

**FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
VETERINÁRIAS**

**DANIEL FERREIRA DE ASSIS**

**Características ecofisiológicas, anatômicas e nutricionais de *Urochloa*  
spp. Mulato II sob diferentes estruturas de dossel**

**DOUTORADO**

**UBERLÂNDIA**

**2018**

DANIEL FERREIRA DE ASSIS

Características ecofisiológicas, anatômicas e nutricionais de *Urochloa* spp.

Mulato II sob diferentes estruturas de dossel

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, da Faculdade de Medicina Veterinária, da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Veterinárias.

Área de concentração: Produção Animal

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Isabel Cristina Ferreira

Coorientador: Prof. Dr. Leandro Martins Barbero

UBERLÂNDIA

2018

Características ecofisiológicas, anatômicas e nutricionais de *Urochloa* spp.

Mulato II sob diferentes estruturas de dossel

Tese aprovada para a obtenção do título de  
Doutor no Programa de Pós-Graduação em  
Ciências Veterinárias, da Universidade  
Federal de Uberlândia, pela banca  
examinadora formada por:

Uberlândia, 30 de novembro de 2018.

---

Profa. Dra. Ana Sílvia Franco Pinheiro Moreira – UFU

---

Profa. Dra. Fernanda Carvalho Basso – FAZU

---

Profa. Dra. Kelen Cristina Basso – UFSC

---

Prof. Dr. Vinicius Coelho Kuster – UFJ

---

Prof. Dr. Leandro Martins Barbero – UFU



ATA

Ata da defesa de TESE DE DOUTORADO junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia.

Defesa de: **TESE DE DOUTORADO Nº PPGCV/ 022/ 2018**

Data: 30/11/2018 Hora início: 14h00min

Discente: **DANIEL FERREIRA DE ASSIS** - Matrícula – 11413MEV003

Título da Tese: Características morfofisiológicas, anatômicas e qualitativas de *Brachiaria* spp Mulato II sob diferentes condições de dossel

Área de concentração: PRODUÇÃO ANIMAL

Linha de pesquisa: Produção de forragens, nutrição e alimentação animal

Projeto de Pesquisa de vinculação: Manejo da destolhação de pastos tropicais: ênfase no outono e no inverno

Reuni-se na sala 216, bloco 1C - Campus Glória da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, assim composta: Professores(as) Doutores(as): **Ana Sílvia Franco Pinheiro Moreira** – UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA; **Fernanda Carvalho Basso** – FACULDADES ASSOCIADAS DE UBERABA; **Kelen Cristina Basso** - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, **Vinicius Coelho Kuster** - UNIVERSIDADE FEDERAL DE JATAÍ e **Leandro Martins Barbero** orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da comissão Dr./Dra. **Leandro Martins Barbero** concedeu a palavra ao(a) candidato(a) para uma exposição do seu trabalho, contando com o tempo máximo de 30 minutos. A seguir o(a) senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o(a) candidato(a), durante o prazo máximo de (30) minutos, assegurando-se ao mesmo igual prazo para resposta. Ultrapassada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Comissão Julgadora, em sessão secreta, considerou o(a) candidato(a) aprovado(a).

Em face do resultado obtido, a Banca Examinadora considerou o (a) candidato (a) aprovado (a) sugerindo um novo título para o trabalho:

Características ecofisiológicas, anatômicas e nutricionais de *Urochloa* spp Mulato II sob diferentes estruturas de dossel

Esta defesa de Tese de Doutorado é parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor. O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme regulamento do Programa, Legislação e a Regulamentação Interna da UFU.

Ademais havendo a tratar o(a) Presidente encerrou os trabalhos às 18 horas e 30 minutos, lavrou esta ata que será assinada por todos os membros da Comissão Examinadora.

Uberlândia, 30 de Novembro de 2018.

Profa. Dra. Ana Sílvia Franco Pinheiro Moreira  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Profa. Dra. Fernanda Carvalho Basso  
FACULDADES ASSOCIADAS DE UBERABA

Profa. Dra. Kelen Cristina Basso  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Prof. Dr. Vinicius Coelho Kuster  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JATAÍ

Prof. Dr. Leandro Martins Barbero  
ORIENTADOR (A)



Documento assinado eletronicamente por Leandro Martins Barbero, Professor(a) do Magistério Superior, em 30/11/2018, às 18:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.



Documento assinado eletronicamente por Vinicius Coelho Kuster, Usuário Externo, em 30/11/2018, às 18:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.



Documento assinado eletronicamente por Ana Sílvia Franco Pinheiro Moreira, Professor(a) do Magistério Superior, em 30/11/2018, às 18:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.



Documento assinado eletronicamente por KELEN CRISTINA BASSO, Usuário Externo, em 06/12/2018, às 10:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.



Documento assinado eletronicamente por FERNANDA CARVALHO BASSO, Usuário Externo, em 27/02/2019, às 09:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador 0873447 e o código CRC 7B9AE88B.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

A848c  
2018

Assis, Daniel Ferreira de, 1977

Características ecofisiológicas, anatômicas e nutricionais de *Urochloa* spp. Mulato II sob diferentes estruturas de dossel [recurso eletrônico] / Daniel Ferreira de Assis. - 2018.

Orientadora: Isabel Cristina Ferreira.

Coorientador: Leandro Martins Barbero.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2019.1203>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Veterinária. 2. Capim-braquiaria. 3. Pastagens - Manejo. 4. Plantas forrageiras - Melhoramento genético. I. Ferreira, Isabel Cristina, 1975, (Orient.). II. Barbero, Leandro Martins, 1982, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. IV. Título.

---

CDU: 619

Angela Aparecida Vicentini Tzi Tziboy – CRB-6/947

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**DANIEL FERREIRA DE ASSIS** – Nascido em 03 de abril de 1977 no município de Campina Verde - MG. Filho de Vicente de Assis e Maria Batista Ferreira de Assis. Ingressou no curso de Zootecnia na Faculdade de Agronomia e Zootecnia de Uberaba - MG em 1995. Em 2000 obteve o título de Zootecnista. Em 2005 iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias na Universidade Federal de Uberlândia - UFU, área de concentração em Produção Animal. Obteve o título de Mestre em Produção Animal em 2007. Experiência na área de docência, como professor na Escola Municipal Agrícola Adolfo Alves Rezende – EMAAAR, em Campina Verde - MG nos anos de 2003 a 2008 e 2011 a 2013. Foi professor substituto do Instituto Federal de Uberlândia – IFTM entre 2008 e 2010. Desde 2013 é professor efetivo do Instituto Federal de Uberlândia. Em 2014 iniciou o doutorado na Universidade Federal de Uberlândia.

*“Talvez não tenha conseguido fazer melhor,  
mas lutei para que o melhor fosse feito.  
Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus,  
não sou o que era antes.”*

**Marthin Luther King**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus e às forças positivas do universo por me darem a vida, saúde e força suficiente para lutar a cada dia.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, na pessoa do Senhor Diretor Ednaldo Gonçalves Coutinho pela liberação para execução desta importante fase de minha vida.

À Universidade Federal de Uberlândia pela infraestrutura disponibilizada.

À minha orientadora professora Isabel Cristina, pela orientação e pela oportunidade de realizar esse doutorado. Ao meu coorientador Prof. Leandro Barbero pela valiosa orientação, paciência e presteza. Obrigado por sua ajuda.

Aos membros da banca examinadora, pelas sugestões e enriquecimento do trabalho.

À equipe do Laboratório de Anatomia Vegetal do Instituto de Biologia (UFU), principalmente à professora Ana Sílvia Franco Pinheiro Moreira e ao professor Vinícius Coelho Kuster pelo apoio.

À professora Simone pela colaboração e ajuda no desenvolvimento das análises laboratoriais.

A todos os integrantes do GEPFOR (Grupo de pesquisa em Forragicultura) pelo companheirismo e auxílio na condução do experimento. Em especial Carlos Roberto, Heitor, Talita, Jordana e Fernanda.

Aos funcionários da fazenda experimental Capim Branco, UFU, em especial ao gerente da fazenda Capim Branco, Frederico.

À estagiária Bruna Marques por toda ajuda durante as coletas e avaliações realizadas.



Àqueles que abriram mão de suas individualidades e me trouxeram a este mundo: meus pais Vicente e Maria Batista, por tudo que fizeram e tem feito por mim, pelos ensinamentos transmitidos e pelo apoio recebido cada nova decisão tomada.

À minha querida noiva Livia pelo amor, incentivo, carinho, compreensão, força e companheirismo ao longo de todos esses anos.

Aos meus familiares e amigos que estiveram ao meu lado, me dando força e motivação para continuar a caminhada sem nunca desistir.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação da UFU, com os quais tive a oportunidade de compartilhar conhecimentos. Em especial aqueles que contribuíram diretamente para a minha formação em disciplinas cursadas.

A todos aqueles que, de uma forma ou de outra, fizeram parte da minha vida em algum momento desta caminhada, contribuindo para o meu aprendizado e crescimento pessoal.

## Resumo

Objetivou-se avaliar as respostas ecofisiológicas, anatômicas e nutricionais da *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II simulando lotação contínua nos períodos das água e da seca. Os tratamentos foram constituídos de quatro alturas, mantidas a 10, 20, 30 e 40 cm. A eficiência fotossintética foi maior nos pastos mantidos a 20 e 30 cm de altura, consequentemente verificou-se maiores teores de carboidratos solúveis tanto na base do colmo como nas raízes, o que resultou em maior acúmulo de forragem. Quanto à anatomia foliar, verificou-se que as alturas de 10 e 20 cm apresentaram a menor proporção de tecidos lignificados, o que pode ter resultado no maior desaparecimento do tecido clorofiliano e floema na lâmina foliar. Com relação aos teores de PB, FDN, FDA e DIVMS, o capim manejado a 10 cm foi o que apresentou maiores teores de PB, menores teores de FDN e FDA, e maior DIVMS. Conclui-se que os pastos de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II mantidos nas alturas entre 10 e 30 cm tiveram melhores respostas morfofisiológicas, anatômicas e qualitativas.

**Palavras-chave:** Desaparecimento *in situ*. Taxa de assimilação. Composição fibrosa.

## **Abstract**

The objective was to evaluate the ecophysiological, anatomical and nutritional responses of *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II simulating continuous stocking during periods of water and drought. The treatments were composed of four heights, maintained at 10, 20, 30 and 40 cm. The photosynthetic efficiency was higher in the pastures kept at 20 and 30 cm height, consequently higher levels of soluble carbohydrates were observed in the base of the stem and in the roots, which resulted in a greater accumulation of forage. As for leaf anatomy, it was verified that the heights of 10 and 20 cm had the lowest proportion of lignified tissues, which could have resulted in greater disappearance of the chlorophyll tissue and phloem on the leaf blade. Regarding the CP, NDF, ADF and IVDMD levels, the 10 cm handled grass presented the highest levels of CP, lower levels of NDF and ADF, and higher IVDMD. It was concluded that the pastures of *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II managed at heights between 10 and 30 cm had better morphophysiological, anatomical and qualitative responses.

**Keywords:** Disappearance *in situ*. Assimilation rate. Fibrous composition

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Capítulo 1- Considerações Gerais.....</b>   | <b>12</b> |
| <b>1. Introdução.....</b>  | <b>13</b> |
| <b>2. Objetivos.....</b>   | <b>14</b> |
| 2.1 Objetivos gerais.....  | 14        |
| 2.2 Objetivos específicos.....   | 14        |
| <b>3. Revisão de literatura.....</b>   | <b>14</b> |
| 3.1 <i>Brachiaria</i> spp Mulato II.....   | 14        |
| 3.2 Fotossíntese.....  | 15        |
| 3.3 Pigmentos.....   | 18        |
| 3.4 Índice de área foliar.....   | 20        |
| 3.5 Carboidratos solúveis.....   | 21        |
| 3.6 Anatomia foliar.....   | 23        |
| <b>Referências.....</b>  | <b>26</b> |
| <b>Capítulo 2 – Resposta fisiológica e produtiva da <i>Brachiaria</i> spp. Mulato II<br/>manejado a diferentes alturas sob lotação contínua.....</b> | <b>33</b> |
| <b>Resumo.....</b>   | <b>34</b> |
| <b>Abstract.....</b>   | <b>35</b> |
| <b>1.Introdução.....</b>   | <b>36</b> |
| 2. Material e métodos.....   | 37        |
| 2.1 Área e delineamento experimental .....   | 37        |
| 2.2 Análises ecofisiológicas.....  | 39        |
| 2.3 Análise estatística.....   | 43        |
| <b>3. Resultados e discussão.....</b>  | <b>43</b> |
| <b>Conclusão.....</b>  | <b>51</b> |
| <b>Referências.....</b>  | <b>52</b> |
| <b>Capítulo 3 - Anatomia foliar e valor nutricional da <i>Brachiaria</i> spp. Mulato II<br/>submetido a diferentes alturas de manejo.....</b>        | <b>57</b> |
| <b>Resumo.....</b>   | <b>58</b> |
| <b>Abstract.....</b>   | <b>59</b> |
| <b>1.Introdução.....</b>   | <b>60</b> |
| <b>2. Material e métodos.....</b>  | <b>61</b> |
| 2.1 Área e delineamento experimental.....  | 61        |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.2 Avaliações anatômicas.....  | 63        |
| 2.3 Valor nutricional.....  | 64        |
| 2.4 Análise estatística.....  | 66        |
| <b>3. Resultados e discussão.....</b>   | <b>66</b> |
| <b>Conclusão.....</b>   | <b>77</b> |
| <b>Referências.....</b>   | <b>78</b> |
| <b>Capítulo 4 - Parâmetros produtivos da <i>Urochloa</i> spp. (syn. <i>Brachiaria</i>) Mulato II sob diferentes estruturas de dossel.....</b> | <b>83</b> |
| <b>Resumo.....</b>  | <b>84</b> |
| <b>Abstract.....</b>  | <b>85</b> |
| <b>1.Introdução.....</b>  | <b>86</b> |
| <b>2. Material e métodos.....</b>   | <b>87</b> |
| 2.1 Área e delineamento experimental.....   | 87        |
| 2.2 Acúmulo de forragem.....  | 88        |
| 2.3 Análise estatística .....   | 89        |
| 3 Resultados e discussão.....   | 89        |
| Conclusão.....  | 93        |
| Referência.....   | 94        |

**Capítulo 1**  
**Considerações gerais**

## 1. Introdução

Diversos estudos referentes ao lançamento de novas cultivares de gramíneas, manejo de pastagem e altura das forrageiras para entrada e saída dos animais têm sido realizados, entretanto sem a devida atenção para o manejo relacionado à eficiência fotossintética, acúmulo de forragem, digestibilidade in vitro da matéria seca e anatomia foliar.

Atualmente, as áreas de pastagens no Brasil ocupam 190 milhões de hectares, dos quais 80% são formados por forrageiras do gênero *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*), devido à sua capacidade de adaptação às diversas condições ambientais e de manejo (ANUALPEC, 2016). Neste sentido, têm-se desenvolvido materiais genéticos capazes de converter com maior eficiência os recursos naturais, em seus diferentes produtos finais, e assim, garantir maior produtividade em menor tempo e área. Dessa forma, busca-se cultivares que reúnam boas características agrônômicas e resistência a pragas, através de técnicas de hibridação, obtendo-se novas combinações genéticas (CUADRADO, 2005).

O desenvolvimento de novas cultivares de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) e seus lançamentos no mercado é importante devido às constantes mudanças que ocorrem nas condições edafoclimáticas. Isto resulta em constante necessidade de novos estudos a respeito do manejo, uma vez que sistemas de produção, tanto de corte como de leite, vêm se intensificando com o objetivo de maximizar a eficiência produtiva.

Neste contexto, faz-se necessário o conhecimento do desempenho produtivo e ecofisiológico das gramíneas recém-lançadas, afim de se ter ideia de como manejá-las de forma correta. Do ponto de vista da planta, o manejo empregado influenciará diretamente o índice de área foliar e, conseqüentemente afetará a taxa fotossintética que poderá acarretar em diferentes taxas de assimilação de carbono, bem como dos teores de carboidratos solúveis e morfologia foliar (BLANKENSHIP, 2004).

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar as respostas ecofisiológicas, anatômicas e nutricionais da *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas de dossel forrageiro, simulando pastejo com lotação contínua.

### **2.2 Objetivos específicos**

Determinar o acúmulo de forragem; o acúmulo de folha, colmo e material morto; a densidade populacional de perfilhos; o potencial fotossintético; o valor nutricional através dos teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido e digestibilidade da matéria seca, bem como determinar a anatomia quantitativa de lâminas foliares intactas e qualitativas das lâminas foliares incubadas submetidas ao desaparecimento *in situ* por 24 e 36 horas em rúmen de bovinos.

## **3. Revisão de literatura**

### **3.1 *Urochloa* spp cv. Mulato II**

Em 2012, foi introduzida no mercado brasileiro a *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II, desenvolvida pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) na Colômbia, a partir de cruzamentos iniciados em 1989 entre *Urochloa* (syn. *Brachiaria ruziziensis*), clone 44-6, tetraploide sexual e *Urochloa* (syn. *Brachiaria decumbens*) cv. Basilisk, tetraploide apomítica. A primeira geração do cruzamento foi exposta a polinização aberta com linhagens de *Urochloa* (syn. *Brachiaria brizantha*), incluindo a cultivar Marandu, resultando o clone apomítico denominado Mulato II (ARGEL et al., 2007).



Comparado a outras gramíneas, a *Urochloa* (syn. *Brachiaria*) spp. Mulato II, apresenta algumas vantagens competitivas, tais como elevada produtividade de massa seca e qualidade da forragem produzida, menor susceptibilidade à cigarrinha das pastagens, crescimento vigoroso, boa resistência a períodos prolongados de seca, mantendo-se com alta proporção de folhas verdes durante todo o período; rápida rebrota; florescimento tardio, fácil estabelecimento, tanto por sementes, quanto por plântulas; alto teor de proteína; boa adaptação a solos de baixa fertilidade com altos teores de alumínio; boa recuperação depois da ocorrência de geadas e queimadas; resistência ao sombreamento moderado e melhor adaptação que a *Urochloa* (*Brachiaria brizantha*) cv Marandu às áreas com drenagem deficiente (ARGEL et al., 2007; JACOVETTI, 2016). De acordo com clima e solos, a produção de forragem da *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II varia entre 10 e 27 t/há de MS por ano, sendo que 20% deste rendimento pode ser produzido durante a época da seca (ARGEL et al., 2007).

### **3.2 Fotossíntese**

A luz solar representa a fonte primária de toda a energia que mantém a biosfera de nosso planeta, sendo que a fotossíntese é o único processo de importância biológica que pode aproveitar essa energia. O processo fotossintético é complexo e compreende muitas reações físicas e químicas, que ocorrem de maneira coordenada em sistemas de proteínas, pigmentos e outros compostos associados ao cloroplasto (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Segundo LARCHER, 2000), a fotossíntese é analisada em duas etapas interdependentes:

- a) Etapa fotoquímica, anteriormente chamada de fase “luminosa”;
- b) Etapa bioquímica ou de carboxilação, anteriormente chamada de fase “escura”

O ATP e o NADPH<sub>2</sub> são os produtos primários da etapa fotoquímica (TAIZ; ZEIGER, 2009). O oxigênio é liberado nessa etapa, como subproduto da dissociação da molécula da água. A etapa química da fotossíntese é uma etapa basicamente enzimática, na qual o CO<sub>2</sub> é fixado e reduzido até carboidratos, utilizando o NADPH<sub>2</sub> e o ATP produzidos na etapa fotoquímica (EBERHARD et al., 2008).

