floema

(Flo), xilema (Xil) e medula parenquimática (Med).....51

FIGURA 3. Secções transversais de raízes de *Urochloa brizantha* cv Marandu. A, B e C – plantas saudáveis, D, E e F – plantas em início da SMP, G, H e I – plantas em estádio avançado de SMP. Epiderme (Ep), exoderme (Ex), pelo absorvente (PA), endoderme (End), periciclo (Per), floema (Flo), xilema (Xil) e medula parenquimática (Med).....52

FIGURA 4. Secções transversais de rizomas de *Urochloa hybrida* cv. Mulato II. A, B e C – plantas saudáveis, D, E e F – plantas em início da SMP, G, H e I – plantas em estádio avançado de SMP. Epiderme (Ep), tricomas tectores (TT), feixe vascular (FV), córtex (Co) e periciclo (Per).....56

FIGURA 5. Secções transversais de rizomas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. A, B e C – plantas saudáveis, D, E e F – plantas em início da SMP, G, H e I – plantas em estádio avançado de SMP. Epiderme (Ep), tricomas tectores (TT), feixe vascular (FV), córtex (Co) e periciclo (Per).....57

FIGURA 6. Secções paradérmicas de folhas de *Urochloa hybrida* cv. Mulato II e *U. brizantha* cv. Marandu. A – *U. hybrida* face adaxial, B – *U. hybrida* face abaxial, C – *U. brizantha* face adaxial, D – *U. brizantha* face adaxial. Células silicosas (CS), estômatos (Est), células curtas (CC).....58

FIGURA 7. Secções transversais de folhas de *Urochloa hybrida* cv. Mulato II. A, B e C – plantas saudáveis, D, E e F – plantas em início da SMP, G, H e I – plantas em estádio avançado de SMP. Células buliformes (CB), epiderme (Ep), parênquima de preenchimento (PP), fibras esclerenquimáticas (FE), bainha Kranz (BK) e feixe vascular (FV).....59

FIGURA 8. Secções transversais de folhas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. A, B e C – plantas saudáveis, D, E e F – plantas em início da SMP, G, H e I – plantas em estádio avançado de SMP. Células buliformes (CB), epiderme (Ep), parênquima de preenchimento (PP), fibras esclerenquimáticas (FE) e feixe

vascular (FV).....61

CAPÍTULO 3

FIGURA 1. Detalhes de secções transversais do terço médio das raízes de forrageiras tropicais. Epiderme (Epi), hipoderme (Hip), exoderme (Exo), córtex (Co), endoderme (End), aerênquima (Aer), metaxilema (MXi), protoxilema (PXi), floema (Flo), periciclo (Per) e medula parenquimática (Med). A e F – *Urochloa humidicola* Llanero; B – *Panicum maximum* Tanzânia; C e G – *U. brizantha* Xaraés; D – *U. brizantha* Marandu; E – *U. brizantha* Piatã; H – *Cynodon nlemfuensis*.....78

FIGURA 2. Secções paradérmicas das folhas de forrageiras tropicais. Estômato (Est), células silicosas (CSi), células curtas (CC) e sinuosidades (sin). A – *Cynodon nlemfuensis*; B – *Urochloa humidicola* Llanero; C – *Panicum maximum* Massai; D – *U. brizantha* Piatã; E – *P. maximum* Mombaça.....81

FIGURA 3. Secções transversais do terço médio das folhas de forrageiras tropicais. Cutícula (Cut), epiderme (Epi), estômato (Est), célula buliforme (CB), mesofilo (Mês), bainha do feixe vascular (BFV), fibras esclerenquimáticas (FE), parênquima de preenchimento (PP) e feixe vascular (FV). A – *Urochloa brizantha* Marandu; B e H – *U. brizantha* Xaraés; C – *Panicum maximum* Mombaça; D – *U. brizantha* Piatã; E, G e J – *U. humidicola* Llanero; F – *P. maximum* Tanzânia; H – *Cynodon nlemfuensis*.....83

RESUMO GERAL

RIBEIRO JÚNIOR, Norberto Gomes. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, Fevereiro de 2015. **Forrageiras tropicais: anatomia e morfometria de plantas cultivadas em áreas com síndrome da morte de pastagens**.2015. Orientadora: Dra. Ivone Vieira da Silva.

No Brasil, a produção de carne e leite tem grande representatividade econômica. A forragem utilizada para alimentação dos animais é objeto de estudos há décadas, tendo influência direta sobre o rendimento da pecuária. Perdas e diminuição de produtividade das pastagens têm assolado criadores de bovinos nas últimas décadas, no que é atribuído à síndrome da morte das pastagens (SMP). Nesse contexto, este trabalho objetivou identificar e comparar as alterações anatômicas no corpo vegetativo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. hybrida* cv. Mulato II, em diferentes estádios da SMP, bem como, avaliar as características anatômicas relacionadas à adaptação e à produtividade e qualidade nutritiva de 10 forrageiras tropicais (*Panicum maximum* Tanzânia, Mombaça e Massai; *Urochloa brizantha* Piatã, Marandu e Xaraés; *Urochloa humidicola* Llanero; *Urochloa ruziziensis*; *Urochloa hybrida* Mulato II e *Cynodon nlemfuensis*). A evolução da SMP sobre as espécies forrageiras foi caracterizada a partir da coleta de amostras de raízes e folhas de plantas de *U. brizantha* em pastagens naturais e posteriormente comparadas a amostras de *U. hybrida*. Lâminas histológicas foram confeccionadas a partir de secções do terço médio de raízes, rizomas e folhas onde foram avaliados quantitativa e qualitativamente as proporções e características dos tecidos das cultivares analisadas. Para a comparação anatômica, dez cultivares de forrageiras foram cultivadas na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta, em blocos casualizados, onde foi coletado material vegetativo, do qual foram montadas lâminas histológicas a partir de secções do terço médio de raízes e folhas. Em estádios mais avançados da síndrome, verificou-se presença de hifas fúngicas no parênquima radicular, além de menor da espessura das paredes celulares da exoderme e endoderme das raízes. Na região cortical das raízes e do rizoma havia desorganização celular. O sistema de condução de fluidos apresentou alterações, onde o floema das raízes e rizomas de estádio mais avançado da síndrome apresentaram parcial ou total lise celular e o xilema por vezes se mostrou obstruído. As proporções de fibras esclerenquimáticas foram menores nas raízes e folhas em estádios mais avançado de SMP e as células buliformes da face adaxial foliar apresentaram maior volume em *U. brizantha*. Na quilha das folhas, houve menor proporção de tecido parenquimático, havendo em estádio mais avançado da SMP espessura similar ao mesofilo foliar. Quando comparadas, as 10 forrageiras analisadas apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). Nas raízes, houve

maior volume de aerênquimas nas cultivares Piatã, Mulato II, Xaraés, Massai, *U. humidicola* Llanero, e C. *nlemfuensis*; nas folhas, foram constatadas maiores proporções de células buliformes e mesofilo foliar mais espesso em *U. humidicola* Llanero; em Xaraés e Marandu maiores proporções de fibras esclerenquimáticas; em *P. maximum* Massai menor quantidade de fibras. Conclui-se que as cultivares que apresentaram maior volume de aerênquimas nas raízes possivelmente tem melhor adaptação ao excesso de água no solo. *Urochloa humidicola* Llanero e *P. maximum* Massai apresentaram maiores proporções de tecidos digestíveis, podendo ser consideradas mais produtivas em relação à qualidade nutritiva e que o fator desencadeador da SMP provavelmente foi o encharcamento do solo, seguido da proliferação de fungos que se alojaram no interior dos tecidos da raiz, prejudicando todo funcionamento da planta.

Palavras-chave: Raiz, rizoma, folha, fungos patogênicos, digestibilidade.

ABSTRACT

RIBEIRO JÚNIOR, Norberto Gomes. M.Sc. Universidade do Estado de Mato Grosso, Fevereiro de 2015.**Tropical forages: anatomy and morphology of plants grown in areas with the death of pasture syndrome.** Advisor Teacher: Dra. Ivone Vieira da Silva.

In Brazil, the production of meat and milk has great economic representativeness. The forage used for animal feed has been studied for decades, and it has a direct influence on the livestock income. Losses and pasture productivity decline have plagued cattle farmers in the recent decades, which is attributed to the death of pastures syndrome (DPS). In this context, this study aimed to identify and compare the anatomical changes in the vegetative body of the *Urochloa brizantha* cv. Marandu and *U. hybrida* cv. Mulato II with the advancement of DPS, as well as to evaluate the anatomic characteristics related to the adaptation and the digestibility of ten tropical forages (*Panicum maximum*Tanzânia, Mombaça and Massai; *Urochloa brizantha* Piatã, Marandu and Xaraés; *Urochloa humidicola* Llanero; *Urochloa ruziziensis*; *Urochloa hybrida* Mulato II and *Cynodon nlemfuensis*). The evolution of DPS was characterized from the collection of samples of *U. brizantha* roots and leaves on natural pastures, being later compared with samples of *U. hybrida*. Histological slides were prepared from sections of the middle third of roots, rhizomes and leaves, in which there were a quantitative and qualitative evaluation of the proportions and characteristics of the tissues of the analyzed cultivars. For the anatomical comparison, ten cultivars of forage were sown in randomized blocks, where vegetative material was collected, from which they were made histological slides from sections of the middle third of roots and leaves. With the advancement of the syndrome, it was possible to verify the presence of fungal hyphae, exodermis and endodermis of roots with decrease of the cell walls thickness. A cellular disorganization occurred in the cortical region of the roots and the rhizome. The fluid driving system presented some changes, where the phloem of roots and rhizomes affected by the syndrome showed partial or complete cell lysis and the xylem, sometimes, presented itself obstructed. The proportions of the sclerenchyma fibers decreased in roots and leaves and the bulliform cells of the adaxial face presented increase of volume in *U. brizantha*. In the keel of the leaves, there was a gradual decrease in the parenchyma that, in more advanced stages of the syndrome, has presented thickness similar to the foliar mesophyll. When compared, the ten analyzed forages presented significant differences ($p > 0,05$). In the roots there was formation of aerenchyma in Piatã, Mulato II, Xaraés, Massai, *U. humidicola* Llanero, and C. *nlemfuensis*; in the leaves there were found higher proportions of bulliform cells and thicker foliar mesophyll in *U. humidicola* Llanero; in Xaraés and Marandu higher proportions of sclerenchyma fibers; lower results for amount of fiber in *P.*

maximum Massai. It is concluded that cultivars that presented aerenchyma formation in roots probably have better adaptation to the excess water in the soil. *Urochloa humidicola* Llanero and *P. maximum* Massai presented higher proportions of digestible tissues, which may be considered more productive in relation to the digestibility and that the triggering factor of DPS was probably the waterlogging of the soil, followed by the proliferation of fungi, which were housed within the tissues of the root, damaging the whole operation of the plant.

Keywords: Root, Rhizome, Leaf, Pathogenic fungi, Digestibility.

1. INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, a pecuária extensiva é uma atividade econômica que ocupa grande área. Há divergências quanto aos números, mas aproximadamente 180 milhões de hectares tiveram a vegetação nativa retirada e substituída por algum tipo de gramínea forrageira no progressivo processo de criação bovina, ovina e caprina (CARNEVALLI, 2009; PAULINO & TEIXEIRA, 2009; DIAS-FILHO, 2011). Deste total, cerca de 25,8 milhões de hectares estão em território mato-grossense (MATO GROSSO, 2015).

Por muitos anos o crescimento da atividade pecuária foi responsável pela evolução do desmatamento no estado. Entretanto, de 2008 a 2011 foi registrado diminuição de cerca de 4% da área de pastagens, sendo esta área ocupada pela agricultura tecnificada. Apesar da queda acentuada no desmatamento desde 2004, Mato Grosso ainda é um dos estados que mais substitui vegetação natural por pastagens e agricultura no país (BRASIL, 2009).

Existem regiões com áreas de pastagens que sofrem grandes variações climáticas, tais como temperatura, radiação solar e variações nos índices pluviométricos. A irregularidade do regime de chuvas da maioria das regiões brasileiras se revela como uma restrição a produção de forragem, tendo em vista que mesmo na estação chuvosa, áreas de pastagens estão sujeitas a veranicos ou alagamentos temporários (BONFIM-SILVA et al., 2014).

Dentre as gramíneas mais utilizadas na produção de forragem, destaca-se o gênero *Urochloa* P. Beauv. (Poaceae). Esse táxon engloba forrageiras muito utilizadas em sistema de produção animal, cada uma com suas peculiaridades (VALLE et al., 2001).

Nativas da África, muitas destas gramíneas foram introduzidas no Brasil como forrageiras e transformaram-se em espécies invasoras de diversos ecossistemas. Como invasoras, estas plantas impedem o desenvolvimento das gramíneas nativas e sufocam o desenvolvimento dos campos nativos (GUERRA FILHO, 2012).

Dentre as várias cultivares utilizadas, a *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster foi amplamente difundida a partir da liberação para comércio pela EMBRAPA em 1984 da cultivar Marandu, devido a sua alta produtividade de volumoso (folha e talo). É uma planta perene, podendo atingir

até 2 metros de altura, se desenvolve bem em condições tropicais com precipitação pluvial anual superior a 700 mm (BRITO & RODELA, 2002).

Urochloa hybrida cv. Mulato II (CIAT 36087) também é uma cultivar que se adapta facilmente às condições tropicais, sendo tolerante a solos com deficiência de drenagem desde que o encharcamento não seja permanente, tendo a necessidade de solos com média ou alta fertilidade (ARGEL et al., 2007).

Desde o início da década de 1990, há relatos de pecuaristas de focos de morte de capim, as chamadas *reboleiras*, sobretudo em regiões dos pastos onde ocorre acúmulo de água no período das chuvas. Os danos gerados pelas perdas de rendimento e morte da pastagem vêm dificultando a manutenção da produção e gerando grandes dificuldades financeiras aos pecuaristas. A reforma completa dos pastos juntamente com a substituição da espécie de gramínea utilizada, inviabiliza a prática, sobretudo aos pequenos produtores.

As práticas agricultáveis para produção de forragem exigem uma atenção especial na relação dos diferentes vegetais com os diversos manejos, pois o corpo do vegetal está dinamicamente relacionado com essas práticas (SILVA, 2005). A diversidade de gramíneas forrageiras presentes nas pastagens brasileiras e o desconhecimento de suas características anatômicas relacionadas ao comportamento no acometimento da Síndrome da Morte das Pastagens (SMP), como é conhecido o fenômeno, conferem grande importância e demandam necessidade de estudos aprofundados.

Ellis (1979), descreveu em seus trabalhos a importância de caracteres anatômicos de órgãos vegetativos de inúmeros representantes de Poaceae para a taxonomia. Estudos mais recentes, como os de Queiroz et al. (2000), Brito & Rodela (2002) e Paciulloetal. (2002), ressaltam a importânciadascaracterísticas anatômicas de Poaceae para zootecnia em estudos de digestibilidadede plantas utilizadas como forrageiras.

Conhecer o comportamento anatômico do corpo vegetativo de *Urochloa brizantha* e *U. hybrida* cv. Mulato II de populações que apresentam diferentes estádios de acometimento da síndrome é relevante para se entender como a SMP atua sobre as plantas, assim como, comparar a anatomia de plantas do gênero *Urochloa* com outros gêneros como *Panicum* e *Cynodon*,

tendo em vista que são estes os mais utilizados na substituição de forrageiras em áreas de acometimento da SMP (DIAS-FILHO, 2011).

Este trabalho consta de três capítulos, sendo que no primeiro buscou-se descrever a estrutura anatômica de folhas e raízes de *U. brizantha* cv. Marandu em diferentes estádios de acometimento da SMP, de material coletado em uma propriedade rural do município de Alta Floresta - MT. No segundo capítulo objetivou-se comparar os diferentes estádios da SMP entre a cultivar *U. brizantha* cv. Marandu e *U. hybrida* cv. Mulato II nos tecidos de raiz, rizoma e folhas de populações coletadas nas mesmas situações de campo, em três propriedades rurais da Amazônia Meridional. O terceiro capítulo visou comparar os caracteres anatômicos de 10 cultivares de forrageiras pertencentes aos gêneros *Urochloa*, *Panicum* e *Cynodon* em experimento com blocos casualizados, montado em uma área antes cultivada com *U. brizantha* cv. Marandu com incidência da SMP, a fim de identificar características anatômicas adaptativas e caracteres relacionados a digestibilidade de cada cultivar.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGEL, P. J.; MILES, J. W.; GUIOT, J. D.; CUADRADO, H.; LASCANO, C. E. Cultivar Mulato II (*Brachiaria hibrida* CIAT 36087): Gramínea de alta qualidade e produção forrageira, resistente às cigarrinhas e adaptada a solos tropicais ácidos. **Boletim**. Cali: CIAT, 2007. 22p.

BONFIM-SILVA, E.M.; SILVA, M.C.; SCHLICHTING, A.F.; PORTO, R.A.; SILVA, T.J.A.; KOETZ, M. Desenvolvimento e produção de capim-convert HD364 submetido ao estresse hídrico. **Revista Agro Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 134-141, 2014.

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**, v. 25, n. 2, p. 221-228, 2002.

CARNEVALLI, R. A. **Estratégias de Manejo Rotacionado de Pastagens.** 1. ed. Juiz de Fora: Embrapa, v. 1, comunicado técnico, 4 p. 2009. Disponível em: <http://www.geodegrade.cnpm.embrapa.br/web/geodegrade/blog/-/blogs/a-pecuaria-extensiva-no-brasil.pdf>. Acesso em: 17 Mai. 2013.

DIAS-FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 243-252, 2011.

GUERRA FILHO, P.A. **Sensibilidade da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu ao excesso de água no solo.** 2012. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo – Irrigação e drenagem) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba.

BRASIL, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites**: Sistemas PRODES, DETER, DEGRAD e QUEIMADAS 2007- 2008. São José dos Campos, 2009. Disponível em: <www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio_Prodes2008.pdf>. Acesso em: 08 Ago. 2013.

ELLIS, R. P. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. The epidermis as seen in surface view. **Bothalia**, v. 12, n. 4, p. 641-671, 1979.

MATO GROSSO, Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária – IMEA. **Boletim Semanal da Bovinocultura**. 2015. Disponível em: <http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/2015_01_16_BSBoi.pdf> Acesso em: 25 Jan. 2015.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; SILVA, E. A. M.; QUEIROZ, D. S.; GOMIDE, C. A. M. Características Anatômicas da Lâmina Foliar e do Colmo de Gramíneas Forrageiras Tropicais, em Função do Nível de Inserção no Perfilho,

da Idade e da Estação de Crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.890-899, 2002.

PAULINO, V. T.; TEIXEIRA, E.M.L. **Sustentabilidade de pastagens – manejo adequado como medida redutora da emissão de gases de efeito estufa.** CPG - produção animal sustentável. Ecologia de Pastagens, 2009. Disponível em: <http:// www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_gramineas _tropicais_brachiaria.htm>. Acesso em: 25 Mai. 2013.

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

SILVA, L.M. ALQUINI, Y. CAVALLET, V.J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 1, p. 183-194, 2005.

VALLE, C.B. EUCLIDES, V.P.B. MACEDO, M.C.M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: Simpósio sobre Manejo de Pastagem, 17., 2001. **Anais...** FEALQ. Piracicaba. 2001. 458 p.

3. CAPÍTULOS

3.1. ANATOMIA E MORFOMETRIA RADICULAR E FOLIAR DE *Urochloa brizantha* cv. Marandu EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE ACOMETIMENTO DA SÍNDROME DA MORTE DAS PASTAGENS[1]

[1] Artigo submetido no periódico Ciência Rural - UFSM

Resumo – (Anatomia e morfometria radicular e foliar de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em diferentes estádios de acometimento da síndrome da morte das pastagens). Grande parte das pastagens tropicais apresentam algum grau de degradação, o que gera perdas de produtividade. Este estudo descreveu as alterações teciduais em indivíduos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu de populações sob acometimento da síndrome da morte das pastagens (SMP). Foram coletados indivíduos em três estádios morfológicos distintos, em uma propriedade rural da Amazônia Meridional, no norte de Mato Grosso. Após a coleta, os indivíduos foram fixados em FAA_{50} por 48 horas e armazenados em álcool 70%. Lâminas histológicas foram montadas a partir de secções do terço médio de raízes e das folhas, nelas foram avaliadas as proporções e características dos tecidos em indivíduos saudáveis e comparadas com indivíduos em estádio intermediário e estádio mais avançado da SMP. Nas raízes, foi observada diminuição do espessamento das paredes celulares da exoderme e endoderme, crescente desorganização das células corticais, lise celular no floema e medula parenquimática. Nas folhas, ocorreu diminuição de tricomas, aumento do volume das células buliformes, diminuição de fibras e do mesofilo na nervura central. Aparentemente, a SMP provocou as primeiras alterações nas raízes, dificultando o fluxo de substâncias e o funcionamento dos tecidos.

Palavras-chave: Morte súbita, forrageira, degradação, lise celular**.**

Abstract – (*Urochloa brizantha* cv. Marandu root and leaf morphometry at different stages of involvement of the death of pastures syndrome). Most of tropical pastures have some degree of degradation, which leads to productivity losses. This study described the tissue changes in *Urochloa brizantha* cv. Marandu from populations under involvement of death of pastures syndrome (DPS). The individuals were collected in three distinct morphological stages in a farm in the southern Amazon in northern Mato Grosso. After collecting individuals were fixed in FAA50 for 48 hours and stored in 70% alcohol. Histological slides were assembled from sections of the middle third of the roots and leaves and the proportions and characteristics of tissue in healthy individuals were evaluated and compared with individuals in middle stage and later stage of the DPS. Roots gradually decreased thickening of the cell walls of exoderm and endoderm, growing disorganization of the cortex and cell lysis in the phloem and parenchyma pith was observed. Trichomes on leaves decreased, increased volume of buliforme epidermal cells, decreased fibers and mesophyll midrib occurs. Apparently, the SMP changes generated in the first roots hindering the flow of substances and function of tissues.

Keywords: Sudden death, plant anatomy, degradation, cell lysis.

Introdução

No Brasil, diversas áreas utilizadas para a bovinocultura apresentam algum grau de degradação, isso é creditado à falta de reposição de nutrientes, manejo inadequado e sobrecarga de unidade animal (UA) por hectare. Para determinados níveis de degradação, a única solução apontada por muitos especialistas é a “reforma das pastagens”, descompactando o solo, realizando a correção destas através de calagem e cultivando novas espécies de capim (DA SILVA, 2007; CARNEVALLI, 2009).

Nativas da África, muitas gramíneas foram introduzidas no Brasil como forrageiras. O gênero *Urochloa* P. Beauv. (Poaceae) compreende aproximadamente 200 espécies. Destas, algumas são importantes forrageiras muito utilizadas em regiões tropicais. Dentre as várias espécies utilizadas, *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster se tornou a mais relevante do gênero no Brasil, destacando-se a cultivar Marandu, que foi amplamente difundida a partir de sua liberação para comércio pela EMBRAPA em 1984, devido principalmente à sua alta produtividade (DIAS-FILHO, 2011).

