



Universidade Federal do Maranhão

Programa de Pós Graduação em Ciência Animal

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, ANATÔMICAS E
VALOR NUTRITIVO DO CAPIM-ELEFANTE EM
DIFERENTES IDADES DE CORTE**

SÂMARA STAINY CARDOSO SANCHÊS

Chapadinha

2017

SÂMARA STAINY CARDOSO SANCHÊS

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, ANATÔMICAS E
VALOR NUTRITIVO DO CAPIM-ELEFANTE EM
DIFERENTES IDADES DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Rosane Cláudia Rodrigues

Chapadinha

2017

CARDOSO SANCHÊS, SÂMARA STAINY

Características agronômicas, anatômicas e valor nutritivo do capim-elefante em diferentes idades de corte / Sâmara Stainy Cardoso Sanchês.-2017

76 F.

Orientadora: Profa. Dr^a Rosane Cláudia Rodrigues

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Ciência Animal (CCAA)

Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2017

1. bainha foliar, 2. esclerênquima, 3. produção de folhas, 4. taxa de degradação

SÂMARA STAINY CARDOSO SANCHÊS

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, ANATÔMICAS E
VALOR NUTRITIVO DO CAPIM-ELEFANTE EM
DIFERENTES IDADES DE CORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Rosane Cláudia Rodrigues

Aprovada em: / /

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Rosane Cláudia Rodrigues
Orientadora- UFMA

Prof. Dra. Francirose Shigaki
Universidade Federal do Maranhão- UFMA

Prof. Dra. Ana Paula Ribeiro de Jesus
Universidade Federal do Maranhão- UFMA

*“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena
acreditar no sonho que se tem
ou que os seus planos nunca vão dar certo
ou que você nunca vai ser alguém...”*

Renato Russo

Á meus dois grandes amores (Sarah e Junior) pelo
amor incondicional, paciência e incentivo.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Á Deus que é a força que me faz caminhar segura e o grande responsável pela minha existência.

A meu querido esposo, Antonio Lima (Junior), por ser tão importante na minha vida. São seis anos ao meu lado, sempre me pondo para cima e me fazendo acreditar que posso mais que imagino. Devido a seu companheirismo, amizade, paciência, compreensão, apoio, alegria e amor, este trabalho pôde ser concretizado. Sempre acreditando em minha capacidade e me achar A MELHOR de todas, mesmo não sendo. Isso só me fortaleceu e me fez tentar, não ser A MELHOR, mas a fazer o melhor de mim.

À minha pequena Sarah, minha princesa, que, no início do curso acompanhou minha trajetória no meu ventre e nesse ultimo ano, esteve tão próxima de mim, que foi tão presente no desenvolvimento deste trabalho, pois nas horas de estresse ela era minha via de escape, seu sorriso me tranquilizava, e que, agora, me inspira a querer ser mais que fui até hoje!

Á Prof. Dra. Rosane Claudia Rodrigues, por ter sido além de orientadora, companheira nas discussões, psicóloga e uma “mãe emprestada” nos momentos de incerteza que marcaram o caminho até aqui. Aliás, são sete anos de orientação não são sete dias.

As professoras da Banca: Prof. Dra. Francirose Shigake, Prof. Dra. Ana, pela disposição e correção do trabalho.

Ao Dr. Marcônio pela grande ajuda, sua colaboração foi de suma importância para o êxito deste trabalho.

Aos professores do programa de Pós Graduação pelos ensinamentos que contribuíram para meu crescimento profissional. Aos funcionários da coordenação do programa em especial ao Thomaz Melo, pela grande ajuda neste último ano.

Minha grande amiga Erika Figueiredo pelos ensinamentos sobre anatomia vegetal, tudo que sei devo á ela, uma grande pessoa, generosa e honesta.

A Sanayra e Ivone pela grande ajuda nas análises no laboratório de bromatologia.

Minha amiga de curso Jessica Cardoso que sempre me ajudou nos momentos difíceis durante essa caminhada, sempre me colocando pra cima e sempre foi a melhor ouvinte dos meus medos e inquietações.

Ao Clésio Santos pela grande ajuda nas análises de estatística, sempre esteve á disposição. Muito obrigada!

Aos integrantes e ex-integrantes do grupo de estudo que me ajudaram durante a execução do experimento: Francivaldo, Naysson, César, Juliana, Diego, Giovanni, Jeferson, Gesiel, Rosilda, Gabriela, Bruno, Noilson, meu muito obrigada!

Ao FOPAMA que me acolheu durante tantos anos, sendo a minha família, tive muitos momentos felizes que vou levar pra vida toda.

À Universidade Federal do Maranhão e ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, pela oportunidade de realizar este curso.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos durante o curso de Mestrado.