De acordo com Chiariello et al. (1989), como medida da eficiência dos órgãos assimilatórios da planta em produzir novos tecidos, a taxa de assimilação líquida reflete tanto a disponibilidade de luz como a arquitetura foliar. As características bioquímicas fisiológicas e morfológicas do sistema fotossintético determinam a taxa de assimilação líquida de carbono (DE LUCIA et al., 2003), sendo que tais características variam com as condições ambientais preponderantes durante o crescimento, tais como irradiância, temperatura, CO<sub>2</sub> e suprimento de água e nutrientes. Essa taxa de assimilação líquida de carbono tem influência direta tanto na constituição da massa de forragem da planta como também no armazenamento dos carboidratos solúveis (MOHOTTI; LAWLOR, 2012)

As gramíneas tropicais apresentam como principais características que as distinguem das temperadas, as mais altas proporções de feixes vasculares e de células da bainha vascular, em gramíneas C<sub>4</sub>, e a maior quantidade de células do mesofilo entre os feixes vasculares, em gramíneas C<sub>3</sub>. Estas diferenças na proporção de tecidos podem explicar, em parte, as diferenças de valor nutritivo entre gramíneas tropicais e temperadas (WILSON et al., 1983).

A bainha vascular (BV), característica de gramíneas C<sub>4</sub>, exerce papel importante no processo fotossintético destas espécies, pois suas células contêm a enzima ribulose - 1,5 - bisfosfato - carboxilase/oxigenase (Rubisco), responsável pela refixação do CO<sub>2</sub> inicialmente fixado pela enzima PEP-carboxilase (fosfoenolpiruvato carboxilase) nas células do mesofilo. Este processo que consiste da assimilação inicial do carbono no

mesófilo e na redução fotossintética do carbono na BV, reduz os índices de fotorrespiração, através da concentração de CO<sub>2</sub> no sítio de carboxilação da Rubisco. O aumento do tamanho destas células pode aumentar a eficiência fotossintética das plantas sob sombra, onde a disponibilidade de luz é limitante para o processo de fixação de carbono (CASTRO et al., 2005).

De maneira geral, as plantas ajustam sua estrutura durante o seu desenvolvimento, em função da quantidade e da qualidade de radiação local dominante. Sob intensa radiação, as plantas tendem a apresentar vigoroso sistema de ramos e folhas com menor superfície do limbo foliar, cujo mesófilo possui várias camadas de células, ricas em cloroplastos (LUNZ, 2006). Como consequência dessas modificações anatômicas e de um metabolismo mais ativo, as plantas adaptadas a radiações intensas apresentam maior produção de matéria seca, devido à incorporação de CO<sub>2</sub> via maior atividade fotossintética (LIMA-JUNIOR et al., 2005).

Em altas concentrações de CO<sub>2</sub>, o suprimento nos sítios de carboxilação é grande e a taxa fotossintética é limitada, sobretudo pelas reações bioquímicas conectadas com o transporte de elétrons. Nessas condições, as alterações de temperatura têm grande efeito sobre as taxas de fixação. Por outro lado, em condições normais de concentrações de CO<sub>2</sub> e temperatura, a fotossíntese é limitada pela atividade da Rubisco. Entretanto, com o aumento na temperatura, a taxa de carboxilação também aumenta e a afinidade dessa enzima com o CO<sub>2</sub> decresce (TAIZ; ZEIGER, 2009).

### **3.3 Pigmentos**

Inicialmente, a energia da luz solar é absorvida pelos pigmentos da planta. Esses pigmentos ativos na fotossíntese são encontrados nos cloroplastos. A presença dos pigmentos fotossintéticos presentes e sua abundância variam de acordo com a espécie

(TAIZ; ZEIGER, 2004). As clorofilas são pigmentos estreitamente relacionados com a eficiência fotossintética da planta das plantas e se encarregam de converter a radiação luminosa em energia química, sob a forma de ATP e NADPH. Esses pigmentos têm grande significado, uma vez que estão presentes em grande quantidade como componente da fitomassa (MARENCO; LOPES, 2005).

Segundo Porra et al. (1989); Blackburn (2007), plantas com maiores teores de clorofilas são capazes de atingir taxas fotossintéticas mais eficientes, por apresentarem maior potencial de captação de energia luminosa por unidade de tempo.

A etapa fotoquímica é realizada com o auxílio da clorofila *a*, enquanto que os demais pigmentos acessórios auxiliam na transferência da energia radiante para os centros de reação e na absorção de luz (XU et al., 2001).

Quando absorvem a energia luminosa (fótons), as moléculas de clorofila têm suas configurações eletrônicas alteradas temporariamente, passando do estado basal para o estado excitado, no nível de energia mais alto. No estado excitado, a clorofila é muito instável e rapidamente libera parte de sua energia ao meio como calor, entrando em um estado de menor excitação no qual pode permanecer estável por um máximo de alguns nanossegundos (10<sup>-9</sup>s). Devido a essa instabilidade do estado excitado, qualquer processo capaz de capturar sua energia deve ser extremamente rápido (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Nas plantas, os pigmentos clorofilianos são os mesmos e o que difere as cores do vegetal é a presença e a distribuição variável de outros pigmentos associados, como exemplo os carotenoides (VON ELBE, 2000). A presença e abundância dos pigmentos fotossintéticos também variam de acordo com a espécie (TAIZ; ZEIGER, 2004). De acordo com Senge et al. (2006), a coloração verde das plantas resulta da mistura de dois tipos de pigmentos insolúveis em água: as clorofilas (principalmente a clorofila azul, ou clorofila *a*) e os carotenoides, sendo o mais comum o  $\beta$ -caroteno.

Os carotenoides são constituintes integrais das membranas dos tilacoides e, em geral, estão intimamente associados às proteínas que formam o aparelho fotossintetizante. A energia da luz absorvida pelos carotenoides é transferida à clorofila para o processo de fotossíntese. Os carotenoides também ajudam a proteger o organismo de danos causados pela luz (VON ELBE, 2000).

As clorofilas são formadas por porfirinas que apresentam uma estrutura tetrapirrólica cíclica disposta em um anel planar simétrico, no qual os quatro anéis pirrólicos são ligados por pontes metilênicas ( $-C=$ ) e os quatro átomos de nitrogênio são coordenados com um átomo de magnésio no centro. As clorofilas ainda possuem um quinto anel isocíclico (ciclopentanona) e contém uma cadeia longa de fitil ( $C_{20}H_{39}$ ), esterificada ao ácido propiônico, que lhe confere caráter hidrofóbico (VOLP, 2009). Desta forma, fica evidente a importância dos nutrientes na composição da molécula de clorofila.

A deficiência de nitrogênio, por exemplo, reflete em baixas concentrações de clorofilas e rápida inibição do crescimento vegetal, provocando amarelecimento de folhas mais velhas por ser um elemento móvel na planta e assim, de fácil redistribuição dos tecidos mais velhos para os tecidos mais jovens (SANTOS, 2016). Já a deficiência de Mg e Fe na planta também reduz o teor de clorofila, o que se manifesta por uma clorose foliar, comprometendo o processo fotossintético (MARENCO; LOPES, 2005).

### **3.4 Índice de área foliar (IAF)**

O IAF resulta da relação entre a área de folhas e a superfície de solo que elas cobrem, associado com a utilização da energia solar, através da fotossíntese. O IAF ótimo de uma planta forrageira é aquele relacionado com altos rendimentos, bem distribuídos ao longo da estação de crescimento. Normalmente, ocorre quando as folhas interceptam cerca de 90% da energia radiante incidente (COSTA et al., 2004).

A quantidade de tecidos fotossintenticamente ativos, ou seja, o IAF remanescente, que permanece na planta após o pastejo é fundamental no manejo de uma pastagem. A rebrota se dará às expensas dos produtos da fotossíntese das folhas remanescentes, desde que a quantidade de CO<sub>2</sub> assimilada seja superior ou igual à quantidade de CO<sub>2</sub> liberada pela planta durante a respiração. No entanto, deve-se considerar que a eficiência fotossintética diminui à medida que as folhas vão ficando mais velhas. No entanto, o crescimento do sistema radicular e o acúmulo de carboidratos de reservas podem ser prejudicados se as plantas forrageiras forem mantidas sob desfolha intensa (FAGUNDES et al., 2006).

De acordo com Borges et al. (2011) os valores críticos de IAF para pastagens, situa-se, normalmente entre 3 e 5, sendo que nesta faixa a interceptação luminosa seria de cerca de 95 %. À medida que o índice de área foliar aumenta ocorre um decréscimo na penetração de luz até o nível do solo durante o crescimento de uma cultura (SILVA; PEDREIRA, 1997). Segundo Hodgson (1990), quanto maior a massa de forragem, maior o IAF e, conseqüentemente, maiores as taxas de crescimento que, contudo, estão associadas a maiores perdas por senescência.

O máximo da produção é possível de ser obtido com a maior eficiência de utilização da energia luminosa pelas folhas, desde que os demais fatores (temperatura, água e nutrientes) permaneçam favoráveis. A captação de luz pelos caules, pecíolos, bainhas e inflorescência, contribuem em diferentes graus para a economia da planta, mas sua avaliação geralmente não é considerada no cômputo da fotossíntese global das pastagens (BROWN; BLASER, 1968).

O potencial de crescimento das plantas forrageiras está diretamente relacionado com seu IAF e a concentração de carboidratos solúveis. Parsons et al. (1983) reportaram que os pastos sob pastejo leniente (IAF próximo a 3) apresentaram maior fotossíntese

bruta em relação aos pastos sob pastejo severo (IAF próximo a 1). Entretanto, maior quantidade de fotoassimilados perdidos por respiração também foi observada nos dosséis mantidos com IAF próximo a 3.

### **3.5 Carboidratos não estruturais (CNE)**

A formação dos carboidratos solúveis se deve aos monossacarídeos, à glicose e à frutose. Estes são os primeiros compostos orgânicos sintetizados pelas plantas durante a fotossíntese e uma queda brusca nestes compostos deve-se, por um lado, à redução drástica da taxa fotossintética ocasionada pela remoção de grande parte do tecido foliar e por outro lado pela respiração (ALEXANDRINO et al., 2008).

Observa-se uma queda acentuada na concentração de carboidratos de reserva após o pastejo ou corte que reduza drasticamente a área foliar, já que com a interrupção do processo de fotossíntese, estes são utilizados como fonte de energia para respiração e constituição de novos tecidos via rebrota. À medida que ocorre um progressivo reestabelecimento da área foliar, devido ao aumento da capacidade fotossintética da planta, o acúmulo de carboidratos de reserva aumenta, enquanto o processo de fotossíntese for igual ou superior ao de respiração (COSTA et al., 2004).

Após o processo de desfolhação, a redução de carboidratos solúveis ou amido na base do colmo e nas raízes de plantas forrageiras, levou alguns pesquisadores a concluir que a taxa de rebrotação foi influenciada pela concentração de carboidratos nos órgãos de reservas. De fato, carboidratos de reserva são principalmente utilizados como substrato respiratório e o excedente fica disponível para a rebrotação (JOHNANSSON, 1993). A presença nas próprias folhas pode inibir o uso de carboidratos por folhas em expansão (DAVIDSON; MILTHORPE, 1966).

A rebrotação subsequente de novas folhas é influenciada tanto pela área foliar remanescente quanto pelos carboidratos não estruturais (CNE), enquanto que a emissão de novos perfilhos tem maior relação com a concentração de CNE, já que a divisão e a expansão celular são estimuladas por estes e outros compostos orgânicos. A importância do CNE seria mais evidente no período em que os cortes não resultam em intensa decapitação de perfilhos, podendo limitar-se aos primeiros dias de recuperação após o corte, enquanto se expandem as primeiras folhas. O vigor da rebrota fica na dependência da preservação dos meristemas apicais, devido ao processo de alongamento do caule em plantas com idades mais avançadas, (COSTA et al., 2004).

Rebrotações mais vigorosas foram constatadas em plantas cortadas aos 28 dias de idade, quando então, os níveis de CNE já haviam se estabilizado e a eliminação de meristemas apicais ainda era baixa. Dessa forma, pode-se inferir que tanto o super como o subpastejo são prejudiciais à pastagem. No superpastejo, as desfolhações intensas e frequentes eliminam drasticamente a área foliar e, conseqüentemente esgotam os CNE das plantas, além de exporem seus pontos de crescimento à decapitação, redundando em menor produção de forragem e persistência das plantas forrageiras. O acúmulo de tecidos com baixa capacidade fotossintética e senescentes que ocorre no subpastejo, resulta em menor área foliar ativa com conseqüente diminuição dos teores de CNE, implicando em produção de forragem com baixo valor nutritivo (ALEXANDRINO et al., 2008).

Além disso, as velocidades de rebrotação e crescimento da forrageira podem ser influenciadas pelas quantidades de nitrogênio disponível, absorvido e assimilado. Dependendo da forma como este processo ocorre podem ser constatadas diferenças na precocidade e nas quantidades de carboidratos solúveis acumulados, os quais influenciam no vigor de crescimento após o corte. Como resultado da deposição preferencial desse nutriente na zona de alongação da folha, ocorre maior concentração de nitrogênio nessa



região, indicando que esse processo pode ser limitado pelo nitrogênio e não pelo suprimento de carboidratos (SKINNER; NELSON, 1995).

As relações fonte:dreno também são influenciadas pela temperatura, alterando a distribuição de assimilados entre a raiz e a parte aérea, fazendo com que o crescimento da raiz aumente relativamente sob baixas temperaturas, à medida que o crescimento da parte aérea proporciona aumento sob temperaturas elevadas, causando aumento na relação parte aérea/raiz com o aumento da temperatura (COOPER; TAINTON, 1968).

### **3.6 Anatomia foliar**

Segundo Wilson et al., (1983) como possuem elevados teores de parede celular, devido a sua estrutura anatômica, as gramíneas do ciclo C4 apresentam limitação à digestibilidade. Nas monocotiledôneas, as células do mesofilo dispõem-se de maneira radiada entorno da endoderme, constituindo uma coroa, denominando-se anatomia tipo Kranz (WILSON et al.,

Afim de se obter uma melhor compreensão dos fatores que envolvem a digestão dos seus tecidos pelos ruminantes é importante conhecer sua caracterização anatômica (ALVES DE BRITO; DESCHAMPS, 2001; FERREIRA ET AL., 2013), sobretudo do comportamento dos tecidos da gramínea em diferentes idades, bem como o nível de inserção da folha no perfilho, uma vez que esses são fatores que contribuem para alterações na composição química da gramínea (PACIULLO et al., 2001; FERREIRA et al., 2005).

Com a finalidade de se elucidar fatores que influenciam a degradação pelos microorganismos do rúmen, o uso de técnicas microscópicas para avaliação da digestão de forrageiras assume uma importante ferramenta. Nas visualizações microscópicas são encontradas diferenças na anatomia da planta e dos gradientes de lignificação que afetam a digestibilidade entre espécies e partes da planta (AKIN, 1989).

A proporção de tecidos influencia na acessibilidade e o modo de ação dos microorganismos às partículas da forrageira, uma vez que estes têm a capacidade de digerir a celulose e não a lignina. Segundo Brito; Rodella (2001), as características

anatômicas da planta podem serem utilizadas como uma primeira aproximação para a caracterização da qualidade das forragens, além de fornecer uma série de indicações antecipadas sobre o seu potencial de digestibilidade.

A anatomia de lâminas foliares de gramíneas do tipo C4, caracterizada por maior proporção dos feixes vasculares, esclerênquima (ESC) e bainha vascular (BV), resulta em menor digestibilidade com relação às C3, comprometendo seu valor nutritivo (WILSON; HATFIELD, 1997). De maneira geral, ocorre uma correlação negativa entre a digestibilidade e os constituintes fibrosos (WILSON et al., 1983; WEISS, 1994; QUEIROZ et al., 2000), sendo que a lignina é o principal componente químico a limitar a digestibilidade das forrageiras (AKIN; CHESSON, 1989; JUNG; DEETZ, 1993; JUNG; ALLEN, 1995).

As células do mesófilo e do floema, de parede celular delgada, são rapidamente digeridas (AKIN et al., 1973). As células da epiderme e da bainha vascular são reconhecidas como de digestão lenta e parcial. Tecidos como esclerênquima e xilema, que apresentam parede celular espessa e lignificada, são pouco digeridos (AKIN, 1989). As células buliformes, apesar de pertencerem ao tecido epidérmico, apresentam grande parte de seu volume situada no mesófilo. Possuem paredes mais delgadas que as epidérmicas e assemelham-se às células do mesófilo (CARO; SANCHES, 1969; ESAU, 1982).

Plantas C4 possuem menor proporção de mesófilo, células da bainha vascular bem desenvolvidas, alta frequência de feixes vasculares (WILSON et al., 1983) e um denso acondicionamento dos tecidos (HANNA et al., 1973), quando comparado às plantas C3. As células do floema, localizadas no tecido vascular, são rapidamente digeridas nas espécies C3, representando maior proporção do que nas C4. As espécies C4 podem apresentar compostos fenólicos que interferem negativamente na degradabilidade, mas por estas células representarem apenas 2% da área, não comprometem a digestibilidade da forragem (LEMPP, 2007).

Akin (1989) constatou à medida que a forrageira se desenvolve a digestibilidade do parênquima decresce. Importante salientar que a digestibilidade reduz com o aumento da idade, ressaltando que o estágio de desenvolvimento é um dos fatores mais relevantes na influência do valor nutritivo. Além disso, existe o efeito da estação do ano, em que

valores mais altos de digestibilidade são encontrados nas estações mais frias do que nas quentes. (PACIULLO,2000). De acordo com Wilson (1982) a temperatura assume grande importância, sendo que digestibilidade diminui de 0,08 a 1,81 unidades percentuais para cada grau centígrado de elevação da temperatura.

## Referências

AKIN, D.E. Histological and physical affecting digestibility of forages. **Agronomy Journal**, [SI], v.21, n.1, 1989, p.17-25.

AKIN, D.E., CHESSON, A. Lignification as the major factor limiting forage feeding value specially in warm conditions. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16, Nice, **Proceedings...** 1989, p.1753-1760.

AKIN, D.E.; BURDICK, D. Microanatomical differences of warm season grasses revealed by light and electron microscopy. **Agronomy Journal**, Madison, v.65, 1973, p.533-537. <https://doi.org/10.2134/agronj1973.00021962006500040003x>

ALEXANDRINO, E.; DETMANN, E.; MOSQUIM, P.R.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; VAZ, R.G.M.V. Evolução da biomassa e do perfil da reserva orgânica durante a rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, 2008, p.190-200.

ALVES DE BRITO, C. J. F. e DESCHAMPS, F. C. Caracterização anatômica em diferentes frações de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, 2001, p.1409-1417. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000600004>

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 20th ed. 2016.

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

BLACKBURN, G. A.; Hyperspectral remote sensing of plant pigments. **Journal of Experimental Botany**, v.58, n.4, 2007, p.855-867. <https://doi.org/10.1093/jxb/er1123>

BLANKESHIP, P. E. Fotossíntese: as reações luminosas. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Ed). Fisiologia vegetal. 3. Ed. Porto Alegre: Artemed, 2004.