Desde meados da década de 1990, há relatos de focos de morte do capim Marandu. Estes surgem em áreas específicas da pastagem, as chamadas *reboleiras*, sobretudo em regiões dos pastos onde ocorre acúmulo de água no período de chuvas (DIAS-FILHO, 2006).

Silva et al. (2005) relatam que indivíduos expostos a situações ambientais adversas, como alterações de intensidade de luz, podem ter as quantidades de tecido fotossintético (parênquima clorofiliano) alteradas; se o solo apresentar alta concentração de alguns íons como alumínio, boro ou mesmo nitrogênio podem ocorrer disfunções metabólicas e até lise de tecidos; e o estrese hídrico pode gerar aumento de densidade, alteração dos espaços intercelulares e do tamanho do mesofilo.

Objetivou-se nesse trabalho descrever a estrutura anatômica de raízes e folhas de *U. brizantha* cv. Marandu em populações que apresentam diferentes estádios morfológicos, visando conhecer o processo de evolução da síndrome da morte das pastagens nos tecidos.

Material e Métodos

Com a ocorrência de muitos casos da síndrome da morte das pastagens (SMP) na região do extremo norte de Mato Grosso, foi realizado um levantamento através de visitas a propriedades rurais, com possíveis pontos de coleta. Posteriormente foi sorteada uma propriedade, localizada nas coordenadas 10º01’22”S e 56º11’02”W, para coleta de material vegetal (*Urochloa brizantha* cv. Marandu).

A região integra a depressão amazônica sulamericana, com clima equatorial continental úmido e estação seca de maio a setembro. O índice pluviométrico anual pode exceder 2.300 mm m^{-2} e a temperatura média é de 24,8 ºC (SEPLAN, 2006).

A área de coleta localiza-se no município de Alta Floresta-MT, uma propriedade rural com aproximadamente 200 hectares, com práticas de pecuária extensiva de gado de corte, onde *U. brizantha* foi implantada a aproximadamente 14 anos.

As regiões onde ocorreram a SMP se apresentavam de diferentes formas. Para as coletas buscou-se um padrão de reboleiras de diâmetro inferior a 3 metros, onde foram identificadas touceiras em estádios morfológicos distintos (Fig. 1). Procedeu-se então as coletas obedecendo a três parâmetros: 1. indivíduos aparentemente saudáveis localizados às margens das reboleiras (Fig. 1A); 2. indivíduos que apresentam sintomas iniciais da SMP com folhas amareladas presentes na região limite da reboleira (Fig. 1B); 3. indivíduos em estádio final da SMP, localizados no centro das reboleiras (Fig. 1C).

Com o auxílio de enxada, foram obtidas doze touceiras de *U. brizantha* por reboleira, sendo quatro em cada um dos estádios morfológicos. Da parte inferior da touceira, foram cortadas as raízes de maior diâmetro e dos perfilhos foram retiradas a segunda folha a partir da base. Para obter um número amostral significativo foram realizadas coletas de material vegetal em três reboleiras, com no mínimo 50 metros de distância entre elas.

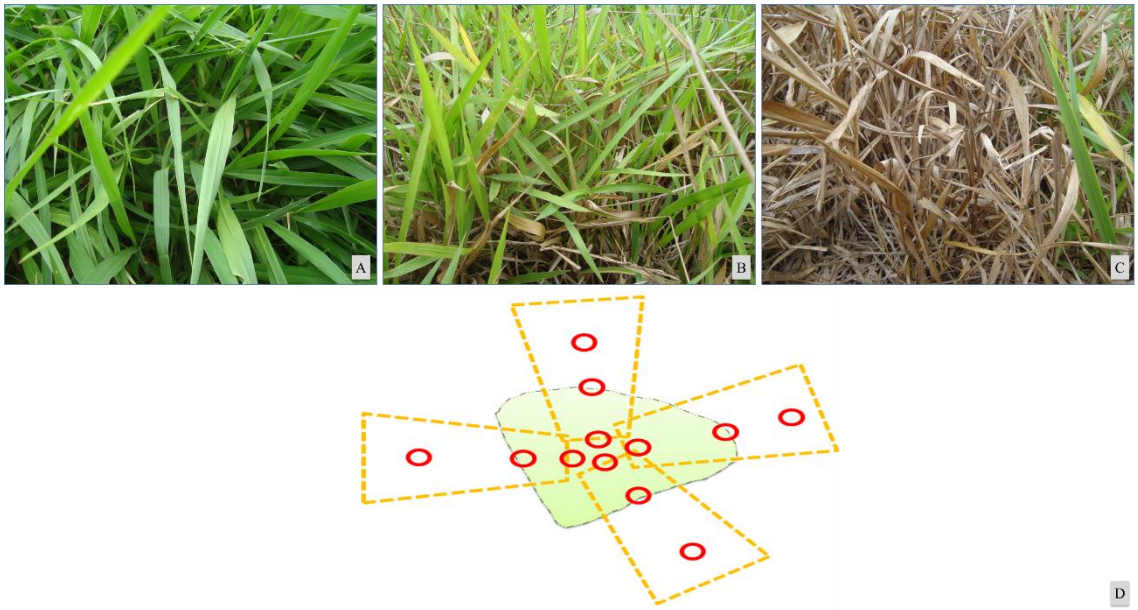

Figura 1. Estádios morfológicos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu (A, B e C) e esquema de coleta nas reboleiras (D). Fonte: Próprio autor.

Em seguida, o material coletado passou pelo processo de fixação em FAA_{50} (formaldeído, ácido acético glacial e etanol 50% 5:5:90, v/v) em campo, no Laoratório de Biologia Vegetal da Universidade do Estado de Mato Grosso - AltaFloresta foram mantidas por 48 horas em bomba a vácuo e posteriormente estocadas em álcool etílico a 70% (JOHANSEN, 1940).

De cada touceira foram utilizadas duas raízes e duas folhas, constituindo duas repetições. Amostras da região localizada no terço médio inferior das raízes e a região mediana das folhas foram analisadas anatomicamente. Cortes transversais foram obtidos à mão livre, com lâmina de barbear e corados em dupla coloração, azul de astra e fucsina básica (ROESER, 1962), e posteriormente montados em lâminas histológicas semi-permanentes com gelatina glicerinada.

As amostras foram analisadas em microscópio fotônico trinocular Leica® ICC50 acoplado a um computador, sendo registradas fotomicrografias com auxilio do software LAZ EZ 1.7.0. Onde foram avaliados caracteres anatômicos quantitativos e qualitativos. Foram aferidos quantitativamente: (1) espessura do mesofilo foliar; (2) espessura do grupo de fibras da nervura foliar abaxial; (3) espessura do grupo de fibras da nervura foliar adaxial; (4) espessura da nervura central foliar; (5) volume de células buliformes; (6) diâmetro da raiz; (7) espessura da epiderme da raiz; (8) contagem de polos de

protoxilema e (9) diâmetro do cilindro vascular da raiz. Foram avaliados qualitativamente: (1) idioblastos; (2) células epidérmicas; (3) cutícula; (4) forma do estômato; (5) disposição dos estômatos; (6) forma das células-guarda; (7) células subsidiárias; (8) hipoderme; (9) tricomas; (10) mesofilo; (11) fibras extravasculares e vasculares (12) feixes vasculares.

Foram selecionadas aleatoriamente secções transversais de folha e de raiz para a morfometria. As imagens foram medidas por meio do programa Anati Quanti 2® UFV (AGUIAR et al., 2007), totalizando 72 imagens de folha e 72 imagens de raízes. Posteriormente, foram comparados os três estádios morfológicos quanto as variáveis quantitativas mencionadas anteriormente. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2011).

Resultados e Discussão

Quando analisadas em campo no momento pré-coleta, *Urochloa brizantha* cv. Marandu afetados severamente pela síndrome da morte de pastagens (SMP) apresentaram folhas amareladas e/ou secas e porte inferior ao de plantas saudáveis, aparentando características similares aos de indivíduos da espécie expostos a déficit hídrico severo.

Nas raízes, observou-se a presença de grande quantidade de pelos absorventes, além do surgimento de raízes laterais nos indivíduos analisados (Fig. 2A, 2D). Os pelos exibiram-se unicelulares com gradativo afilamento ao se distanciar da origem (Fig. 2D).

Dias-Filho (2006) relatou que a evolução da SMP além de promover diminuição do comprimento, e consequentemente, diminuição da massa radicular dos indivíduos afetados, também causou diminuição dos pelos nessas estruturas, alterações causadas, sobretudo pelo encharcamento do solo. Aparentemente, não foram observadas variações da quantidade de pelos responsáveis pela absorção de nutrientes no presente estudo.

A partir de secções transversais, foi observada epiderme uniestratificada, com células de paredes pouco espessadas (Fig. 2B, 2C), não havendo alterações anatômicas nem diferença estatística significativa para o volume desta camada entre os estágios da SMP (Tab. 1).

Tabela 1. Morfometria do terço médio de raízes de *Urochloa brizantha* em 3 estádios morfológicos.

Estádios	EPI (µm)	DIAM (µm)	DIAM cilin (µm)	PROTOX
1	26,54 a	1489,37 a	791,99 a	35,00 a
2	26,27 a	1568,77 a	850,22 a	32,41 a
3	23,30 a	1489,37 a	791,99 a	36,41 a
CV (%)	23,75	21,10	22,03	16,77
DMS	6,03	341,31	187,26	5,81

Estádios: 1 plantas saudáveis, 2 plantas em início da SMP, 3 plantas em estádio avançado de SMP. Epiderme (EPI), diâmetro da raiz (DIAM), diâmetro cilindro vascular (DIAM cilin), número de polos de protoxilema (PROTOX). Letras iguais na coluna não diferem significativamente ($p > 0,05$), segundo o teste de Tukey.

A epiderme espessada nas raízes oferece maior proteção, pois é uma barreira a organismos patogênicos (NICOLAU et al., 2010), entretanto tal característica não esteve presente nas amostras de *U. brizantha* analisadas.

A região do córtex, compreendida entre a epiderme e o cilindro vascular, apresentou duas ou três camadas de células da exoderme com paredes celulares mais espessas e lignificadas (Fig. 2B).

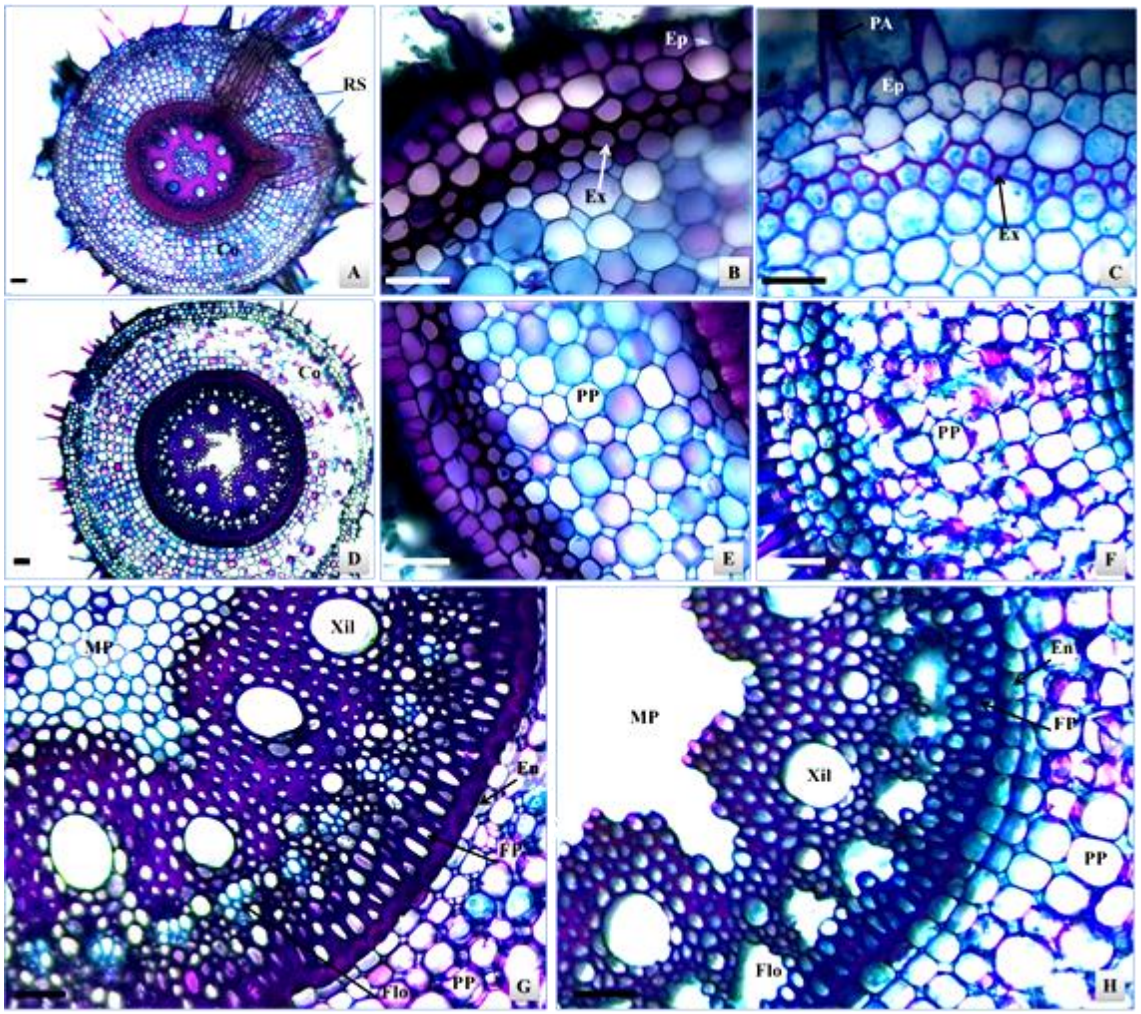

Figura 2. Secções transversais de raízes de *Urochloa brizantha*. A, B, E, G – Indivíduos saudáveis; C, D, F, H – Indivíduos acometidos pela síndrome. Raiz secundária (RS), córtex (Co), epiderme (Ep), pelo absorvente (PA), endoderme (En), exoderme (Ex), parênquima de preenchimento (PP), fibras periclinais (FP), floema (Flo), xilema (Xil) e medula parenquimática (MP). Barras: 50 µm.

A exoderme pluriestratificada de *U. brizantha* exibiu diminuição da espessura com o avanço da SMP (Fig. 2B, 2C). Pereira et al. (2008),

analisando raízes de milho (*Zea mays* L.) cv. Saracura, observaram diminuição da exoderme ao passo que se aumentava o encharcamento do solo. A SMP é associada por outros autores (ZUÑIGA-PEREIRA et al., 1998; DIAS-FILHO, 2006) ao excesso de água no solo e a resposta fisiológica observada na exoderme de *U. brizantha* é similar a relatada na cultivar Saracura.

Em plantas saudáveis, o parênquima subsequente à camada lignificada se mostrou simetricamente organizado, apresentando células esféricas de paredes delgadas, dispostas em camadas em direção ao centro da raiz (Fig. 2E). Com a evolução da SMP, essa região aparentou gradativa desorganização com surgimento de lacunas geradas pela lise celular (Fig. 2F), o que em alguns casos provocou alterações na forma, predominantemente circular das raízes (Fig. 2A, 2D).

Ramos et al. (2008), relataram o surgimento de aerênquima em raízes de *U. brizantha* abastecidas com altos níveis de selênio. Condição diferente da observada no presente estudo, onde a lise das células corticais gerou desorganização desta região, não configurando a formação de parênquima aerífero. Pereira et al. (2008), afirmaram que o córtex é a região mais sensível da raiz a alterações do ambiente.

Na espécie em estudo, as paredes anticlinais das células da endoderme apresentaram-se espessadas e menores em relação às demais células do córtex (Fig. 2G). Espessamento esse que é menor com a evolução da SMP, tornando-se imperceptível em estádios mais avançados (Fig. 2H). O espessamento de parede de algumas camadas da raiz ocorre por acúmulo de suberina e lignina (BARUCH & MÉRIDA,1995), sendo a endoderme composta de uma linha de células em forma de barril estreitamente justapostas (DWARI & MONDAL, 2011).

O pouco espessamento das paredes celulares ocorrida na fileira mais interna de células do córtex de *U. brizantha*, pode ocorrer devido ao consumo de polissacarídeos, gerado pela redução da absorção de nutrientes pela planta e consequente redução da produção fotossintética. Tal hipótese também foi comentada por Rodella & Maimoni-Rodella (1992), mencionando que a diminuição de tecidos fotossintetizantes pode gerar menor produção de fibras e polissacarídeos.

Os indivíduos analisados apresentaram cordões de fibras pericíclicas dispostos em duas ou três camadas, envolvendo o cilindro vascular (Fig. 2G, 2H). Esta região não apresentou diferenças anatômicas entre os estádios da SMP. Abaixo do periciclo, estão dispostos os grupos de floema, normalmente funcionais em plantas saudáveis. Em estádio mais avançado da SMP ocorreu lise de células do floema (Fig. 2H).

Alguns elementos do xilema apresentaram a mesma característica observada nas células do floema (Fig. 2H). No centro do cilindro vascular foi verificada a presença de parênquima medular em formas variadas, composto de células pequenas de parede celular delgada (Fig. 2A, 2G). Com a evolução da SMP as células da medula sofreram colapso (Fig. 2H). Alguns elementos de vasos, assim como a região do centro do cilindro vascular encontravam-se obstruídos.

Urochloa brizantha não apresentou variações de espessura nos vasos do xilema ou metaxilema entre plantas saudáveis e plantas debilitadas pela SMP, o que pode ser decorrente da sua intolerância ao alagamento, diferente do ocorrido com *Z. mays*, estudada por Pereira et al. (2008), que se adaptou a solos encharcados. Sob condições de hipoxia radicular *Z. mays* exibiu diminuição do diâmetro de vasos xilemáticos e da proporção de tecidos de parênquima medular, mas não fizeram observações de substâncias obstruindo os dutos ou lise da medula parenquimática.

Dias-Filho (2006), afirmou que em *U. brizantha* submetida a encharcamento do solo, ocorreu diminuição das raízes e acúmulo de maior quantidade de amido nas folhas, alterando os mecanismos de defesa dos indivíduos, tornando-os mais susceptível a doenças. O autor enfatizou ainda que raízes de indivíduos sob alagamento exudaram etanol, substância que atrai fungos que, entre outros fatores, são responsáveis pela SMP.

No presente trabalho, foi observado que raízes de plantas em estágio avançado da SMP eram mais curtas que as de indivíduos tidos como saudáveis, o que pode ser decorrente do ambiente em que estas plantas estavam inseridas, solo raso com cascalho a profundidade média de 20 cm.

As folhas da cultivar exibiram pilosidade em ambas as faces, com maior proporção de tricomas na face adaxial. Indivíduos em estágio avançado da SMP apresentaram visualmente menor proporção de pelos por área foliar. A

presença de tricomas tectores é comum em gramíneas (METCALFE & CHALK, 1960). Essas estruturas também foram encontradas em grande quantidade em *Urochloa decumbens* Stapf.

Urochloa brizantha exibiu células epidérmicas com paredes anticlinais sinuosas. Entre as células longas da epiderme estavam presentes células intercostais curtas, silificadas, contendo corpos de sílica ou fitólitos, corroborando Ellis (1979). Estas células apresentaram formas e tamanhos variados (Fig. 3A, 3B, 3E), não diferindo entre os estágios da SMP.

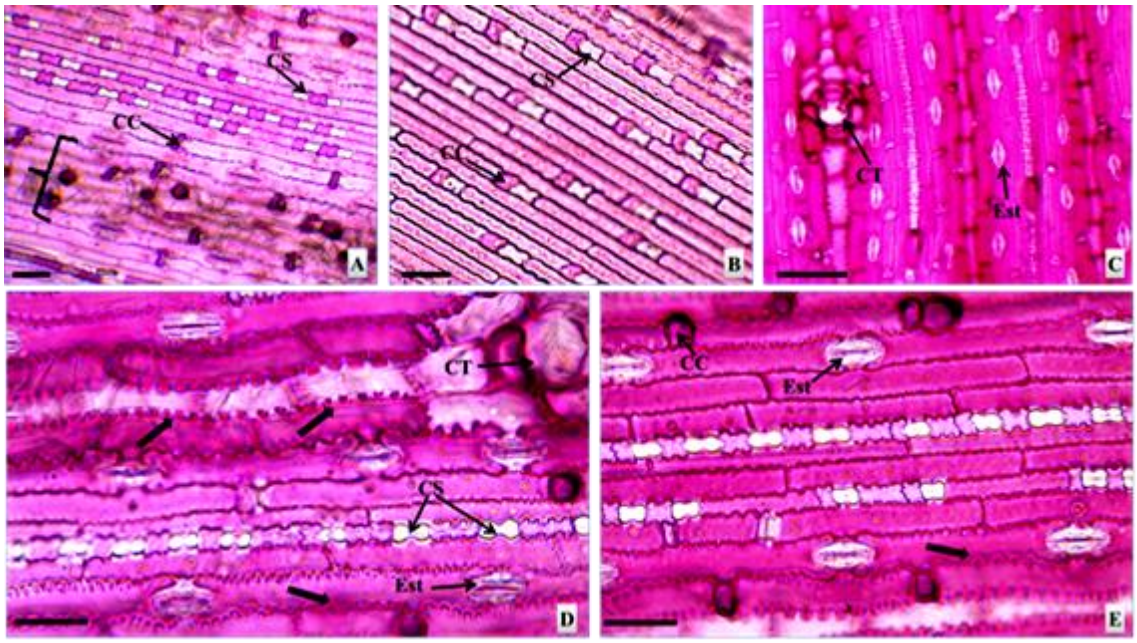

Figura 3. Secções paradérmicas de folhas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. A e B – Face abaxial, C, D e E – Face adaxial. Células silicosas (CS), estômatos (Est), cicatriz de tricoma (CT), células curtas (CC), paredes anticlinais sinuosas (seta larga) e área sobre feixe vascular (chave). Barras: 50 µm.

Em corte transversal, foi observada cutícula espessa sobre epiderme uniestratificada, composta de células elipsoides de paredes levemente espessadas nas faces anticlinais e periclinais externas (Fig. 4A, 4B, 4C, 4D). Nicolau et al., (2010) afirmam ainda que estruturas anatômicas como paredes anticlinais sinuosas nas células epidérmicas, somados a cutícula espessa aumentaram a compactação do tecido de revestimento, assegurando o sucesso das populações diante da seca.