RESUMO

Objetivou-se avaliar as características agronômicas, anatômicas e valor nutritivo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) em diferentes idades de corte. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições e cinco tratamentos (idades de corte) totalizando 25 unidades experimentais. Para a caracterização anatômica o arranjo fatorial foi 3x5, sendo três níveis de inserção (NI) da lâmina/bainha foliar no perfilho (apical, medial e basal) e cinco idades de corte (30, 45, 60, 75 e 90 dias). A degradação da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB) foi estimada pela técnica *in situ*, utilizando-se um ovino da raça santa Inês. Os tempos de incubações no ambiente ruminal foram 6, 12, 24, 72 e 96 horas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 5x5 (cinco tempos de incubação e cinco tratamentos). Houve efeito ($P<0,05$) das idades de cortes para a produção total de forragem (PTF), produção de folhas (PF), produção de colmo (PC), material morto (MM), perfilhos vivos (PV), perfilhos mortos (PM) e altura (H). Em relação à composição química houve efeito significativo ($P<0,05$), com o aumento na idade de corte para os teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e cinzas nas duas frações avaliadas (folha e colmo), o teor de proteína bruta (PB) apresentou decréscimo significativo de acordo com o aumento na idade de corte com 39,83% (folha) e 26,97% (colmo) dos 30 aos 90 dias de idade. Houve apenas interação significativa ($P<0,05$) na proporção de tecido anatômicos da lâmina foliar, para a área do xilema (XIL), em que observou-se nas menores idades de corte (30 e 45 dias) no NI apical e medial as maiores porcentagens dessa estrutura 9,21 e 10,10%, respectivamente. Para a área do esclerênquima (ESC), da bainha foliar, observou-se interação significativa. A área ocupada pelo ESC aumentou de acordo com o avanço na maturidade. Os parâmetros de degradação da MS nas duas frações avaliadas diminuíram significativamente com o aumento na maturidade da planta. A degradabilidade efetiva da PB nas frações folha e colmo diminuíram significativamente com o aumento na taxa de passagem (2, 5 e 8%/h). A maior taxa de degradação (c) da PB para fração folha foi obtida aos 60 dias de idade (9,47%/h), já para o colmo aos 45 dias de idade (6,81%/h). As características agronômicas, anatômicas e o valor nutritivo do capim-elefante são influenciados com o aumento na maturidade da planta. A utilização do capim aos 60 dias de idade de corte implica em um ponto ótimo de produção e qualidade.

Palavra-chave: bainha foliar, esclerênquima, produção de folhas, taxa de degradação

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the agronomic, anatomical and nutritional value of elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum) at different cutting ages. A completely randomized design was used, with five replications and five treatments (cut ages) totaling 25 experimental units. For the anatomical characterization the 3x5 factorial arrangement, with three levels of insertion (LI) of the leaf and leaf sheath in the tiller (apical, medial and basal) and five cut ages (30, 45, 60, 75 and 90 days). Degradation of dry matter (DM) and crude protein (CP) was estimated by in situ technique using a Santa Inês sheep. Incubation times in the ruminal environment were 6, 12, 24, 72 and 96 hours. The experimental design was completely randomized, with a 5x5 factorial arrangement (five incubation times and five treatments). There was a significant ($p < 0.05$) from the ages of cuts for total forage production (TFP), leaf production (LP), stem production (SP), dead material (DM), living tillers (LT), dead tillers (DT) and height (H). In relation to the bromatological composition, there was a significant effect ($p < 0.05$), with the increase in the age of cut for dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and ash in the two evaluated fractions (leaf and stem), the crude protein (CP) content showed a significant decrease according to the increase in the cutting age with 39.83% (leaf) and 26.97% (stem) From 30 to 90 days of age. There was only significant interaction ($p < 0.05$) in the proportion of anatomical tissue of the leaf blade, for the xylem area (XIL), where it was observed in the lower cut ages (30 and 45 days) in the apical and medial NI. The highest percentage of this structure 9.21 and 10.10%, respectively. For the sclerenchyma (SCL) area of the leaf sheath, a significant interaction was observed. The area occupied by the SCL increased with the increase in maturity. The degradation parameters of DM in the two evaluated fractions decreased significantly with the increase in plant maturity. The effective degradability of CP in the leaf and stem fractions decreased significantly with the increase in the rate of passage (2, 5 and 8% / h). The highest rate of degradation (c) of CP for leaf fraction was obtained at 60 days of age (9.47% / h), already at 45 days of age (6.81%/h). The agronomic, anatomical and nutritional characteristics of elephant grass are influenced by the increase in plant maturity. The use of grass at 60 days of age implies an optimum point of production and quality.

Key words: leaf sheath, sclerenchyma, leaf production, rate of degradation

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

CEL	Celulose
FDN	Fibra em detergente neutro
FDA	Fibra em detergente ácido
HEM	Hemicelulose
LIG	Lignina
MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca
NNP	Nitrogênio não proteico
NIDN	Nitrogênio insolúvel em detergente neutro
PB	Proteína bruta
IL	Interceptação luminosa
IAF	índice de área Foliar
PTF	Produção total de forragem
PF	Produção de folhas
PC	Produção de colmo
MM	Material morto
F/C	Relação folha/colmo
PV	Perfilhos vivos
PM	Perfilhos mortos
H	Altura
NI	Nível de inserção
BPFV	Bainha parenquimática do feixe vascular
ESC	Esclerênquima
FLO	Floema
PAR	Parênquima
XIL	Xilema
CV	Coeficiente de variação
TP	Tecido parenquimático
TVL	Tecido vascular lignificado
TVNL	Tecido vascular não lignificado
<i>a</i>	Fração solúvel
<i>b</i>	Fração insolúvel potencialmente degradável
<i>c</i>	Taxa de degradação da fração <i>b</i>
A	degradabilidade potencial
DE	degradabilidade efetiva