BORGES, B. M. M. N; LUCAS, F. T; SILVA JÚNIOR, L. C.; SILVA, W. J. Relação entre o fluxo luminoso interceptado em diferentes épocas no índice de área foliar de diferentes forrageiras. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, 2011, p. 1589-1594. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n4p1589>

BRITO, C. J. F. A. de; RODELLA, R. A. Breve histórico das relações entre anatomia vegetal e qualidade de gramíneas forrageiras com ênfase para o gênero *Brachiaria*. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.76, v.1, 2001, p.19-36.

BROWN, R. H.; BLASER, R. E. Leaf area index in pasture growth. **Herb. Abstr.**, Farnham Royal, v. 38, n.1, 1968, p. 1-9, mar.

CHIARIELLO, N.R.; MOONEY, H.A.; WILLIAMS, K. Growth, carbon allocation and cost of plant tissues. In: PEARCY, R.W.; EHLERINGER, J.; MOONEY, H.A.; RUNDEL, P.W. (Ed). **Plant physiological ecology: field methods and instrumentation**. London; New York: Chapman & Hall, 1989, p.327-350.  
[https://doi.org/10.1007/978-94-009-2221-1\\_15](https://doi.org/10.1007/978-94-009-2221-1_15)

COOPER, J.P.; TAINTON, N.M. **Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses**. Review article. *Herbage Abstracts*, v.38, 1968, p.167-176.

COSTA, N.L.; MAGALHÃES, J.A.; TOWNSEND, C. R.; PAULINO, V.T. **Fisiologia e manejo de plantas forrageiras**. Documento 85. Embrapa. Fevereiro, Porto Velho: Embrapa, 2004.

CUADRADO, C. H. Producción de carne com machos de Ceba en pastoreo de pasto híbrido Mulato y *Brachiaria decumbens* em el valle del Sinú. **Revista MVZ Cordoba**, Córdoba, v.10, n.1, 2005, p.573-580.

DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., Jaboticabal, 1997. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1997, p. 1-12.

DAVIDSON J.L., MILTHORPE F.L. The effect of defoliation on the carbon balance in *Dactylis glomerata*. **Annals of Botany**, v. 30, 1966, p. 85-198.  
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a084066>

ESAU, K. **Anatomia de las plantas con semilla**. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1982.

EMBRAPA – **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. rev. e ampl. Brasília, DF, 627 p, 2009.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; MORAIS, R. V.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; CASAGRANDE, D. R.; COSTA, L. T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35. n.1, 2006, p. 21-29.

FERREIRA, G. D. G.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; MELO, A. C. L.; ALMEIDA, O. C.; RIBEIRO, C. R.; OLIVEIRA, R. L e PALMIERI, A. D. Quantitative and qualitative characteristics of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) clones in the semi-arid lands of Pernambuco (Brazil). **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v.26, n.1, 2013, p.15-23.

FERREIRA, G. D. G.; SANTOS, G. T.; CECATO, U. E CARDOSO, E. C.– Composição química e cinética da degradação ruminal de gramíneas do gênero *Cynodon* em diferentes idades ao corte. **Acta Scientiarum, Animal Science**, v.27, n.2, 2005, p.189-197.

HANNA, W.W.; MONSON, W.G.; BURTON, G.W. Histological examination of fresh forages leaves after “in vitro” digestion. **Crop Science**, v.13, n.1, 1973, p.98-102.  
<https://doi.org/10.2135/cropsci1973.0011183X001300010031x>

HODGSON, J. **Grazing Management - science into practice**. New York: John Wiley, 1990.

JACOVETTI, R. **Desempenho agrônomo e nutricional do capim “mulato II” sob doses e fontes de nitrogênio**. 2016. 120 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

JOHANSSON, G. Carbon distribution in grass (*Festuca pratensis* L.) during regrowth after cutting – utilization of stored and newly assimilated carbon. **Plant and Soil**, v. 151, 1993, p. 11-20. <https://doi.org/10.1007/BF00010781>

JUNG, H.G., ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell wall affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal Animal Science**. v. 73, 1995, p. 2774-2790. <https://doi.org/10.2527/1995.7392774x>

JUNG, H.G., DEETZ, D.A. Cell wall lignification and degradability. In: JUNG, H.G., BUXTON, D.R., HATFIELD, R.D. (Eds.) **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Sci. Society of America, Soil Sci. Society of America, 1993, p. 315-346. <https://doi.org/10.2134/1993.foragecellwall.c13>

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

LEMPP, B. Avanços metodológicos da microscopia na avaliação de alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, 2007, p. 315-329, suplemento especial. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000029>

LIMA-JUNIOR, E.C.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; VIEIRA, C.V.; OLIVEIRA, H.M. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, 2005, p.1092-1097. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000500016>

LUNZ, A.M.P. **Crescimento e produtividade do cafeeiro sombreado e a pleno sol.** Tese (Doutorado Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 94 p, 2006.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral.** Editora UFV. Viçosa, 451p, 2005.

SANTOS, M. L. **Potencial de produção e modelagem da assimilação de carbono para *Panicum maximum* cv Mombaça e *Brachiaria brizantha* cv Marandu.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso, 109 p, 2016.

MOHOTTI, A.J.; LAWLOR, D.W. Diurnal variation of photosynthesis and photoinhibition in tea: effects of irradiance and nitrogen supply during growth in the field. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, 2012, p.313-322. <https://doi.org/10.1093/jexbot/53.367.313>

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, D. S.; SILVA, E. A. M.– Composição química e digestibilidade in vitro de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, 2001, p.964-974. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000400009>

PACIULLO, D.S.C. **Características anatômicas e nutricionais de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função no nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento.** Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, 104p, 2000.

PARSONS, A.J.; LEAFE. E.L.; COLLETT, B.; PENNING, P.D.; LEWIS, J. The physiology of grass production under grazing. Photosynthesis, crop growth an animal intake of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**. Chichester. v. 20. n.1, 1983, p.127-139. <https://doi.org/10.2307/2403381>

PORRA, R. J.; THOMPSON, W. A.; KRIDEMANN, P. E.; Determination of accurate extincion coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b



extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophylls standards by atomic absorption spectroscopy. **Biochimic et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 975, 1989, p. 384-394. [https://doi.org/10.1016/S0005-2728\(89\)80347-0](https://doi.org/10.1016/S0005-2728(89)80347-0)

QUEIROZ, D.S., GOMIDE, J.A., MARIA, J. Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. 1. Digestibilidade in vitro e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, 2000, p. 53-60. <https://doi.org/10.1590/S1516-36982000000100008>

SENGE, M. O; WIEHE, A.; RYPPA, C.; Synthesis, reactivity and structure of chlorophylls. In: GRUMM, B.; PORRA, R. J.; RÜDGER, W.; SCHEER, H. (Eds.) Chlorophylls and Bacteriochlorophylls: biochemistry, biophysics, functions and applications. **Dordrecht: Springer Science**, 2006, p. 27-37. [https://doi.org/10.1007/1-4020-4516-6\\_2](https://doi.org/10.1007/1-4020-4516-6_2)

SKINNER, R.H., NELSON, C.J. Elongation of grass leaf and its relation to the phyllocron. **Crop Sci.**, Madison, v. 35, n.1, 1995, p. 4-10. <https://doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500010002x>

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009, 819 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.

VOLP, A.C.P., RENHE, I.R.T., STRINGUETA, P.C. Pigmentos naturais bioativos. **Alimentos e nutrição**, Araraquara, v.20, n.1. 2009, p.157-166.

VON ELBE, J. H.; Colorantes. In: FENNEMA, O. W.; **Química de los alimentos**. Wisconsin – Madison: ed. Zaragoza, 2000, p. 782-799.

WEISS, W.P. Estimation of digestibility of forages by laboratory methods. In: FAHEY, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Sci. Society of America, Soil Sci. Society of America, 1994, p. 644-681.

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

WILSON, J.R., BROWN, R.H., WINDHAM, W.R. Influence of leaf anatomy on the dry matter digestibility of C3, C4, and C3/C4 intermediate types of Panicum species. **Crop Science.**, v. 23, n.1, 1983, p.141-146.  
<https://doi.org/10.2135/cropsci1983.0011183X00230001004x>

WILSON, J.R. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: J.B. Hacker (Ed.). Nutritional limits to animal production from pastures. Sta. Lucia: **Commonwealth Agricultural Bureaux**. 1982, p.111-131.

XU, H. Chlorophyll b can serve as the major pigment in functional photosystem II complex of cyanobacteria. *Proceeding of the National Academy of Sciences*, v. 98, n. 24, 2001. <https://doi.org/10.1073/pnas.251530298>

## **CAPÍTULO 2**

### **Parâmetros fisiológicos da *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II sob diferentes estruturas de dossel**

## Resumo

Diferentes alturas de manejo modificam a arquitetura estrutural da planta, alterando a eficiência fotossintética e a produtividade. Objetivou-se avaliar a resposta do índice de área foliar, da eficiência fotossintética, dos teores de carboidratos solúveis de raiz e base do colmo da *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II simulando lotação contínua. Os tratamentos foram constituídos de quatro alturas, mantidas a 10, 20, 30 e 40 cm em um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. O índice de área foliar foi influenciado pela altura, sendo superior nas maiores alturas. A concentração de açúcares solúveis totais nas raízes, tanto no período da seca como das águas, não apresentou diferença significativa, enquanto que as concentrações de açúcares solúveis totais no colmo não diferiram significativamente entre os tratamentos no período da seca, porém apresentaram as maiores concentrações na altura de 10 cm. Os polissacarídeos solúveis totais foram maiores na altura de 30 cm no período da seca e não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos no período das águas nas raízes. Enquanto que no período da seca, as bases de colmos não diferiram significativamente, apresentando-se maiores concentrações na altura de 10 cm. Durante o período da seca, na altura de 10 cm verificou-se maiores concentrações de amido tanto nas raízes como na base do colmo. Na altura de 20 cm observou-se maiores concentrações de amido na raiz e maiores concentrações nas bases de colmos na altura de 30 cm no período das águas. Conclui-se que pastos de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II mantidos na seca com altura de 20 cm e nas águas com alturas entre 30 e 40 cm, apresentam melhores resultados quanto aos seus parâmetros fisiológicos.

**Palavras-chave:** Área foliar. Eficiência fotossintética. Produtividade.

## Abstract

Different management heights modify the structural architecture of the plant, altering photosynthetic efficiency and productivity. The objective of this study was to evaluate the response of leaf area index, photosynthetic efficiency, root and base soluble carbohydrate contents of *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulatto II simulating continuous stocking. The treatments consisted of four heights, kept at 10, 20, 30 and 40 cm in a completely randomized design with four replications. Leaf area index was influenced by height, being higher at higher heights. The concentration of total soluble sugars in the roots, during the dry and water periods, did not differ significantly, while the total soluble sugar concentrations in the stem did not differ significantly between treatments during the dry season, but presented the highest concentrations in the dry season height 10 cm. Total soluble polysaccharides were higher at 30 cm height in the dry season and showed no significant difference between treatments in the root water period. While in the dry season, the stem bases did not differ significantly, with higher concentrations at 10 cm height. During the dry season, at a height of 10 cm, higher starch concentrations were found in both the roots and the stem base. At a height of 20 cm, it was observed higher concentrations of starch in the root and higher concentrations in the stalk bases at a height of 30 cm in the water period. It was concluded that *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulatto II kept in drought with a height of 20 cm and in waters with heights between 30 and 40 cm, present better results regarding their physiological parameters.

**Key words:** Foliar area. Photosynthetic efficiency. Productivity.

## 1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da ecofisiologia é necessário no desenvolvimento de práticas de manejo consistente de gramíneas com a capacidade produtiva das plantas forrageiras em um dado ambiente, envolvendo os mecanismos de competição entre plantas individuais dentro da comunidade e suas consequências sobre a dinâmica estrutural do relvado (SILVA et al., 2008).

O manejo do pastejo influenciará na densidade populacional de perfilhos, no índice de área foliar, na condutância estomática, na assimilação de CO<sub>2</sub> e no armazenamento dos carboidratos solúveis. Em condições de pastos manejados a maiores alturas, ocorre baixa luminosidade, resultando em uma menor densidade populacional de perfilhos basais, devido à queda na qualidade e quantidade de luz que chega à base do dossel (DIAS-FILHO, 2002). Por outro lado, pastos mantidos mais baixos apresentam maior quantidade de perfilhos menores (SBRISIA; DA SILVA, 2008).

Em relação à fixação de CO<sub>2</sub>, condições propícias favorecem a abertura dos estômatos, enquanto condições adversas que resultam em perda de água, promovem o fechamento (MACHADO; LAGÔA, 1994). Desta forma, o movimento estomático é o meio mais rápido de que a planta dispõe para ajustar-se às variações ambientais às quais os órgãos fotossintéticos são submetidos (PASSIOURA, 1982).

Os carboidratos resultantes da fixação do CO<sub>2</sub>, armazenados na base do colmo e raízes são utilizados para rebrotação após desfolha severa até que a planta tenha área foliar suficiente para realizar fotossíntese (ALEXANDRINO et al., 2008). Acredita-se que pastos manejados a menores alturas de dossel apresentam menor produção e armazenamento de carboidratos. Do mesmo modo, pastos mantidos a maiores alturas apresentam menor concentração de carboidrato, devido a maior quantidade de colmo,

gerando uma maior demanda energética de fotoassimilados para realização da respiração e crescimento de perfilhos (SBRISSIA et al., 2007).

Assim, o conhecimento dos parâmetros fisiológicos influenciando diretamente na resposta produtiva de novas cultivares de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) híbridas se faz necessário para alcançar as metas desejadas de manejo do pastejo. Diante deste contexto, objetivou-se a seleção de condições de dossel com maior capacidade fotossintética, eficiência na assimilação de carbono e acúmulo de carboidratos de reserva de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II, simulando sistema de pastejo com lotação contínua.

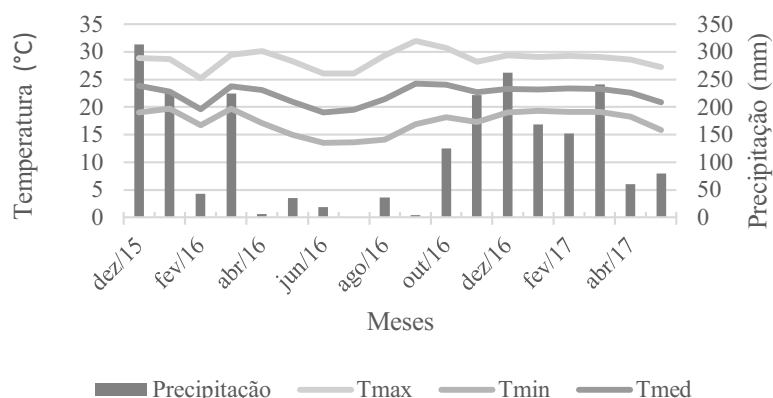
## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área e delineamento experimental**

O experimento foi realizado no Setor de Forragicultura da Fazenda Experimental Capim Branco (18° 55' 207' de latitude sul, 48° 16' 38'' de longitude oeste e a 863 m de altitude) da Universidade Federal de Uberlândia, no período de dezembro de 2015 a abril de 2017.

O clima, de acordo com a classificação de Köppen é classificado como "Cwa" mesotérmico úmido subtropical de inverno seco. Os dados climáticos referentes ao período experimental (Figura 1) foram obtidos na estação meteorológica da Universidade Federal de Uberlândia.

**Figura 1** - Dados climáticos observados durante o período experimental (dezembro de 2015 a abril 2017) obtidos na estação meteorológica da Universidade Federal de Uberlândia.



Fonte: Estação meteorológica da Universidade Federal de Uberlândia (2017).

Legenda: Tmax - temperatura máxima; Tmin - temperatura mínima; Tmed - temperatura média.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho escuro distrófico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2009). Antes da implantação do experimento foi realizada amostragem de solo para a caracterização química (Tabela 1). De acordo com a interpretação da análise do solo, não houve necessidade de calagem (CANTARUTTI et al., 1999).

**Tabela 1** - Análise de solo da área experimental na Fazenda Capim Branco, município de Uberlândia, MG.

| pH               | MO                    | P                      | K    | Ca  | Mg  | H + Al                                | SB   | T    | V  |
|------------------|-----------------------|------------------------|------|-----|-----|---------------------------------------|------|------|----|
| H <sub>2</sub> O | (g dm <sup>-3</sup> ) | (mg dm <sup>-3</sup> ) |      |     |     | (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) |      |      | %  |
| 5,3              | 3,1                   | 2,6                    | 0,27 | 2,2 | 0,8 | 1,8                                   | 3,27 | 5,07 | 64 |

Fonte: Laboratório de solo da UFU, Uberlândia, 2015.

\*MO = matéria orgânica, SB = soma de bases; T = capacidade de troca catiônica; V = saturação por bases.

Realizou-se apenas adubação nitrogenada no decorrer do experimento com 100 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio, na forma de ureia, parcelados em duas aplicações no verão, sendo uma em dezembro de 2015 e outra em fevereiro de 2016.



Os tratamentos corresponderam a quatro alturas de dossel (10, 20, 30 ou 40 cm) e foram estabelecidos em parcelas experimentais de 4 x 4 m (16 m<sup>2</sup>), em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. As parcelas implantadas com *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II foram implementadas em novembro de 2013, utilizando-se 9 kg de sementes puras e viáveis por hectare. O experimento foi instalado em outubro de 2015, quando foi realizado o corte de uniformização das parcelas a 10 cm de altura. Quando atingiam a altura meta, ou seja, 20, 30 ou 40 cm, eram mantidas sob corte a esta altura. Após o rebaixamento de uniformização, as parcelas de 10 cm foram mantidas em suas alturas desejadas, utilizando tesoura de jardinagem. As avaliações foram iniciadas no período da seca para estabilização dos stands, quando todas as parcelas estavam na altura meta.

O monitoramento foi realizado através de linhas transectas sob a parcela, na altura meta de cada tratamento. À medida que os perfilhos ultrapassassem esta altura era realizado o corte mecânico com auxílio de tesoura, simulando um pastejo com lotação contínua. As avaliações foram realizadas até o mês de abril de 2017.

## **2.2 Análises ecofisiológicas**

A determinação do índice de área foliar (IAF) foi realizada com o auxílio do ceptômetro AccuPAR<sup>®</sup> LP-80. Em cada parcela foram realizadas leituras de IAF em quatro pontos representativos, sendo que em cada ponto foi feita uma medida acima do dossel para calibração e cinco ao nível do solo.