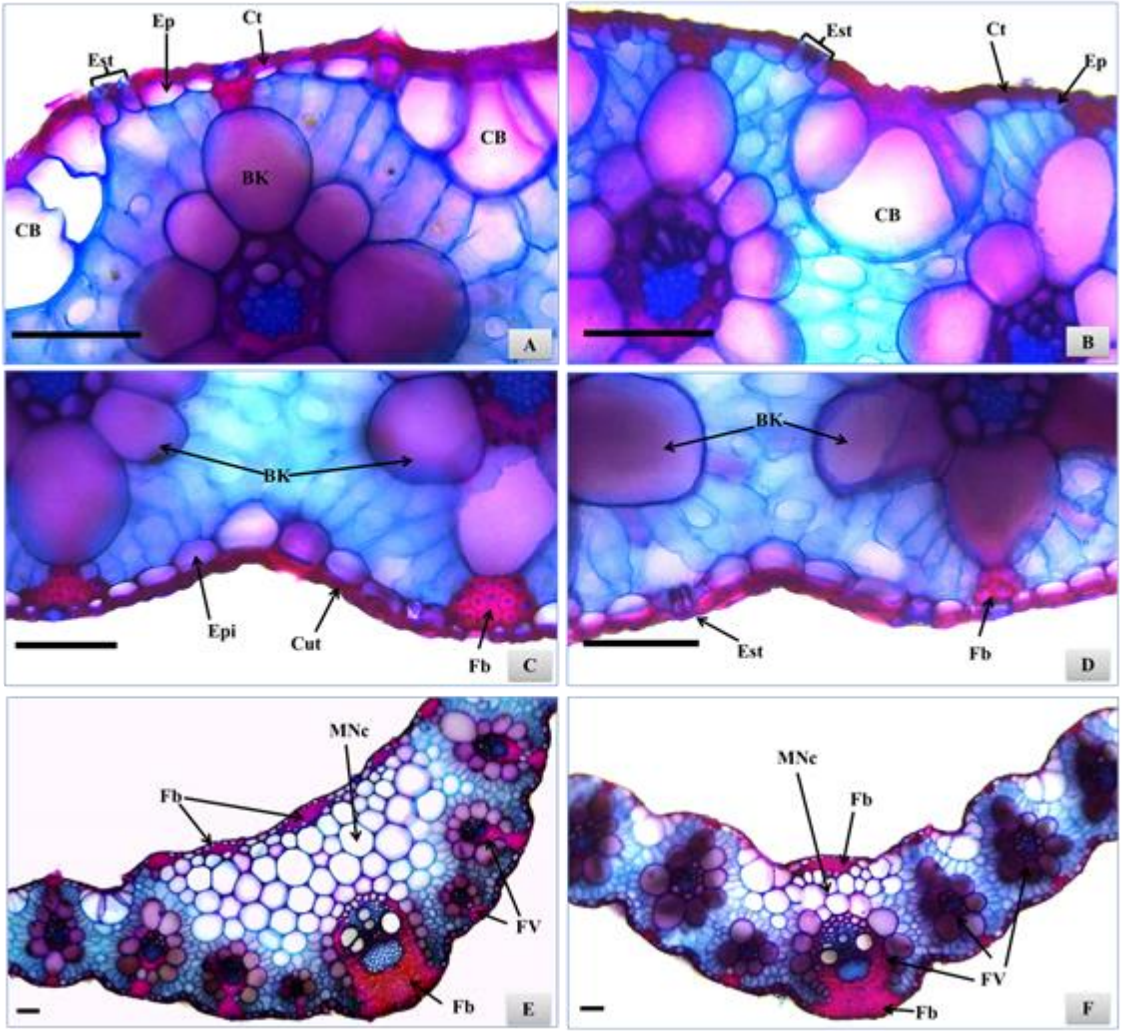

Figura 4. Secções transversais de *Urochloa brizantha*. A, C, E – Indivíduos saudáveis; B, D, F – Indivíduos acometidos pela síndrome da morte das pastagens. Células buliformes (CB), epiderme (Ep), cutícula (Ct), bainha Kranz (BK), estômato (Est), mesofilo da nervura central (MNc), fibras esclerenquimáticas (Fb), feixe vascular (FV). Barras: 50 µm.

Foi observado em algumas regiões da epiderme, células na face abaxial com menor volume e paredes celulares mais delgadas em estádios mais avançados da SMP (Fig. 4D), corroborando com Gobbi et al. (2011), que analisando o desenvolvimento de *U. brizantha* sob diferentes níveis de sombreamento, relataram a diminuição da espessura da parede das células da epiderme adaxial concomitante com o aumento do sombreamento.

Plantas debilitadas pelo acometimento de doenças ou sob pressões ambientais podem ter sua produção fotossintética comprometida (SILVA et al., 2005) ou mesmo direcionar substâncias para a manutenção das funções

fisiológicas, diminuindo o acúmulo de polissacarídeos e fibras (TAIZ & ZEIGER, 2013). Situação também observada em *Panicum maximum* cv. Mombaça em sistemas silvipastoris (RIBEIRO JÚNIOR et al., 2014) e outras onze forrageiras cultivadas com reduzida incidência solar (SOARES et al., 2009). O agravamento da SMP em *U. brizantha*, aparentemente gerou alterações metabólicas que resultaram em alterações histológicas similares às citadas, o que pode ser decorrente da absorção de nutrientes e produção fotossintética reduzidas destas plantas.

Apesar de não diferir estatisticamente, o volume das células buliformes da face adaxial aumentou com a evolução da SMP (Tab. 2). Estas células mantiveram-se dispostas em grupos regulares e bem definidos de 3 a 5 células, organizadas em forma de leque com a célula central maior (Fig. 3A, 4B). Em plantas saudáveis, ocorreram em nível ligeiramente abaixo das demais células epidérmicas, formando sulcos. Em plantas em estágio mais avançado da SMP, foram comumente encontradas também em nível levemente acima das demais células epidérmicas, mostrando-se proeminentes.

Tabela 2. Morfometria do terço médio de folhas de *Urochloa brizantha* em 3 estádios morfológicos.

Estádio	NC (µm)	C B (µm)	F ABA (µm)	F ADA (µm)	MES (µm)
1	490,58 a	71,94 a	99,18 a	45,38 a	209,95 a
2	410,91 b	81,29 a	91,18 ab	43,18 ab	209,94 a
3	342,48 c	86,52 a	77,36 b	35,40 b	209,54 a
CV (%)	14,24	25,04	16,36	20,71	14,90
DMS	59,16	20,05	14,63	8,57	31,33

Estádios: 1 plantas saudáveis, 2 plantas em início da SMP, 3 plantas em estádio avançado de SMP. Nervura central, (NC), células buliformes (C B), fibras abaxiais (F ABA), fibras adaxiais (F ADA), mesofilo da lâmina foliar (MES). Letras iguais na coluna não diferem significativamente a ($p > 0,05$), segundo o teste de Tukey.

As células buliformes apresentaram paredes mais delgadas que outras células epidérmicas, provavelmente composição química diferente, característica esta, confirmada pela dupla coloração utilizada por Brito & Rodella (2002). Esau (1974) e Nicolau et al. (2010) caracterizaram estas células como motoras, sendo responsáveis pelo enrolamento e/ou dobramento das folhas em condições ambientais adversas. A característica para plantas em

estágio avançado da SMP pode justificar a forma como folhas mortas ou amareladas são encontradas, completamente abertas de uma extremidade a outra do limbo, indicando possível falta de funcionalidade das células buliformes.

Na região da nervura central, o mesofilo foliar apresentou parênquima fundamental formado por células arredondadas e desprovidas de cloroplastos, localizado na porção adaxial da nervura central, conforme descrito por Marques et al. (2012). Brito & Rodella (2002), verificaram que *U. brizantha* apresentou 5 camadas de células de parênquima de preenchimento na região de quilha, quantidade também visualizada no presente trabalho em plantas que não aparentaram acometimento a SMP (Fig. 4E).

Foi observada menor quantidade de células na região de quilha com o avanço da SMP, com diferença significativa do diâmetro da quilha entre os estádios morfológicos analisados (Tab. 2), sendo registrada nervura central com espessura similar a do limbo foliar em algumas amostras (Fig. 4F). Taiz & Zeiger (2013), afirmam que plantas sensíveis à inundação são severamente danificadas em 24 horas de anoxia, pois esse estresse altera as trocas gasosas, sendo capaz de diminuir as divisões celulares, responsáveis pela reposição celular da planta. O que pode justificar a alteração das proporções de tecidos, aumento de espaço intercelular e até diminuição dos órgãos do vegetal visualizados no presente estudo.

Extensões de bainha ocorreram nas duas faces do órgão, ligando os feixes vasculares à epiderme no limbo foliar e ligando o feixe vascular central a epiderme abaxial (Fig. 4C, 4D, 4E, 4F). Em estádio mais avançado da SMP foram observadas menores proporções de fibras ao longo do órgão (Tab. 2). Variações ambientais podem causar diminuição nas quantidades de tecido vascular e de sustentação (GOBBI et al., 2011), o que corrobora com o observado em *U. brizantha* e *P. maximum* onde a diminuição das taxas fotossintéticas provocou diminuição da produção de massa seca devido principalmente pela redução de fibras esclerenquimáticas e celulose dos tecidos da folha (SOARES et al., 2009). A diminuição da produção fotossintética pode ter causado a diminuição das calotas de fibras registradas no presente estudo.

Como a maioria das gramíneas tropicais com via fotossintética C4, *U. brizantha* apresentou anatomia Kranz (TAIZ & ZEIGER, 2013). As células do parênquima clorofiliano dispuseram-se radialmente ao redor dos feixes. Internamente a coroa de células do mesofilo, foi visualizada a bainha parenquimática do feixe vascular, com uma camada de células como o descrito por Metcalfe & Chalk (1960) para *Urochloa*.

As células do mesofilo apresentaram paredes finas e compactadas com poucos espaços intercelulares (Fig. 4E), sem alterações entre os estágios da SMP.

Conclusões

Com o avanço da síndrome da morte das pastagens (SMP), as raízes de *U. brizantha* cv. Marandu apresentaram menor espessamento das paredes celulares da exoderme e da endoderme, concomitante a crescente desorganização do córtex devido à lise celular. Lise que também ocorreu no floema e medula parenquimática.

Nas folhas ocorreu diminuição de tricomas, menor proporção de fibras esclerenquimáticas e parênquima fundamental do mesofilo na nervura central em estádio mais avançado da SMP.

As plantas mais afetadas pela SMP exibiram degradação de tecidos das raízes, sobretudo em tecidos não lignificados, com mau funcionamento do sistema condutor, paredes da exoderme e endoderme mais delgadas, o que as tornam mais susceptíveis a patógenos.

Referências Bibliográficas

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**, v. 25, n. 4, p. 649-659, 2007.

BARUCH, Z.; MÉRIDA, T. Effects of drought and flooding on root anatomy in four tropical forage grasses. **International Journal of Plant Sciences**, v. 156, n. 4, p. 514-521, 1995.

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 Botânica,** v. 25, n. 2, p. 221-228, jun. 2002.

CARNEVALLI, R. A. **Estratégias de Manejo Rotacionado de Pastagens.** 1. ed. Juiz de Fora: Embrapa, v.1, comunicado técnico, p.4, 2009. Disponível em: <http://www.geodegrade.cnpm.embrapa.br/web/geodegrade/blog/-/blogs/a-pecuaria-xtensiva-no-brasil.pdf>. Acessso em: 17 Mai. 2013.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 121-138, 2007.

DIAS-FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 243-252, 2011.

DIAS-FILHO, M. B. **Respostas morfofisiológicas de Brachiaria spp. ao alagamento do solo e síndrome da morte do capim-marandu**. In: Rodrigo Amorim Barbosa. (Org.). Morte de pastos de Braquiárias. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, p. 83-101, 2006.

DWARI, S.; MONDAL, A. K. Systematic studies (morphology, anatomy and palynology) of economically viable grass *Brachiaria mutica* (Forsskil) Stapf in Eastern India. **African Journal of Plant Science**, v. 5, n. 5, p. 296-304, 2011.

ELLIS, R. P. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. The epidermis as seen in surface view. **Bothalia**, v. 12, n. 4, p. 641-671, 1979.

ESAU, K. **Anatomia de plantas com sementes**. Ed. Edgard Blücher LTDA. São Paulo: 1974. 293 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, 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**, v. 40, p. 1436-1444, 2011.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book Co. Inc., 1940. 523p.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro. EDUR (Editora Universidade Rural), 1997. 198 p.

MARQUES, R. P.; RODELLA, R. A.; MARTINS, D. Características da anatomia foliar de espécies de braquiária e sua relação com a sensibilidade a herbicidas. **Planta Daninha**, v. 30, n. 4, p. 809-816, 2012.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of monocotyledons**. **Gramíneae.** vol. 1. Oxford: Clarendon Press, 1960.

NICOLAU, B. A. P.; ALVARENGA, T. M.; FONSECA, F.; SILVA, E.; JÚNIOR, F.J.S. Morfoanatomia foliar de *Brachiaria decumbens* Stapf, coletada na zona rural de Lavras, estado de Minas Gerais, Brasil. **Revista Científica UDO Agrícola**, v.10, n.1, p 1-6, 2010.

PEREIRA, F. J.; CASTRO, E. M.; SOUZA, T. C.; MAGALHÃES, P. C. Evolução da anatomia radicular do milho 'Saracura' em ciclos de seleção sucessivos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.12, p.1649-1656, 2008.

RAMOS, S. J; ÁVILA, F. W.; BOLDRIN, P. F.; PEREIRA, F. J.; CASTRO, E. M.; FAQUIN, V.; REIS, A. R.; GUILHERME, L. R. G. Response of *Brachiaria* grass to selenium forms applied in a tropical soil. **Plant, Soil and Environment**, v. 58, n. 1, p. 521-527, 2012.

RIBEIRO JÚNIOR, N. G.; ARIANO, A. P. R.; SANTOS, M. A.; GERVAZIO, W.; SILVA, I. V. Comparação morfoanatômica de caule e folha de *Panicum maximum* (JACQ.) cv. Mombaça em dois sistemas de pastagem. **Enciclopédia Biosfera**, v.18, p. 941-949, 2014.

RODELLA, R. A.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S. Estudo quantitativo da anatomia foliar e caulinar de duas espécies daninhas de Ipomoea. **Revista de Agricultura**, v. 67, n. 1, p. 35-48, 1992.

ROESER, K. R. Die nadel der Schwarzkiefer-masenprodukt und Keinstwert der Natur. **Microkosmos,** v. 61, p. 33-36, 1962.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL (SEPLAN). Unidades Climáticas do Estado de Mato Grosso. **Zoneamento Sócio Econômico Ecológico:** Atlas Climatológico de Mato Grosso. Cuiabá: Laboratório de Climatologia, UFMT, 2006. 1CD.

SILVA, L.M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V.J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, n. 1, p. 83-194, 2005.

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**, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre. Artmed, 2013. 954 p.

ZUÑIGA-PEREIRA, C.; GONZÁLEZ-QUESADA, R.; BUSTAMANTE-ROJAS, E.; ARGEL, P. J. Influencia de La humedad del suelo sobre la susceptibilidad de Brachiaria a hongos patógenos. **Manejo Integrado de Plagas**, v. 49, p. 51-57, 1998.

3.2. ALTERAÇÕES TECIDUAIS CAUSADAS PELA SÍNDROME DA MORTE DAS PASTAGENS EM *Urochloa hybrida* cv. MULATO II E *Urochloa brizantha* cv. MARANDU

Resumo – (Alterações teciduais causadas pela síndrome da morte das pastagens em *Urochloa hybrida* cv. Mulato II e *Urochloa brizantha* cv. Marandu). A produção de forragem de qualidade é um pressuposto indispensável à atividade pecuária moderna. Dessa forma, perdas de rendimento nesta atividade, preliminar à criação bovina podem causar a inviabilização da atividade econômica. Através do estudo anatômico em *Urochloa hybrida* cv. Mulato II e *U. brizantha* cv. Marandu, buscou-se descrever e comparar as alterações do corpo vegetativo de indivíduos de populações que apresentam síndrome da morte das pastagens (SMP). Foram coletados espécimes em estádios morfológicos distintos em propriedades rurais no norte de Mato Grosso. Após a coleta, os indivíduos foram fixados em FAA_{50} e armazenados em álcool 70%. Lâminas histológicas foram confeccionadas a partir de secções do terço médio de raízes, rizomas e folhas onde foram avaliadas as características e proporções dos tecidos em indivíduos saudáveis, indivíduos em estádio intermediário e também em estádio mais avançado da SMP, bem como comparadas as alterações entre as duas cultivares. Com o avanço da síndrome verificou-se diminuição mais acentuada da extensão de raízes em *U. hybrida*; A região cortical das raízes e do rizoma das cultivares sofreu desorganização, sendo observada nas raízes a presença de hifas fúngicas e a formação de aerênquimas em *U. hybrida*; As proporções de fibras esclerenquimáticas diminuíram nas raízes e folhas; No rizoma, a epiderme de *U. brizantha* apresentou esclerificação e *U. hybrida* exibiu aumento da quantidade de fibras pericíclicas; Houve diminuição do volume das células epidérmicas da face abaxial das folhas de ambas as cultivares, com maior diminuição em *U. hybrida*; A região da nervura central das folhas sofreu gradativa diminuição como espessura similar ao mesofilo foliar; O sistema de condução sofreu obstruções, onde o floema das raízes e rizomas afetados pela síndrome apresentaram parcial ou total lise celular e o xilema por vezes se mostrou obstruído. A evolução da SMP nas cultivares é semelhante, contudo houveram variações, decorrentes provavelmente da resposta fisiológica ao estresse, como a formação de aerênquimas na raiz, alteração e aumento do periciclo do rizoma de *U. hybrida*.

Palavras-chave: Forrageira, anatomia vegetal, hifas fúngicas.

Abstract – (Tissue changes caused by the death of pastures syndrome in *Urochloa hybrida* cv. Mulato II and *Urochloa brizantha* cv. Marandu). The quality of forage production is a prerequisite to modern livestock. Therefore, income losses in this activity primary cattle raising can cause the impossibility of economic activity. Through anatomical study of *Urochloahybrida* cv. Mulato II and *U. brizantha* cv. Marandu, searched for describe and compare changes in individuals vegetative body from populations with death of pastures syndrome (DPS). Specimens were collected at different physiological stages in farms in northern Mato Grosso. After collection, the individuals were fixed in FAA50 and stored in 70% alcohol. Histological slides were prepared from middle third of the sections of roots, rhizomes and leaves which were evaluated the proportions and characteristics of tissues in healthy, intermediate and advanced stage of DPS, changes were compared between cultivars. With the advancement of the syndrome there was more marked decrease in the length of roots in *U. hybrida*; The cortical region of the roots and rhizome cultivars suffered disorganization, were observed fungal hyphae in roots and aerenchyma formation in *U. hybrida*; sclerenchyma fiber proportions decreased in roots and leaves; Epidermis of *U. brizantha* presented sclerification in rhizome and *U.hybrida* exhibited increased of pericyclic fibers; There was decrease in the volume of epidermal cells of the abaxial face of the leaves of both cultivars, with a greater reduction in *U. hybrida*; Midrib of leaves suffered gradual decrease in thickness similar to leaf mesophyll; Conduction system suffered obstructions, roots phloem and rhizomes affected by the syndrome have partial or total cell lysis and xylem sometimes showed obstructed. The evolution of DPS in cultivars is similar, but there were variations, arising probably the physiological response to stress, such as aerenchyma formation in the root, change and increased pericycle the rhizome of *U. hybrida*.

Keywords: Forage, plant anatomy, fungal hyphae.

Introdução

No Brasil, a criação de bovinos em pastagens é a forma mais comum e barata utilizada na pecuária. A manutenção da produtividade forrageira combinada com as condições de clima e solo necessárias a um sistema sustentável ao longo do tempo, constitui-se um dos grandes problemas da pecuária, pois o que ocorre na maior parte dos estabelecimentos rurais é a degradação desses ecossistemas. A busca da solução deste problema envolve não somente a identificação de materiais forrageiros adequados às diferentes condições, mas também aos níveis ótimos de adubação que garantam a sua produção e perenidade (SANCHÊS et al., 2013).

Em Mato Grosso, o rebanho bovino aumentou 2,55 milhões de cabeças em 5 anos, alcançando 28,41 milhões em 2013. Já as propriedades rurais ocupadas por pastagens, que ocupavam 25,78 milhões de hectares, se mantiveram praticamente estáveis, passando para 25,80 milhões no mesmo período (MATO GROSSO, 2015).

O aumento da produtividade das forrageiras, além de evitar o desmatamento, é uma tendência já consolidada na agricultura e agora se firma também como caminho irreversível para a sobrevivência e expansão da pecuária de produção em larga escala (ROMA, 2009). Nos últimos anos os produtores matogrossenses, apesar da melhoria de produtividade, vêm sofrendo com as perdas de pastagens. Em 2011, 57% dos pecuaristas do estado relataram perdas com morte de pastagens (MATO GROSSO, 2011).

O uso de plantas forrageiras na maioria das vezes é feito sem levar em consideração aspectos básicos relacionados à fisiologia, estrutura, desenvolvimento das plantas e de suas exigências nutricionais (SANCHÊS et al., 2013). Como uma das consequências, ocorrem vastas áreas de pastagens degradadas ou em algum estágio de degradação, em que há baixo retorno econômico da atividade pecuária e, muitas vezes, prejuízos ao meio ambiente.

As forrageiras do gênero *Urochloa* P.Beauv. (Poaceae) despertam grande interesse dos pecuaristas por apresentarem alta produção de matéria seca, além de adaptabilidade, persistência, facilidade de estabelecimento e bom valor nutritivo, além de possuírem menor disposição a doenças e mostrarem bom crescimento durante praticamente todo o ano, não só no período chuvoso (COSTA et al., 2005).

O gênero *Urochloa* inclui espécies importantes como *U. ruziziensis*, *U. brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster e *U. decumbens* (Stapf) R. D. Webster, utilizadas em pastagens no Brasil (PEREIRA et al., 2012), inclusive no estado de Mato Grosso.

Estas espécies apresentam vantagens e também limitações para serem usadas como forrageiras, sendo desejável que suas características sejam combinadas em novas cultivares, dentro de parâmetros edafoclimáticos mais restritos e realistas. Estratégias para explorar a variabilidade existente nos indivíduos é a realização de cruzamentos artificiais, com indução a hibridização, manipulação da sexualidade e apomixia (VALLS & ANDRÉA DEL PILAR, 2004).

Com a contínua necessidade de cultivares tolerantes a pressões bióticas e abióticas do ambiente produtivo, empresas privadas e também órgãos governamentais desenvolvem inúmeras pesquisas, visando a manutenção e ampliação da produtividade agrícola e pecuária. Nesse sentido, o Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) disponibilizou uma nova opção de forrageira, a *Urochloa hybrida* cv. Mulato II (CIAT 36087), resultado do cruzamento e seleção entre *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa decumbens* cv. Basilisk, com acessos de *U. brizantha* (TEODORO et al., 2012).

O capim Mulato II é uma gramínea perene, com altura próxima a 1 metro no auge de produção, apresentando folhas lineares, lanceoladas de cor verde intenso, com uma média de 35 a 40 cm de comprimento, 2,5 a 3,0 cm de largura e abundante pubescência (ARGEL et al., 2007).

Um fator causador de perdas relatado a partir do início da década de 1990 na Costa Rica (ZUÑIGA-PEREIRA et al., 1998) e também no Brasil, sobretudo nos estados da região Norte (DIAS-FILHO, 2006) e posteriormente no Centro-Oeste, é a morte do capim Marandu em regiões específicas das pastagens. Regiões estas associadas a áreas de pouca drenagem do solo e alagamento, onde considera-se não só a baixa tolerância da cultivar ao encharcamento, mas ainda a proliferação de microorganismos patogênicos, pelo excesso de umidade.