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 2.....	26
Tabela 1. Produção total de forragem (PTF), produção de folhas (PF), produção de colmo (PC), material morto (MM), relação folha/colmo (R F/C), perfilhos vivos (PV), perfilhos mortos (PM) e altura (H) do capim-elefante em diferentes idades de corte.....	32
Tabela 2. Teores médios de MS (matéria seca), PB (proteína bruta), FDN (fibra em detergente neutro) e FDA (fibra em detergente ácido) das frações folha e colmo do capim-elefante em diferentes idades de corte.....	35
Tabela 3. Teores médios de LIG (lignina), CEL (celulose), HEM (hemicelulose) e Cinza das frações folha e colmo do capim-elefante em diferentes idades de corte.....	38
CAPITULO 3.....	44
Tabela 1. Valores médios da área foliar (cm ²) do capim-elefante em três níveis de inserção (NI) de acordo com a idade de corte.....	48
Tabela 2. Valores médios do número de feixes vasculares, espessura da epiderme adaxial (mm) e abaxial (mm) da lâmina foliar do capim-elefante em três níveis de inserção (NI) de acordo com a idade de corte.....	49
Tabela 3. Valores médios do número de feixes, espessura da epiderme adaxial (mm) e abaxial (mm) da bainha foliar do capim-elefante em três níveis de inserção (NI) de acordo com a idade de corte.....	51
Tabela 4. Efeito da idade de corte e nível de inserção (NI) nas áreas (%) das estruturas da lâmina foliar do capim-elefante de acordo com a idade de corte.....	53
Tabela 5. Efeito da idade de corte e nível de inserção (NI) da área (mm ²) das estruturas da bainha foliar do capim-elefante de acordo com a idade de corte.....	55
CAPITULO 4.....	60
Tabela 1. Composição química das frações folha e colmo do capim-elefante em diferentes idades de corte.....	63
Tabela 2. Proporção (%) ocupada na lâmina foliar pelo tecido parenquimático (TP), tecido vascular lignificado (TVL) e tecido vascular não lignificado (TVNL) em três níveis de inserção da planta (apical, medial e basal), de acordo com a idade de corte do capim-elefante.....	66
Tabela 3. Parâmetros da degradação ruminal (a, b e c), degradabilidade potencial (A) e degradação efetiva (DE) da matéria seca (MS) nas taxas de passagem 2, 5 e 8%/hora das frações folha e colmo do capim-elefante em diferentes idades de corte.....	68
Tabela 4. Parâmetros da degradação ruminal (a, b e c), degradabilidade potencial (A) e degradação efetiva (DE) da proteína bruta (PB) nas taxas de passagem 2, 5 e 8%/hora das frações folha e colmo do capim-elefante em diferentes idades de corte.....	71

LISTA DE FÍGURAS

CAPITULO 1.....	14
Figura 1. Seção transversal da lâmina foliar do capim-elefante aos 45 dias de idade no nível de inserção apical (objetiva 10x): Parênquima (PA), Bainha parenquimática do feixe vascular (BPFV); Epiderme adaxial (EpAd), epiderme abaxial (EpAb), Floema (FLO), Xilema (XIL), Esclerênquima (ESC).....	17
Figura 2. Feixe vascular do capim-elefante aos 45 dias de idade no nível de inserção apical (objetiva 40x): Floema (FLO), Xilema (XIL), Esclerênquima (ESC).....	18
CAPITULO 2.....	26
Figura 3. Precipitação pluviométrica do período experimental, de Janeiro a Dezembro de 2015 (INMET, 2016).....	28
Figura 4. Relação entre interceptação luminosa (%IL) e idade de corte do capim-elefante.....	31
Figura 5. Relação entre Índice de área foliar (IAF) e idade de corte do capim-elefante.....	32
CAPITULO 3.....	44
Figura 6. Precipitação pluviométrica do período experimental, de Janeiro a Dezembro de 2015 (INMET, 2016).....	46
CAPITULO 4.....	60
Figura 7. Precipitação pluviométrica do período experimental, de janeiro a dezembro de 2015 (INMET, 2016).....	62

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	14
1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1. Capim elefante: Origem e Classificação Botânica.....	15
2.2. Variação da Composição química em função da idade de corte.....	16
2.3. Tecidos anatômicos	17
2.4. Influência dos tecidos anatômicos com o aumento na idade da planta.....	19
2.5. Degradabilidade <i>in situ</i>	20
OBJETIVOS.....	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
CAPÍTULO 2 (Normas: Revista Brasileira de Zootecnia).....	26
Interceptação luminosa, características produtivas e químicas do capim-elefante em diferentes idades de corte.....	26
Resumo	26
Abstract.....	26
Introdução.....	27
Material e Métodos.....	28
Resultados e Discussão.....	30
Conclusão.....	39
Referências	39
CAPÍTULO 3 (Normas: Revista Semina).....	44
Caracterização anatômica do capim-elefante em diferentes idades de cortes e níveis de inserção no perfilho.....	44
Resumo	44
Abstract.....	44
Introdução.....	45
Material e Métodos.....	46
Resultados e Discussão.....	48
Conclusão.....	56
Referências.....	56
CAPÍTULO 4 (Normas: Revista Semina).....	60
Características anatômicas e cinética ruminal do capim-elefante em diferentes idades de corte.....	60
Resumo.....	60
Abstract.....	60
Introdução.....	61
Material e Métodos.....	62
Resultados e Discussão.....	65
Conclusão.....	73
Referências.....	73

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

As gramíneas constituem a base alimentar dos ruminantes, sendo a forma mais econômica e rica em nutrientes que supri a necessidade animal, isso quando bem manejada. Atualmente a diversificação de gêneros e cultivares de gramíneas acarreta em uma maior oferta de alimentos, cujas características tornam-se a cada dia mais viável ao produtor, uma vez que os estudos em melhoramento genético visam além do aumento na produção e valor nutritivo dessas gramíneas, a sua adaptação às diferentes condições edafoclimáticas, além da sua aceitabilidade pelo animal, uma vez, que sempre há busca pela máxima produção animal.