Para determinação do teor de carboidratos solúveis na base do colmo e raízes, no período da seca (julho de 2016) e período das águas (janeiro 2017), foram realizadas amostragens aleatórias em quatro pontos por parcelas, desconsiderando-se 50 cm de bordadura. Em cada ponto amostral, a forragem foi rebaixada com o auxílio de uma

tesoura a 10 cm de altura do solo. Este resíduo de base de colmo foi coletado para posterior avaliação. Entretanto, caso houvesse folhas, essas eram descartadas nesta amostra, preservando-se apenas o colmo + bainha foliar. Neste mesmo ponto amostral, foi realizada a coleta de raízes com auxílio de um perfurador de solo motorizado com broca de 46 cm de comprimento e 2,5 cm de diâmetro. As amostras foram colhidas nas camadas de 0-10 cm e lavadas sucessivamente em peneiras com crivo de 2,0 mm, 1,0 mm e 0,25 mm, até que as raízes estivessem completamente limpas. Em seguida, tanto as amostras das raízes como a de base de colmo foram levadas à estufa de ventilação forçada a 65° C por 72 horas, moídas em moinhos tipo Willey utilizando-se peneiras de crivo de 1 mm, acondicionadas em recipientes plásticos, identificadas e armazenadas para posterior análise. A extração dos carboidratos foi realizada em metanol:clorofórmio:água, 12:5:3 para a determinação dos teores de açúcares solúveis totais. O resíduo foi ressuspensionado em etanol 10% para determinar os teores dos polissacarídeos solúveis em água, e nova ressuspensão do resíduo foi realizada em ácido perclórico 30%, o que possibilitou a dosagem de amido. A dosagem de carboidratos foi realizada utilizando-se o método colorimétrico fenol-ácido sulfúrico (DUBOIS et al., 1956; CHOW; LANDHÄUSSER, 2004), e glicose como padrão.

As análises de concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), transpiração (E), taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A) e condutância estomática (gs) foram realizadas utilizando-se um analisador de gás por infra vermelho (IRGA, Li-Cor 6400 USA) após calibração do aparelho, com CO<sub>2</sub> conhecido de 114 ppm. O início das leituras da taxa de CO<sub>2</sub> ocorreu após estabilização do equipamento com o ar referência de 145 ppm. Este CO<sub>2</sub> era coletado por uma antena móvel posicionada em área aberta próxima às parcelas. As leituras foram realizadas entre 8 e 10 horas da manhã, período em que as plantas apresentam seu máximo potencial fotossintético.

As leituras foram realizadas em dois perfis por parcela experimental, no terço médio da lâmina da segunda folha completamente expandida (MANARIN; MONTEIRO, 2003).

A fotossíntese do dossel foi calculada utilizando-se o modelo de assimilação de CO<sub>2</sub> em folhas “de sol” e folhas “de sombra”, proposto por Boote e Jones (1987), que leva em consideração o coeficiente de extinção luminosa (k) e também a reflexão e a transmissão de luz pelo dossel. Dessa forma, o IAF de sol foi calculado analiticamente usando IAF total e k, e o IAF de sombra foi obtido subtraindo-se do IAF de total.

$$IAF_{sol} = (1/k) [1 - \exp (-k \times IAF_{total})],$$

$$IAF_{somb} = IAF_{total} - IAF_{sol}.$$

A assimilação de CO<sub>2</sub> pelas folhas de sol foi calculada por uma curva de resposta exponencial negativa, onde a assíntota é dada pela fotossíntese máxima de folhas, a inclinação inicial representa a eficiência de utilização de luz. A variável de entrada é a irradiância fotossinteticamente ativa absorvida  $[k (1 - \sigma) PAR]$ , de acordo com a equação:

$$F_{sol} = F_{max} \{1 - \exp [-Q_c \times k (1 - \sigma) PAR / F_{max}]\},$$

onde:  $F_{max}$  é a fotossíntese líquida de folhas individuais ( $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ );  $Q_c$  é a eficiência de utilização de luz ( $\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{mol PAR}$ ); PAR é a radiação fotossinteticamente ativa incidente ( $\text{J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ );  $\sigma$  é o coeficiente de reflexão e transmissão. A PAR incidente para a fotossíntese de folhas sombreadas, considerando o mesmo k e a mesma eficiência no uso da luz refletida e transmitida por todas as folhas sombreadas, foi dada pela equação:

$$PAR_{somb} = \sigma \times PAR [1 - \exp (-k \times IAF_{somb})] / IAF_{somb},$$

onde:  $PAR_{somb}$  é a radiação fotossinteticamente ativa para folhas de sombra. Desse modo, a assimilação por folhas de sombra foi calculada de maneira análoga a das folhas de sol:

$$F_{somb} = F_{max} [1 - \exp (- Q_c \times PAR_{somb} / F_{max})],$$

onde:  $F_{\text{somb}}$  é a assimilação de  $\text{CO}_2$  por folhas de sombra. Por fim, a assimilação total do dossel foi obtida pela soma de assimilação de  $\text{CO}_2$  de ambas as categorias de folhas:

$$F_{\text{dos}} = F_{\text{sol}} \times \text{IAF}_{\text{sol}} + F_{\text{somb}} \times \text{IAF}_{\text{somb}},$$

onde:  $F_{\text{dos}}$  é a assimilação total de  $\text{CO}_2$  pelo dossel

Foram utilizados os seguintes valores para as constantes:  $\text{PAR} = 2000 \mu\text{mol}$  de fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (MORENO, 2004; LARA; PEDREIRA, 2011),  $k = -[\ln(I/I_0)]/\text{IAF}$  (Brown; Blaser, 1968), em que  $I/I_0$  é a transmissão de luz do dossel, e  $I$  é o valor da luz que passa pelo dossel e atinge o solo, ou seja o inverso do IL.

Assumiu-se que  $Q_c$  para espécies C4 é de aproximadamente 0,054, independentemente da temperatura ambiente e do regime de luz em que as plantas se desenvolvem (DIAS-FILHO, 2002). Definiu-se, também, valor de 20% para o coeficiente de extinção e transmissão de luz no interior do dossel (DIAS-FILHO, 2002).

Na quantificação dos teores de pigmentos fotossintéticos, retirou-se dois discos foliares de  $1,28 \text{ cm}^2$  na segunda folha completamente expandida de dois perfilhos de cada tratamento. Os discos foliares foram macerados utilizando-se 5 ml de acetona 80% e posteriormente transferidos para tubo falcon, sendo os extratos submetidos à centrifugação por 15 minutos em temperatura ambiente. Após esse tempo, o sobrenadante foi separado e realizou-se a leitura das absorbâncias das amostras nos comprimentos de onda de 480, 645 e 663 nm em espectrofotômetro UV/VIS (modelo SP220, Biospectro, Brasil). A partir destas leituras, foram calculadas as concentrações de clorofila a (Chl a), clorofila b (Chl b), clorofilas totais, carotenoides (c + x) e clorofilas totais/carotenoides (Cl/car) utilizando as fórmulas propostas por Lichtenthaler e Buschmann (2001). Os valores encontrados foram expressos em  $\mu\text{g cm}^{-2}$ , levando em consideração o volume do solvente utilizado e a área extraída.

### 2.3 Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando-se o programa estatístico SASm-Agri 8.2. Todos os conjuntos de dados foram testados quanto à normalidade da distribuição dos erros e homogeneidade de variâncias, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que nos períodos avaliados, tanto o IAF quanto a IL foram menores nos pastos mantidos a 10 cm de altura. Nas alturas de 30 e 40 cm, os valores não diferenciaram significativamente entre eles, exceto nas águas. Os resultados de 20 cm permaneceram intermediários (Tabela 2).

**Tabela 2.** Índice de área foliar (IAF) e interceptação luminosa (IL) da *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II, mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas do dossel, simulando pastejo com lotação contínua.

| Alturas do dossel (cm) | Seca  |        | Águas  |         |
|------------------------|-------|--------|--------|---------|
|                        | IAF   | IL     | IAF    | IL      |
| 10                     | 2,40b | 66,83c | 4,17c  | 89,35c  |
| 20                     | 4,39a | 91,40b | 5,12b  | 95,90ab |
| 30                     | 4,88a | 96,10a | 5,57ab | 94,45b  |
| 40                     | 4,79a | 96,53a | 6,24a  | 97,73a  |
| CV (%)*                | 15,40 | 2,18   | 8,45   | 1,54    |

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey.

\*Coeficiente de variação.

O IAF é uma das variáveis mais importante no manejo do pastejo, devido à assimilação de CO<sub>2</sub> ser gerada através da captação luminosa, interferindo diretamente na IL que afetará a intensidade da atividade fotossintética do dossel (GRIFFIN; TURNBULL, 2013).

Verificou-se também que, principalmente do período da seca para o período das águas, que o IAF passou de 2,40 para 4,17; 4,39 para 5,12; 4,88 para 5,57 e de 4,79 para 6,24 nas alturas de 10, 20, 30 e 40 cm, respectivamente, com a média nos pastos de 30 e 40 cm de aumento de 2 pontos no IAF. Humphreys (1991) cita que os valores adequados estão entre 3 a 5 para *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*).

Em relação ao IL, pode-se observar que na altura de 10 cm, os valores nos períodos avaliados ficaram abaixo de 90%. Já, à medida que os pastos eram mantidos mais altos, principalmente nas alturas de 30 e 40 cm, o IL foi próximo de 95%, sendo este valor uma referência para o ponto em que começam ocorrer o sombreamento dos extratos inferiores (COSTA et al., 2004).

Uma planta com elevado teor de clorofilas é capaz de atingir taxas fotossintéticas mais altas, por possuir maior potencial de captação de energia luminosa (quanta) por unidade de tempo (PORRA et al., 1989; BLACKBURN, 2007). Com relação à eficiência fotossintética, os pigmentos exercem função fundamental na realização da fotossíntese. As clorofilas são pigmentos compostos por quatro átomos de nitrogênio e um de magnésio, responsáveis pela conservação da radiação luminosa em energia química (MARENCO; LOPES, 2005).

Já os carotenoides são pigmentos acessórios encontrados em abundância nas forragens, sendo os principais: luteína,  $\beta$ -caroteno, zeaxantina e licopeno, sendo a concentração dependente da sua síntese e degradação. Maiores teores de carotenoides são verificados nas folhas em relação aos colmos, variando em função de diversos fatores, dentre eles, a espécie, o clima, a maturidade e a fertilização (LINDQVIST, 2012).

Nesse sentido, não verificou-se diferença significativa entre os tratamentos nos períodos avaliados aos pigmentos, observando-se média de 5,59 e 1,17  $\mu\text{g cm}^{-2}$  de

clorofila total e carotenoides, respectivamente, no período da seca e 5,52 e 1,03  $\mu\text{g cm}^{-2}$  de clorofila total e carotenoides, respectivamente, no período das águas (Tabela 3).

**Tabela 3** - Concentração de clorofila total, carotenoides e relação clorofilas totais/carotenoides) em folhas de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II, mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas do dossel, simulando pastejo com lotação contínua.

| Alturas do dossel (cm) | Clorofilas totais     | Carotenoides | Cl/Car |
|------------------------|-----------------------|--------------|--------|
|                        | $\mu\text{g cm}^{-2}$ |              |        |
| Seca                   |                       |              |        |
| 10                     | 6,09                  | 1,27         | 4,75   |
| 20                     | 5,58                  | 1,20         | 4,62   |
| 30                     | 5,65                  | 1,13         | 4,97   |
| 40                     | 5,04                  | 1,08         | 4,66   |
| Média                  | 5,59                  | 1,17         | 4,75   |
| CV (%)                 | 19,31                 | 15,50        | 7,11   |
| Águas                  |                       |              |        |
| 10                     | 5,76                  | 1,17         | 4,92   |
| 20                     | 4,96                  | 0,87         | 5,55   |
| 30                     | 6,09                  | 1,15         | 5,37   |
| 40                     | 5,30                  | 0,95         | 5,68   |
| Média                  | 5,52                  | 1,03         | 5,38   |
| CV (%)*                | 18,32                 | 19,97        | 9,24   |

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey.

\*Coeficiente de variação.

Verificou-se no período da seca, que os pastos mantidos a 10 cm apresentaram os maiores valores de concentração interna de  $\text{CO}_2$  ( $\text{Ci}$ ), entretanto os pastos mantidos a 20 e 30 cm apresentaram valores intermediários, enquanto que aqueles mantidos a 40 cm apresentaram os menores valores. Já no período das águas, observou-se que não houve diferença entre as alturas de manejo entre os tratamentos (Tabela 4).

**Tabela 4** - Concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), transpiração (E), condutância estomática (gs), assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A) e fotossíntese do dossel (FD) de folhas de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II, mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas de dossel, simulando pastejo com lotação contínua.

| <b>Altura do dossel (cm)</b> | <b>Ci (<math>\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}</math>)</b> | <b>E (<math>\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}</math>)</b> | <b>gs (<math>\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}</math>)</b> | <b>A (<math>\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}</math>)</b> | <b>FD (<math>\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}</math>)</b> |
|------------------------------|---|--|---|--|---|
| <b>Seca</b>                  |   |  |   |  |   |
| 10                           | 258,78a   | 2,00a  | 0,04  | 3,45b  | 1,51c   |
| 20                           | 203,25ab  | 1,60ab   | 0,05  | 4,90 <sup>a</sup>  | 2,73a   |
| 30                           | 201,92ab  | 1,50b  | 0,03  | 2,50b  | 1,89b   |
| 40                           | 194,41b   | 1,60ab   | 0,04  | 2,90b  | 1,96c   |
| CV(%)                        | 14,01   | 20,24  | 6,37  | 18,74  | 14,91   |
| <b>Águas</b>                 |   |  |   |  |   |
| 10                           | 275,20  | 2,90a  | 0,70ab  | 2,95ab   | 1,92b   |
| 20                           | 291,93  | 2,50a  | 0,90a   | 1,93b  | 2,14b   |
| 30                           | 276,15  | 2,90a  | 0,50a   | 3,93a  | 2,90a   |
| 40                           | 296,53  | 1,60b  | 0,70ab  | 3,55a  | 2,88a   |
| CV(%)                        | 11,11   | 17,10  | 22,53   | 22,70  | 12,23   |

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey.

\*Coeficiente de variação

Na altura de 10 cm verificou-se maior transpiração (E), entretanto não diferiu das alturas de 20 e 40 cm, porém a altura de 30 cm apresentou menor transpiração, não diferindo de 20 e 40 cm. Já no período das águas, a altura de 40 cm apresentou menor E.

Quanto à condutância estomática, não foi verificada diferenças entre os tratamentos no período da seca. Entretanto, no períodos das águas observou-se maior gs na altura de 20 cm, não diferindo de 10 cm e nem de 40 cm. Por outro lado, na altura de 30 cm verificou-se menor gs, a qual também não diferiu da altura de 10 e 40 cm.

Segundo Cordeiro (2012), a condutância estomática é menor do período das águas para o período da seca, ocasionando menores trocas gasosas na seca em prol da sobrevivência da planta, uma vez que ocorre fechamento dos estômatos, evitando perda de água por transpiração.



A assimilação do CO<sub>2</sub> nas plantas ocorre a partir da captação luminosa pelas clorofilas que gerará energia para carboxilação, resultando na formação dos açúcares. No entanto, o acesso de CO<sub>2</sub> atmosférico às células fotossintéticas do tecido clorofiliano ocorre a partir da abertura estomática. Por esta mesma via, entretanto, ocorre perda de água para a atmosfera. Assim, o gradiente de vapor de água entre a folha e o ar, na maioria dos casos é consideravelmente maior que o gradiente de CO<sub>2</sub> (FARQUHAR; RASCHKE, 1978). Neste contexto, as variações das condutâncias estomáticas (gs) de cada um desses gases também afetam a transpiração e a taxa de assimilação devido às diferenças nas constantes de difusão de CO<sub>2</sub> e de vapor de água (COWAN; TROUGHTON, 1971; BURROWS; MILTHORPE, 1976; RASCHKE, 1979).

O movimento estomático é o meio mais rápido que a planta dispõe para ajustar-se às variações ambientais a que os órgãos fotossintéticos são submetidos (PASSIOURA, 1982), ou seja, os estômatos parecem funcionar no sentido de otimizar a relação E/A (COWAN, 1982; FARQUHAR; SHARKEY, 1982).

A respeito da concentração dos carboidratos nas raízes e base do colmo, posteriormente ao processo fotossintético, os açúcares produzidos são armazenados nas raízes e base do colmo. Neste contexto, após o pastejo, a planta necessita mobilizar suas reservas de carbono para garantir a sobrevivência e o crescimento de novas folhas, situação em que a recuperação do IAF passa a ser determinado pela velocidade e capacidade de crescimento da planta (LEMAIRE, 1997).

Por outro lado, se as plantas forrageiras forem mantidas sob desfolha intensa, o crescimento do sistema radicular e o acúmulo de carboidratos de reservas serão prejudicados (COSTA et al., 2004).

Verificou-se que o potencial de crescimento das plantas forrageiras está diretamente relacionada com seu IAF e a concentração de carboidratos solúveis. Parsons

et al. (1983) reportaram que os pastos sob pastejo leniente (IAF próximo a 3) apresentaram maior fotossíntese bruta em relação aos pastos sob pastejo severo (IAF próximo a 1).

Esses processos são altamente influenciados pela quantidade de reservas orgânicas disponíveis, onde o amido armazenado na raiz e base do colmo é produzido durante o dia e convertido à sacarose durante a noite, o qual é translocado para os órgãos via floema para ser utilizado como fonte de energia para crescimento e respiração (TAIZ; ZEIGER, 2013).

No período da seca, observou-se que os teores de AST não variaram entre as alturas de manejo, tanto para raiz como para colmo. Já para os PSA, os valores foram inferiores nos pastos mantidos na altura de 40 cm, sendo intermediária na altura de 20 cm. Contudo para colmo não verificou-se diferença significativa.

Com relação ao amido, os pastos mantidos nas alturas de 10 cm apresentaram maior concentração de amido nas raízes comparado aos demais tratamentos. Já a concentração na base do colmo foi maior nas alturas de 10 cm, menor nas de 40 e intermediária nas demais alturas.

No período das águas, os teores de AST foram maiores nos pastos mantidos nas alturas de 10 cm, menores nas de 30 cm e intermediários nas alturas de 20 e 40 cm em relação à base do colmo. Nas raízes não observou-se diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 5).

**Tabela 5.** Açúcares solúveis totais (AST) polissacarídeos solúveis em água (PSA) e amido na raiz e base do colmo de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas de dossel, simulando pastejo com lotação contínua.

| Altura de dossel (cm) | AST   |         | PSA     |         | Amido   |         |
|-----------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                       | Raiz  | Colmo   | Raiz    | Colmo   | Raiz    | Colmo   |
| mg g <sup>-1</sup> MS |       |         |         |         |         |         |
| Seca                  |       |         |         |         |         |         |
| 10                    | 29,02 | 213,04  | 30,93a  | 11,36   | 66,74a  | 81,53a  |
| 20                    | 22,18 | 199,60  | 22,81ab | 9,24    | 47,87b  | 77,00ab |
| 30                    | 16,10 | 179,32  | 32,79a  | 13,09   | 49,51b  | 64,12ab |
| 40                    | 22,70 | 234,47  | 17,68b  | 9,60    | 45,49b  | 62,01b  |
| CV (%)                | 28,61 | 22,95   | 22,02   | 17,84   | 22,68   | 12,07   |
| Águas                 |       |         |         |         |         |         |
| 10                    | 36,18 | 88,16a  | 6,61    | 15,68a  | 24,73ab | 48,71ab |
| 20                    | 45,52 | 73,88ab | 7,66    | 11,35b  | 26,81a  | 44,25ab |
| 30                    | 32,61 | 57,46b  | 7,96    | 11,69b  | 21,64b  | 53,09   |
| 40                    | 29,89 | 65,02ab | 7,07    | 12,56ab | 23,14ab | 40,48b  |
| CV (%)                | 22,66 | 15,66   | 16,20   | 14,13   | 8,75    | 11,70   |

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey.

\*Coeficiente de variação

Com relação aos PSA na base do colmo, as alturas de 10 cm apresentaram as maiores concentrações, enquanto que de 20 e 30 foram menores e alturas de 40 cm foram intermediárias.