As alterações agronômicas causadas pelo excesso de água em pastagens já foram amplamente discutidas por diversos autores nos últimos anos (DIAS-FILHO, 2007; ZUÑIGA-PEREIRA et al., 1998; CARNEVALLI, 2009;

MATO GROSSO, 2011), o que levou a conclusão de que a morte dos indivíduos é causada por um conjunto de fatores que interagem (baixa capacidade de drenagem do solo, compactação, déficit nutricional, proliferação de fungos em excesso), caracterizando o problema como uma síndrome (Síndrome da Morte das Pastagens - SMP).

Poucas informações são encontradas na literatura quanto às alterações teciduais sofridas por plantas acometidas por doenças como a SMP, e mais escassos são os registros da ocorrência desta em outras espécies ou cultivares. As informações atuais são de que tal síndrome surgiu em pastagens de braquiárias da cultivar Marandu e que algumas cultivares do mesmo gênero são tolerantes, mas não resistentes.

Estudos das alterações anatômicas geradas por déficit hídrico em forrageiras foram realizados por Mello et al. (2007), relatando variação das proporções de parênquima clorofiliano e do volume de células buliformes. Caetano e Dias-Filho (2008), discutem as respostas fisiológicas de seis cultivares de *Urochloa* ao encharcamento do solo e consequente diminuição da produtividade, entretanto não fizeram referências à alterações teciduais.

Nesse contexto, o presente trabalho objetivou descrever e comparar o desenvolvimento da síndrome e seu impacto nos tecidos vegetais de raiz, rizoma e folhas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. hybrida* cv. Mulato II.

Material e Métodos

Foram coletados indivíduos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e de *Urochloa hybrida* cv. Mulato II em três propriedades rurais com ocorrência de síndrome da morte das pastagens (SMP) na Amazônia Meridional, extremo norte de Mato Grosso (Fig. 1).

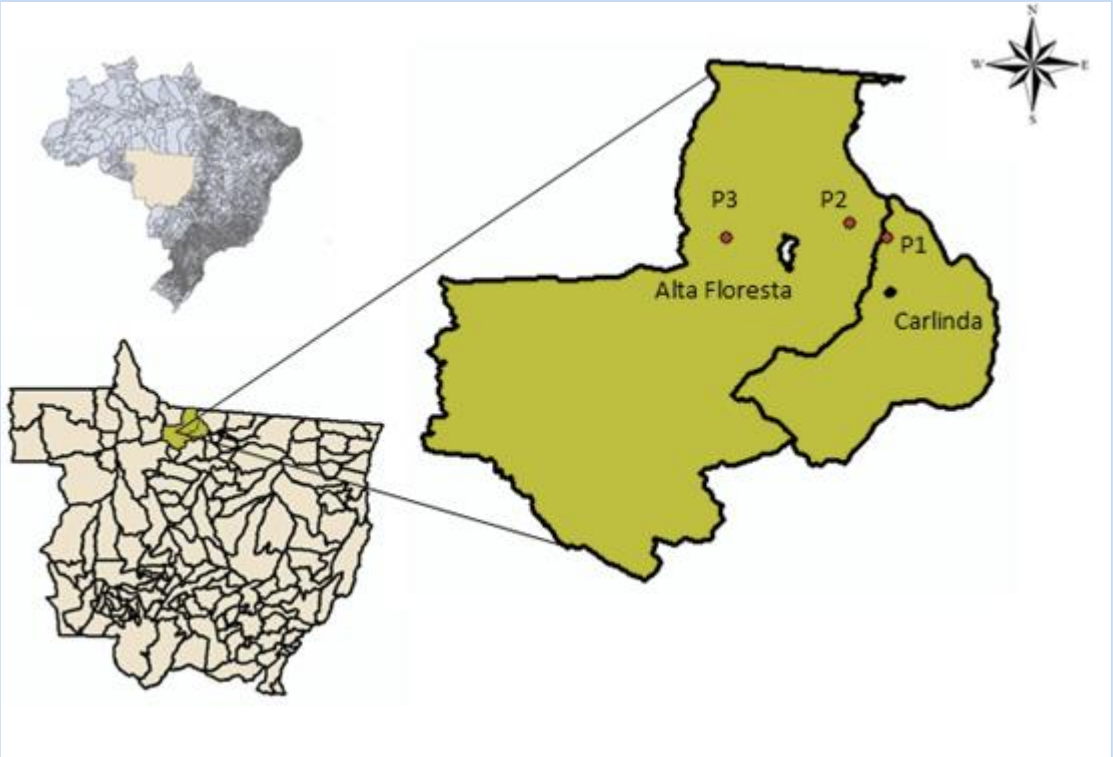

Figura 1. Mapa de Mato Grosso com indicação das áreas de coleta do material vegetal. Fonte: Próprio autor.

A região integra a depressão amazônica sulamericana, com clima equatorial continental úmido e estação seca de maio a setembro. O índice pluviométrico anual pode exceder 2.300 mm m^{-2} e a temperatura média é de 24,8 ºC (SEPLAN, 2006).

Os locais de coleta foram determinados a partir de visitas aleatórias a propriedades rurais para conversas sobre a SMP. Sítios ou fazendas que apresentavam características de produções diferenciadas (utilização e tempo de plantio distintos) foram selecionadas, até chegarmos ao número amostral necessário para proceder os estudos anatômicos.

A área de coleta 1, localizada no município de Carlinda-MT é uma propriedade rural de 50 hectares, onde é praticada pecuária extensiva de gado de corte, com pastagem plantada há onze anos, apresentando a SMP há cerca de dois anos. A área 2, situada no município de Alta Floresta-MT é uma propriedade rural com aproximadamente 120 hectares, de pecuária leiteira com pastejo rotacionado e com a espécie implantada há aproximadamente 14 anos. A área 3, também localizada no município de Alta Floresta-MT é uma propriedade rural com área de 520 hectares, com práticas de pecuária extensiva de gado de corte onde foram replantados capim Marandu e capim Mulato II há um ano, em piquetes distintos, após o processo de reforma de pastagem (com gradagem e correção química do solo), onde antes fora cultivado *U. brizantha* com perdas de produtividade decorrentes de muitos focos da SMP.

Em cada uma das áreas, foram retiradas amostras de raiz, rizoma e folhas das plantas nas chamadas reboleiras (áreas de morte de capim). Estas regiões da pastagem onde ocorre a SMP se apresentam de diferentes formas, para as coletas buscou-se um padrão de reboleiras de diâmetro inferior a 3 metros. Em cada uma das propriedades rurais foi selecionada uma reboleira.

Na reboleira, foram selecionadas touceiras em três estádios morfológicos distintos: 1– Indivíduos que não apresentam síndrome da morte súbita, com folhas verdes e próximos a reboleira; 2– Indivíduos que apresentam algumas folhas amareladas localizados na borda da reboleira; 3– Indivíduos no centro da reboleira, com folhas amarela e/ou secas.

Foram obtidas quatro touceiras para cada estádio da síndrome, totalizando 12 touceiras por área de coleta. Foram desmembrados os rizomas com raízes e também retirada a segunda folha a partir da base dos perfilhos. Esse material passou pelo processo de fixação em FAA_{50} (formaldeído, ácido acético glacial e etanol 50% 5:5:90, v/v) em campo, foram mantidas por 48 horas em bomba a vácuo e posteriormente estocadas em álcool etílico a 70% (JOHANSEN, 1940) no Laboratório de Biologia Vegetal da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta.

Amostras dos rizomas foram processadas através do método de dissociação de Kraus & Arduin (1997) modificado, onde as amostras foram colocadas em tubos de ensaio com água oxigenada (30 volumes) e ácido

acético glacial na proporção de 1:1 e mantidas em estufa a 60 °C, por cerca de 24 horas. Após este período, as amostras foram lavadas em água destilada, cortados à mão livre com lâmina de barbear, corados em dupla coloração, azul de astra e fucsina básica (ROESER, 1962) e montados em lâminas histológicas semipermanentes.

De cada touceira foram utlilizadas quatro raízes e quatro folhas, constituindo 48 repetições por estádio morfológico por órgão, para cada cultivar. Cortes transversais e longitudinais de raízes e folhas foram obtidos à mão livre, com lâmina de barbear corados em dupla coloração, azul de astra e fucsina básica (ROESER, 1962) e montados em lâminas histológicas semipermanentes.

Para a análise da epiderme foram selecionadas três folhas de cada touceira, totalizando 36 repetições para cada estádio morfológico em cada cultivar. Foram feitos cortes paradérmicos na superfície adaxial e abaxial à mão livre, com lâmina de barbear e utilizado o método de dissociação de Kraus & Arduin (1997) modificado, onde as porções foliares foram colocadas em tubos de ensaio com água oxigenada (30 volumes) e ácido acético glacial na proporção de 1:1 e mantidas em estufa a 60 °C, por cerca de 48 horas. Após este período, as amostras foram lavadas em água destilada e em etanol 50% e com auxílio de um pincel separou-se as duas superfícies epidérmicas, que foram coradas com fucsina básica (ROESER, 1962) e montadas em gelatina glicerinada.

As secções foram observadas e fotografadas em microscópio fotônico binocular Leica ICC50 acoplado a computador com o software LAZ EZ 1.7.0. Nas imagens analisou-se caracteres anatômicos quantitativos e qualitativos. Foram avaliados quantitativamente: (1) espessura do mesofilo foliar; (2) espessura do grupo de fibras da nervura foliar; (3) diâmetro médio do feixe vascular central da lâmina foliar; (4) espessura da cutícula; (5) tamanho de células buliformes; (6) diâmetro da raiz; (7) espessura da epiderme da raiz; (8) contagem de polos de protoxilema e (9) diâmetro do cilindro vascular da raiz. Foram avaliados qualitativamente: (1) idioblastos; (2) células epidérmicas; (3) cutícula; (4) forma do estômato; (5) disposição dos estômatos; (6) forma das células-guarda; (7) células subsidiárias; (8) hipoderme; (9) tricomas; (10)

mesofilo; (11) fibras extravasculares e vasculares; (12) feixes vasculares; e (13) fungos.

A partir das fotomicrografias foram realizadas por meio do programa Anati Quanti 2® UFV (AGUIAR et al., 2007) a mensuração dos tecidos de 288 cortes transversais de raízes, 288 cortes transversais de folhas, e a contagem de células epidérmicas de 216 cortes paradérmicos.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2011). Posteriormente, pranchas com as imagens foram montadas para evidenciar padrões anatômicos gerais para as espécies, buscando identificar a evolução da doença nos tecidos afetados.

Resultados e Discussão

Ao identificar as reboleiras em campo, indivíduos de *Urochloa hybrida* cv. Mulato II afetados pela síndrome da morte de pastagens (SMP) apresentaram folhas amareladas e/ou secas com visível diminuição da largura e do porte em relação às plantas saudáveis. Alterações similares foram visualizadas em *U. brizantha* cv. Marandu com exceção da mudança da largura de folhas.

Urochloa hybrida apresentava rizomas curtos, assim como *U. brizantha*, contudo, as estrutura da primeira cultivar eram mais espessas, assim como suas raízes. Foi notadamente menor a quantidade de raízes laterais em *U. hybrida* e estas apresentaram maiores variações na forma, desde predominantemente cilíndricas à ovaladas. Nesta cultivar, raramente houve algum tipo de substância revestindo as raízes, diferente do que foi visto em *U. brizantha*, no qual foram frequentemente encontradas raízes laterais e também uma crosta externa a epiderme (Fig. 1A). Apesar desta não ser uma característica frequente para Poaceae, *Saccharum angustifolium* (Nees) Trin. também apresentou raízes de formato ovóide (CHAVES, 2012).

Não foram encontradas diferenças significativas entre as áreas de coleta para cada cultivar, sendo assim, foi priorizado a comparação entre os estádios morfológicos e as cultivares.

Foi registrada a presença de pelos absorventes nas raízes de ambas as cultivares (Fig. 2A, 2D, 2G, 2H, 3A, 3D). A partir das secções transversais constatou-se que os pelos eram unicelulares, tendo maiores alterações de forma em *U. brizantha* e sendo mais retilíneos em *U. hybrida* (Fig. 2B, 2E, 3B). Não foram observadas variações da quantidade de pelos, no entanto, através de comparação visual, notou-se diminuição da extensão de raízes com o progresso da SMP em *U. hybrida*.

Silva (2006), analisando *U. decumbens* contaminada com metais pesados, constatou diminuição drástica de pelos absorventes em raízes de plantas de áreas contaminadas. Chaves (2012), observou pelos radiculares unicelulares simples, em geral curtos em espécies de *Saccharum* e argumentou que sua presença e forma tem relação com o ambiente em que o indivíduo se encontra. É possível que a similaridade entre a quantidade de

pelos das amostras analisadas de ambas as cultivares foi decorrente da análise de plantas que vivem em um mesmo ambiente, sendo que a quantidade destes pode estar relacionada a fatores abióticos (disponibilidade de água, compactação do solo) em cada área de coleta, ou expressão gênica.

A epiderme da raiz das cultivares é uniestratificada (Fig. 2B, 3B), não sendo observadas alterações anatômicas nem diferença estatística significativa para espessura de parede das células entre os estágios da SMP (Tab. 1).

Tabela 1. Morfometria das raízes de *Urochloa brizantha* Marandu e *U. hybrida* Mulato II em três estádios morfológicos.

Variável	Estádio	Marandu	Mulato II	CV (%)	DMS
	1	23,99 aA	24,53 aA		
Epiderme (µm)	2	25,57 aA	24,73 aA	20,74	1,71
	3	25,58 aA	25,69 aA		
	1	1624,34 aA	1780,20 aA		
Diâmetro Raiz (µm)	2	1680,62 aA	1737,10 aA	17,59	100,96
	3	1755,53 aA	1831,70 aA		
	1	876,58 aA	887,03 aA		
Diâmetro Cilin (µm)	2	882,95 aA	937,14 aA	17,92	54,08
	3	915,58 aA	973,41 aA		
	1	35,82 aA	37,95 abA		
Protoxilema (n)	2	33,79 aA	38,95 bB	18,17	2,16
	3	35,41 aA	33,95 aA		

Estádios: 1 plantas saudáveis, 2 plantas em início da SMP, 3 plantas em estádio avançado de SMP. Diâmetro cilindro vascular (Diâmetro Cilin). Médias seguidas de letras iguais minúsculas na coluna, dentro de cada variável e maiúsculas na linha, não diferem significativamente ($p > 0,05$), segundo o teste de Tukey.

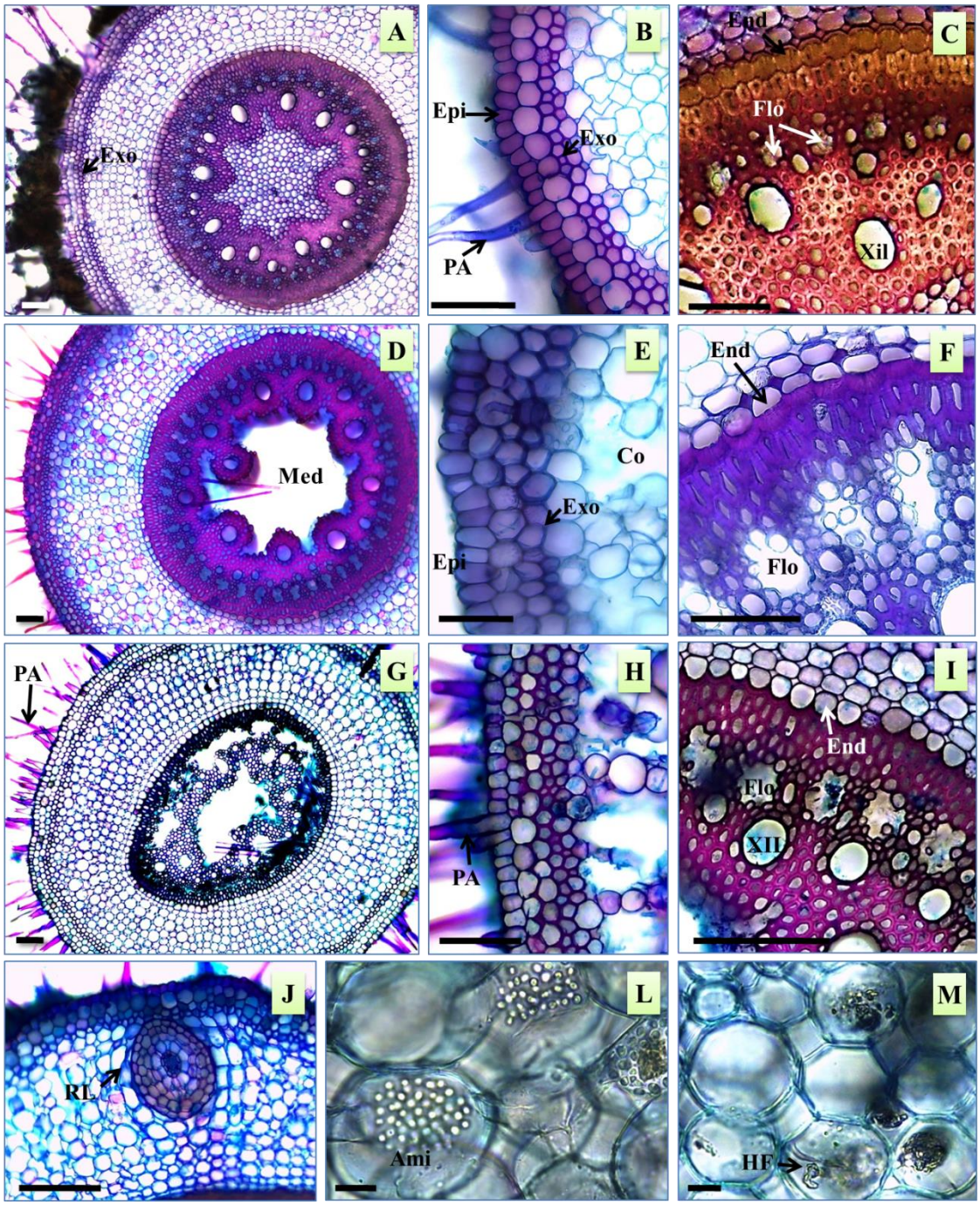

Figura 2. Secções transversais de raízes de *Urochloa hybrida*. A, B e C – plantas saudáveis, D, E e F – plantas em início da SMP, G, H e I – plantas em estádio avançado de SMP, J, L e M – detalhes. Epiderme (Ep), exoderme (Ex), pelo absorvente (PA), raiz lateral (RL), endoderme (End), periciclo (Per), floema (Flo), xilema (Xil) e medula parenquimática (Med). Barras: 100 µm (A a J); 10 µm (L e M).

Abaixo da epiderme, observou-se uma camada de células mais volumosas que a epiderme. A exoderme apresentou-se bem definida nas duas

cultivares (Fig. 2A, 2B, 3B, 3E), com maior espessamento de parede em *U. brizantha*.

Exoderme de paredes espessadas também foram registradas para *Cynodon dactylon* cv Jiggs (LAUREANO & EICHEMBERG, 2013). O espessamento das paredes celulares configura uma barreira à perda de água e à entrada de patógenos, sendo lignina e suberina os principais compostos desta estrutura (LARCHER, 2000).

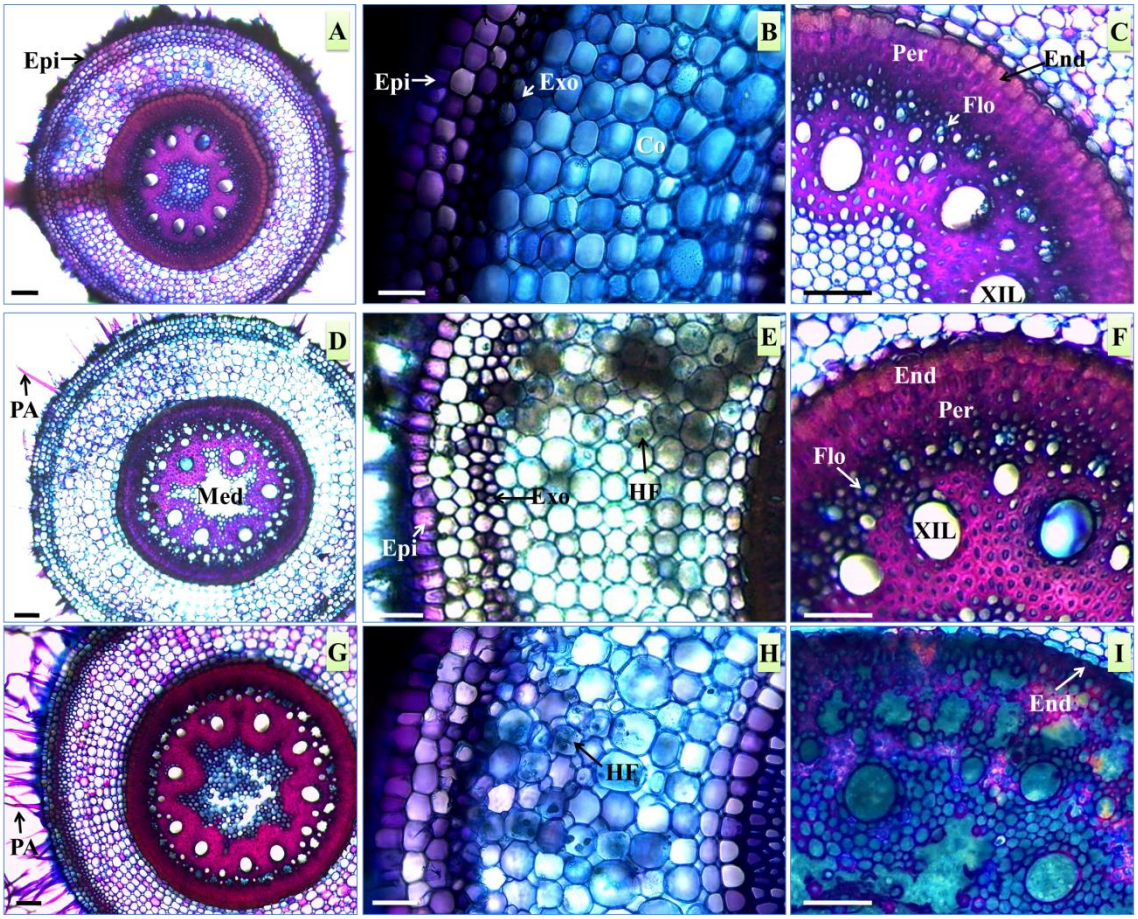

Figura 3. Secções transversais de raízes de *Urochloa brizantha* cv Marandu. A, B e C – plantas saudáveis, D, E e F – plantas em início da SMP, G, H e I – plantas em estádio avançado de SMP. Epiderme (Ep), exoderme (Ex), pelo absorvente (PA), endoderme (End), periciclo (Per), floema (Flo), xilema (Xil) e medula parenquimática (Med). Barras: 100 µm.

Em plantas saudáveis, o córtex mostrou-se simetricamente organizado, apresentando células de formas variadas em *U. hybrida* (Fig. 2B) e esféricas de parede celular fina em *U. brizantha* (Fig. 3E). Com a evolução da

SMP, essa região exibiu degradação celular, com surgimento de lacunas geradas pela lise celular (Fig. 2H, 3F), espaços estes, maiores em *U. hybrida*, com início de formação de aerênquimas (Fig. 2H).