A escolha da gramínea a ser implantada no sistema de produção deve ser pautada nas condições de clima e solo da região, porém sem deixar de lado questões como a produtividade e o valor nutricional. Dentre as diversas espécies utilizadas na alimentação animal, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) tem papel de destaque, pois é reconhecidamente uma forrageira com alto potencial de produção de matéria seca e alto valor nutritivo (LIMA et al., 2010).

No entanto, os aspectos nutricionais das plantas forrageiras são afetados por diversos fatores, tais como: idade, altura de corte ou pastejo, características morfológicas, anatômicas, fatores climáticos e pela adubação (REGO et al., 2003).

Nesse sentido, com o crescimento das plantas forrageiras ocorre naturalmente a maturação, a concentração dos componentes potencialmente digestíveis tais como os carboidratos solúveis, as proteínas e minerais, que em geral sofrem substancial redução, e paralelamente, ocorre um aumento significativo dos constituintes fibrosos, o que resulta em declínio na degradabilidade, digestibilidade e no consumo do pasto (VALENTE et al., 2010). Essas características citadas podem ser correlacionadas com os aspectos anatômicos da planta, mais especificamente com o tipo de arranjo de suas células e a proporção de tecidos, de acordo com o estágio fisiológico. Dessa forma, ressalta-se a gama de fatores que se interligam e influenciam na utilização correta da forrageira, maximizando o sistema de produção.

Com isso, objetivou-se com o presente trabalho avaliar Características agronômicas, anatômicas e valor nutritivo do capim-elefante em diferentes idades de corte.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Capim elefante: Origem e classificação botânica

O capim-elefante pertence à classe *Monocotyledonae*, à família *Gramineae*, à subfamília *Panicoideae*, à tribo *Paniceae*, sendo uma das espécies (*Pennisetum purpureum*, Shumack) da secção *Pennisetum* do gênero *Pennisetum* L. Rich (TCACENCO; BOTREL, 1997).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma gramínea originária da África e uma das mais importantes forrageiras usadas em regiões tropicais; pode ser utilizada para corte ou pastejo, sendo cultivada em quase todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, devido ao seu elevado potencial de produção de massa seca, valor nutritivo, aceitabilidade, vigor, persistência (PEREIRA et al., 2010).

Trata-se de uma gramínea tropical perene cujas características morfológicas apresentam amplas variações fenotípicas entre os cultivares. De maneira geral, esta gramínea apresenta crescimento cespitoso, colmos eretos, cilíndricos, glabros e cheios; variando de 3,5 a 6,0 metros de altura, com entrenós de 15 a 20 cm e diâmetro de até 2,5 cm; raízes grossas e rizomatosas. As folhas atingem até 1,25 m de comprimento por 4,0 cm de largura; nervura central larga e de cor mais clara; disposição alternada, bainha lanosa, fina, estriada; lígula curta e ciliada. As inflorescências, embora apresentem aparência de espigas, são classificadas como panículas espiciformes (PEREIRA et al., 2010).

Exigente em relação à fertilidade do solo, o capim-elefante suporta bem a seca e queimadas, porém, não apresenta resistência ou tolerância à geadas. Desenvolve-se melhor em solos com grande capacidade de retenção de umidade, com textura variável. Não produz bem em locais expostos à inundação ou à grandes períodos de encharcamento (FARIA, 1993). Em relação às condições climáticas, este capim desenvolve-se bem em faixas de temperaturas que variam de 18 a 30°C, com precipitações pluviométricas entre 800 e 4.000mm, e altitudes desde ao nível do mar até 2.200m (JACQUES, 1997).

O capim elefante tem a capacidade de fácil adaptação aos diversos ecossistemas e uma grande vantagem que é a aceitação pelos animais. Esta gramínea apresenta a possibilidade de ser utilizada de diferentes formas, entre as quais estão o pastejo, uso como capineira e forragem conservada (silagem ou feno). A capineira constitui a forma

mais comum de utilização, apresentando como vantagem o maior aproveitamento da forragem disponível (PEREIRA et al., 2010).

O capim-elefante é a forrageira tropical mais utilizada no sistema de forrageiras para corte, pois apresenta o maior potencial de produção de biomassa por área (RODRIGUES et al., 2000), com produtividade alcançando de 80 a 90 t de matéria seca /ha/ano (FARIA, 1994).

Avaliando a produção de matéria seca dos cultivares de capim-elefante Napier e Cameroon, além de dez novos genótipos obtidos pelo programa de melhoramento genético de forrageiras da Embrapa Gado de Leite, Lima et al., (2007) encontraram valores entre 7,30 e 14,50 t MS/ha para o capim colhido aos 56 dias de crescimento. Quando colhidos nesta mesma idade de corte, os capins *Brachiaria decumbens* (LOBATO, 2010) e *Andropogon gayanus* (RIBEIRO JUNIOR, 2009) produziram 3,70 e 1,77 t MS/ha, respectivamente.

2.2. Variação da composição química em função da idade de corte

O valor nutritivo das plantas forrageiras é influenciado por diversos fatores, tais como: idade, altura de corte ou pastejo, características morfológicas, anatômicas, fatores climáticos e pela adubação (REGO et al., 2003).

Dias et al. (2008) observaram que plantas jovens e imaturas normalmente possuem alta digestibilidade dos componentes nutritivos, e o consumo de forragem é alto caso haja quantidade disponível para o animal selecionar. Já à medida que a planta amadurece, o valor nutritivo decresce, devido à diluição dos nutrientes e ao aumento dos componentes fibrosos (VALENTE et al., 2010).