Já o amido armazenado na raiz foi maior para 20 cm, menor para 30 cm e intermediário para 10 e 40 cm. Com relação à base do colmo, as maiores concentrações foram verificadas nas alturas de 30 cm, menores para 40 e intermediárias para 10 e 20 cm.

A diferença entre os teores de carboidratos solúveis em dosséis sob diferentes intensidades de manejo, pode estar relacionada aos carboidratos gastos na rebrotação e aos utilizados na respiração, ficando o excedente disponível para armazenamento (MAY, 1960).

Desta forma, o índice de área foliar remanescente é fundamental no manejo de uma pastagem. A rebrota se dará às expensas dos produtos da fotossíntese das folhas remanescentes, desde que a quantidade de CO<sub>2</sub> assimilada seja superior ou igual à quantidade de CO<sub>2</sub> liberada pela planta durante a respiração.

Os carboidratos, de maneira geral, nos pastos mantidos a 40 cm de altura apresentaram-se menores, o que pode ter ocorrido devido à maior demanda energética de carboidratos para realização da respiração dos colmos alongados (Tabela 5).

Segundo Barbero et al. (2015), nos primeiros dias, após a desfolha, as forrageiras desenvolvem mecanismos de adaptação fisiológica à restrição de carboidratos que ocorre devido à diminuição do processo fotossintético causado pela remoção de parte das folhas. Assim, as plantas recorrem aos carboidratos armazenados em órgãos de reserva como nas raízes e base de colmo conferindo, então a capacidade de reestabelecer rapidamente a área foliar e iniciar o processo fotossintético novamente.

Conforme Carvalho (2017) acredita-se que haja um esforço das plantas sob ação de desfolhação em manter as taxas de amido de reserva, em detrimento do investimento da parede celular. Tal desajuste parece ser superado, uma vez que elas conseguem manter sua atividade fotossintética normal e ainda armazenar nutrientes necessários para seu crescimento, tolerando as diferentes desfolhações impostas a elas.

Em determinada altura de manejo, a maior concentração dos carboidratos pode representar um melhor equilíbrio metabólico da planta no sentido de produzir, utilizar e armazenar. Desta maneira, pastos de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II mantidos entre 10 e 30 cm de altura parecem apresentar-se mais eficientes.

De acordo com Lupinacci (2002), a *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria brizantha*) cv. Marandu apresentou os menores teores de carboidratos de reserva na altura de manejo de 10 cm e encontrou que o órgão preferencial de acúmulo de carboidratos de reserva foi a

base do colmo. No presente trabalho, também verificou-se que a concentração de AST na base do colmo foi superior em comparação àqueles estocados na raiz. Segundo Vieira et al. (2010) a maior concentração de AST na base do colmo está associada à relação de proximidade, a qual os assimilados são translocados para o dreno mais próximo.

## **CONCLUSÃO**

Conclui-se que pastos de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) spp Mulato II mantidos no período da seca com altura de 20 cm e nas águas com alturas de 30 e 40 cm, apresentam melhores resultados quanto aos seus parâmetros fisiológicos.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E.; DETMANN, E.; MOSQUIM, P. R.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; VAZ, R. G. M. V. Evolução da biomassa e do perfil da reserva orgânica durante a rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n.2, 2008, p. 190-200.
- BARBERO, L. M; BASSO, K. C; IGARASSI, M. S; PAIVA, A. J; BASSO, F. C. Respostas morfogênicas e estruturais de plantas tropicais submetidas à desfolhação. **Boletim Indústria Animal**, Nova Odessa, v.72, n.4, 2015, p.321-330.
- BURROWS, F. J. & MILTHORPE, F. L. Stomatal conductance in the control of gas exchange. In: KOZLOWSKI, T. T., ed. **Water deficits and plant growth**. New York, Academic Press, v. 4, 1976, p. 103-152.  
<https://doi.org/10.1016/B978-012-424154-1.50009-7>
- BOOTE, K. J.; JONES, J. W. Equations to define canopy photosynthesis from quantum efficiency, maximum leaf rate, light extinction, leaf area index, and photon flux density. In: BIGGINS, J. (ED.). **Progress in photosynthesis research**. The Hague: Martinus Nijhoff Publ., v.4, 1987, p.415-418. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-0519-6\\_85](https://doi.org/10.1007/978-94-017-0519-6_85)
- BROWN, R. H.; BLASER, R.E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, v.38, 1968, p. 1-9.
- CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C. E.; CARVALHO, M. M.; FONSECA, D. M.; ARRUDA, M. L.; VILELA, H.; OLIVEIRA, F. T. T. Pastagens. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa – 5ª Aproximação**, 1999, p.332-341.
- CARVALHO, A. N.; MOREIRA, A. S. F. P. **Efeito do corte da altura do dossel sobre o metabolismo fisiológico de Brachiaria híbrida cultivar Cayman**. VI Encontro de iniciação científica e tecnológica da UFU, 2016.

CORDEIRO, Y. E. M. **Potencial de uso em recuperação de áreas degradadas: um estudo de três espécies nativas da Amazônia Oriental sob dois regimes hídricos**. 89p. Belém: UFRA/Embrapa. 2012.

COSTA, N.L., MAGALHÃES, J.A., TOWNSEND, C. R.; PAULINO, V.T. **Fisiologia e manejo de plantas forrageiras**. Documento 85. Embrapa. Fevereiro, Porto Velho- RO, 2004.

CHOW, P. S.; LANDHÄUSSER, S. M. A method for routine measurements of total and starch content in woody plant tissue. **Tree Physiology**, v. 24, 2004, p. 1129-1136. <https://doi.org/10.1093/treephys/24.10.1129>

COWAN, I.R. Regulation of water use in relation to carbon gain in higher plants. In: LANGE, O. L.; NOBEL, P. S.; OSMOND, C. B.; ZIEGLER, H., eds. *Physiological plant ecology*. II. Water relations and carbon assimilation. Berlin, Springer-Verlag. V. 12B, 1982, p. 589-613. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-68150-9\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-642-68150-9_18)

COWAN, I.R. & TROUGHTON, J.H. The relative role of stomata in transpiration and assimilation. **Planta**, Berlin, v. 97, n. 4, 1971, p. 325-336. <https://doi.org/10.1007/BF00390212>

DIAS-FILHO, M.B. Photosynthetic light response of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Scientia Agricola**, v.59, 2002, p.65-68. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162002000100009>

DUBOIS, M.; GILLES, K.A; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A. & SMITH, F. Calorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, 1956, p.350-356. <https://doi.org/10.1021/ac60111a17>

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. rev. e ampl.. Brasília, DF; 2009.

FARQUHAR, G. D.; SHARKEY, T. D. Stomatal conductance and photosynthesis. **Annual Review of Plant Physiology**. v.33, 1982, p.317-345. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.33.060182.001533>

GRIFFIN, K. L. TURNBULL, M. H. Light saturated RUBP oxygenation by Rubisco is a robust predictor of light inhibition of respiration in *Triticum aestivum* L. *Plant Biology*, v. 15, 2013, p. 769-775. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2012.00703.x>

HUMPHREYS, L. R. **Tropical pasture utilization**. New York: Cambridge University Press, 206 p, 1991. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511525810>

LARA, M.A.S.; PEDREIRA, C.G.S. Estimativa da assimilação potencial de carbono em dosséis de espécies de braquiária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.46, n.7, 2011, p. 743-750. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000700010>

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing:tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL. GOMIDE, J. A. (ed.). **Anais...** Viçosa, MG, 1997, p.117-144.

LICHTENTHALER, H. K.; BUSCHMANN, C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, New York, 2001, p. F4.3.1-F4.3.8.

LUPINACCI, A. V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em Brachiaria brizantha cv. Marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ, p.160, 2002.

MACHADO, E.C. & LAGÔA, A.M.M.A. Trocas gasosas e condutância estomática em três espécies de gramíneas. **Bragantia**, v. 53, n. 2, 1994, p. 141-149. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051994000200003>

MANARIN, C.A.; MONTEIRO, F.A. Nitrogênio na produção e diagnose foliar do capim mombaça. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.59, n.2, 2003, p.115-123.



MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Editora UFV. Viçosa, MG. 451p, 2005.

MAY, L.H. The utilization of carbohydrate reserves in pasture plants after defoliation. **Herbage Abstracts**, v. 30, 1960, p. 236-245.

MORENO, L.S.B. **Produção de forragem de capins do gênero Panicum e modelagem de respostas produtivas e morfofisiológicas em função de variáveis climáticas**. Dissertação (Mestrado e Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 86p, 2004.

PARSONS, A.J.; LEAFE, E.L.; COLLETT, B.; PENNING, P.D.; LEWIS, J. The physiology of grass production under grazing. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**. Chichester. v.20, n.1, 1983, p.127-139. <https://doi.org/10.2307/2403381>

PASSIOURA, J.B. Water in the soil-plant-atmosphere continuum. In: LANGE, O.L.; NOBEL, P.S.; OSMOND, C.B. & ZIEGLER, H., eds. **Physiological plant ecology**. II. **Water relations and carbon assimilation**. Berlin, Springer-Verlag, v.12, 1982, p.5-33. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-68150-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-68150-9_2)

RASCHKE, K. Movements using turgor mechanisms. In: HAUPT, W. & FEINLEIB, M.E., eds. **Physiology of movements**. Berlin, Springer-Verlag, v.7, 1979, p.383-441.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, 2008, p.35-47. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000100005>

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Ecofisiologia de plantas forrageiras e o manejo do pastejo. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 24, 2007, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 2007, p. 153-176.

SILVA, S. C., NASCIMENTO JÚNIOR, D. e EUCLIDES, V. B. P. **Pastagens:** conceitos básicos, produção e manejo. Suprema, 115 p, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; **Fisiologia vegetal.** 3ª Edição, Artmed Editora S.A., Porto Alegre – RS. 2013, 719 p.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J. S. **Manual de fisiologia vegetal.** São Luis: EDUFMA, 2010, 230 p.

### **CAPÍTULO 3**

#### **Anatomia foliar e valor nutricional de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II sob diferentes estruturas de dossel**

## Resumo

Diferentes alturas de manejo modificam a arquitetura estrutural da planta, alterando a proporção dos tecidos e o valor nutricional da forragem. Desta forma, objetivou-se avaliar a resposta da anatomia foliar, do desaparecimento dos tecidos foliares após incubação *in situ*, dos teores de proteína bruta, da fibra em detergente neutro, da fibra em detergente ácido e da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II simulando lotação contínua. Os tratamentos foram constituídos de quatro alturas, mantidas a 10, 20, 30 e 40 cm em um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Quanto à anatomia foliar, verificou-se que as alturas de 10 e 20 cm apresentaram a menor proporção de tecidos lignificados, o que consequentemente resultou em maior degradabilidade dos tecidos mais digestíveis, mesofilo e floema. Com relação aos teores de PB, FDN, FDA e DIVMS, o capim manejado a 10 cm foi o que apresentou maiores teores de PB, menores teores de FDN e FDA, consequentemente maior DIVMS. Portanto, conclui-se que plantas com alturas de 10 cm apresentaram maior degradabilidade dos tecidos foliares.

**Palavras-chave:** Anatomia foliar. Digestibilidade. Tecidos foliares.

## Abstract

Different management heights modify the structural architecture of the plant, changing the proportion of the tissues and the nutritional value of the forage. The objective of this study was to evaluate the response of leaf anatomy, leaf tissue disappearance after *in situ* incubation, of crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and in digestibility in vitro of the dry matter (IVDMD) from *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II simulating continuous stocking. The treatments consisted of four heights, maintained at 10, 20, 30 and 40 cm in a completely randomized design with four replications. Regarding leaf anatomy, it was found that the heights of 10 and 20 cm presented the lowest proportion of lignified tissues, which consequently resulted in greater disappearance of the most digestible tissues, mesophyll and phloem tissues. Regarding the CP, NDF, ADF and IVDMD contents, the grass managed at 10 cm presented the highest CP content, lower NDF and ADF content, and consequently higher IVDMD. Therefore, it can be concluded that plants with heights of 10 cm showed greater leaf tissue disappearance.

**Key words:** Foliar anatomy. Digestibility. Foliar tissues.

## 1. Introdução

No Brasil, alguns estudos comprovaram a existência de associação entre as estruturas internas das plantas e qualidade das forrageiras (BASSO; BARBERO, 2015). A anatomia da planta, especificamente o tipo de arranjo das células e dos tecidos, a proporção de tecido e espessura da parede celular desempenham importante papel sobre a digestão de gramíneas forrageiras, tanto quanto, ou até mais que a composição da parede celular (WILSON; MERTENS, 1995).

A associação da composição bromatológica, da digestibilidade e do consumo voluntário, entre outros fatores, representa a qualidade nutricional de uma planta forrageira (MOTT, 1970). Por isso, é de grande importância o conhecimento da composição da parede celular e dos teores de proteína bruta, bem como da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (MOTT, 1970; NUNES et al., 1985). Entretanto, estes constituintes variam em função da idade, da parte da planta, da época do ano e da fertilidade do solo (WERNER, 1993), ressaltando que no Brasil central tem-se a predominância de duas estações distintas, sendo considerada de outubro a março como período das águas e de abril a setembro, período de seca (BASTOS; FERREIRA, 2010)

Os valores de Fibra em detergente neutro (FDN) e de Fibra em detergente ácido (FDA), por exemplo, podem variar, aumentando progressivamente com o estágio de maturidade das plantas, passando a representar uma porção maior de parede celular (WILKINS, 1969). A qualidade de forrageiras apresenta relação com a proporção dos tecidos nas folhas, de forma que a presença de tecidos com espessamento e lignificação das paredes celulares, como o esclerênquima, assim como, o adensamento dessas células reduzem a digestibilidade (PACIULLO, 2002).

Neste contexto, os tecidos mais digestíveis são o mesofilo (MES) e o floema, que são degradados pelas enzimas extracelulares, pois apresentam somente parede celular primária, com espessura de 0,1 a 0,2  $\mu\text{m}$  e não são lignificadas (CHENG et al., 1980). Já as células da bainha vascular (BV) e as da epiderme (EPI) apresentam a parede celular passível de lignificação, sendo mais resistentes à degradação, requerendo inicialmente, adesão física bacteriana (AKIN; RIGSBY, 1985).

Desta forma, o manejo de pastagens é de grande importância, pois influencia nos componentes morfológicos e nutricionais das forrageiras, uma vez que diferentes alturas de manejo modificam a arquitetura da planta, alterando a proporção dos tecidos (LACA; LEMAIRE, 2000).

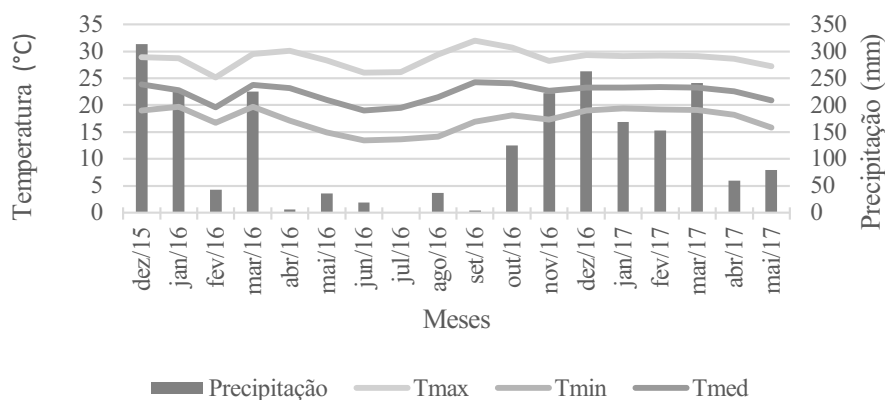
Diante deste contexto, objetivou-se com o presente trabalho, avaliar a anatomia foliar e o valor nutricional de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas de dossel, simulando pastejo com lotação contínua.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área e delineamento experimental**

O trabalho foi realizado no Setor de Forragicultura, localizado na Fazenda Experimental Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia, no período de dezembro de 2015 a abril de 2017. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, simplificada por Setzer (1966) é classificado como "Cwa" mesotérmico úmido subtropical de inverno seco. Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos na estação meteorológica da Universidade Federal de Uberlândia e estão apresentados na Figura 1.

**Figura 1** - Dados climáticos observados durante o período experimental (dezembro de 2015 a abril 2017).



Tmax - Temperatura máxima; Tmin – Temperatura mínima, Tmed – Temperatura média.  
Fonte: Estação Meteorológica da UFU - 2017.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho escuro distrófico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2009). Antes da implantação do experimento foi realizada amostragem de solo para caracterização química (Tabela 1). De acordo com a interpretação da análise do solo, não houve necessidade de calagem (CANTARUTTI et al., 1999).

**Tabela 1** - Análise de solo da área experimental na Fazenda Capim Branco, município de Uberlândia, MG.

| pH               | MO                    | P                      | K    | Ca  | Mg  | H + Al                                | SB   | T    | V  |
|------------------|-----------------------|------------------------|------|-----|-----|---------------------------------------|------|------|----|
| H <sub>2</sub> O | (g dm <sup>-3</sup> ) | (mg dm <sup>-3</sup> ) |      |     |     | (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) |      |      | %  |
| 5,3              | 3,1                   | 2,6                    | 0,27 | 2,2 | 0,8 | 1,8                                   | 3,27 | 5,07 | 64 |

Fonte: Laboratório de solo da UFU, Uberlândia (2015).

\*MO = matéria orgânica, SB = soma de bases; T = capacidade de troca catiônica; V = saturação por bases.



Os tratamentos corresponderam a quatro alturas de dosséis (10, 20, 30 e 40 cm) e foram alocados em parcelas experimentais de 4 x 4 m (16 m<sup>2</sup>), em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. As parcelas implantadas com *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II foram estabelecidas em novembro de 2013, utilizando-se 9 kg de sementes puras e viáveis por hectare. O experimento foi instalado em outubro de 2015, onde foi realizado o corte de uniformização das parcelas a 10 cm de altura. A partir deste momento, as parcelas permaneceram em crescimento livre até alcançarem a altura desejada. As avaliações foram iniciadas no período da seca para a estabilização dos stands, quando todas as parcelas estavam na altura meta.

O monitoramento foi realizado através de linhas transectas sob a parcela, na altura meta de cada tratamento. À medida que os perfilhos ultrapassassem esta altura era realizado o corte mecânico com auxílio de tesoura, simulando um pastejo com lotação contínua. As avaliações foram realizadas até o mês de abril de 2017.

## **2.2 Avaliações anatômicas**

As lâminas foliares foram cortadas na região do colar e acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em geladeira até o processamento das amostras. Após, fragmentos de 1 cm do terço mediano da lâmina foliar da segunda folha completamente expandida intacta (n= 10) e incubada (n=10) foram fixados em FAA (formalina, ácido acético glacial, etanol 50 %, 1:1:18 v/v) por 48 horas e armazenados em etanol 70 % (JOHANSEN, 1940). Cortes transversais na altura da nervura mediana e das regiões internervais proximais foram realizados em ambos os tratamentos. As avaliações anatômicas foram desenvolvidas no laboratório de Anatomia e Desenvolvimento Vegetal (LADEVI), pertencente ao Instituto de Biologia da UFU.