Foram encontradas hifas fúngicas na região cortical de ambas as cultivares nos estágios mais avançados da SMP. Aparentemente a degradação do tecido foi gerada pela presença e ação desses fungos nessa região (Fig. 2L, 3E, 3H).

Apesar de não apresentar diferença significativa entre os estádios da SMP para as medidas diâmetro da raiz (Tab.1), foi visível a degradação tecidual ocorrida na região cortical. Dias-Filho (2006) observou diminuição da concentração de açúcares solúveis nas raízes de *Urochloa* pouco tolerante a alagamento e registrou o aumento da exudação de compostos que atraem fungos (etanol por exemplo). As alterações metabólicas causadas pelo alagamento provavelmente proporcionaram menor eficiência dos mecanismos de defesa do vegetal em relação a patógenos, o que justificaria a ocorrência de hifas fúngicas no interior das células corticais das cultivares analisadas no presente estudo.

Em ensaios realizados com *U. brizantha* e *Paspalum fasciculatum*, Ramos et al. (2010) constataram que a biomassa de raízes das plantas alagadas foi significativamente menor quando comparada com as plantas não alagadas. É possível afirmar que a lise de células do córtex e a diminuição da produção de açúcares pelas folhas estão diretamente relacionadas às mudanças ocorridas no metabolismo (diminuição da reposição celular e amido) dos indivíduos analisados, decorrentes da ação de fatores bióticos e abióticos externos à planta, como a ocorrência de fungos e encharcamento do solo.

A endoderme constituiu uma camada de células com paredes espessadas e menores em relação às demais células do córtex nas cultivares, espessamento esse que sofreu diminuição com o avanço da SMP (Fig. 2C, 2F, 2I, 3E, 3H). A endoderme é capaz de diminuir o refluxo de íons acumulados no cilindro vascular e no córtex, dificultando a sua perda para a solução do solo (STEUDLE, 2000).

Laureano & Eichemberg (2013) descreveram nas raízes de *C. dactylon*, endoderme com espessamento em forma de “U”, como o observado nas cultivares estudadas. Em ambas as cultivares, o espessamento da parede

periclinal e anticlinal das células da endoderme apresentou visível diminuição nos estádios mais avançados da SMP (Fig. 2I, 3I), além de ter ocorrido comprometimento do fluxo de substâncias entre os órgãos da planta, devido à destruição e obstrução dos vasos condutores.

O periciclo, conjunto de fibras esclerenquimáticas em número de duas ou três camadas que envolviam o cilindro vascular, apresentou grande espessamento das paredes de suas células (Fig.2C, 3H). Em *U. hybrida* ocorreu em maior espessura em plantas saudáveis (Fig. 2C), enquanto em *U. brizantha* esta região não exibiu diferenças anatômicas entre os estádios da SMP.

Silva (2006) relatou que plantas contaminadas com metais pesados tem diminuição da espessura do periciclo, variação atribuída a prováveis alterações nas taxas fotossintéticas. As amostras de *U. hybrida* exibiram alterações anatômicas semelhantes às citadas pelo autor, com o avanço da SMP.

O cilindro vascular das cultivares é poliarco, com média de 36 polos de protoxilema em *U. hybrida* e 35 em *U. brizantha*. Os grupos de floema e xilema normalmente são funcionais em plantas saudáveis. Em estádio mais avançado da SMP foi observada lise dos elementos traqueais e posteriormente dos elementos de vaso (Fig. 2I, 3I), promovendo a interrupção do transporte de substâncias entre os órgãos da planta. Em *U. hybrida*, o avanço da síndrome promoveu o rompimento completo das estruturas internas ao periciclo em algumas raízes (Fig. 2G). Enquanto em *U. brizantha* foram observados espaços no local de ocorrência do floema, além de elementos de metaxilema e protoxilema obstruídos (Fig. 3I).

Com a lise e obstrução de vasos condutores, as raízes perdem a habilidade de absorver água e nutrientes, provocando esgotamento das reservas de energia da planta (BIBIANO, 2012), sendo uma justificativa para a diminuição dos polissacarídeos estruturais e de reserva de plantas em estádio avançado da SMP.

No centro da raiz das cultivares foi verificada a presença de parênquima medular, composto de células pequenas de parede celular delgada (Fig. 2A). Foi constatada a presença de amido em plantas saudáveis e a presença de fungos em algumas amostras nesta região. Ocorreu maior

proporção de medula parenquimática em *U. hybrida*, sendo estas células as primeiras a colapsar com o avanço da SMP (Fig. 2D). Em *U. hybrida* foi frequente a observação desta estrutura obstruída, em *U. brizantha* o mais comum é a estrutura permanecer oca (Fig. 2D, 2G, 3D). Contudo, as duas características foram encontradas em ambas as cultivares.

A situação de estresse prolongado em que os indivíduos estudados foram submetidos, provavelmente acarretou a deterioração do tecido medular. O parênquima é um dos tecidos mais sensíveis da raiz a alterações do ambiente (PEREIRA et al., 2008), nesse contexto, a provável condição de hipoxia dos tecidos radiculares pode ter sido determinante para a degradação dessa estrutura.

Anatomicamente, os rizomas das cultivares apresentaram pequena quantidade de tricomas tectores, unicelulares, distribuídos de forma não homogênea (Fig. 4B, 5D, 5E). A epiderme uniestratificada, composta de células justapostas e formas variadas, em *U. hybrida* apresentou espessamento nas paredes periclinais e anticlinais, que se estendeu também para a primeira e segunda camada do córtex (Fig. 4E, 4H). Em *U. brizantha*, a epiderme e uma camada subepidérmica do córtex apresentaram-se esclerificadas, formando uma barreira espessa e compacta em plantas saudáveis da espécie (Fig. 5B).

Epiderme uniestratificada para rizomas, como observado em *U. brizantha* e *U. hybrida*, também foi descrita para outras espécies de Poaceae como *Paspalum barretoi* e *P. minus* (EICHEMBERG, 2012) e para *Digitaria insularis* (MACHADO et al., 2008). *Urochloa brizantha* exibiu esclerificação desta camada, o que pode ser uma resposta fisiológica da cultivar ao estresse, a fim de evitar a entrada de patógenos, sobretudo por ser uma característica mais evidente em estádio mais avançado da SMP.

A região do córtex das cultivares exibiu proporções variadas em relação aos demais tecidos do órgão, tendo em *U. hybrida* de oito a dezenove camadas de células parenquimáticas isodiamétricas (Fig. 4B, 4F) e em *U. brizantha* de nove a dezesseis camadas (Fig. 5B, 5F), apresentando em alguns pontos feixes vasculares que representavam traços vasculares (Fig. 4A, 4G, 4H, 5A, 5B, 5D, 5H).

Com a evolução da SMP, o parênquima da região cortical apresentou desorganização decorrente da lise celular, tal desorganização foi mais evidente em *U. hybrida* (Fig. 4H).

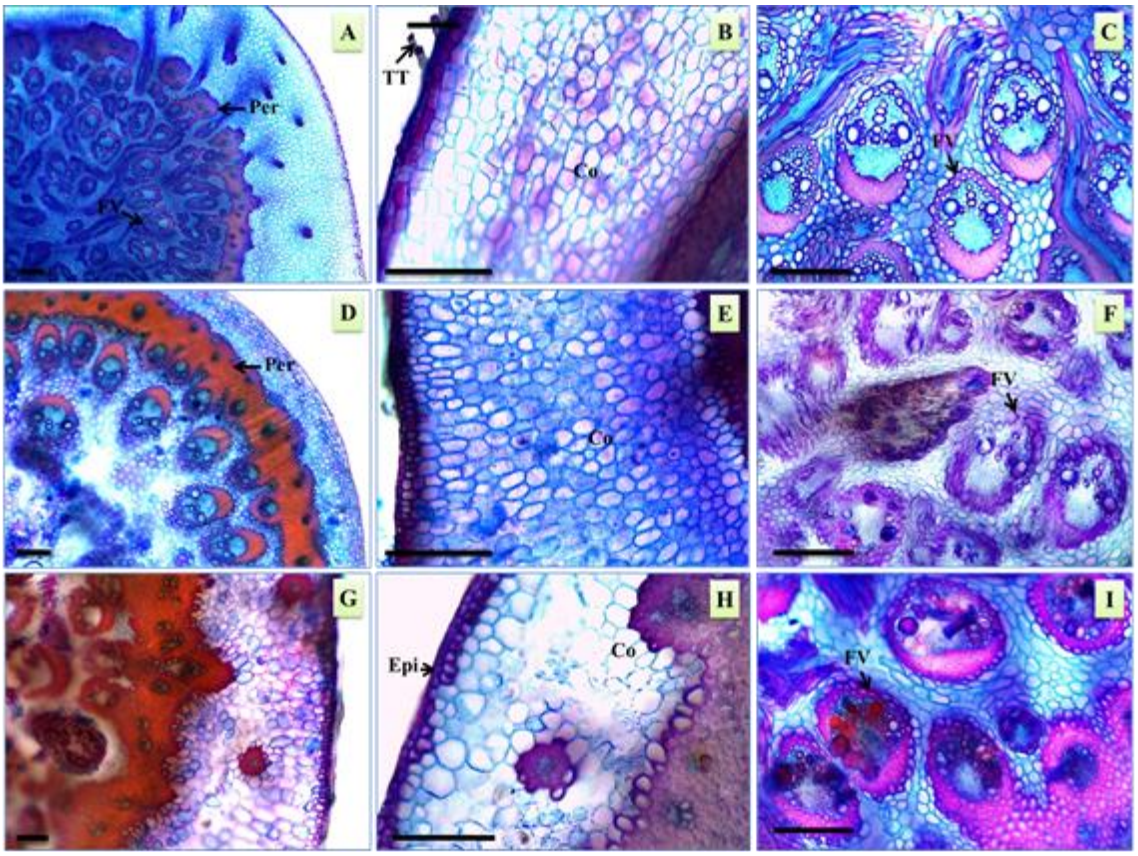

Figura 4. Secções transversais de rizomas de *Urochloa hybrida* cv. Mulato II. A, B e C – plantas saudáveis, D, E e F – plantas em início da SMP, G, H e I – plantas em estádio avançado de SMP. Epiderme (Ep), tricomas tectores (TT), feixe vascular (FV), córtex (Co) e periciclo (Per). Barras: 200 µm.

As cultivares quando saudáveis, puderam ser diferenciadas pela estrutura do periciclo e do cilindro vascular. *Urochloa brizantha*, independente do estágio da doença apresentou periciclo contínuo, formando um cordão fibroso e esclerótico, onde estavam imersos os feixes vasculares. Amostras de *U. hybrida*, quando sadias apresentou periciclo descontínuo, o que não foi visualizado em estágios mais avançados da SMP (Fig. 4A, 4D, 4G).

Urochloa brizantha e *U. hybrida* apresentaram feixes vasculares colaterais isolados, com distribuição homogênea no cilindro, feixes vasculares periféricos imersos no cordão esclerótico e distantes uns dos outros foram

registrados (Fig. 4A, 4D, 5A, 5G). Com a evolução da SMP, os feixes vasculares exibiram lise do floema e obstrução do xilema (Fig. 4G, 5G, 4I, 5I).

Feixes vasculares mudando de direção também foram registrados nos rizomas de *Smilax goyazana* (Smilacaceae), o que foi atribuído a adição de novos feixes, diferenciados a partir do desenvolvimento de ramos aéreos na planta (PALHARES & SILVEIRA, 2005).

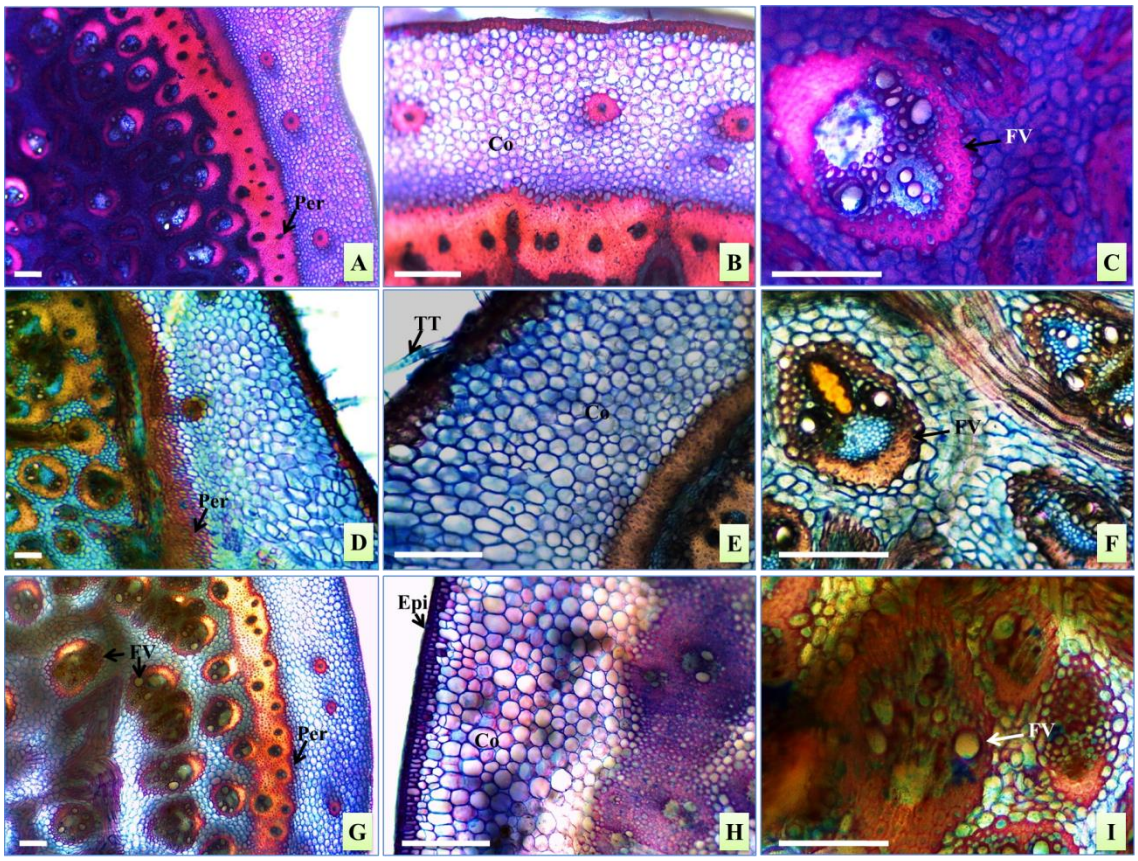

Figura 5. Secções transversais de rizomas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. A, B e C – plantas saudáveis, D, E e F – plantas em início da SMP, G, H e I – plantas em estádio avançado de SMP. Epiderme (Ep), tricomas tectores (TT), feixe vascular (FV), córtex (Co) e periciclo (Per). Barras: 200 µm.

Ao analisar as folhas de *U. hybrida* e *U. brizantha* em vista paradérmica, observou-se disposição de células epidérmicas muito semelhantes. A partir das contagens não foram detectadas variações significativas do índice estomático, tão pouco da densidade estomática entre os estádios da SMP para cada cultivar.

A epiderme apresentou células de forma variada e paredes anticlinais sinuosas, sendo visualizadas, células longas, células intercostais curtas e células silificadas (Fig. 6A, 6B, 6C, 6D), assim como descrito por Ellis (1979), para o gênero.

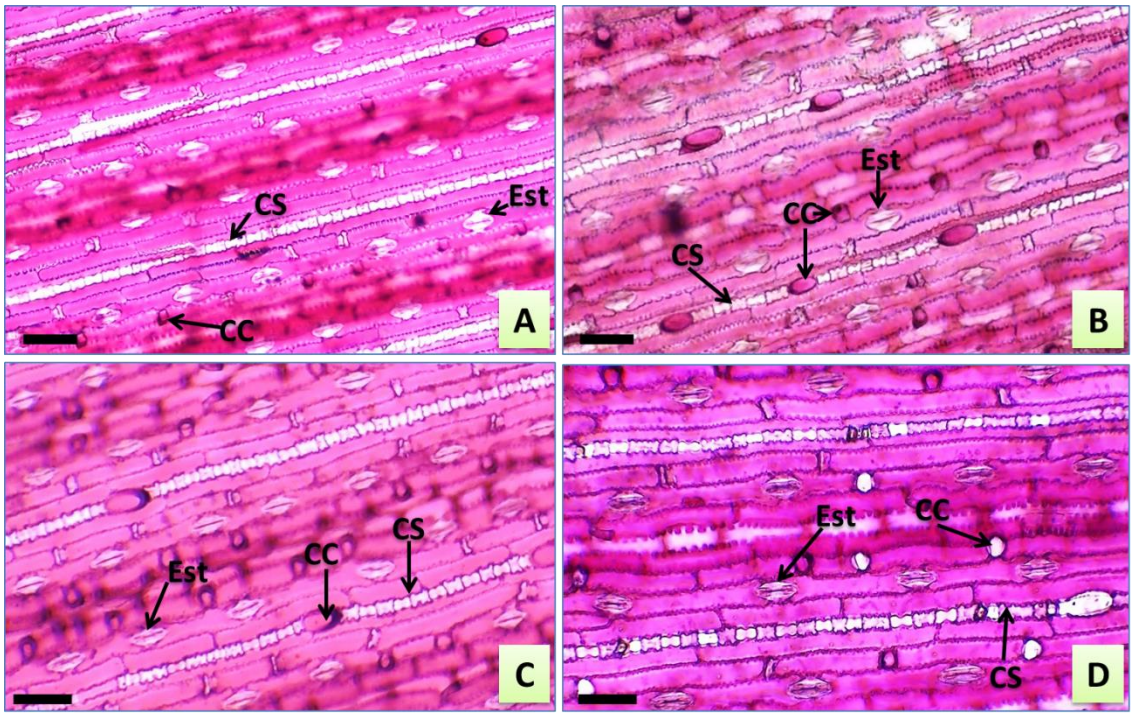

Figura 6. Secções paradérmicas de folhas de *Urochloa hybrida* cv. Mulato II e *U. brizantha* cv. Marandu. A – *U. hybrida* face adaxial, B – *U. hybrida* face abaxial, C – *U. brizantha* face adaxial, D – *U. brizantha* face adaxial. Células silicosas (CS), estômatos (Est), células curtas (CC). Barras: 80 µm.

Em secção transversal das folhas de ambas as cultivares, foi observada cutícula delgada sobre toda a superfície da lâmina foliar (Fig. 7A, 8A) e epiderme uniestratificada, composta de células pequenas, retangulares de cantos arredondados e paredes delgadas (Fig. 7C, 7F, 8C, 8F), assim como descrito por Metcalfe & Chalk (1960) e Ellis (1976) para Poaceae. Foram notadas variações da forma destas células, apesar da maioria delas seguir esse padrão. Com o avanço da SMP foi, observada diminuição do volume das células epidérmicas da face abaxial, sobretudo em *U. hybrida* (Fig. 7C, 7I).

Células buliformes em agrupamentos de três a cinco células, formando uma estrutura de leque no mesofilo foliar foram registrados em ambas as cultivares (Fig. 7C, 8C). Ocorreu diferença significativa do volume das células buliformes presentes na epiderme adaxial do limbo foliar, com

aumento do diâmetro destas células em *U. brizantha* com a evolução da SMP, que passaram a ocupar maior área em relação aos demais tecidos (Tab. 2).

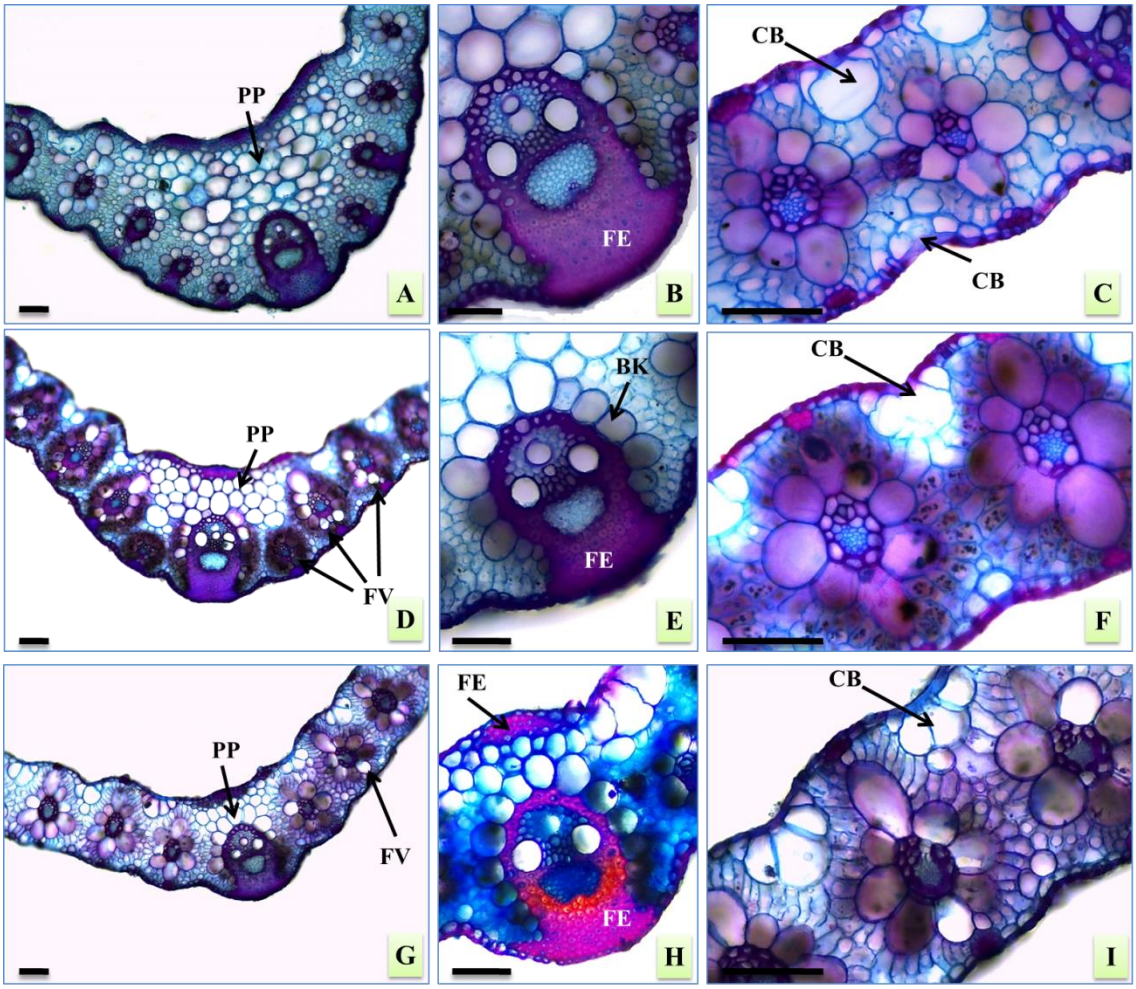

Figura 7. Secções transversais de folhas de *Urochloa hybrida* cv. Mulato II. A, B e C – plantas saudáveis, D, E e F – plantas em início da SMP, G, H e I – plantas em estádio avançado de SMP. Células buliformes (CB), epiderme (Ep), parênquima de preenchimento (PP), fibras esclerenquimáticas (FE), bainha Kranz (BK) e feixe vascular (FV). Barras: 100 µm.