O valor nutritivo das forrageiras refere-se à composição química da forragem e a sua digestibilidade (VAN SOEST, 1994). As maiores mudanças que ocorrem no valor nutritivo das forrageiras são decorrentes de sua maturação. À medida que a planta avança em seu estágio de desenvolvimento, observa-se que a quantidade e a qualidade da forragem sofrem alterações gradativas (CHAVES, 2011).

Segundo Reis et al., (2005) de acordo com o avanço do estágio fenológico, aumenta-se a percentagem de celulose, hemicelulose e lignina, reduzindo dessa forma a quantidade de nutrientes potencialmente digestíveis (carboidratos solúveis, proteínas, minerais e vitaminas) e conseqüentemente menor é a digestibilidade.

Frequentemente menciona-se na literatura o baixo valor nutritivo das plantas forrageiras de clima tropical que, muitas vezes, é associado ao reduzido teor de proteína

e de minerais, e ao alto teor de fibras, que ocorre geralmente em forrageiras em avançado estágio de maturidade ou que não foram manejadas adequadamente, sendo as frações fibrosas e proteicas as mais comumente analisadas (BUENO, 2003).

2.3. Tecidos anatômicos

A epiderme é formada por uma camada compacta de células que reveste o corpo das plantas. Sua parede celular apresenta espessura variável de acordo com a maturidade e a fração da planta (QUEIROZ, 1997). A epiderme na face adaxial é aquela que cobre a parte superior da lâmina foliar contendo as células buliformes que são responsáveis por regular o turgimento da folha. Na epiderme da face abaxial, estão os cloroplastos. Ambas são passíveis de espessamento da parede celular com o aumento da quantidade de lignina, sílica, cera e cutina (BASSO; BARBERO, 2015).

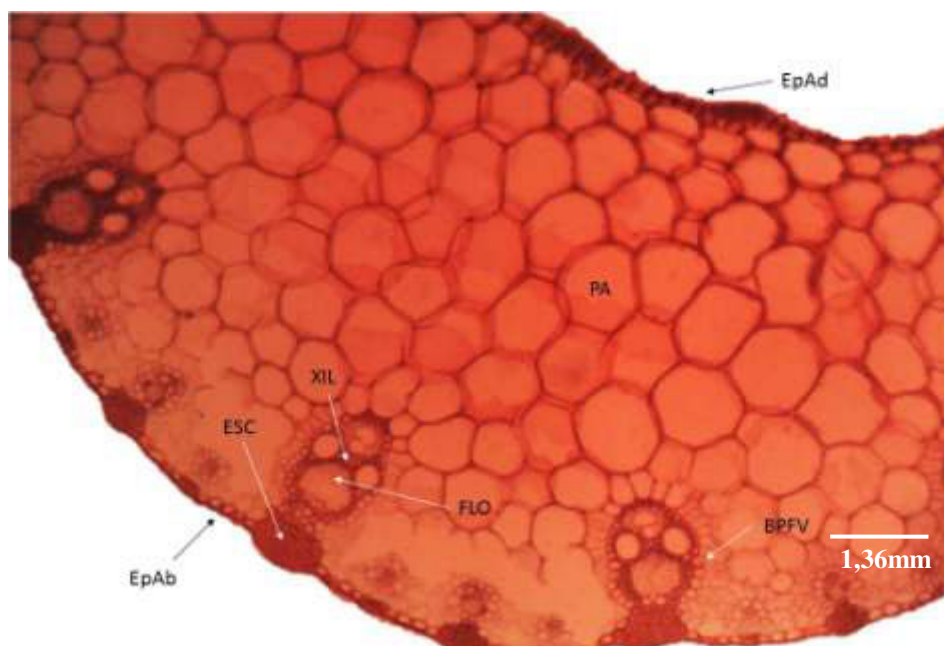


Figura 1. Seção transversal da lâmina foliar do capim-elefante aos 45 dias de idade no nível de inserção apical (objetiva 10x): Parênquima (PA), Bainha parenquimática do feixe vascular (BPFV); Epiderme adaxial (EpAd), epiderme abaxial (EpAb), Floema (FLO), Xilema (XIL), Esclerênquima (ESC).

O parênquima faz parte do sistema fundamental (ou sistema de preenchimento), e inclui tecidos simples que de certa maneira compõem a matriz fundamental da planta, mas que, ao mesmo tempo, demonstram vários graus de especialização (FRANKLIN, 2013).

O parênquima é um tecido considerado primitivo, precursor de outros tecidos, sendo constituído por células vivas e é considerado potencialmente meristemático, e

está distribuído em quase todos os órgãos da planta. De maneira geral pode-se distinguir três tipos básicos de parênquima: o de preenchimento ou fundamental, o clorofiliano e o de reserva (GLÓRIA; GUERREIRO, 2006).

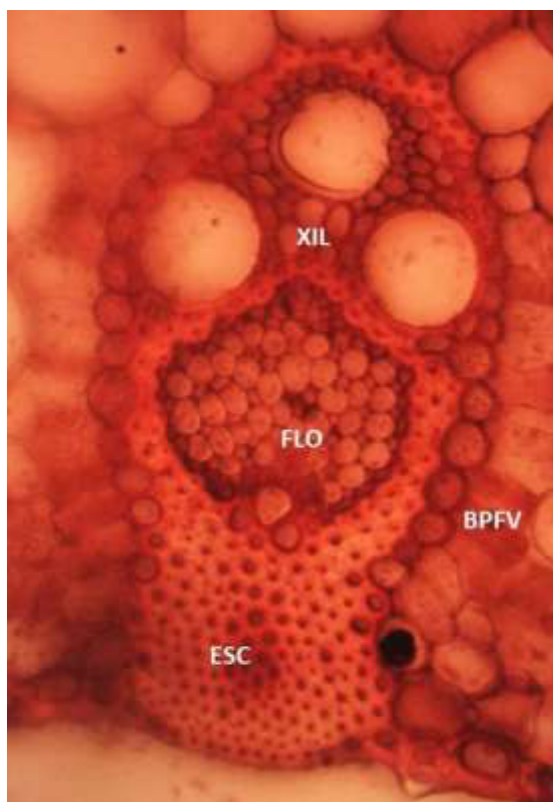


Figura 2. Feixe vascular do capim-elefante aos 45 dias de idade no nível de inserção apical (objetiva 40x): Floema (FLO), Xilema (XIL), Esclerênquima (ESC).