Nas folhas intactas, cortes a mão livre foram realizados com uso de lâmina de barbear. Em sequência, os cortes foram clarificados com hipoclorito de sódio 20%, lavados em água destilada e corados com solução de azul de astra e safranina 0,5%. Os cortes foram montados entre lâmina e lamínula, com gelatina glicerínada de Kaiser. Análises qualitativas e quantitativas foram realizadas para caracterização da estrutura tecidual das folhas intactas (KRAUS; ARDUIN, 1997).

Os fragmentos das folhas incubadas foram incluídos em historesina (Leica Historesin), cortados transversalmente a 5 µm de espessura em micrótomo rotativo e corados com azul de toluidina 0,05% - pH 4,7 (O'BRIEN et al., 1964). As lâminas foram montadas em verniz vitral (KRAUS; ARDUIN 1997) e utilizadas para avaliação qualitativa do impacto da preservação dos tecidos foliares pelo tempo.

Com auxílio do Software de Análise de Imagens (modelo Image Pro Plus versão 4.5.0.29) mensurou-se os tecidos entre o 2º e 3º feixe vascular nas folhas intactas. Assim, na lâmina foliar, foram medidas: epidermes na face adaxial da folha (EpAd) e abaxial da folha (EpAb), bainha vascular (BV), tecido vascular (TV) e esclerênquima (ESC). A região do tecido clorofiliano (MES) foi calculada pela diferença entre a área total da seção transversal e as áreas dos demais tecidos.

### **2.3 Valor nutricional**

Com relação ao valor nutricional, foram coletadas 50 folhas de cada parcela no período das chuvas e 50 folhas no período da seca para determinação dos teores de proteína bruta (PB), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). As folhas foram previamente secas em estufa com circulação forçada de ar a 65° C por 72 horas, moídas e analisadas, utilizando-se o sistema de Espectrofotometria de Refletância no Infravermelho Proximal (NIRS).

Na determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca, o inóculo ruminal foi obtido de duas novilhas canuladas no rúmen. Os animais foram alimentados com uma dieta composta por feno e concentrado, sendo a relação volumoso:concentrado de 80:20 com base na MS. Os animais tiveram acesso irrestrito à água e foram adaptados à dieta padrão por 15 dias. Todos os procedimentos de canulação e manejo conduzidos com os animais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Uberlândia (CEUA, protocolo 099/16).

O líquido ruminal foi coletado em um pano e acondicionado em garrafas térmicas pré-aquecidas à temperatura de 39°C. Posteriormente, foi filtrado por gaze em provetas de 1 litro. Utilizou-se solução tampão proposta por McDougall (1948) para se misturar o inóculo ruminal, além de 5 ml de solução de ureia (5,5g/100ml) para cada 300 ml da solução tampão de McDougall. Logo em seguida, o pH da solução foi reduzido para 6,80 por borbulhamento com CO<sub>2</sub>.

A solução tampão de McDougall (1948) foi composta por NaHCO<sub>3</sub> (9,80 g/L), Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> anidro (3,71 g/L), KCl (0,57 g/L), NaCl (0,47 g/L), MgSO<sub>4</sub> heptaidratado (0,12 g/L) e CaCl<sub>2</sub> diidratado (0,05 g/L). A solução foi preparada 24 horas antes do início de cada bateria de incubação e mantida dentro da fermentadora a 39°C (SILVA; QUEIROZ, 2002).

Os ensaios de digestibilidade *in vitro* foram realizados por intermédio de fermentadora artificial MA-443 (Marconi equipamentos para laboratórios, Piracicaba, SP, Brasil), utilizando sacos confeccionados com tecido não-tecido (100 g m<sup>2</sup>) nas dimensões de 4 x 4,5 cm, selados a quente, lavados e pesados para quantificação da tara, conforme descrito por Dettmann et al. (2012).

Em cada saco foi pesado 500 mg de amostra. As replicatas de cada amostra foram inseridas nos jarros da fermentadora. Cada jarro recebeu 24 sacos contendo as amostras

e um saco vazio representando o branco. Em seguida, 400 ml de inóculo ruminal e 1600 ml de solução tampão foram adicionados em cada jarro. O espaço livre dos jarros foi imediatamente saturado com CO<sub>2</sub>, sendo esses fechados e acondicionados no interior da fermentadora, previamente a 39°C. Após 48 horas de incubação, os sacos foram retirados da fermentadora e imediatamente lavados com água destilada quente (temperatura superior a 90°C), exercendo-se leve pressão manual para retirada dos gases. Após a lavagem, todos os sacos foram secos (55°C/24 horas seguido de 105°C/16 horas) e pesados, obtendo-se o resíduo aparentemente não digerido da MS.

Depois de seco, pesou-se o resíduo indigestível, calculou-se o coeficiente de DIVMS, pela fórmula:

$$\text{DIVMS} = \frac{M - (R - B)}{M} \times 100;$$

em que: M= massa seca inicial (g); R= resíduo da massa seca da incubação (g); B= resíduo de massa seca obtido nos saquinhos “branco” (g).

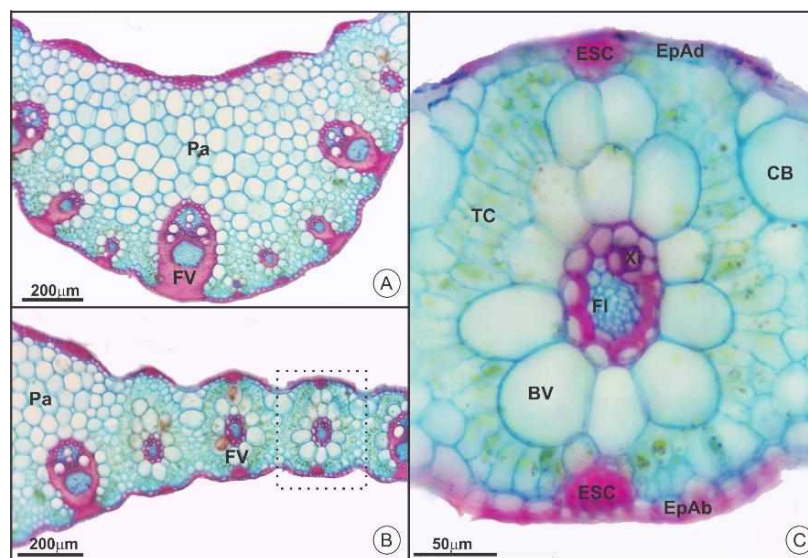
## **2.4 Análise estatística**

Todos os conjuntos de dados foram testados quanto à normalidade da distribuição dos erros e homogeneidade de variâncias. As médias das características avaliadas foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. Utilizou-se o software SASm-Agri 8.2.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os tecidos intactos (EpAd, EpAb, ESC, BV, TV, TC) da lâmina foliar da *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II estão apresentados na figura 2. Utilizou-se apenas uma figura ilustrativa, devido a inobservância de diferença qualitativa entre os tratamentos e períodos do ano.

**Figura 2.** Seções transversais da lâmina foliar intacta de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas de dossel, simulando pastejo com lotação contínua.



A- Região mediana; B- Região intercostal indicando um dos feixes utilizados para as medições micromorfológicas (quadrado pontilhado); C- Detalhe do feixe vascular. Legenda: Pa = Parênquima, FV = Feixe vascular, EpAd = Epiderme na face adaxial, EpAb = Epiderme na face abaxial, ESC = Esclerênquima, CB = Célula buliforme, TC = Tecido clorofiliano, BV= Bainha vascular, Xi = Xilema, Fl = Floema.

A lâmina foliar de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) é anfiestomática e apresenta epiderme unisseriada (Figura 2A-C). A região mediana contém grande proporção de parênquima fundamental, com feixes vasculares colaterais distribuídos exclusivamente na face abaxial (Figura 2A). Fibras ocorrem internamente à epiderme na face adaxial e associados aos feixes vasculares na face abaxial (Figura 2A). Na região intercostal é

possível observar que a folha é paralelinérvea, com dois tipos de feixes vasculares distintos pelo calibre e principalmente pela estrutura do xilema e do floema (Figura 2B). Células epidérmicas buliformes ocorrem em ambas as faces, porém são mais proeminentes na face adaxial (Figura 2B). Fibras subepidérmicas também estão presentes em ambas as faces da lâmina foliar, sempre associadas com os feixes vasculares (Figura 2B). Os feixes vasculares utilizados para medição micromorfométrica apresentam anatomia Kranz, com feixes vasculares colaterais contornados por uma bainha vascular e, em sequência, por 1 a 2 camadas de parênquima clorofiliano radial, em organização radiada (Figura 2C).

Em relação às porcentagens dos tecidos de lâminas foliares, verificou-se que nas diferentes alturas de manejo do dossel houve diferença na proporção EpAb, ESC, BV, TV e TC no período das águas, exceto a EpAd (Tabela 2).

**Tabela 2-** Porcentagem dos tecidos de lâminas foliares de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II, mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas de dossel, simulando pastejo com lotação contínua.

| Altura do dossel (cm) | EpAd  | EpAb   | ESC     | BV       | TV      | TC      |
|-----------------------|-------|--------|---------|----------|---------|---------|
| 10                    | 16,27 | 5,96 b | 10,28 b | 25,47 b  | 5,93 a  | 36,09 a |
| 20                    | 15,95 | 7,87 a | 12,06 b | 26,02 ab | 5,32 ab | 32,78 b |
| 30                    | 15,54 | 6,87 a | 15,85 a | 28,23 a  | 5,35 ab | 27,15 c |
| 40                    | 16,86 | 7,56 a | 18,36 a | 26,11 ab | 4,74 b  | 26,36 c |
| CV (%)*               | 7,0   | 8,8    | 11,08   | 4,87     | 7,98    | 4,38    |

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste Tukey.

\*Coeficiente de variação.

Legenda: EpAd – Epiderme adaxial; EpAb – Epiderme abaxial; ESC – Esclerênquima; BV – Bainha Vascular; TV – Tecido Vascular; TC – Tecido Clorofiliano.

Devido à presença de cutícula, a epiderme confere proteção à planta, podendo conter cutina que confere rigidez, dificultando a digestão (WILSON et al., 1983). A epiderme na face abaxial apresentou proporção inferior nas lâminas foliares do capim manejado a 10 cm de altura, comparado às demais alturas de manejo.

O esclerênquima (ESC) situa-se acima e abaixo dos feixes vasculares (Figura 2) e é formado por células longas que desenvolvem uma parede celular espessa e lignificada (CARVALHO; PIRES, 2008), apresentando-se indigestíveis (WILSON et al., 1983). Desta forma, no presente trabalho, observou-se superioridade na proporção deste tecido nas alturas de 30 e 40 cm (Figura 2).

A bainha vascular (BV) é composta por camada de células parenquimáticas que envolvem o feixe vascular e são parcialmente digeridas (WILSON et al., 1983). Estas células são bastante desenvolvidas, ricas em cloroplastos e são responsáveis pelo processo de assimilação de carbono (CARVALHO; PIRES, 2008). Devido à parede celular espessa, a digestão da BV de gramíneas C4 é lenta ou incompleta, dificultando o acesso dos microorganismos ruminais aos nutrientes no interior dos feixes, que contém mais de 50% das reservas de carboidratos e proteínas da folha (WILSON, 1994).

A maior % de BV foi observada nos pastos de 30 cm e estes foram semelhantes estatisticamente aos de 20 e 40 cm (Tabela 2).

O tecido vascular (TV) é um sistema de venação paralelo, o qual conduz os fotoassimilados e água, sendo constituído por células dos elementos crivados, elementos traqueais, células parenquimáticas e fibras associadas. Os elementos traqueais e as fibras são totalmente indigestíveis, enquanto que as células de parede primária do floema são rapidamente digeridas (LEMPP, 2007). O TV apresentou-se superior na altura de 10 cm e inferior na altura de 40 cm, não diferindo das demais.

O tecido clorofiliano (TC) localizado entre a epiderme nas faces superior e inferior das folhas é formado principalmente por parênquima paliçádico. Apresenta numerosos cloroplastos, facilitando a rápida troca de gases com o exterior. É um dos primeiros tecidos a sofrer digestão. No pasto manejado na altura de 10 cm, foi verificado maior proporção de tecido clorofiliano, seguido pela altura de 20, 30 e 40 cm

No período da seca, também verificou-se influência das diferentes alturas de manejo nos tecidos vegetais (Tabela 3).

**Tabela 3** – Porcentagem da folha de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II ocupada pelos diferentes tecidos, mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas de dossel, simulando pastejo com lotação contínua.

| Altura do dossel (cm) | EpAd     | EpAb    | ESC     | BV       | TV      | TC      |
|-----------------------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|
| 10                    | 14,07 b  | 6,96 b  | 10,33 b | 24,2 b   | 4,81 b  | 39,64 a |
| 20                    | 14,04 ab | 8,58 a  | 11,21 b | 23,76 b  | 5,18 ab | 36,32 a |
| 30                    | 18,11 a  | 8,31 ab | 14,26 a | 25,98 ab | 4,51 b  | 28,84 b |
| 40                    | 18,31 a  | 9,60 a  | 14,96 a | 27,60 a  | 6,50 a  | 23,04 c |
| CV (%)*               | 11,30    | 8,30    | 6,98    | 5,70     | 12,63   | 8,03    |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste Tukey.

\*Coeficiente de variação.

Legenda: EpAd – Epiderme adaxial; EpAb – Epiderme abaxial; ESC – Esclerênquima; BV – Bainha Vascular; TV – Tecido Vascular; TC – Tecido Clorofiliano.

A EpAd, o ESC, a BV e o TV foram inferiores no limbo foliar das parcelas mantidas a 10 cm e superiores naquelas mantidas a 40 cm de altura. Por outro lado, o pasto mantido a 40 cm, apresentou menor proporção de TC, seguido dos mantidos a 30, 20 e 10 cm de altura.

A maior ocorrência de tecidos lignificados nas maiores alturas, tanto nas águas como na seca, está relacionada à idade da folha, devido à presença constante de material residual que permanece após o rebaixamento.

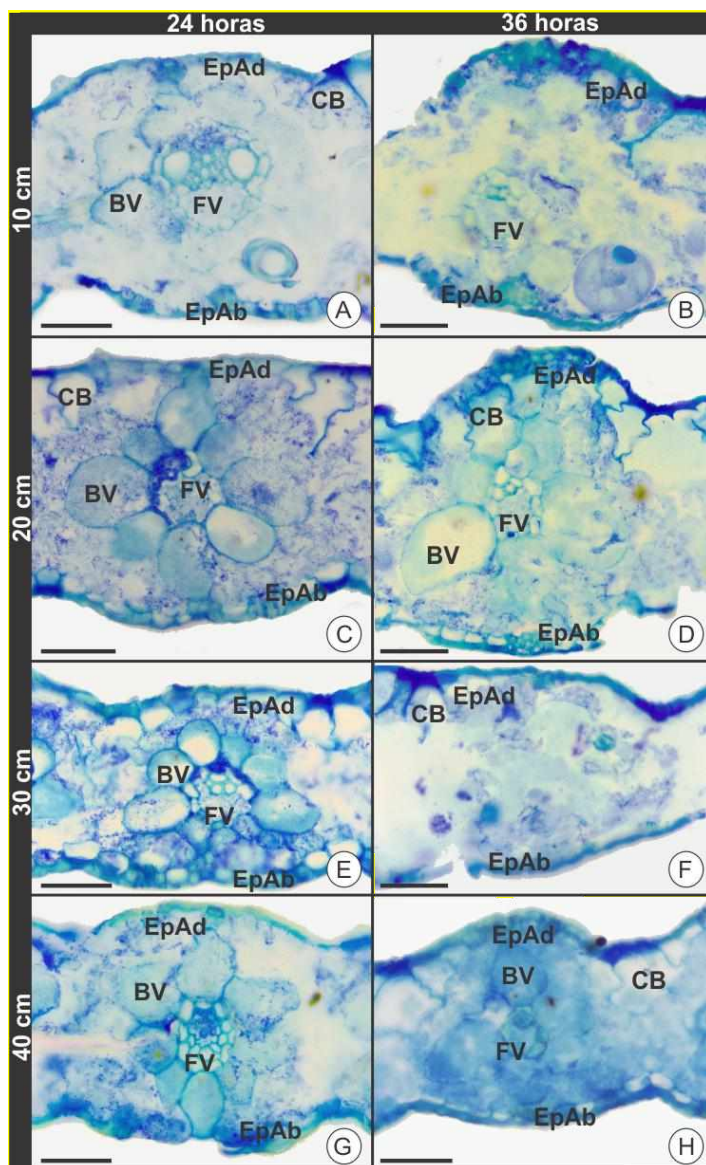
Os fragmentos de lâminas foliares de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II submetido a diferentes estruturas de manejo no período das águas e da seca, após a degradabilidade *in situ* em 24 e 36 horas estão apresentados nas figuras 3 e 4. Observou-se visualmente maior desaparecimento dos tecidos mais digestíveis (TC e TV) na altura de 10 cm em ambos tempos de degradação, com degradação mais intensa após 36 horas de incubação. Nas demais alturas de manejo, verificou-se tecidos mais preservados após



24 horas de degradação. Contudo, após 36 horas em ambiente ruminal, as estruturas dos tecidos apresentaram-se menos preservados.

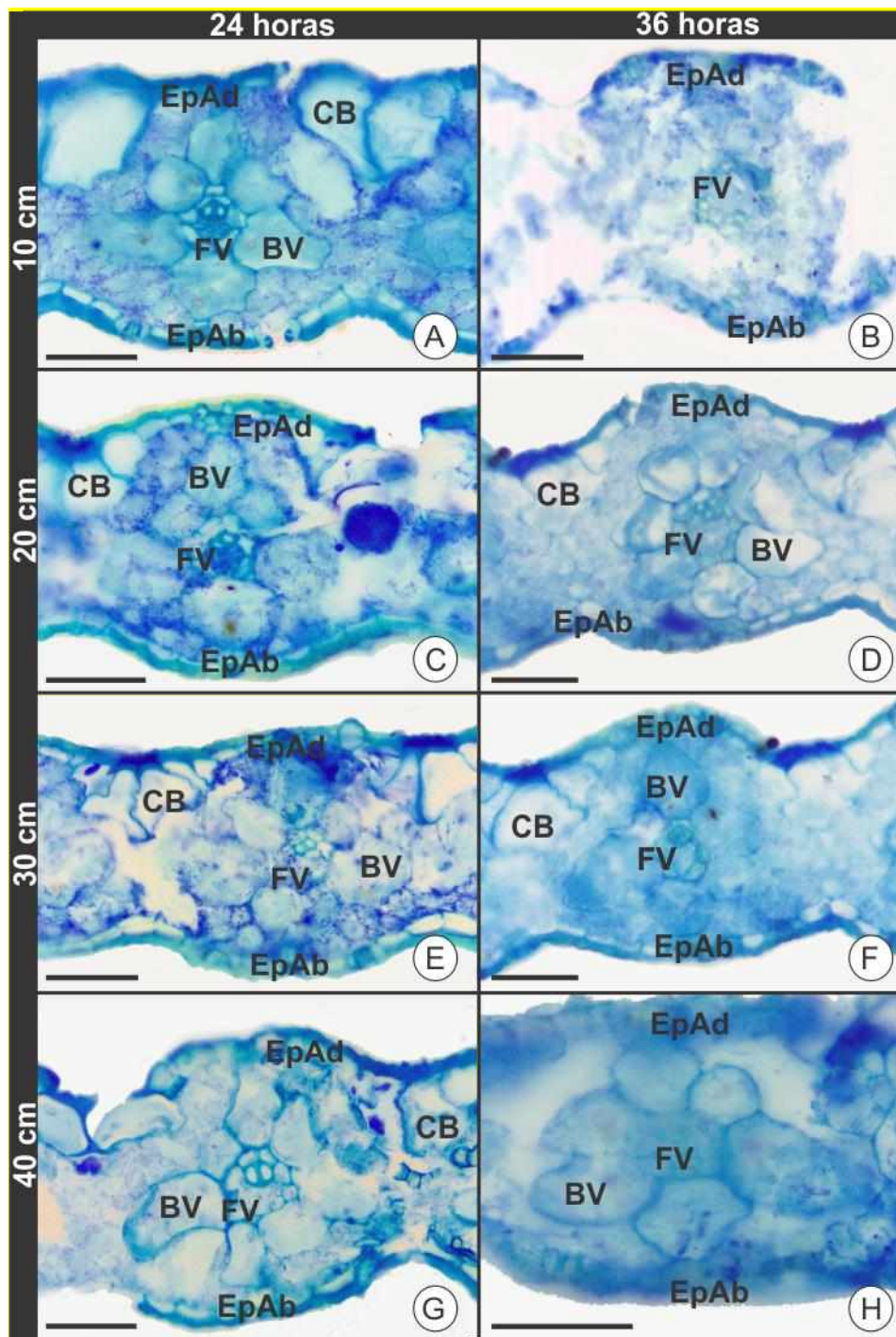
Na figura 3 observou-se que o processo digestivo da *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II da lâmina foliar ocorreu da região do TC em direção à epiderme, ou seja, as células epidérmicas sofreram digestão posterior às células do tecido clorofiliano, possivelmente devido à impregnação de compostos lipídicos.