Os agrupamentos de células buliformes exibiram características muito semelhantes entre as cultivares, tais como descritos para o gênero e também para outros gêneros de gramíneas como *Cynodon* e *Paspalum* (METCALFE & CHALK, 1960; EICHEMBERG, 2012). Plantas de *Paspalum* submetidas a condições de deficiência hídrica apresentaram grupos de células buliformes com aumento de volume (MELO et al., 2007). Característica similar à observada em plantas em estádio avançado da SMP, mas em condição

ambiental inversa. A má condução do xilema e falta de água nos órgãos aéreos da planta, mesmo em solo encharcado, pode justificar a similaridade morfológica entre os estudos.

Tabela 2. Morfometria das folhas de *Urochloa brizantha* Marandu e *U. hybrida* Mulato II em três estádios morfológicos.

Variável	Estádio	Marandu	Mulato II	CV (%)	DMS
	1	571,19 aA	671,88 aB		
NC (µm)	2	420,58 bA	545,61 bB	14,31	48,28
	3	339,11 cA	411,75 cB		
	1	73,63 bA	89,45 aB		
CB (µm)	2	77,65 bA	84,40 aB	19,90	11,09
	3	91,54 aA	72,47 bB		
	1	102,42 aA	110,35 aA		
F ABA (µm)	2	86,87 bA	107,30 aB	15,48	10,18
	3	78,17 bA	91,97 bB		
	1	40,67 aA	43,97 aA		
F ADA (µm)	2	36,84 abA	38,67 abA	24,12	6,32
	3	33,47 bA	36,29 bA		
	1	231,18 aA	287,36 aB		
MESOFILO (µm)	2	220,65 aA	269,85 abB	13,24	22,42
	3	225,91 aA	251,40 bB		

Estádios: 1 plantas saudáveis, 2 plantas em início da SMP, 3 plantas em estádio avançado de SMP. Nervura central (NC), células buliformes (CB), fibras abaxiais (F ABA), fibras adaxiais (F ADA). Médias seguidas de letras iguais minúsculas na coluna, dentro de cada variável e maiúsculas na linha, não diferem significativamente ($p > 0,05$), segundo o teste de Tukey.

Em plantas saudáveis de *U. brizantha*, as células buliformes da face adaxial foram visualizadas em nível abaixo das demais células epidérmicas, formando sulcos. Nas amostras de estágios mais avançado da SMP foi comum encontrá-las ao mesmo nível das demais células epidérmicas (Fig. 8I). Essa característica raramente foi observada em *U. hybrida* (Fig. 7C, 7F, 7I).

Na face abaxial, as células buliformes se mostraram pouco maiores que as demais células epidérmicas em plantas saudáveis, sendo maiores em

U. hybrida (Fig. 7C). Passaram a não se destacar das demais células epidérmicas em estádios mais avançados da SMP em ambas as cultivares (Fig. 7I, 8I).

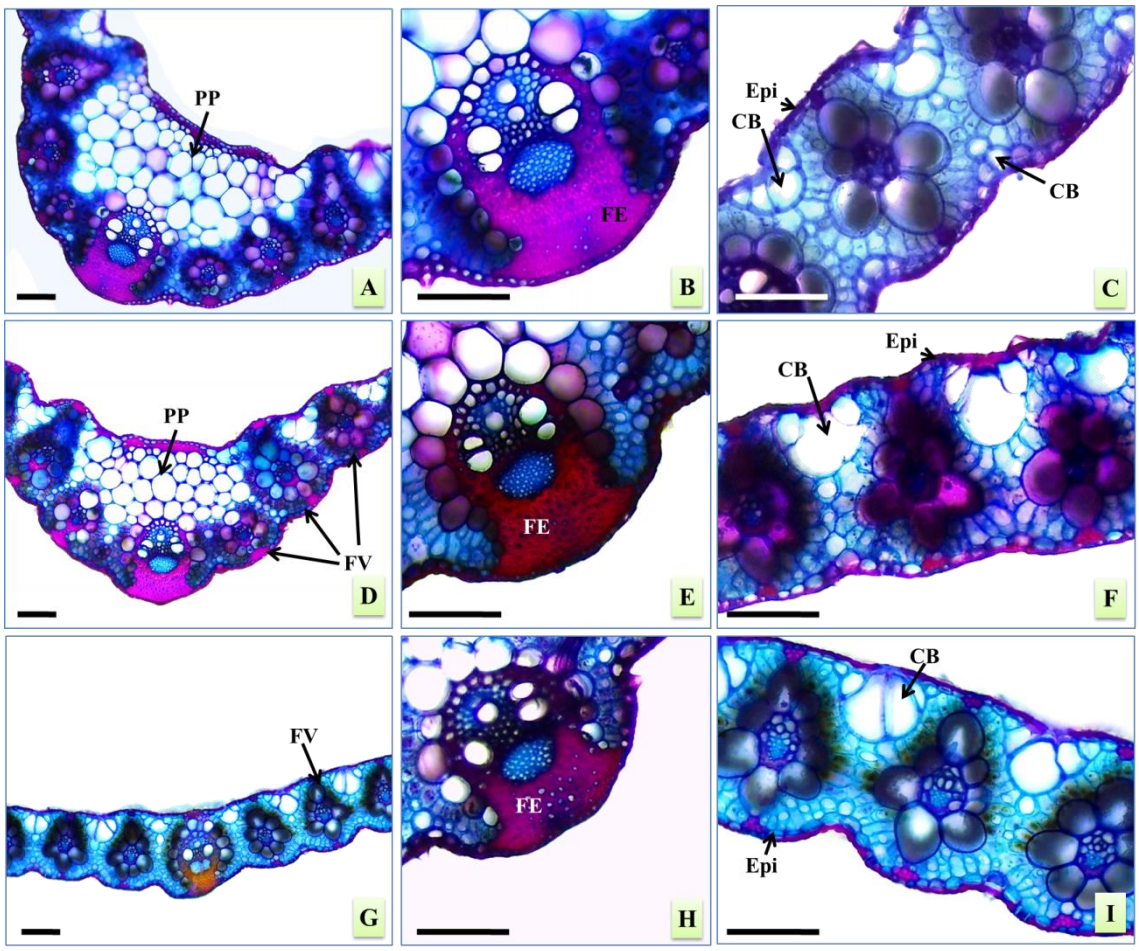

Figura 8. Secções transversais de folhas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. A, B e C – plantas saudáveis, D, E e F – plantas em início da SMP, G, H e I – plantas em estádio avançado de SMP. Células buliformes (CB), epiderme (Ep), parênquima de preenchimento (PP), fibras esclerenquimáticas (FE) e feixe vascular (FV). Barras: 100 µm.

Nas duas cultivares o mesofilo observado foi homogêneo, não ocorrendo diferenciação entre parênquimas. Ambas são classificadas como plantas C4 de anatomia Kranz (METCALFE & CHALK, 1960), assim como descrito para folhas de *D. insularis*, que também apresentaram bainha simples e uma calota esclerenquimática em torno dos feixes, que se encontrava voltada para a epiderme (MACHADO et al., 2008).

Em *Setaria anceps* Stapf, a espessura do limbo foliar, do feixe vascular e da camada de fibras da porção basal do feixe vascular foi menor em plantas sob deficiência hídrica, em relação às plantas controle (MELO et al., 2007). *Urochloa hybrida* apresentou diminuição significativa da espessura do mesofilo do limbo foliar (Tab. 2). Característica que pode ser decorrente da dificuldade de absorção de nutrientes pela raiz, devido ao mau funcionamento dos vasos condutores.

Nas cultivares analisadas, sobretudo em *U. hybrida*, plantas em estádio final da SMP apresentaram feixes vasculares de tamanhos idênticos (Fig. 8G), característica distinta da observada em plantas saudáveis (Fig. 7A, 8A Tal variação é algo pouco comum, os diferentes tamanhos de feixes vasculares são características peculiares de uma espécie, sendo utilizada até mesmo para taxonomia por autores como Ellis (1976), Chaves (2012) e Eichemberg (2012).

O parênquima de preenchimento da nervura central das cultivares estudadas foi composto de células arredondadas com paredes finas, ocupando todos os espaços, com forma irregular e maior volume quando próximas ao centro da estrutura (Fig. 7A, 8A). Indivíduos acometidos pela SMP apresentavam menor quantidade de células dessa região, com diferença significativa entre os estádios morfológicos de coleta (Tab. 2), até que em estádios mais avançados, passaram a apresentar a quilha da folha com espessura similar a do restante do limbo foliar (Fig. 7G, 8G).

Os agrupamentos de fibras esclerenquimáticas subepidérmicas e as extensões de bainha dos feixes vasculares de indivíduos saudáveis de *U. brizantha* se mostraram mais pronunciados que os de *U. hybrida* (Fig. 7A, 8A). Incidiram nas duas faces do limbo para ambas as cultivares, sendo mais encontradas na face abaxial, ligando os feixes vasculares à epiderme. O avanço da SMP promoveu gradativa diminuição das proporções destas fibras (Fig. 7B, 7E, 7H, 8B, 8E, 8H), ocorrendo diferença significativa entre os estádios analisados (Tab. 2).

A respeito da produção e acúmulo de fibras, estes estão ligados diretamente ao metabolismo adequado da planta, se alterado seu funcionamento, a produção de polissacarídeos estruturais como a lignina, é diminuído, e tal tecido tende a ser consumido para manutenção das funções

vitais (TAIZ & ZEIGER, 2013). Caetano e Dias-Filho (2008), estudando diferentes espécies de gramíneas, concluíram que *U. brizantha* cv. Marandu foi mais sensível ao alagamento ao longo do tempo do que outras gramíneas estudadas, pois teve uma redução mais significativa na produção de massa seca de folhas.

A diminuição de tecido parenquimático, lignificado e fibras da folha, podem estar relacionadas diretamente a sensibilidade das cultivares ao excesso de água no solo, estresse que se mantendo prolongado, pode ter gerado a diminuição da taxa fotossintética, consumo de polissacarídeos estruturais e de reserva, diminuição da resistência a entrada de patógenos e culminaram na morte das plantas.

Conclusões

Com o avanço da Síndrome da Morte das Pastagens (SMP) verificou-se que:

1. Menor extensão de raízes em *Urochloa hybrida* Mulato II;
2. O córtex radicular de ambas as cultivares exibiu desorganização, com surgimento de lacunas geradas pela lise celular, onde *U. hybrida* apresentou formação de aerênquimas, configurando uma possível adaptação ao excesso de água no solo;
3. O periciclo das raízes de *U. hybrida* apresentou menor quantidade de fibras, enquanto em *U. brizantha* esta região não exibiu diferenças anatômicas;
4. Houve lise dos elementos traqueais e de vaso com rompimento completo das estruturas internas ao periciclo em algumas raízes de *U. hybrida*. Em *U. brizantha* ocorreu lise dos vasos floemáticos e obstrução do metaxilema;
5. No rizoma, a epiderme de *U. brizantha* apresentou esclerificação e *U. hybrida* exibiu maior quantidade de fibras pericíclicas. Mecanismos que podem diminuir a entrada de água e patógenos na planta;
6. A células epidérmicas da face abaxial das folhas de ambas as cultivares exibiram menor volume, sobretudo em *U. hybrida*;
7. *Urochloa hybrida* apresentou menor espessura do mesofilo do limbo foliar.

A evolução da SMP nas cultivares foi semelhante, contudo houve variações decorrentes, provavelmente, de respostas fisiológicas ao estresse ambiental. As alterações iniciam nas raízes, proliferando para os rizomas e posteriormente as folhas.

Referências Bibliográficas

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**, v. 25, n. 4, p. 649-659, 2007.

ARGEL, P. J.; MILES, J. W.; GUIOT, J. D.; CUADRADO, H.; LASCANO, C. E. Cultivar Mulato II (*Brachiaria hybrida* CIAT 36087): Gramínea de alta qualidade e produção forrageira, resistente às cigarrinhas e adaptada a solos tropicais ácidos. **Boletim**. Cali: CIAT, 2007.

BIBIANO, C.; BRAGA, R.; OLIVEIRA, M.; FERREIRA, E.; SANTOS, J. Efeitos de subdoses de picloram em pré e pós emergência do feijão. In: XXVIII Congresso Brasileiro da Ciência Das Plantas Daninhas, 2012, Campo Grande-MS. **Anais...** XXVIII Congresso Brasileiro de Mandioca, 2012. p 1-3.

CAETANO, L. P. S.; DIAS-FILHO, M. B. Responses of six *Brachiaria* spp. accessions to root roze flooding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.5, p.795-801, 2008.

CARNEVALLI, R. A. **Estratégias de Manejo Rotacionado de Pastagens.** 1. ed. Juiz de Fora: Embrapa, v.1, comunicado técnico, p.4, 2009.Disponível em: <http://www.geodegrade.cnpm.embrapa.br/web/geodegrade/blog/-/blogs/a-pecuaria-extensiva-no-brasil.pdf>. Acesso em: 17 Mai. 2013.

CHAVES, B. E. **Aspectos anatômicos da raiz e lâmina foliar de *Saccharum* L. (Poaceae) nativas do Brasil.** 2012, 260 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade de Brasília, 2012.

COSTA, K. A. P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

DIAS-FILHO, M. B. Respostas morfofisiológicas de *Brachiaria* spp. ao alagamento do solo e síndrome da morte do capim-marandu. In: Rodrigo Amorim Barbosa. (Org.). **Morte de pastos de Braquiárias**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2006, p. 83-101.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processo, causas e estratégias de recuperação**. 3ed. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190 p.

EICHEMBERG, M. T. **Morfologia e anatomia de *Paspalum* L. (Poaceae, Poales) e suas implicações taxonômicas.** 2012, 103 f. Tese (Doutorado em Botânica) Universidade Estadual Paulista – Instituição de Biociências de Rio claro, Rio Claro, 2012.

ELLIS, R. P. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. I. The leaf-blade as viewed in transverse section. **Bothalia**, v. 12, n. 1, p. 65-109, 1976.

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

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book Co. Inc., 1940. 523 p.

KRAUS, J.E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro. EDUR (Editora Universidade Rural), 1997. 198 p.

LAUREANO, D. F.; EICHEMBERG, M. T. Morfologia e anatomia de órgãos vegetativos de *Cynodon dactylon* cv Jiggs (POACEAE, POALES). In: Congresso Nacional de Botânica, 64. 2013, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Botânica, 2013.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: Rima Editora, 2000. 531 p.

MACHADO, A. F. L.; MEIRA, R. M. S.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; TUFFI SANTOS, L. D.; FIALHO, C. M. T.; MACHADO, M. S. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 1-8, 2008.

MATO GROSSO, Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária – IMEA. **Relatório do Levantamento sobre morte nas pastagens de Matogrosso**. 2011. Disponível em: <http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/Relatorio_do_Levantamento_sobre_morte_de_pastagem_em_Mato_Grosso.pdf>. Acesso em: 07 Set. 2013.

MATO GROSSO, Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária – IMEA. **Boletim Semanal da Bovinocultura**. 2015. Disponível em: <http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/2015_01_16_BSBoi.pdf> Acesso em: 25 Jan. 2015.

MEIRA, R. M. S. A.; MARTINS, F. M. Inclusão de material herborizado em metacrilato para estudos de anatomia vegetal. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 109-112, 2003.

MELO, H. C.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. M.; MELO, L. A.; ALVES, J. D. Alterações anatômicas e fisiológicas em *Setaria anceps* Stapf ex Massey e *Paspalum paniculatum* L. sob condições de déficit hídrico**. Hoehnea**, v. 34, n. 2, p. 145-153, 2007.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of monocotyledons**. **Gramíneae.** vol. 1. Oxford: Clarendon Press, 1960.

PALHARES, D.; SILVEIRA, C. E. S. Estudo anatômico do rizoma de *Smilax goyazana* A. DC. (Smilacaceae). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 8, p. 52-62, 2005.

PEREIRA, F.J.; CASTRO, E.M.; SOUZA, T.C.; MAGALHÃES, P.C. Evolução da anatomia radicular do milho 'Saracura' em ciclos de seleção sucessivos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.12, p.1649-1656, 2008.

PEREIRA, R.C.; DAVIDE, L.C.; TECHIO, V.H.; TIMBÓ, A.L.O. Duplicação cromossômica de gramíneas forrageiras: uma alternativa para programas de melhoramento genético. **Ciência Rural**, v. 42, n. 7, p. 1278-1285, 2012.

RAMOS, T. de J. N.; CARVALHO, C. J. R. de; SOUZA, C. M. de A.; VASCONCELOS, S. S. Alterações morfológicas e crescimento de duas espécies gramíneas sob alagamento. **Revista de Ciências Agrárias**, n. 53, v. 1, p. 5-11, 2010.

ROESER, K. R. Die nadel der schwarzkiefer-massenprodukt und kunstwerk der natur. **Microkosmos**, v. 61, p. 33-36, 1962.

ROMA, K. **'Revolução Verde' chega a pecuária em Mato Grosso.** Instituição de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso. 2009. Disponível em: <http://www.indea.mt.gov.br/html/acontece.php?codigoAcontece=175>. Acesso em 30 out 2014.

SANCHÊS, S. S. C.; GALVÃO C. M. L.; RODRIGUES, R.C.; SIQUEIRA, J. C.; JESUS A. P. R.; ARAÚJO, J. S.; SOUSA, T. V. R.; SILVA JUNIOR, A. L. Produção de forragem e características morfofisiológicas do capim-mulato cultivado em latossolo do cerrado em função de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 81-89, 2013.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL (SEPLAN). Unidades Climáticas do Estado de Mato Grosso. **Zoneamento Sócio Econômico Ecológico:** Atlas Climatológico de Mato Grosso. Cuiabá: Laboratório de Climatologia, UFMT, 2006. 1CD.

SILVA, S. **Fungos micorrízicos arbusculares no crescimento, extração de metais e características anatômicas de *Brachiaria decumbens* Stapf em solo contaminado com metais pesados.** 2006. 82 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SILVA-FILHO, J. P. B. **Caracterização anatômica de *Filgueirasia arenicola* (McClure) Guala (POACEAE: BAMBUSOIDEAE: ARTHROSTYLIDIINAE)**. 2006, 143 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade de Brasília, 2006.

STEUDLE, E. Water uptake by roots: effects of water deficit. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, p. 1531-1542, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre. Artmed, 2013. 954 p.

TEODORO, M. S. R.; PINHO COSTA, K. A.; DIAS, F. J. S.; SIMON, G. A.; SAENZ, E. A. C.; SEVERIANO, E. C.; CRUVINEL, W. S. Composição bromatológica dos capins Marandu e Mulato II submetidos a diferentes alturas de resíduo. **Global science and technology**, v. 5, n. 3, p. 37-146, 2012.

VALLS, J. F. M.; ANDRÉA DEL PILAR, S. P. Recursos genéticos de gramíneas forrageiras para a pecuária. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41. 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004.

ZUÑIGA-PEREIRA, C.; GONZÁLEZ-QUESADA, R.; BUSTAMANTE-ROJAS, E.; ARGEL, P. J. Influencia de La humedad del suelo sobre la susceptibilidad de *Brachiaria* a hongos patógenos. **Manejo Integrado de Plagas**, v. 49, p. 51-57, 1998.

3.3. MORFOMETRIA E CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA RADICULAR E FOLIAR DE DEZ FORRAGEIRAS TROPICAIS

Resumo – (Morfometria e caracterização anatômica radicular e foliar de dez forrageiras tropicais). As gramíneas apresentam variações anatômicas peculiares, sendo que muitas cultivares utilizadas como forrageiras possuem características que interferem na digestibilidade, produtividade ou podem estar relacionadas a adaptação. Foram analisadas raízes e folhas de *Panicum maximum* Tanzânia, Mombaça e Massai; *Urochloa brizantha* Piatã, Marandu e Xaraés; *Urochloa humidicola* Llanero; *Urochloa ruziziensis*; *Urochloa hybrida* Mulato II e *Cynodon nlemfuensis*, procurando identificar caracteres relacionados à melhor adaptação ao ambiente e à qualidade nutritiva das forrageiras. As dez cultivares foram semeadas em blocos inteiramente casualizados com três repetições. Após estabelecidas foi coletado material vegetativo, do qual lâminas histológicas foram confeccionadas a partir de secções do terço médio de raízes e folhas. Foram observadas diferenças significativas ($p>0,05$) nas raízes: maior volume de células epidérmicas (28,62 µm) e diâmetro total (1926,41 µm) de *U. humidicola* Llanero; em *C. nlemfuensis* maior espessura do cilindro vascular (975,09 µm) e número maior de protoxilemas (42,25) e formação de aerênquimas nas cultivares Piatã, Mulato II, Xaraés, Massai, *U. humidicola* Llanero, e C. *nlemfuensis*; Nas folhas, foram constatadas maiores proporções de células buliformes (121,07 µm) e mesofilo foliar mais espesso (263,63 µm) em *U. humidicola* Llanero; em Xaraés e Marandu maiores proporções de fibras esclerenquimáticas; em *P. maximum* Massai menores resultados para quantidade de fibras. As cultivares *U. humidicola* Llanero e *P. maximum* Massai apresentaram maiores proporções de tecidos digestíveis, podendo ser consideradas de melhor qualidade nutritiva.

Palavras-chave: *Urochloa*; *Cynodon*; Digestibilidade; *Panicum*.

Abstract – (Morphometry root and leaf anatomical characterization of ten tropical forages). Grasses have peculiar anatomical variations, many cultivars used as fodder have characteristics that influence the digestibility and may be related to adaptation. Roots and leaves of *Panicum maximum* Tanzânia, Mombaça and Massai; *Urochloa brizantha* Piatã, Marandu and Xaraés; *Urochloa humidicola* Llanero; *Urochloa ruziziensis*; *Urochloa hybrida* Mulato II and *Cynodon nlemfuensis* were analyzed, seeking to identify characters for better adaptation to the environment that may interfere with digestibility of tissue from the point of view of the rumen in cattle. Were planted ten cultivars in a completely randomized blocks with three repetitions. Was collected vegetative material, which histological slides were prepared from middle third of the sections of roots and leaves. Were observed differences (p> 0.05) in the roots: higher volume of epidermal cells (28.62 µm) and overall diameter (1926.41 µm) of *U. humidicola* Llanero; thicker vascular cylinder (975.09 µm) and more protoxilemas (42.25) in *C. nlemfuensis* and occurrence of aerenchyma in cultivars Piatã, Mulato II, Xaraés, Massai, *U. humidicola* Llanero and *C.nlemfuensis*; Were found higher proportions of bulliform cells in the leaves (121,07 µm) and thicker leaf mesophyll in *U. humidicola* Llanero (263,63 µm); higher proportion of sclerenchyma fibers in Xaraés and Marandu; lower results for amount of fibers in*P. maximum* Massai. *U. humidicola* Llanero and *P. maximum* Massai showed higher proportions of digestible tissues, which may be considered more productive in relation to digestibility.

Keywords: *Urochloa*; *Cynodon*; Digestibility; *Panicum*.

Introdução

As gramíneas são constituídas por uma intrincada disposição de raízes, colmo, folhas e inflorescência, tendo cada estrutura sua gênese de tecidos devidamente organizados para funções particulares (VALENTE et al., 2011). Os tecidos diferem química e fisicamente, dependendo de seu papel de assimilação, transporte, sustentação ou acúmulo de reservas (QUEIROZ et al., 2000).