A bainha parenquimática dos feixes constitui um grupo de células especializadas, ricas em cloroplastos, e estão envolvidas no processo assimilatório, circunda os feixes vasculares nas espécies C4 (anatomia Kranz). Uma bainha de células também circunda os feixes vasculares nas espécies C3, entretanto, esta é pouco desenvolvida, desprovida de cloroplastos e facilmente digerida pelos microrganismos do rúmen (WILSON, 1993).

O tecido vascular compreende as células do floema, xilema e fibras associadas. As células do floema, as quais apresentam parede celular delgada são ricas em conteúdo celular e rapidamente digeridas pelos microrganismos do rúmen (WILSON, 1993). As células do xilema e das fibras apresentam parede celular espessada, sendo destituídas de conteúdo celular. No colmo normalmente há um anel de células esclerenquimáticas

circundando o feixe vascular, caracterizado também como tecido vascular (QUEIROZ, 1997).

O esclerênquima é formado por células que desenvolvem uma grossa parede celular, e que se tornam progressivamente lignificadas. Em gramíneas, a parede secundária varia de 2 a 5 μm de espessura (WILSON, 1993). Em folhas de gramíneas, o esclerênquima ocorre acima e abaixo dos feixes vasculares, enquanto no colmo ele forma uma capa de células envolvendo cada feixe vascular e, com a maturidade, um anel subepidérmico circundando todos os feixes (BASSO; BARBERO, 2015).

2.4. Influência dos tecidos anatômicos com o aumento na idade da planta

A avaliação do tipo e magnitude das mudanças morfológicas, fisiológicas e anatômicas que acontecem nas plantas, pode contribuir para a seleção de espécies forrageiras mais adaptadas, visando melhores formas de técnicas de manejo compatíveis para obtenção de forragem de qualidade e manutenção da sustentabilidade do sistema produtivo (GOBBI, 2011).

Os aspectos anatômicos das folhas influenciam não só na produção da forragem, como também no seu valor nutritivo e consequentemente no desempenho animal. Os tecidos vegetais apresentam potenciais de digestão diferenciados, decorrente da associação entre a quantidade de tecidos, e suas medidas em seções transversais nas diferentes partes da planta (folha, colmos e bainha), que estão associados à qualidade das forrageiras (QUEIROZ et al., 2000).

A associação entre a proporção de tecidos, medido por seções transversais de folhas das lâminas de gramíneas, tem sido estudada desde 1972 (WILKINS, 1972). Akin e Amos (1975) demonstraram que a célula do mesófilo e do floema, com a espessura de parede celular, são rapidamente digeridos, enquanto que células da epiderme mais espessas são digeridas lentamente ou em parte. O esclerênquima e o xilema, que apresentam parede celular espessa e lignificada, são indigestíveis (AKIN, 1989). Estes são os principais componentes morfológicos das gramíneas C4 associadas ao desempenho animal.

Com o envelhecimento vegetal, ocorre espessamento e lignificação das paredes celulares, principalmente nas regiões dos feixes vasculares, reduzindo assim as áreas de digestão dos tecidos (HANNA et al., 1973). Os tecidos vegetais apresentam potencial de digestão diferenciados, que decorre da proporção de tecidos, influenciando no valor nutritivo de gramíneas forrageiras (BRITO et al., 1999).

As características anatômicas das espécies C4 apresentam elevado teor de lignina de acordo com a maturidade da planta. Isso reforça a importância de práticas de manejo que retardem o florescimento, disponibilizando dessa forma para o animal uma forragem provida de mais folhas e, portanto, mais nutritiva (SCHEFFER-BASSO 2002).

Neste sentido, Paciullo (2002) relata que a digestão baixa de alguns tecidos pelos animais, como a bainha parenquimática e a epiderme, deve-se principalmente ao arranjo das células e do espessamento da parede celular que, apresentam-se lignificadas, e além disso, com o aumento da idade da planta ocorre elevada concentração de fibra, em relação ao conteúdo celular (WILSON, 1997).

2.5.Degradabilidade *in situ*

Dentre os métodos e técnicas existentes, considera-se que os ensaios *in vivo* envolvendo o consumo, a digestibilidade aparente e a produção animal representam a estratégia mais adequada para a determinação do valor nutricional de alimentos. Contudo, a técnica *in situ* possui a vantagem de ser menos trabalhosa e menos onerosa, além de utilizar um menor volume de amostra e ser capaz de descrever a degradabilidade ruminal do alimento. Esta metodologia baseia-se no uso de animais fistulados no rúmen e nas medidas de desaparecimento de frações das amostras acondicionadas em bolsas mantidas em incubação ruminal por períodos pré-estabelecidos (TEIXERA, 2013).