**Figura 3.** Características anatômicas, em seções transversais, da lâmina foliar de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II, mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes estruturas de dossel, simulando pastejo com lotação contínua no período das águas após degradabilidade *in situ* de 24 (A, C, E, G) e 36 (B, D, F, H) horas.



A, B - Altura de 10 cm; C, D - Altura de 20 cm; E, F - Altura de 30 cm; G, H - Altura de 40 cm. Legenda: FV = Feixe vascular, EpAd = Epiderme na face adaxial, EpAb = Epiderme na face abaxial, CB = Célula buliforme, BV= Bainha vascular. Barra = 50  $\mu$ m.

**Figura 4.** Características anatômicas, em seções transversais, da lâmina foliar de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II, mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas de dossel, simulando pastejo com lotação contínua no período da seca após degradabilidade *in situ* de 24 (A, C, E, G) e 36 (B, D, F, H) horas.



A, B - Altura de 10 cm; C, D - Altura de 20 cm; E, F - Altura de 30 cm; G, H - Altura de 40 cm. Legenda: FV = Feixe vascular, EpAd = Epiderme na face adaxial, EpAb = Epiderme na face abaxial, CB = Célula buliforme, BV= Bainha vascular. Barra = 50  $\mu$ m.

O aporte de nutrientes provenientes da forragem é indiscutivelmente importante na nutrição de ruminantes, pois estes são os únicos capazes de aproveitar a energia produzida na fermentação ruminal da fibra. Entretanto, outros nutrientes como proteína

também são fundamentais para maximizar a utilização dos componentes fibrosos. Desta forma, salienta-se a importância de se manejar corretamente os pastos, visando o fornecimento de alimento de baixo custo e de boa qualidade aos animais.

Em pastagens manejadas em menores alturas, a eficiência de pastejo é melhor quando comparada às maiores alturas (GONÇALVES, 2002). Segundo Minson (1982), os bovinos preferem selecionar folhas por serem mais acessíveis e de menor resistência à apreensão e com melhor qualidade. Neste contexto, Brâncio et al. (2003) trabalhando com novilhos Nelore verificaram que os animais consumiram 92,4% de folhas verdes e 6,7% de colmos verdes, sendo as demais partes consumidas, compostas por inflorescência, folhas secas e colmos secos.

Foi observado que os teores de PB das lâminas foliares da *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II sofreram alteração no período das águas e da seca (Tabela 4).

**TABELA 4** - Teores de proteína bruta (% MS) de lâminas foliares de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II, mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas dossel, simulando pastejo com lotação contínua.

| Altura do dossel (cm) | Águas   | Seca    |
|-----------------------|---------|---------|
| 10                    | 13,45 a | 12,28 a |
| 20                    | 12,75 b | 12,02 b |
| 30                    | 12,70 b | 11,90 b |
| 40                    | 12,45 b | 11,52 b |
| CV (%) <sup>*</sup>   | 3,09    | 2,14    |

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste Tukey. <sup>\*</sup> Coeficiente de variação.

Segundo Van Soest (1994), valores de proteína bruta inferiores a 7% na matéria seca da dieta podem causar redução na digestão das forragens, devido a inadequados níveis de nitrogênio para os microorganismos ruminais. No entanto, Almeida (2013), em condições tropicais, sugeriu que o teor de PB da dieta de bovinos deve ser de 10%, no sentido de otimizar a digestão da fibra no rúmen e, com isso, o consumo de matéria seca de forragem pelo animal. Desta forma, pastagens com níveis inferiores de proteína bruta

necessitam de correções desta deficiência com o uso de suplementos proteicos. Entretanto, no presente trabalho, os valores de proteína bruta foram superiores àqueles mencionados pelos referidos autores, permanecendo acima de 10%.

Com relação aos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) na MS, observou-se que não houve diferença entre as alturas de manejo, nas águas (Tabela 5).

**TABELA – 5.** Teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) na matéria seca de lâminas foliares de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II, mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas de dossel, simulando pastejo com lotação contínua.

| Altura do dossel (cm)     | Águas | Seca               |
|---------------------------|-------|--------------------|
| <b>FDN</b>                |       |                    |
| <b>10</b>                 | 64,41 | 63,02b             |
| <b>20</b>                 | 63,71 | 64,52 <sup>a</sup> |
| <b>30</b>                 | 63,48 | 64,72 <sup>a</sup> |
| <b>40</b>                 | 63,72 | 65,50 <sup>a</sup> |
| <b>CV (%)</b>             | 0,80  | 1,03               |
| <b>FDA</b>                |       |                    |
| <b>10</b>                 | 31,08 | 29,50b             |
| <b>20</b>                 | 31,08 | 30,76 <sup>a</sup> |
| <b>30</b>                 | 30,36 | 30,86 <sup>a</sup> |
| <b>40</b>                 | 31,55 | 31,68 <sup>a</sup> |
| <b>CV (%)<sup>*</sup></b> | 2,73  | 1,53               |

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste Tukey. <sup>\*</sup>Coeficiente de variação.

Entretanto, na seca, verificou-se que pastos mantidos a 10 cm apresentaram menores teores de componentes fibrosos quando comparados às demais alturas.

A inobservância da resposta das diferentes alturas de manejo com relação aos teores dos compostos fibrosos no período das águas se deve às condições climáticas que favoreceram o rápido crescimento do dossel. Assim, a frequência de desfolha, realizada para manutenção das alturas desejadas proporcionou constante renovação dos tecidos, uma vez que a segunda folha completamente expandida utilizada na avaliação, apresentava-se em um extrato superior no dossel.

A variação observada entre as diferentes alturas de manejo na seca, pode ser explicada pela maturidade do perfilho, provavelmente em razão da menor renovação de tecidos, devido ao menor crescimento neste período e consequentemente menor frequência de corte (ALMEIDA, 2013).

O intervalo de cortes afeta o potencial de rebrota e a persistência das espécies forrageiras. Geralmente, longo intervalo entre cortes leva a desvantagens como: maior deposição de material fibroso, diminuição do valor nutritivo e, consequentemente, do consumo (COSTA, 2006).

Van Soest (1994) relatou como crítico, teores superiores a 65% de FDN, podendo estes limitar o consumo de dietas baseadas em forragens pelos ruminantes. De acordo com Almeida (2013), níveis abaixo de 65% garantem aos microrganismos ruminais um maior aproveitamento dos nutrientes da dieta consumida pelo bovino e, consequentemente, proporcionando um melhor desempenho animal.

Os valores apresentados no presente estudo, estão próximos do recomendado por Mertens (1992) em que relatou que forrageiras com valor de FDA, em torno de 30%, ou menos, são consumidas em altos níveis, ao contrário daquelas com teores superiores a 40%. Segundo Eastridge (1997), a FDA apresenta maior relação com a digestibilidade de um alimento quando comparado com a FDN, pois a fração da fibra indigestível (lignina) representa uma maior porção da FDA.

A avaliação da digestibilidade de um alimento apresenta grande importância na elaboração de dietas para bovinos, pois reflete a capacidade que o alimento tem de ser absorvido pelo animal. Quanto maior a digestibilidade, maior o consumo de forragem pelo ruminante e consequentemente maior a eficiência no desempenho animal (MINSON; WILSON, 1994). De acordo com Euclides et al. (1990), as folhas apresentam maiores coeficientes de DIVMS, sendo que valores entre 66 e 68%, proporcionam a máxima

ingestão de matéria seca. Neste contexto, os coeficientes de digestibilidade das lâminas foliares da *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II sofreram alteração com as diferentes alturas empregadas no manejo do dossel, nos períodos avaliados.

As lâminas foliares da forragem mantida na altura de 10 cm apresentaram maior digestibilidade comparada àquelas mantidas nas demais alturas (Tabela 6).

**TABELA - 6.** Coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de lâminas foliares da *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II, mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas de dossel, simulando um pastejo com lotação contínua.

| Altura do dossel (cm) | Águas   | Seca    |
|-----------------------|---------|---------|
| 10                    | 83,74 a | 81,28 a |
| 20                    | 80,28 b | 79,41 b |
| 30                    | 78,86 b | 79,30 b |
| 40                    | 79,06 b | 78,43 b |
| CV (%)*               | 1,73    | 0,83    |

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste Tukey. \*Coeficiente de variação.

Os maiores coeficientes de digestibilidade encontrados no capim manejado na altura de 10 cm pode estar relacionado aos cortes frequentes, resultando em folhas mais jovens, às quais possuem maior conteúdo celular e também aos valores de tecido clorofiliano, epidermes e bainha vascular.

A queda na digestibilidade está relacionada ao decréscimo dos componentes potencialmente digestíveis e aumento na proporção de lignina, celulose, hemicelulose e outras frações menos digestíveis (MARI, 2003). Essa constatação foi verificada no presente trabalho, no período da seca com o aumento da FDN e redução da digestibilidade, à medida que se aumentou as alturas de manejo.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que altura de dossel de 10 cm, as plantas apresentam melhor valor nutricional, menor proporção de tecidos lignificados e maior desaparecimento dos tecidos menos digestíveis após degradação *in situ*.



## REFERÊNCIAS

- AKIN, D. E, RIGSBY, L. L. Influence of phenolic acids on rumen fungi. **Agronomy Journal**, v. 77, 1985, p.180-182.
- ALMEIDA, C. M. **Características estruturais e composição bromatológica do capim marandu submetido a duas alturas de manejo**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 54 p, 2013.
- ANDRADE, F. M. E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-marandu submetidos a regime de lotação contínua por bovinos de corte**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 125p, 2003.
- BASSO, K. C.; BARBERO, L. M. Anatomia foliar de forrageiras e a sua relação com o valor nutritivo. **Veterinária Notícias**. Uberlândia-MG, v. 21, 2015.
- BASTOS, L. A., FERREIRA, I. M. Composições fitofisionômicas do bioma cerrado: estudo sobre o subsistema de vereda. *Revista Espaço em revista*, v. 12, n. 1, 2010, p. 97-108.
- BRÂNCIO, P. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; FONSECA, D. M.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; BARBOSA, R. A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: composição da dieta, consumo de matéria seca e ganho de peso animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, 2003.
- COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V.; NEVES, B. P.; RODRIGUES, C.; SAMPAIO, F. M. T. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, 2006, p.1197-1202.

CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C. E.; CARVALHO, M. M.; FONSECA, D. M.; ARRUDA, M. L.; VILELA, H.; OLIVEIRA, F. T. T. Pastagens. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa – 5ª Aproximação**, 1999, p.332-341.

CARVALHO, G. C. P e PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, 2008, p.14.

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

EASTRIDGE, M. L. Fibra para vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 9., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 1997, p-33-50.

EMBRAPA – **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. e ampl.. Brasília, DF, 627 p, 2009.

EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; SILVA, J. M. Avaliação de forrageiras tropicais manejadas para produção de feno em pé. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 3, 1990, p.393-407.

GONÇALVES, A. C. **Características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. Piracicaba, Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 124p, 2002.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: Mc Graw. 1940, 523p.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em Morfologia Vegetal**. EDUR, Rio de Janeiro, 1997.

LACA, E. A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: T'MANNETJE, L.; JONES, R.M. (Ed.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production**

research. New York: Cabi, 2000, p.103-122.  
<https://doi.org/10.1079/9780851993515.0103>

LEMPP, B. Avanços metodológicos da microscopia na avaliação de alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, 2007, p.315-329, suplemento especial.  
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000029>

MARI, L. J. **Intervalo entre corte em capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu):** produção, valor nutritivo e perdas associadas a fermentação da silagem. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 138p, 2003.

McDOUGALL, E. I. Studies on ruminant saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. **Biochemistry Journal**, Nashville, v. 43, n.1, 1948, p.99-109.  
<https://doi.org/10.1042/bj0430099>

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. **Simpósio Internacional de Ruminantes**; Lavras, Brasil. Lavras: SBZ, 1992, p.188- 219.

MINSON, D. J., WILSON, J. R. Prediction of intake as an element of forage quality. In: FAHEY, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: America Society of Agronomy, Crop Sci. Society of America, Soil Sci. Society of America, 1994, p.533-563.

MINSON, D.J. Effect of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: HACKER, J.B. (Ed.) **Nutritional limits to animal production form pastures**. Queensland: Farnham Royal, CAB, 1982, p.167-182.

MOTT, G.O. Evaluacion de la produccion de forrajes In: HUGHES, H.D., HEATH, M.E., METCALFE, D.S. (Eds.) **Forrajes** - la ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos. México, 1970, p.131-141.

NUNES, S. G., BOOCK, A., PENTEADO, M. I. de O. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. 2.ed. Campo Grande: EMBRAPA/CNPQC, 31p. (EMBRAPA/CNPQC. Documentos, 21), 1985.

O'BRIEN, T.P.; FEDER, N. & MCCULLY, M.E. **Polychromatic staining o plant cell walls by toluidine blue O**. *Protoplasma*, v. 59, 1964, p. 368-373.  
<https://doi.org/10.1007/BF01248568>

PACIULLO, D. S. C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v. 32, n. 2, 2002, p.357-364.  
<https://doi.org/10.1590/S0103-84782002000200029>

SETZER, J. **Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo**. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai, 61 p. 1966.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: Editora UFV, 235 p, 2002.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 476 p, 1994.

WERNER, J.C. Importância da interação solo-planta-animal na nutrição de ruminantes. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM NUTRIÇÃO ANIMAL, v. 1, 1993. Brasília: MAARA/ SDR/SENA. **Anais....** Brasília, 1993, p.11-20.

WILKINS, R. J. The potencial digestibility of cellulose in forages and faces. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 73, 1969, p 57-64.  
<https://doi.org/10.1017/S0021859600024138>

WILSON, J. R., MERTENS, D.R. Cell wall accessibility and cell structure limitations to microbiol digestion of forage. **Crop Science**, v. 35, 1995, p. 251-259.  
<https://doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500010046x>

WILSON, J. R. Cell wall characteristics in relation to forage digestion by ruminants. **Journal of Agricultural Science**. v. 122, 1994, p. 173-182.  
<https://doi.org/10.1017/S00221859600087347>

WILSON, J.R., BROWN, R.H., WINDHAM, W.R. Influence of leaf anatomy on the dry matter digestibility of C3, C4, and C3/C4 intermediate types of *Panicum* species. **Crop**

**Sci.**, v. 23, n.1, 1983, p.141-146.

<https://doi.org/10.2135/cropsci1983.0011183X002300010041x>

## **CAPÍTULO 4**

**Parâmetros produtivos da *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II sob diferentes estruturas de dossel**

## RESUMO

Diferentes alturas de manejo modificam a produtividade da forragem. Objetivou-se avaliar a resposta da produtividade da *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas de dossel, simulando pastejo com lotação contínua. Os tratamentos foram constituídos de quatro alturas, mantidas a 10, 20, 30 e 40 cm em um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Para determinação do acúmulo de forragem foram utilizadas duas armações metálicas retangulares, sendo que dentro desta área, a forragem permanecia em crescimento livre. Afim de se obter a estimativa da massa de forragem, a cada 28 dias no período das águas e a cada 56 dias no período da seca, foram coletados, aleatoriamente com o auxílio de tesoura, 60 perfilhos fora e 60 perfilhos dentro da armação metálica, tanto perfilhos vivos como mortos, cortados rente ao solo. A composição morfológica da forragem foi determinada nos perfilhos coletados dentro e fora das armações metálicas, que foram separados em lâmina foliar viva, colmo + bainha foliar vivos e material morto. A produção de matéria seca foi influenciada pela altura, sendo superior nas maiores alturas. Menores alturas apresentaram maior relação folha:colmo. Conclui-se que os pastos de *Urochloa* spp (syn. *Brachiaria*) Mulato II devem ser mantidos entre 10 e 30 cm de altura.

**Palavras-chave:** Produtividade. Proporção de folhas. Matéria seca.

**Productive parameters of *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II under different canopy structures**

**ABSTRACT**

Different management heights modify forage productivity. The objective of this study was to evaluate the productivity response of *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II maintained under different structures determined by maintaining different canopy heights, simulating grazing with continuous stocking. The treatments consisted of four heights, maintained at 10, 20, 30 and 40 cm in a completely randomized design with four replications. To determine forage accumulation two rectangular metal frames were used, and within this area, the forage remained in free growth. In order to estimate the forage mass, every 28 days in the water period and every 56 days in the drought period, 60 tillers outside and 60 tillers inside the metal frame were randomly collected with scissors in both live and dead tillers cut close to the ground. The morphological composition of forage was determined in tillers collected inside and outside the metallic frames, which were separated into live leaf blade, live stem + leaf sheath and dead material. Dry matter production was influenced by the height, being higher at higher heights. Smaller heights presented higher leaf: stem ratio. It was concluded that *Urochloa* spp (syn. *Brachiaria*) Mulato II pastures should be kept between 10 and 30 cm height.

**Key words:** Dry material. Productivity. Proportion of leaves.



## 1 INTRODUÇÃO

A capacidade de reconstituição de nova área foliar após condições de corte ou de pastejo é influenciada pela produtividade e a perenidade da pastagem, uma vez que esta capacidade está intrinsecamente associada às condições ambientais: temperatura, luminosidade, umidade e fertilidade do solo, bem como às características genéticas da planta forrageira, ao manejo da pastagem e à idade fisiológica da planta (SANTOS JÚNIOR et al., 2004).