A anatomia da folha influencia não só a produção de forragem, mas também seu valor nutritivo e o desempenho animal (PACIULLO et al., 2002). Os diferentes tecidos vegetais que compõem as folhas de forrageiras apresentam diferentes níveis de degradação. A digestão de células de paredes finas como do mesofilo foliar e do floema é muito mais rápida que a de células do xilema e dos feixes de fibras esclerenquimáticas (WILSON et al., 1993; LEMPP et al., 2009).

A anatomia dos órgãos da planta e seus tecidos constituintes influem no consumo pelo efeito que produzem sobre a facilidade de fragmentação das partículas da forrageira, a natureza das partículas produzida e sua taxa de passagem pelo rúmen (CARVALHO & PIRES, 2008).

A diferenciação de cultivares através da caracterização anatômica apresenta limitações, entretanto o conhecimento da anatomia das gramíneas forrageiras pode contribuir para sua melhor utilização na alimentação de ruminantes (BRITO & DESCHAMPS, 2001).

Os diversos estudos registrados na literatura e metodologias para desenvolvimento de novas cultivares avaliam produção de massa verde e seca nos canteiros, digestibilidade das partes aéreas das forrageiras, resistência a encharcamento do solo e pragas, o que requer tempo e equipe multidisciplinar. Por normalmente abranger grande número de genótipos, os programas de melhoramento utilizam principalmente as características agronômicas da forragem, em detrimento das anatômicas e morfofisiológicas, na seleção de genótipos (GOMES et al., 2011), o que gera pouco conhecimento sobre as características estruturais internas das cultivares.

É relatado o baixo valor nutritivo de forrageiras tropicais na literatura (GERDES et al., 2000), embasado principalmente pela maior proporção de

fibras em relação ao baixo teor de proteína bruta e minerais, quando a comparação é feita a gramíneas naturais de áreas temperadas.

Estudo da anatomia de gramíneas forrageiras, 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 (QUEIROZ et al., 2000).

Este trabalho teve por objetivo descrever anatômica e morfometricamente as raízes e as lâminas foliares de dez cultivares de gramíneas forrageiras semeadas em área de morte súbita de pastagens (SMP), observando caracteres que possam estar relacionados com a melhor adaptação da planta ao meio e/ou que possam interferir na digestibilidade dos tecidos do ponto de vista da degradação ruminal em bovinos.

Material e métodos

As forrageiras *Panicum maximum* Jacq, cultivares: Tanzânia, Mombaça e Massai; *Urochloa brizantha* Hochst Stapf, cultivares: BRS Piatã, Marandu e Xaraés; *Urochloa humidicola* (Rendle) Schweick cv. Llanero; *Urochloa ruziziensis* Germain et Evrard; *Urochloa hybrida* cv. Mulato II e *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst (Estrela-Africana-Roxa) foram cultivadas na área Experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso em convênio com a EMBRAPA Gado de Corte - Sinop no ano de 2014.

O local situa-se no extremo norte de Mato Grosso, Amazônia Meridional, sob latitude de 9°51'03"S, longitude de 56°12'35"O e altitude de 255 m. A região integra a depressão amazônica sulamericana, com clima equatorial continental úmido, apresenta duas estações climáticas bem definidas: inverno seco, de maio a julho, e verão chuvoso. O índice pluviométrico anual pode exceder 2.300 mm m^{-2} e a temperatura média é de 24,8 ºC (SEPLAN, 2006).

O delineamento experimental utilizado para o plantio foi o de blocos ao acaso, com três repetições para cada cultivar. Os blocos foram plantados em área antes utilizada com sistema extensivo de pastagem com *U. brizantha* cv. Marandu por 12 anos. O capim presente na área apresentava focos de morte pela síndrome da morte das pastagens (SMP). A área do experimento assim como 5 metros de seu entorno foi dessecada com a utilização de herbicida glifosate, seguido da gradagem para descompactação do solo e posterior calagem para correção dos atributos químicos do solo. Foram montadas 30 parcelas, medindo 5,0 m de comprimento e 6,0 m de largura cada, com distância entre elas de 1,0 m. Com a área preparada as parcelas foram numeradas e sorteadas uma a uma para a semeadura a lance das dez forrageiras. A partir das plantas estabelecidas, cerca de 40 dias após a semeadura, iniciou-se os ciclos de poda a 10 cm do solo, tais ciclos se repetiam a cada 28 dias. Decorridos quatro ciclos de corte (poda), no mês de abril de 2014, foi realizada a coleta de material vegetal para a análise anatômica.

Com o auxílio de uma enxada, foram retiradas uma touceira em cada uma das parcelas, respeitando a distância de um metro da borda. Destas foram retiradas quatro amostras de raiz, selecionando os órgãos de maior

diâmetro de cada cultivar. Foram coletadas também oito folhas de cada cultivar por parcela, padronizando sempre pela segunda folha do perfilho. Esse material passou pelo processo de fixação em FAA50 (formaldeído, ácido acético glacial e etanol 50% 5:5:90, v/v), sendo mantidas por 48 horas em bomba a vácuo e posteriormente estocadas em álcool etílico a 70% (JOHANSEN, 1940) no Laboratório de Biologia Vegetal da Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Alta Floresta.

Cortes transversais da região do terço médio das raízes e das folhas foram obtidos à mão livre, com lâmina de barbear, descorados com utilização de hipoclorito sódico a 2%, corados em dupla coloração, azul de Astra e fucsina básica (ROESER, 1962) e montados em lâminas histológicas permanentes e semipermanentes.

Para a análise da epiderme foliar, foram feitos cortes paradérmicos na superfície adaxial e abaxial à mão livre, com lâmina de barbear e utilizado o método de dissociação de Kraus & Arduin (1997) modificado, onde as porções foliares foram colocadas em tubos de ensaio com água oxigenada (30 volumes) e ácido acético glacial na proporção de 1:1 e mantidas em estufa a 60 °C, por cerca de 48 horas. Após este período, as amostras foram lavadas em água destilada e em etanol 50%. Com auxílio de um pincel, separou-se as duas superfícies epidérmicas, que foram coradas com fucsina básica (ROESER, 1962) e montadas em gelatina glicerinada.

Para análise histoquímica, foi utilizado o mesmo material selecionado para estudo anatômico, além de amostras frescas. Testes com lugol foram realizados nas folhas e raízes para a detecção de amido (JOHANSEN, 1940), floroglucinol para a detecção de lignina e suberina (JENSEN, 1962) e azul de toluidina para mucilagem (O'BRIEN et al., 1965).

As lâminas foram analisadas em microscópio fotônico trinocular Leica® ICC50 acoplado a um computador, sendo registradas fotomicrografias com auxilio do software LAZ EZ 1.7.0.

Nas imagens foram analisados caracteres anatômicos quantitativos e qualitativos. Foram avaliados quantitativamente: (1) espessura do mesofilo foliar; (2) espessura do grupo de fibras da nervura foliar abaxial e adaxial; (3) diâmetro do feixe vascular central da lâmina foliar; (4) tamanho de células buliformes; (5) diâmetro da raiz; (6) espessura da epiderme da raiz; (7)

contagem de núcleos de protoxilema e (8) diâmetro do cilindro vascular da raiz. Foram avaliados qualitativamente: (1) idioblastos; (2) células epidérmicas; (3) cutícula; (4) disposição dos estômatos; (5)células subsidiárias; (6) espessura de endoderme; (7) espessura de exoderme; (8) hipoderme; (9) tricomas; (10) mesofilo; (11) fibras extravasculares e vasculares e (12) feixes vasculares.

A partir das fotomicrografias foi realizada mensuração dos tecidos e contagem estomática por meio do programa Anati Quanti 2® UFV (AGUIAR et al., 2007). Para a análise estatística foram selecionadas quatro imagens de secções transversais de raiz, quatro imagens de secções paradérmicas e quatro imagens de secções transversais de folha por parcela de coleta, o que totalizou 12 repetições por cultivar e 120 variáveis independentes para cada caractere analisado quantitativamente.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2011). Posteriormente, foram selecionadas imagens de cada cultivar e pranchas foram montadas para evidenciar padrões anatômicos e diferenças entre as cultivares.

Resultados e Discussão

Em campo, durante a coleta do material vegetal foi observado grande volume de raízes de diâmetro reduzido nos primeiros 10 cm do solo, nas cultivares *Panicum maximum* cv e Tanzânia, *P. maximum* cv. Mombaça. Além da presença de grande quantidade de pelos absorventes nas raízes de maior calibre de *Cynodon nlemfuensis*.

Maior proporção de raízes superficiais pode surgir em plantas como uma resposta a anoxia em profundidade. Estas raízes de substituição, geralmente surgem a partir da base aérea e/ou em camadas superficiais do solo (VARTAPETIAN & JACKSON, 1997).

A partir de cortes transversais, as raízes de *Urochloa humidicola* cv. Llanero se destacaram com maior diâmetro e maior volume de células epidérmicas em relação às demais cultivares (Tab. 1).

Tabela 1. Morfometria do terço médio das raízes de dez cultivares de forrageiras tropicais.

Cultivar	Epi (µm)	Diam raiz (µm)	Diam CV (µm)	Protoxilema (n)
Tanzânia	20,57bc	1663,36ab	912,38ab	36,83b
Mombaça	18,47bc	1327,02c	765,24bc	34,33b
Llanero	28,62a	1926,41a	670,54cd	28,16cd
Piatã	23,27b	1373,10bc	632,70cd	31,91bc
Ruziziensis	19,36bc	879,22e	416,81e	22,00e
Mulato II	22,12bc	1237,46cd	553,04de	28,91cd
Massai	18,83bc	945,61de	523,73de	25,16de
Marandu	19,89bc	1661,73ab	892,65ab	35,50b
Xaraés	21,73bc	1407,13bc	679,22cd	34,75b
Est. Roxa	17,76c	1679,38ab	975,09a	42,25a
CV (%)	19,08	17,01	21,52	12,21
DMS	5,29	316,34	199,26	5,14

Epiderme (Epi), diâmetro da raiz (Diam raiz), diâmetro do cilindro vascular (Diam CV), coeficiente de variação (CV) e desvio médio simples (DMS). Letras iguais na coluna não diferem significativamente ($p > 0,05$), segundo o teste de Tukey.

Foi registrada epiderme uniestratificada, com células de tamanho e forma irregulares, com paredes pouco espessadas nas dez cultivares analisadas (Fig. 1A, 1B, 1C), características estas comuns à Poaceae (ALQUINI et al., 2003).

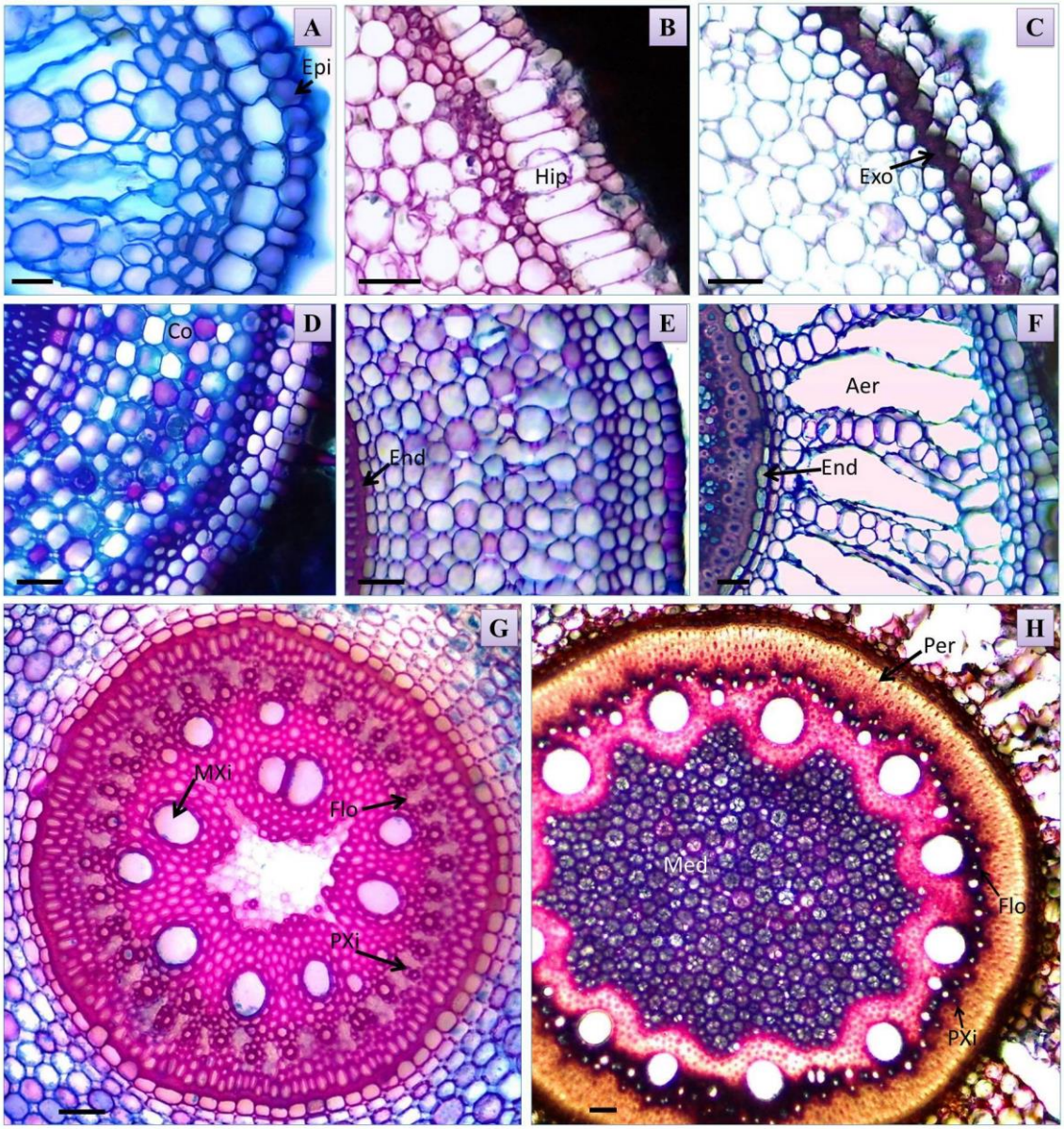

Figura 1. Detalhes de secções transversais do terço médio das raízes de forrageiras tropicais. Epiderme (Epi), hipoderme (Hip), exoderme (Exo), córtex (Co), endoderme (End), aerênquima (Aer), metaxilema (MXi), protoxilema (PXi), floema (Flo), periciclo (Per) e medula parenquimática (Med). A e F – *Urochloa humidicola* Llanero; B – *Panicum maximum* Tanzânia; C e G – *U. brizantha* Xaraés; D – *U. brizantha* Marandu; E – *U. brizantha* Piatã; H – *Cynodon nlemfuensis*. Barras = 50 µm.

O córtex, volumoso nas espécies estudadas, se mostrou composto por parênquima de preenchimento que apresentava camadas distintas. Foi observada logo abaixo da epiderme, uma camada de células de paredes delgadas, nas cultivares analisadas, ainda maiores em *P. maximum* cv. Tanzânia (Fig. 1B). Na sequência, foi observada a presença de exoderme, com células isodiamétricas de paredes espessadas com duas camadas bem definidas na maioria das cultivares. *U. humidicola* cv. Llanero apresentou as maiores células na exoderme (Fig. 1A), enquanto a cultivar Xaraés apresentou maior espessamento de parede (Fig. 1C).

Baruch & Mérida (1995), em estudo realizado com gramíneas, incluindo *Urochloa mutica* (Forssk.) Stapf, classificaram as primeiras camadas do córtex como sendo hipoderme, afirmando ainda que provavelmente o espessamento de parede de algumas camadas ocorre por acúmulo de suberina e lignina. As características citadas são similares às observadas no presente estudo, sendo comprovada a presença das substâncias pelo teste com floroglucinol.

Panicum maximum cv. Tanzânia, *P. maximum* cv. Mombaça, *U. brizantha* cv. Marandu e *U. ruziziensis* apresentaram, na região central do córtex, células parenquimáticas isodiamétricas, com paredes celulares finas e camadas simetricamente organizadas (Fig. 1D). As demais cultivares exibiram a formação de aerênquimas (Fig. 1E, 1F).

Aerênquimas também foram observados em milho (*Zea mays*) sob permanente condição de alagamento (PEREIRA et al., 2008), em 91 espécies tolerantes ao encharcamento do solo (JUSTIN & ARMSTRONG, 1987), e em *U. mutica* tanto em ambientes secos, quanto pantanosos (BARUCH & MÉRIDA, 1995). O desenvolvimento de raízes mais espessas, com uma maior proporção de aerênquima e apresentando uma redução de raízes laterais podem atuar em conjunto para um sistema mais eficiente para o transporte de O_2 (CARDOSO et al., 2013.)

Urochloa humidicola cv. Llanero apresentou as maiores formações de aerênquima (Fig. 1F), o que corrobora com a característica adaptativa da cultivar a solos com alto nível de umidade (VILELA, 2005).

A endoderme, última camada cortical de células em direção ao cilindro vascular, exibiu espessamento nas paredes periclinais e anticlinais nas

dez cultivares. Pereira et al. (2008), afirmaram que essa camada suberizada impõe resistência ao fluxo de água para o cilindro vascular, influenciando a condutividade hidráulica da raiz, sua diminuição pode estar relacionada com o aumento de aerênquima e o ambiente em que a planta estiver inserida.

Urochloa hybrida cv. Mulato II, *U. humidicola* cv. Llanero e *C. nlemfuensis* apresentaram, aparentemente, maior espessamento das paredes da endoderme (Fig. 1G), com aumento de espaços intercelulares no córtex de *U. hybrida*. A relação das alterações das estruturas ao longo do tempo não foi analisada no presente estudo.

O cilindro vascular (CV) se mostrou poliarco nas dez cultivares (Fig. 1G), com diferença significativa do diâmetro, sendo maior em *P. maximum* Tanzânia, *C. nlemfuensis* e *U. brizantha* Xaraés (Tab. 1).

Foi observado periciclo proeminente formado por três e até quatro camadas de células esclerificadas em *U. brizantha* cv. Xaraés e *C. nlemfuensis* (Fig. 1H). Nas cultivares Piatã e Massai as células pericíclicas exibiam menor esclerificação. Periciclo constituído por duas a três camadas de células foi observado em *Cynodon dactylon* (L.) Pers (LAUREANO e EICHEMBERG, 2013).

Periciclo com camadas esclerificadas, assim como endoderme espessada são comuns em plantas mais resistentes à alagamentos. Plantas bem adaptadas a situações de hipoxia radicular tem menores perdas de massa seca da raiz em relação a plantas pouco adaptadas (CARDOSO et al., 2013). A manutenção das camadas esclerificadas do periciclo tem relação direta com a massa seca da raiz devido ao baixo acumulo de líquidos nas fibras, diferente da epiderme e tecidos parenquimáticos.

A partir da contagem de polos de protoxilema, foi observada grande diferença entre as cultivares (Tab. 1). *Urochloa ruziziensis* apresentou a menor frequência das estruturas, enquanto *C. nlemfuensis* exibiu as maiores quantidades. Essa maior disposição de protoxilemas está relacionada com anatomia do cilindro vascular (CV), os feixes de metaxilema e do floema, menores, não ocupavam tanto espaço quanto outras cultivares com CV de calibre similar, o que proporciona um arranjo mais próximo dos polos de protoxilema (Fig. 1H). Tal característica pode ser específica desta espécie.

Foi registrada medula parenquimática no centro do CV em todas as cultivares estudadas. Células de paredes delgadas foram frequentes nesse tecido, com presença de pequenas quantidades de amido. *Cynodon nlemfuensis* apresentou maior proporção desse tecido em relação as demais cultivares (Fig. 1H), assim como maior concentração de amido, característica essa comprovada pelo teste com lugol.

O acúmulo de amido em células parenquimáticas pode proporcionar maior resistência à planta e facilitar o processo de rebrota, por disponibilizar energia rapidamente aos tecidos meristemáticos (MACHADO et al., 2008).

Nas folhas, a partir de secções paradérmicas foi observado que as paredes celulares da epiderme das forrageiras apresentaram paredes anticlinais com justaposição sinuosa (Fig. 2A, 2C, 2D, 2E). Tal característica pode aumentar a superfície de contato entre células adjacentes e dificultar o rompimento do tecido (CARVALHO & PIRES, 2008).

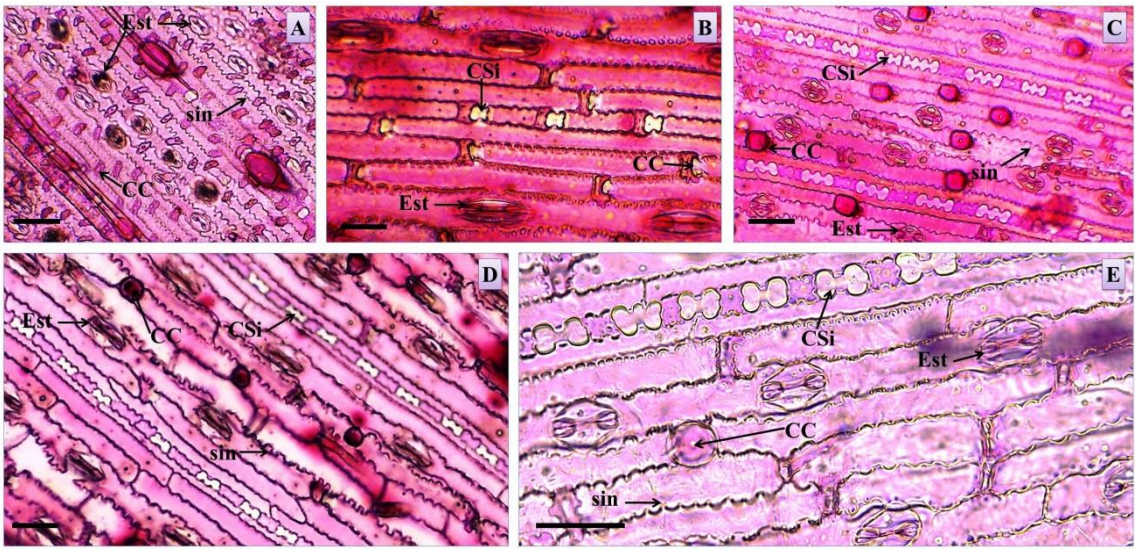

Figura 2. Secções paradérmicas das folhas de forrageiras tropicais. Estômato (Est), células silicosas (CSi), células curtas (CC) e sinuosidades (sin). A – *Cynodon nlemfuensis*; B – *Urochloa humidicola* Llanero; C – *Panicum maximum* Massai; D – *U. brizantha* Piatã; E – *P. maximum* Mombaça. Barras = 50 µm.

Entre as células longas, ocorreram células mais curtas, enfileiradas, que absorveram pouca coloração sob tratamento com fucsina básica, sendo

essas descritas por Alquini et al. (2003), como células silicosas (Fig. 2B, 2C, 2D, 2E), comum em Poaceae (ELLIS, 1979).