A qualidade de uma forragem pode, segundo ORSKOV (1986), ser expressa pela extensão da digestão potencial (determinada pela quantidade de material indigestível, que ocupa espaço no rúmen); pela taxa de fermentação (influencia o tempo em que a fração digestível ocupa espaço no rúmen); e pela taxa de redução do tamanho da partícula. Essas duas primeiras características podem ser estimadas por meio da técnica do saco de náilon. A técnica do saco de náilon ou da degradabilidade *in situ* permite o contato íntimo do alimento com o ambiente ruminal, sendo a melhor forma de simulação deste meio, embora o alimento não esteja sujeito a todos os eventos digestivos, como a mastigação, a ruminação e a passagem (VAN SOEST, 1994).

Gonçalves et al., (2012) recomendam uma padronização dos procedimentos experimentais da técnica *in situ* visando o alcance de resultados mais realísticos, como a porosidade do saco, tempo de incubação, dieta, animal, moagem e preparo da amostra, etc.

Diante do exposto, observa-se a necessidade de correlacionar as diferentes características agronômicas e anatômicas do capim-elefante, uma vez que, estas influenciam em seu valor nutritivo e consequentemente no desempenho animal.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Avaliar as características agronômicas, anatômicas e valor nutritivo do capim-elefante em diferentes idades de corte

Objetivos Específicos

Determinar a produção do capim-elefante em diferentes idades de corte, o Índice de área foliar, interceptação luminosa, os teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, celulose, lignina, matéria mineral, proporção de tecidos anatômicos e a degradabilidade “*in situ*” da matéria seca e proteína bruta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AKIN, D.E., AMOS, H.E. Rumen bacterial degradation of forage cell walls investigated by electron microscopy. *Applied Microbiology*, v.29, n.5, p.692-701, 1975.

BASSO, K. C.; BARBERO, L. M. Anatomia foliar de forrageiras e sua relação com o valor nutritivo. *Review. Vet. Not.*, Uberlândia, v.21, n. 1, p.1-10, jan./jun. 2015.

BRITO, C.J.F.A., R.A. RODELLA, F.C. DESCHAMPS, and Y. Alquini. 1999. Anatomia quantitativa e degradação *in vitro* de tecidos em cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach). *Rev. Bras. Zootec.*, 28: 223-229.

BUENO, A.A.O. Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem de pastos de capim-mombaça submetidos a regime de lotação intermitente. 2003. 135p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2003.

CHAVES, C. S. Produtividade de massa seca, morfologia e valor nutritivo de genótipos de capim-elefante sob estratégias de lotação intermitente. Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina - MG 2011.

DIAS, F.J.; JOBIM, C.C.; BRANCO, A.F.; OLIVEIRA, C.A.L. Efeito de fontes de fósforo sobre a digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca, da matéria orgânica e nutrientes digestíveis totais do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça). Ciências Agrárias, Londrina, v. 29, n. 1, p. 211-220, 2008.

FARIA, V.P. Formas de uso do capim-elefante. In: PASSOS, L.P.; CARVALHO, L.A.; MARTINS, C.E. II Simpósio sobre capim-elefante. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p.139-148.

FARIA, V.P. de Evolução no uso do Capim-elefante; uma visão histórica. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 10, 1993, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ. p.19-45, 1993.

FRANKLIN, E. R. Anatomia das plantas de Esau: meristemas, células e tecidos do corpo da planta: sua estrutura, função e desenvolvimento / Ray F. Evert: coordenação e tradução de Carmen Regina Marcati. – São Paulo: Blucher, 2013. Tradução da 3ª edição Americana Bibliografia. ISBN 978-85-212-0712-2.

GONÇALVES, L. C.; TOMICH, T. R.; JAYME, D. G.; *et al.* Avanços e desafios tecnológicos na avaliação de forrageiras tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, 2012, Brasília. Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2012].

GLÓRIA, B. A.; GUERREIRO, S. M. C. Anatomia Vegetal. 2 a . ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006. 438p.

HANNA, W.W.; MONSON, W.G.; BURTON, G.W. Histological examination of fresh forage leaves after *in vitro* digestion. Crop Science, v.13, p.98-102, 1973.

JACQUES, A.V.A. Caracteres morfofisiológicos e suas implicações no manejo. In: CARVALHO, M.M. *et al.* (Eds.) Capim-elefante: produção e utilização. 2. ed. ver. Brasília: EMBRAPA – CNPGL, p.31-46,1997.

LIMA, E.S.; SILVA, J.F.C.; VÁSQUEZ, H.M.; ANDRADE, E.N. et al. Características agronômicas e nutritivas das principais cultivares de capim-elefante do Brasil. *Veterinária e Zootecnia*, 2010; v. 17, n. 3; p. 324-334.

LIMA, E.S.; SILVA, J. F. C.; VASQUEZ, H. M.; *et al.* Produção de matéria seca e proteína bruta e relação folha/colmo de genótipos de capim-elefante aos 56 dias de rebrota. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v.36, n.5, p.1518-1523, 2007.

LOBATO, F.C.L. Avaliação agronômica, perfil de fermentação e qualidade da silagem da *Brachiaria decumbens*. 2010. 53f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ORSKOV, E.R. Evaluation of fibrous diets for ruminants. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON FEEDING EVALUATION MODERN ASPECTS PROBLEMS-FUTURE TRENDS, 1., 1985, Aberdeen. Proceedings... S1., Rowett. Research Institute, 1986. p. 38-41.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; SILVA, E.A.M. da; QUEIROZ, D.S.; GOMIDE, C.A.M. Degradação *in vitro* de tecidos da lâmina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do estágio de desenvolvimento. *Revista Brasileira Zootecnia*, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 900-907, 2002.