A unidade primária de crescimento das gramíneas forrageiras é o perfilho, podendo uma pastagem ser considerada como uma população de perfilhos (KORTE, 1986; COLVILL; MARSHALL, 1984), sendo que estes perfilhos podem ser classificados em perfilhos basais, aéreos e reprodutivos (PEDREIRA et al., 2001)

Dessa forma, o manejo do pastejo influenciará na densidade populacional de perfilhos e conseqüentemente na produtividade. Em condições de pastos mantidos a maiores alturas, ocorre baixa luminosidade, resultando em uma menor densidade populacional de perfilhos basais, devido à queda na qualidade e quantidade de luz que chega à base do dossel (DIAS-FILHO, 2002). Por outro lado, pastos mantidos mais baixos apresentam maior quantidade de perfilhos menores (SBRISSIA; DA SILVA, 2008).

Com relação à morfologia, as folhas constituem-se em órgãos das plantas responsáveis pela fotossíntese, além de fornecerem nutrientes para os ruminantes em sistemas de pastejo (RODRIGUES, 2008). Sendo assim, a altura do pasto e a disponibilidade de massa seca interfere na relação folha/colmo, a qual apresenta relevância variada de acordo com a espécie forrageira, influenciando a apreensão de forragem pelo animal e seu comportamento durante o pastejo (SBRISSIA; DA SILVA, 2001).

Desta forma, o conhecimento dos parâmetros produtivos de novas cultivares de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) híbridas se faz necessário para alcançar as metas desejadas de manejo do pastejo. Diante deste contexto, objetivou-se a avaliar a produtividade de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II mantida sob diferentes estruturas do dossel simulando sistema de pastejo com lotação contínua.

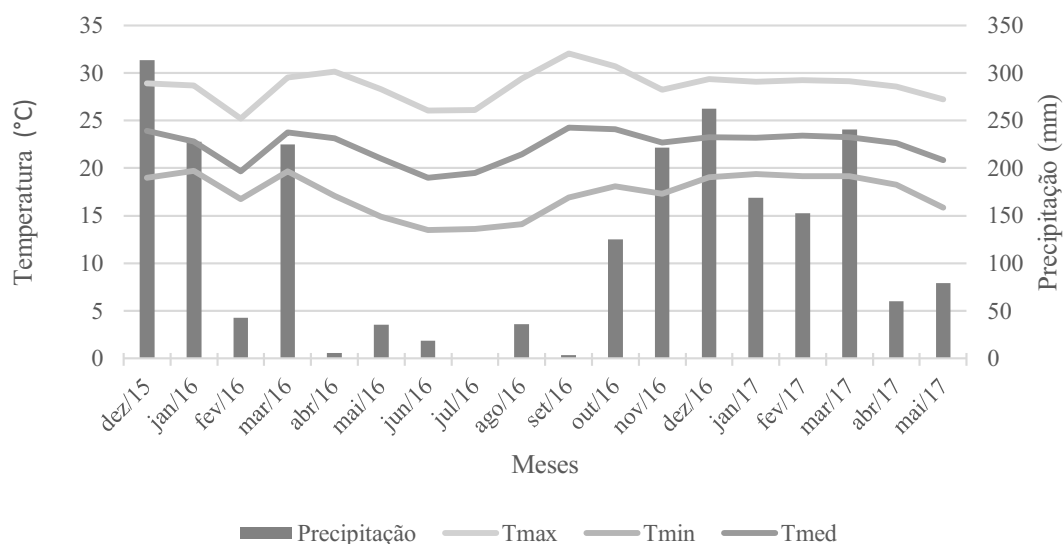
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área e delineamento experimental

O experimento foi realizado no Setor de Forragicultura da Fazenda Experimental Capim Branco (18° 55' 207' de latitude sul, 48° 16' 38'' de longitude oeste e a 863 m de altitude) da Universidade Federal de Uberlândia, no período de dezembro de 2015 a abril de 2017.

O clima, de acordo com a classificação de Köppen é classificado como "Cwa" mesotérmico úmido subtropical de inverno seco. Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos na estação meteorológica da Universidade Federal de Uberlândia (Figura 1).

**Figura 1** - Dados climáticos observados durante o período experimental (dezembro de 2015 a abril 2017).



Legenda: Tmax - temperatura máxima; Tmin - temperatura mínima; Tmed - temperatura média.  
Fonte: Estação meteorológica da UFU (2017).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho escuro distrófico, de textura argilosa (EMBRAPA, 2009). Antes da implantação do experimento foi realizada amostragem de solo para a caracterização química (Tabela 1). De acordo com a interpretação da análise do solo, não houve necessidade de calagem (CANTARUTTI et al., 1999).

**Tabela 1** - Análise de solo da área experimental na Fazenda Capim Branco, município de Uberlândia, MG.

| pH               | MO                    | P                      | K    | Ca  | Mg  | H + Al                                | SB   | T    | V  |
|------------------|-----------------------|------------------------|------|-----|-----|---------------------------------------|------|------|----|
| H <sub>2</sub> O | (g dm <sup>-3</sup> ) | (mg dm <sup>-3</sup> ) |      |     |     | (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) |      |      | %  |
| 5,3              | 3,1                   | 2,6                    | 0,27 | 2,2 | 0,8 | 1,8                                   | 3,27 | 5,07 | 64 |

Legenda: MO = matéria orgânica, SB = soma de bases; T = capacidade de troca catiônica; V = saturação por bases;

Fonte: Laboratório de solo da UFU, Uberlândia, 2015.

Realizou-se apenas adubação nitrogenada no decorrer do experimento com 100 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio, na forma de ureia, parcelados em duas aplicações no verão, sendo uma em dezembro de 2015 e outra em fevereiro de 2016.

Os tratamentos corresponderam a quatro alturas de dossel (10, 20, 30 ou 40 cm) e foram estabelecidos em parcelas experimentais de 4 x 4 m (16 m<sup>2</sup>), em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. As parcelas implantadas com *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II foram implementadas em novembro de 2013, utilizando-se 9 kg de sementes puras e viáveis por hectare. O experimento foi instalado em outubro de 2015, quando foi realizado o corte de uniformização das parcelas a 10 cm de altura. Quando atingiam a altura meta, ou seja, 20, 30 ou 40 cm, eram mantidas sob corte a esta altura. Após o rebaixamento de uniformização, as parcelas de 10 cm foram mantidas em suas alturas desejadas, utilizando tesoura de jardinagem. As avaliações foram iniciadas no período da seca para a estabilização dos stands, quando todas as parcelas estavam na altura meta.

O monitoramento foi realizado através de linhas transectas sob a parcela, na altura meta de cada tratamento. À medida que os perfilhos ultrapassassem esta altura era realizado o corte mecânico com auxílio de tesoura, simulando um pastejo com lotação contínua. As avaliações foram realizadas até o mês de abril de 2017.

## 2.2 Acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem (AF) foi estimado delimitando-se duas áreas por parcela, com auxílio de duas armações metálicas retangulares (1,0 m × 0,5 m), sendo que dentro desta área, a forragem permanecia em crescimento livre. Afim de se obter a estimativa da massa de forragem, a cada 28 dias no período das águas e a cada 56 dias no período da seca, foram coletados, aleatoriamente com o auxílio de tesoura, 60 perfilhos fora e 60

perfilhos dentro da armação metálica, tanto perfilhos vivos como mortos, cortados rente ao solo. Após a coleta dos perfilhos, cada armação foi reposicionada em outro ponto da parcela.

O AF foi calculado pelo método agrônômico da diferença (DAVIES et al., 1993) conforme a equação:  $AF = MF_f - MF_i$ , sendo:  $MF_f$  = massa de forragem final dentro da armação (do último dia de exclusão, 28º dia) e  $MF_i$  = massa de forragem inicial fora da armação metálica (1º dia).

A composição morfológica da forragem foi determinada nos perfilhos coletados dentro e fora das armações metálicas, que foram separados em lâmina foliar viva, colmo + bainha foliar vivos e material morto. As amostras foram então levadas à estufa a 65°C por 72 horas e em seguida pesadas, afim de se obter o peso individual de cada perfilho (PIP) e o peso dos componentes morfológicos. O PIP foi possível através da divisão do peso total da amostra seca pelo número de perfilhos coletados. Além da coleta, foi realizada a contagem de perfilhos, tanto mortos como vivos, dentro de armações metálicas de 0,25 m<sup>2</sup> (1,0 m × 0,25 m), em quatro pontos amostrais por parcela, com objetivo de determinar a densidade populacional de perfilhos (DPP). De posse do PIP e da DPP, por multiplicação foi gerado a massa de forragem (MF) em cada metro quadrado conforme equação:  $MF = DPP \times PIP$ .

### **2.3 Análise estatística**

Os dados foram analisados utilizando-se o programa estatístico SASm-Agri 8.2. Todos os conjuntos de dados foram testados quanto à normalidade da distribuição dos erros e homogeneidade de variâncias, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com relação à densidade populacional de perfilhos (DPP) não foi observada diferença entre as alturas de manejo do dossel para os perfilhos basais no período da seca e no período das águas. Já os perfilhos aéreos e reprodutivos foram influenciados pelas alturas de manejo (Tabela 2).

**Tabela 2** - Densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m<sup>2</sup>) de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II, mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas de dossel, simulando pastejo com lotação contínua.

| <b>Altura do dossel (cm)  </b> | <b>Basais</b> | <b>Aéreos</b> | <b>Reprodutivos</b> |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------------|
| <b>Seca</b>                    |               |               |                     |
| <b>10</b>                      | 692           | 6b            | 2b                  |
| <b>20</b>                      | 676           | 11b           | 5b                  |
| <b>30</b>                      | 646           | 10b           | 17a                 |
| <b>40</b>                      | 617           | 22a           | 25a                 |
| <b>CV (%)*</b>                 | 1,26          | 28,30         | 36,41               |
| <b>Água</b>                    |               |               |                     |
| <b>10</b>                      | 698           | 1b            | 0                   |
| <b>20</b>                      | 676           | 2b            | 0                   |
| <b>30</b>                      | 626           | 3a            | 0                   |
| <b>40</b>                      | 662           | 4a            | 0                   |
| <b>CV (%)*</b>                 | 8,77          | 46,19         | 0                   |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey.

\*Coeficiente de variação

A presença de perfilhos reprodutivos somente no período da seca deve-se à proximidade da passagem do estágio vegetativo para o reprodutivo, de acordo com a fase do desenvolvimento fenológico (CARVALHO et al., 2001).

Durante a transição do estágio vegetativo para reprodutivo dos perfilhos é comum ocorrer o alongamento de colmo, o que pode proporcionar melhor ambiente luminoso no interior do dossel, proporcionando maior quantidade e qualidade de luz incidente sobre as gemas laterais dos perfilhos reprodutivos, podendo estimular o desenvolvimento de perfilhos aéreos (Gomide, 2003), uma vez que tanto a quantidade quanto a qualidade da luz são fatores que interferem no perfilhamento da gramínea (GAUTIER et al., 1999). Sendo assim, no período da seca, os perfilhos aéreos apresentaram-se em maiores quantidades na altura de 40 cm. Já no período das águas, tanto as alturas de 30 como as 40 cm apresentaram-se em maiores quantidades.

Em relação à resposta produtiva da forragem conforme o aumento das alturas, verificou-se incremento na taxa de acúmulo de forragem (TAFO), de folhas (TAF), de colmo (TAC) e de material morto (TAMM) durante os períodos das águas e de seca. No período das águas, as diferentes alturas de manejo também afetaram o TAFO, TAF, TAC e TAMM (Tabela 3).

**Tabela 3** - Taxa de acúmulo de forragem (TAFO), taxa de acúmulo de folha (TAF), taxa de acúmulo de colmo (TAC) e taxa de acúmulo de material morto (TAMM) em kg de MS.ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II, mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas de dossel, simulando um pastejo com lotação contínua.

| Tratamentos    | TAFO   | TAF    | TAC    | TAMM   |
|----------------|--------|--------|--------|--------|
| <b>SECA</b>    |        |        |        |        |
| <b>10</b>      | 14,81c | 5,02b  | 4,91b  | 4,86c  |
| <b>20</b>      | 24,07b | 7,11ab | 7,54b  | 9,42b  |
| <b>30</b>      | 35,07a | 9,84a  | 13,08a | 12,15b |
| <b>40</b>      | 39,40a | 8,96b  | 14,77a | 15,67a |
| <b>CV (%)*</b> | 15,39  | 10,49  | 22,61  | 19,17  |
| <b>ÁGUAS</b>   |        |        |        |        |
| <b>10</b>      | 38,98b | 23,78b | 9,12b  | 6,09c  |
| <b>20</b>      | 52,20b | 25,36b | 11,79b | 15,04b |
| <b>30</b>      | 80,64a | 30,24a | 20,36a | 30,03a |
| <b>40</b>      | 80,76a | 30,79a | 20,49a | 29,47a |
| <b>CV (%)*</b> | 12,45  | 12,43  | 13,99  | 19,02  |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey.

\*Coeficiente de variação.

Esse maior incremento na biomassa de folhas, bem como na produção de colmo e material morto, nas parcelas mantidas a maior altura resultou em maior taxa de acúmulo de forragem total. Verificou-se maior percentual de folha, colmo e material morto nos pastos mantidos a 30 e 40 cm de altura no período das águas.

**Tabela 4** - Porcentagem de folhas, colmo, material morto e relação folha:colmo de *Urochloa* spp. (syn. *Brachiaria*) Mulato II, mantida sob diferentes estruturas determinadas por manutenção de diferentes alturas de dossel, simulando um pastejo com lotação contínua.

| Tratamentos    | Folhas (%) | Colmo (%) | Material morto (%) | F:C   |
|----------------|------------|-----------|--------------------|-------|
| <b>SECA</b>    |            |           |                    |       |
| <b>10</b>      | 37,15a     | 29,51     | 31,62a             | 1,26a |
| <b>20</b>      | 26,30b     | 29,51     | 42,66b             | 0,89b |
| <b>30</b>      | 25,12b     | 37,15     | 36,31ab            | 0,68c |
| <b>40</b>      | 23,99b     | 35,48     | 39,81ab            | 0,68c |
| <b>CV (%)*</b> | 4,95       | 3,73      | 3,37               | 17,24 |
| <b>ÁGUAS</b>   |            |           |                    |       |
| <b>10</b>      | 42,66a     | 23,34     | 15,50c             | 1,83a |
| <b>20</b>      | 39,81b     | 22,65     | 28,18b             | 1,76a |
| <b>30</b>      | 38,01b     | 25,03     | 37,15a             | 1,52b |
| <b>40</b>      | 31,62c     | 25,35     | 36,30a             | 1,25c |
| <b>CV (%)*</b> | 3,37       | 6,16      | 2,93               | 6,84  |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ( $p>0,05$ ) pelo teste de Tukey.

\*Coeficiente de variação.

Embora os pastos mantidos a 30 e 40 cm tenham apresentado maior taxa de acúmulo de folhas, os pastos mantidos a 10 cm de altura apresentaram maior porcentagem de folhas, consequentemente resultando em maior relação folha:colmo no período da seca, enquanto que no período das águas, os pastos mantidos a 10 e 20 cm de altura apresentaram maior relação (Tabela 4).

Em gramíneas de crescimento ereto, a relação folha:colmo é reduzida com o alongamento dos colmos. Dessa forma, na maioria dos casos, aumentos nas alturas do dossel conduzem a uma redução concomitante na relação folha:colmo por perfilho, pelo fato de que para suportar o peso das folhas, o diâmetro das estruturas de suporte (colmo) altera-se em proporção direta à força requerida para suportar o peso (SBRISSIA, 2004).

A menor relação folha:colmo nos pastos mantidos a 30 e 40 cm pode ser devido a menor frequência de desfolhação que causa alongamento do colmo em busca de luminosidade, promovido pela competição causada pela dificuldade de penetração de luz na base do dossel (SBRISSIA; DA SILVA, 2001).

Como a qualidade de folhas é superior à dos colmos, infere-se que aqueles materiais que tenham maior relação folha:colmo apresentem forragem de melhor qualidade (SANTOS et al., 2004). No manejo do pastejo, o propósito é que a maior proporção da dieta seja composta por folhas ao invés de colmos e material morto, pois a

estrutura do dossel apresenta alta correlação com o consumo animal em pastejo (MAZZANTI et al., 1994).

## **CONCLUSÃO**

Conclui-se que alturas de dossel entre 10 e 30 cm apresentam plantas com maior densidade populacional de perfilhos, maior taxa de acúmulo de forragem, maior taxa de acúmulo de folhas e melhor relação folha: colmo.



## REFERÊNCIAS

- CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C.E.; CARVALHO, M. M.; FONSECA, D. M.; ARRUDA, M. L.; VILELA, H.; OLIVEIRA, F. T. T. Pastagens. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa – 5ª Aproximação.** 1999, p. 332-341.
- CARVALHO, C. A. B., DA SILVA, S. C., SBRISSIA, A. F., PINTO, L. F. M., CARNEVALLI, R. A., FAGUNDES, J. L., PEDREIRA, C. G. S. Demografia do perfilhamento e acúmulo de matéria seca em coastcross submetido a pastejo. **Pesquisa agropecuária brasileira.** v. 36, n. 3, Brasília, 2001.
- COLVILL, K. E.; MARSHALL, C. Tiller dynamics and assimilate partitioning in *Lolium perene* with particular reference to flowering. **Annals of Applied Biology**, v. 104, 1984, p. 543-557. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1984.tb03038.x>
- DAVIES, D. A.; FUTHERGILL, M.; MORGAM, C. T. Assessment of contrasting perennial ryegrasses with and white clover, under continuous stocking in the uplands. Herbage production, quality and intake in years 4-6. **Grassland and forage Science**, v. 48, n. 3, 1993.
- DIAS-FILHO, M. B. Photosynthetic light response of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Scientia Agricola**, v. 59, 2002, p. 65-68. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162002000100009>
- EMBRAPA – **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2 ed. rev. e ampl.. Brasília, DF, 627 p, 2009.
- GAUTIER, H.; VARET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perene* L.) selected for contrasting leaf length. **Annals of Botany**, Oxford, v. 83, 1999, p. 423-429. <https://doi.org/10.1006/anbo.1998.0840>
- GOMIDE, J. A., CÂNDICO, M. J. D., ALEXANDRINO, E. As interfaces solo-planta-animal da exploração da pastagem. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS – TEMAS EM EVIDÊNCIA – SUSTENTABILIDADE, 4., **Anais...** Lavras, 2003, p. 75-116.
- KORTE, C. J. Tillering in “Grasslands Nui” perennial ryegrass swards. 2. – Seasonal pattern of tillering and age of flowering tillers with two mowing frequencies. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 29, 1986, p. 629-638. <https://doi.org/10.1080/00288233.1986.10430456>
- PEDREIRA, C. G. S.; MELLO, A. C. L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001, p. 772-807.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effects of nitrogen fertilization on the herbage production of tall fescue swards grazed continuously with sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass and Forage Science**, v. 49, 1994, p. 352-359. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1994.tb02010.x>

RODRIGUES, R. C., MOURÃO, G. B., BRENNECKE, K., LUZ, P. H. C., HERLING, V. R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, Viçosa, 2008

SANTOS, E. D. G.; PAULINO, M. F.; QUEIROZ, D. S.; VALADARES FILHO, S. C.; FONSECA, D. M.; LANA, R. P. Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf: 1: características químico-bromatológicas da forragem durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, 2004, p. 203-213, jan./fev.

SANTOS JUNIOR, J. D. G.; MONTEIRO, F. A.; LAVRES JUNIOR, J. Análise de crescimento do capim marandu submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, 2004, p. 1985-1991. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000800009>

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, 2008, p. 35-47. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000100005>

SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua**. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ, 2004.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, v. 38, 2001, p. 731-754.