Para que os tecidos sejam digeridos no rúmen dos animais é necessário que os microrganismos colonizem os fragmentos do alimento. A maior rota de invasão parece ser via lesão da epiderme da forragem (WILKINS, 1972). Células muito aderidas umas as outras como ocorreu nas forrageiras analisadas neste estudo, dificultam o acesso dos microrganismos ao mesofilo, região mais facilmente digerida (VALENTE, 2011).

Nas amostras estudadas foi identificada diferença significativa para a densidade de estômatos entre as cultivares (Tab. 2). O tamanho dos estômatos entre as cultivares foi visualmente discrepante, onde *U. humidicola* cv. Llanero apresentou medida polar dos estômatos cerca de três vezes maior que a cultivar *C. nlemfuensis* (Fig. 2A, 2B).

Para acessar o mesofilo, os microrganismos do rumem são dependentes da quebra da epiderme pela mastigação, ou de estômatos abertos, iniciando a digestão dos tecidos, normalmente pela câmara subestomática (BRITO & DESCHAMPS, 2001). *Cynodon nlemfuensis* apresentou maior densidade estomática somando as duas faces da folha, o que pode proporcionar maior digestibilidade em relação às demais cultivares.

Em corte transversal, foi notada cutícula delgada em ambas as faces das folhas das cultivares (Fig. 3A, 3B), com cutícula mais espessa na face abaxial de *U. humidicola* cv. Llanero, *U. brizantha* cv. Xaraés e C. *nlemfuensis* (Fig. 3B). A epiderme uniestratificada exibiu células de tamanho irregulares tanto na face abaxial quanto adaxial. Excetuando-se as células buliformes, a epiderme foi composta por células abaxiais notadamente maiores em todas as cultivares analisadas (Fig. 3C), com maior destaque para o volume desta camada em *U. brizantha* cv. Piatã (Fig. 3D). Paciullo et al. (2002), enfatizam que o aumento das paredes celulares dessas estruturas podem diminuir a digestibilidade da folha pelos ruminantes e que mudanças da proporção da epiderme em relação aos demais tecidos tem pouca influência sobre o valor nutritivo da cultivar.

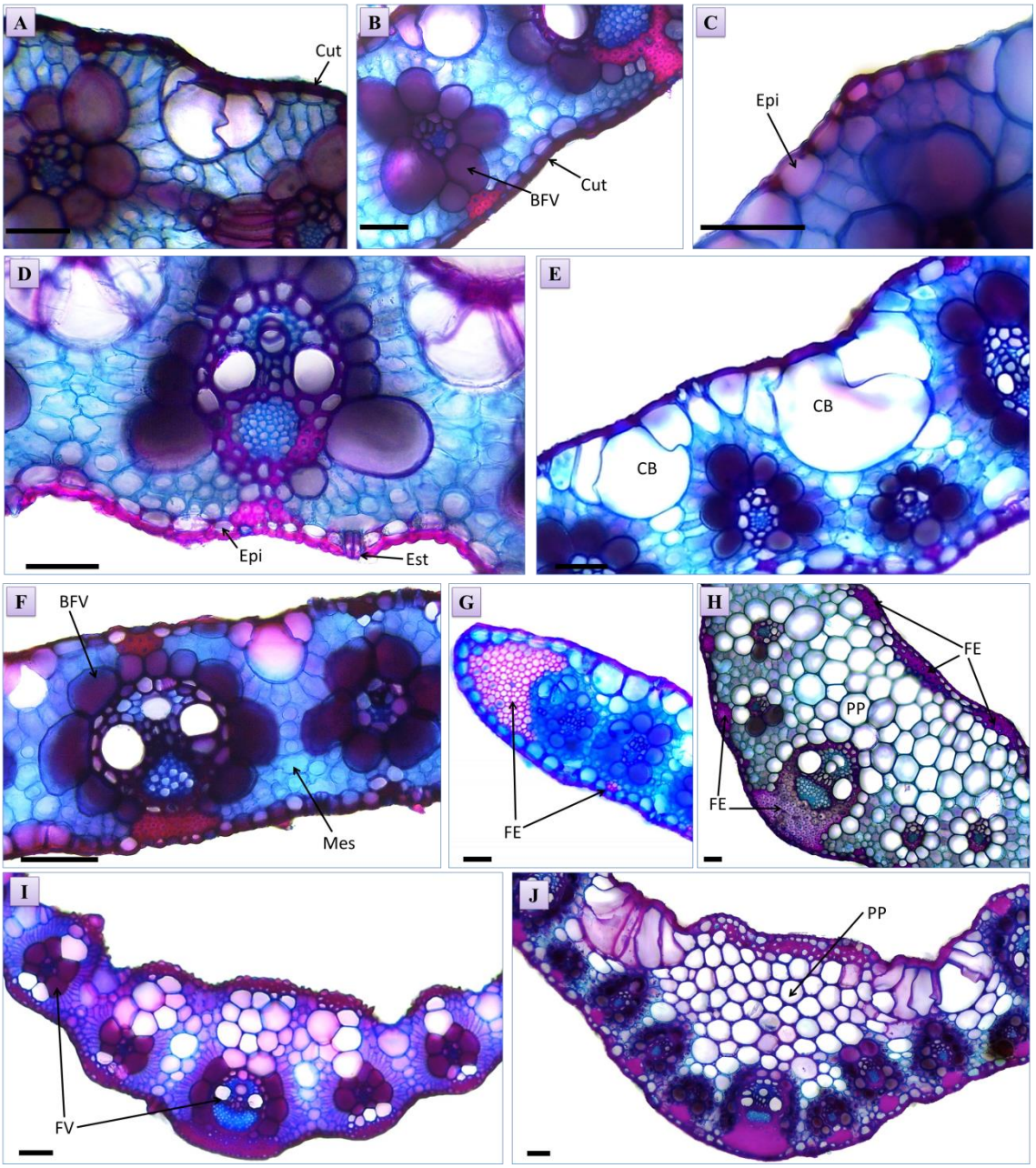

Figura 3. Secções transversais do terço médio das folhas de forrageiras tropicais. Cutícula (Cut), epiderme (Epi), estômato (Est), célula buliforme (CB), mesofilo (Mês), bainha do feixe vascular (BFV), fibras esclerenquimáticas (FE), parênquima de preenchimento (PP) e feixe vascular (FV). A – *Urochloa brizantha* Marandu; B e H – *U. brizantha* Xaraés; C – *Panicum maximum* Mombaça; D – *U. brizantha* Piatã; E, G e J – *U. humidicola* Llanero; F – *P. maximum* Tanzânia; H – *Cynodon nlemfuensis*. Barras = 50 µm.

Tabela 2. Morfometria da epiderme foliar de dez cultivares de forrageiras tropicais.

Cultivar	Índice Est (%)	Densidade Est (mm^2)	Índice Est (%)	Densidade Est (mm^2)
	Abaxial		Adaxial	
Tanzânia	15,04bc	155,14ab	14,24cd	119,45b
Mombaça	26,14a	127,46bc	19,62a	65,54cd
Llanero	15,26bc	33,44e	10,91def	23,37e
Piatã	14,98bc	53,60e	19,62b	47,36de
Ruziziensis	13,77bcd	91,34cd	15,34bcd	122,97b
Mulato II	15,70bc	100,79c	13,09cde	28,69e
Massai	17,05b	173,05a	17,68bc	96,48bc
Marandu	7,00d	39,81e	8,13ef	51,30de
Xaraés	10,04cd	62,02de	7,97f	46,92de
Est. Roxa	9,71cd	158,39ab	12,08def	238,25a
CV (%)	16,69	12,99	12,20	13,85
DMS	6,98	37,38	5,11	33,64

Índice estomático (Índice est), densidade estomática (Densidade est), coeficiente de variação (CV) e desvio médio simples (DMS). Letras iguais na coluna não diferem significativamente ($p > 0,05$), segundo o teste de Tukey.

Células buliformes foram observadas nas duas faces das folhas, em grupos entre 4 e 6 células, localizadas entre os feixes vasculares, sendo que na face adaxial apresentaram maior volume, característica comum aos representantes de Poaceae (METCALFE & CHALK, 1960). As amostras de *U. humidicola* cv. Llanero se destacaram com grupos de células mais volumosos que as outras cultivares (Tab. 3).

As células buliformes se mostraram com coloração distinta e paredes de espessamento reduzido comparado às demais células epidérmicas, assim como o descrito para *Urochloa* por Metcalfe & Chalk (1960). As células buliformes estão associadas à estratégia contra perda de água, sendo responsáveis pelo enrolamento da folha numa situação de déficit hídrico (SMILJANIC JUNIOR et al., 2007). As cultivares aqui analisadas apresentaram estas estruturas em quantidades elevadas, característica comum em

gramíneas tropicais e que podem aumentar em decorrência da adaptação ao ambiente (PACIULLO et al., 2002).

O mesofilo foi homogêneo, não havendo diferenciação entre parênquima paliçádico e parênquima lacunoso, assim como descrito por Brito & Rodela (2002) para gramíneas C4. As células do mesofilo apresentaram paredes finas e compactadas com poucos espaços intercelulares. Foi verificada a ocorrência de uma organização anatômica similar, entre os representantes dos 3 gêneros aqui analisados. Quanto à espessura do limbo, o destaque foi de *U. humidicola* cv. Llanero (Tab. 3).

Tabela 3. Morfometria do terço médio de folhas de dez cultivares de forrageiras tropicais.

Cultivar	NC (µm)	CB (µm)	F ABA (µm)	F ADA (µm)	MES (µm)
Tanzânia	834,13a	79,11b	78,28bcd	23,86cd	206,38bc
Mombaça	532,86cde	85,26b	79,80bcd	34,09abc	198,80bcd
Llanero	636,70abc	121,07a	62,00d	29,04bcd	263,63a
Piatã	542,93bcde	79,57b	90,89b	35,54abc	241,59ab
Ruziziensis	573,85bcd	70,90b	63,56cd	33,54abc	196,81bcd
Mulato II	381,58de	74,69b	85,80bc	29,76abcd	210,64b
Massai	567,17bcd	63,02b	57,42d	17,57d	152,81d
Marandu	616,57bc	70,59b	115,06a	37,53ab	225,02ab
Xaraés	739,48ab	73,27b	118,28a	42,27a	247,93ab
Est. Roxa	361,00e	65,29b	60,33d	34,35abc	156,34cd
CV (%)	26,34	24,81	21,57	31,08	18,57
DMS	200,98	25,61	23,08	13,01	51,41

Nervura central (NC), células buliformes (CB), fibras abaxiais (F ABA), fibras adaxiais (F ADA), mesofilo da lâmina foliar (MES), coeficiente de variação (CV) e desvio médio simples (DMS). Letras iguais na coluna não diferem significativamente ($p > 0,05$), segundo o teste de Tukey.

Cardoso et al. (2013), analisando 12 acessos de *U. humidicola*, registraram surgimento de aerênquima e aumento do volume nas folhas de plantas submetidas a condição de alagamento por 21 dias consecutivos. Os autores afirmaram que plantas resistentes a solos pantanosos podem desenvolver espaços entre os tecidos da raiz, caule e folhas para melhor aeração. No presente estudo não foi observada formação de aerênquima nas

folhas das cultivares, talvez por não terem sido expostas ao encharcamento ou o período de encharcamento a que estas plantas foram expostas ter sido curto.

As células buliformes que compõem a epiderme, assim como parênquima clorofiliano que constituiu o mesofilo foliar, possuem parede delgada não lignificada. Sendo os primeiros tecidos a sofrer digestão após o acesso de microrganismos do bolo alimentar de ruminantes (CARVALHO & PIRES, 2008). A maior proporção destes tecidos na lamina foliar de uma forrageira pode significar maior aproveitamento de nutrientes pelos animais e, dessa forma, maior qualidade nutritiva.

Na região da nervura central, também chamada de quilha por Metcalfe & Chalk (1960), foi observada organização anatômica semelhante nas cultivares analisadas. Em *Panicum* as células do mesofilo se mostraram com paredes relativamente mais delgadas que as de *Urochloa*.

Foram visualizados feixes vasculares colaterais, sendo que o feixe principal estava totalmente envolvido por células esclerenquimáticas que se estende até a epiderme abaxial na região de quilha, em todas as cultivares analisadas (FIG. 3H, 3I). Os demais feixes estavam fixados por conjuntos de fibras a epiderme abaxial.

Feixes vasculares de segunda ordem (Fig. 3I) sobrevieram periodicamente no mesofilo da lâmina foliar, intercalados com menor frequência por feixes de primeira ordem (Fig. 3G). Os feixes de segunda ordem também apresentaram conjuntos de fibras que os fixavam às duas faces da epiderme, entretanto, não formaram um anel esclerenquimático em torno do feixe vascular como ocorre nos feixes maiores (Fig. 3F, 3I).

A distância entre os feixes diferiu entre as cultivares, com *P. maximum* cv. Massai apresentando as menores distâncias médias (124,8 µm), enquanto *U. brizantha* nas cultivares Marandu e Xaraés exibiram as maiores médias (220 µm). Feixes mais espaçados no limbo foliar podem facilitar a ruptura do limbo no momento do pastejo, principalmente no caso dos bovinos (BRITO & DESCHAMPS, 2001), e dessa forma as cultivares Marandu e Xaraés podem ser consideradas mais digestíveis sob esse aspecto.

As cultivares apresentaram proporções de tecido esclerenquimático distintas. *U. brizantha* cv. Xaraés e *U. brizantha* cv. Marandu exibiram maiores proporções de fibras esclerenquimáticas nas duas faces da folha, com maior

destaque para a face abaxial (Fig. 3H), enquanto *P. maximum* cv. Massai apresentou os menores resultados para quantidade de fibras (Tab.3). Essa característica da cultivar Massai aumenta sua digestibilidade, pois a condição de maior quantidade de fibras subepidérmicas pode interferir negativamente na digestibilidade da forrageira por bovinos, sobretudo pela maior proporção de lignina nas paredes destas células (PACIULLO et al., 2002).

Urochloa brizantha e *U. humidicola* são cultivares que possuem via fotossintética C4 associada à anatomia Kranz (BRITO & RODELA, 2002), assim como *Panicum maximum* (SANTOS et al., 2012), *U. ruziziensis* (PORTES et al., 2000) e *C. nlemfuensis* (CARVAJAL et al., 2013).

A estrutura do parênquima radial em coroa em torno dos feixes vasculares nas cultivares em estudo, corrobora com a descrição feita por Metcalfe & Chalk (1960) para o gênero *Urochloa* e também outros grupos de gramíneas tropicais C4. Smiljanic Junior et al. (2007), relataram a presença de grande quantidade de cristais no formato de drusas nessas células parenquimáticas circundantes de *U. hybrida* cv. Mulato II, estruturas estas também observadas na mesma cultivar e em e *U. brizantha* cv. Marandu no presente estudo.

As células da bainha do feixe vascular (BFV) são ricas em enzimas fotossintéticas e em carboidratos não estruturais, o que pode interferir positivamente na produtividade e composição química das lâminas foliares (GOMES et al., 2011). Entretanto, Carvalho e Pires (2008) ressaltaram que a digestão da BFV de gramíneas C_4 é lenta ou incompleta, devido à sua parede celular espessada que dificulta o acesso dos microorganismos ruminais aos nutrientes no interior dessas células.

As cultivares do gênero *Panicum* aqui analisadas exibiram BFV com paredes celulares menos espessadas que as cultivares do gênero *Urochloa*, o que pode colaborar para a maior produtividade/rendimento de ruminantes que se alimentam dessas forrageiras (VILELA, 2005).

Conclusões

1. As cultivares *Panicum maximum* cv. Tanzânia e *P. maximum* cv. Mombaça apresentaram maior quantidade de raízes finas na camada mais superficial do solo;
2. Constatou-se formação de parênquima aerífero nas raízes das cultivares *Panicum maximum* cv. Massai, *Urochloa brizantha* cv. Piatã e Xaraés, *Urochloa humidicola* cv. Llanero, *Urochloa hybrida* cv. Mulato II e *Cynodon nlemfuensis*. *Urochloa humidicola* cv. Llanero apresentou as maiores formações de aerênquimas, o que pode estar relacionada à adaptação ao ambiente sujeito à encharcamento;
3. A endoderme exibiu espessamento nas paredes periclinais e anticlinais nas 10 cultivares, o que oferece resistência ao fluxo de água em plantas de solo alagado;
4. *Cynodon nlemfuensis* apresentou maior densidade estomática somando as duas faces da folha, o que pode proporcionar maior digestibilidade em relação às demais cultivares;
5. *Urochloa humidicola* cv. Llanero exibiu maior quantidade de células buliformes e parênquima clorofiliano no mesofilo foliar, tecidos mais digestíveis;
6. As cultivares *U. brizantha* cv. Xaraés e *U. brizantha* cv. Marandu exibiram maiores proporções de fibras esclerenquimáticas nas folhas, enquanto *P. maximum* cv. Massai apresentou os menores resultados para quantidade de fibras, podendo ser considerada mais produtiva em relação à digestibilidade.

Referências Bibliográficas

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**, v. 25, n. 4, p. 649-659, 2007.

ALQUINI, Y.; BONA, C.; BOEGER, M. R. T.; COSTA, C. G.; BARROS, C. F. Epiderme. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. (Orgs.). **Anatomia vegetal**. Viçosa: Editora UFV, 2003. p.87-108.

BARUCH, Z.; MÉRIDA, T. Effects of drought and flooding on root anatomy in four tropical forage grasses. **International Journal of Plant Sciences**, v. 156, n. 4, p. 514-521, 1995.

BRITO, C. J. F. A.; DESCHAMPS, F. C. Caracterização anatômica em diferentes frações de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 1409-1417, 2001.

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

CARDOSO, J. A.; RINCÓN, J.; JIMÉNEZ, J. C.; NOGUERA, D.; RAO, I. M. Morpho-anatomical adaptations to waterlogging by germplasm accessions in a tropical forage grass. **AoB Plants**, v. 5, p. 1-14, 2013.

CARVAJAL, A. F.; FEIJOO, A.; QUINTERO, H.; RONDÓN, M. A. Soil organic carbon storage and dynamics after C_3-C_4 and C_4-C_3 vegetation changes in sub-Andean landscapes of Colombia. **Chilean journal of agricultural research**, v. 73, n. 4, p. 391-398, 2013.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, p. 13-28, 2008.

ELLIS, R. P. A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. The epidermis as seen in surface view. **Bothalia**, v. 12, n. 4, p. 641-671, 1979.

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

GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; POSSENTI, R. A.; SCHAMMASS, E. A. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano.**Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 955-963, 2000.

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

JENSEN, W. A. **Botanical histochemistry, principles and practice.** San Francisco: W. H. Freeman, 1962. 408 p.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book Co. Inc., 1940. 523p.

JUSTIN, S. H. F. W.; ARMSTRONG, W. The anatomical characteristics of roots and plant response to soil flooding. **New Phytologist**, v. 106, p. 465-495, 1987.

LAUREANO, D. F.; EICHEMBERG, M. T. Morfologia e anatomia de órgãos vegetativos de *Cynodon dactylon* cv Jiggs (POACEAE, POALES). In: Congresso Nacional de Botânica, 64., 2013. Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Botânica, 2013.

LEMPP, B.; GOMES, R.A.; MORAIS, M. G. Importância da anatomia vegetal na qualidade da forragem. In: CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 3., 2009, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2009. p. 1-16.

MACHADO, A. F. L.; MEIRA, R. M. S.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; TUFFI SANTOS, L. D.; FIALHO, C. M. T.; MACHADO, M. S. Caracterização anatômica de folha, colmo e rizoma de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 1-8, 2008.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. **Anatomy of monocotyledons**. **Gramíneae.** vol. 1. Oxford: Clarendon Press, 1960.

O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; MCCULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma**, v. 59, n. 2, p. 368-373, 1965.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; SILVA, E. A. M.; QUEIROZ, D. S.; GOMIDE, C. A. M. Características Anatômicas da Lâmina Foliar e do Colmo de Gramíneas Forrageiras Tropicais, em Função do Nível de Inserção no Perfilho, da Idade e da Estação de Crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.890-899, 2002.

PEREIRA, F.J.; CASTRO, E.M.; SOUZA, T.C.; MAGALHÃES, P.C. Evolução da anatomia radicular do milho 'Saracura' em ciclos de seleção sucessivos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.12, p.1649-1656, 2008.

PORTES, T. A.; CARVALHO, S. D.; OLIVEIRA, I. D.; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, 2000.

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

ROESER, K.R. Die nadel der Schwarzkiefer-masenprodukt und Keinstwert der Natur. **Microkosmos**, v. 61, p. 33-36, 1962.

SANTOS, P. M.; THORNTON, B.; CORSI, M. Adaptation of the C_4 grass *Panicum maximum* to defoliation is related to plasticity of N uptake, mobilisation and allocation patterns. **Scientia Agricola**, v. 69, n. 5, p. 293-299, 2012.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL (SEPLAN). Unidades Climáticas do Estado de Mato Grosso. **Zoneamento Sócio Econômico Ecológico:** Atlas Climatológico de Mato Grosso. Cuiabá: Laboratório de Climatologia, UFMT, 2006. 1CD.

SMILJANIC JÚNIOR, E.; SMILJANIC, K. B. A.; CABRAL, J. R.; GASTALDI, K. A. Anatomia da folha e do caule de *Brachiaria hybrida* c.v. Mulato (CIAT 36061) Poaceae. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 17., 2007. Londrina. **Anais**... Londrina: Zootec. 2007.

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**, v. 18, n. 3, p. 347-358, 2011.

VARTAPETIAN, B. B.; JACKSON, M. B. Plant adaptations to anaerobic stress. **Annals of Botany**, v. 79, n. 1, p. 3-20, 1997.

VILELA, H. Pastagem: seleção de plantas forrageiras, implantação e adubação. **Aprender Fácil**. Viçosa, 2005. 283 p.

WILKINS, R. J. The potential digestibility of cellulose in grasses and its relationship with chemical and anatomical parameters. **The Journal of Agricultural Science**, v. 78, p. 457-64, 1972.

WILSON, J. R.; MERTENS, D. R.; HATFIELD, R. D. Isolates of cell types from sorghum stems: digestion, cell wall and anatomical characteristics. **Journal Science Food Agriculture**, v. 63, p. 407-417, 1993.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Urochloa brizantha cv. Marandu e *U. hybrida* cv. Mulato II acometidas pela síndrome da morte das pastagens (SMP) apresentaram alterações teciduais similares, mas com intensidades distintas.

O registro das alterações ocorridas nos tecidos das cultivares, nos proporcionou identificar e entender o processo de evolução da SMP nas plantas, com lise e obstrução do fluxo de substâncias, seguida de desorganização dos tecidos parenquimáticos nas raízes e rizomas, culminando em mudanças das proporções teciduais das folhas.

A comparação anatômica das 10 forrageiras permitiu identificar e reiterar a melhor adaptação da cultivar *U. humidicola* cv. Llanero a solos encharcados devido a maior formação de aerênquimas nas raízes. Esta e a cultivar *Panicum maximum* cv. Massai apresentaram maiores proporções de tecidos digestíveis (considerando apenas as folhas), podendo ser consideradas boas opções para alimentação de bovinos.

É fato que a escolha de uma forrageira deve levar em consideração vários parâmetros, contudo ambas se mostraram boas opções para utilização em áreas com SMP.