PEREIRA, A.V.; AUAD, A.M.; LÉDO, F.J.S.; BARBOSA, S. *Pennisetum Purpureum*. In: FONSECA, D.M. & MARTUSCELLO, J.A. (Ed), Plantas Forrageiras. Viçosa: UFV, 2010, cap. 6, p. 197-219.

QUEIROZ, D.S. Características anatômicas, químicas e digestibilidade *in vitro* de três gramíneas forrageiras. Universidade Federal de Viçosa (Tese), 1997.

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 Zootecnia*, v.29, n.1, p.53-60, 2000.

REGO, F.C.A.; CECATO, U.; DAMSCENO, J.C.; RIBAS, N.P.; SANTOS, G.T.; MOREIRA, F.B.; RODRIGUES, A.M. Valor nutritivo do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia-1) manejado em alturas de pastejo. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v. 25, n. 2, p. 363-370, 2003.

REIS, R. A.; MELO G. M. P.; BERTIPAGLIA L. M. A.; OLIVEIRA, A. P. Otimização da utilização da forragem disponível através da suplementação estratégica. In: REIS R. A.; SIQUEIRA, G. R.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; OLIVEIRA, A. P.; et al. Volumosos na produção de ruminantes. Jaboticabal: Funep. p.187-238, 2005.

RIBEIRO JÚNIOR, G.O., Características agronômicas e qualidade das silagens do capim *Andropogon gayanus* em quatro idades de corte e perfil de fermentação da silagem aos 56 dias de crescimento. 2009. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RODRIGUES, L.R.A.; MONTEIRO, F.A.; RODRIGUES, T.J.D. Capim-elefante. In: Simpósio sobre manejo de pastagem 17., 2000, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2000. p.135-156.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; RODRIGUES, G. L.; MARTA VANISE BORDIGNON, M. B. Caracterização Morfofisiológica e Anatômica de *Paspalum urvillei* (Steudel). R. Bras. Zootec., v.31, n.4, p.1674-1679, 2002.

TEIXERA, A. M. Valor nutricional do capim-elefante verde em diferentes idades de corte. Tese apresentada ao departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais -UFMG. Belo Horizonte-2013.

TCACENCO, F.A.; BOTREL, M. A. Identificação e avaliação de acessos e cultivares de capim – elefante. In: CARVALHO, M.M. *et al.* (Eds.) Capim – elefante: produção e utilização. 2.ed.rev. Brasília: EMBRAPA – CNPGL, p.1-30, 1997.

VALENTE, B.S.M.; CÂNDIDO, M.J.D.; JUNIOR, J.A.A.C.; PEREIRA, E.S.; BOMFIM, M.A.D.; FEITOSA, J.V. Composição químico-química, digestibilidade e degradação *in situ* da dieta de ovinos em capim-tanzânia sob três frequências de desfolhação. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 113-120, 2010.

VAN SOEST, P.J. The nutritional ecology of the ruminants. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

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

WILSON, J.R. Organization of forage plant tissues. In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D.; RALPH, J. (Eds). Forage cell wall structure and digestibility. Madison: ASA-CSSA-SSSA, 1993, p. 1-27.

WILSON, J. R. Structural and anatomical traits of forages influencing their nutritive value for ruminants. In: Simpósio Internacional sobre Produção Animal em Pastejo, 1997, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 1997, p. 411-429.

CAPÍTULO 2

Interceptação luminosa, características produtivas e químicas do capim-elefante em diferentes idades de corte

Resumo: Objetivou-se neste trabalho avaliar a interceptação luminosa (%IL), índice de área foliar (IAF), as características produtivas e químicas do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) em diferentes idades de corte. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições e cinco tratamentos (30, 45, 60, 75 e 90 dias). Para a avaliação da composição química foi adotado o arranjo fatorial 2x5 (duas frações: folha e colmo e cinco idades de corte). O padrão de variação da interceptação luminosa (IL) e índice de área foliar (IAF) em função das idades de corte foi de ordem crescente. Os maiores valores de IL e IAF ocorreram aos 75 e 90 dias de corte com 98,46 e 98,72% (%IL); 7,08 e 8,10 (IAF), respectivamente. Houve efeito das idades de cortes para a produção total de forragem (PTF), produção de folhas (PF), produção de colmo (PC), material morto (MM), perfilhos vivos (PV), perfilhos mortos (PM) e altura (H). Apenas a relação folha/colmo não foi influenciada ($P>0,05$) pelos fatores estudados. Em relação a composição química houve efeito ($P<0,05$), com o aumento na idade de corte para os teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e cinzas nas duas frações avaliadas (folha e colmo). Já para os dados de proteína bruta (PB) houve redução no teor de acordo com o aumento na idade de corte 39,83% (folha) e 26,97% (colmo) dos 30 aos 90 dias de idade. O Índice de área foliar, as características produtivas e químicas do capim-elefante são influenciados pelo aumento na idade de corte. A utilização do capim aos 60 dias implica em ponto ótimo de produção e qualidade.

Palavra-chave: índice de área foliar, produção de folhas, produção de forragem, proteína bruta

Light interception, productive and bromatological characteristics of elephant grass at different ages of cut

Abstract: The objective of this work was to evaluate the interception of light (% IL), leaf area index (LAI), the productive and bromatological characteristics of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) at different ages of cut (30, 45, 60, 75 and 90 days). A completely randomized design with five replications and five treatments (cutting ages) was used. The bromatological composition was in factorial arrangement 2x5 (two fractions: leaf and stem and five cutting ages). The pattern of variation of IL and LAI as a function of the cut ages was increasing. The maximum values of IL and IAF occurred at 75 and 90 days of cut 98.46%;

98.72% (% IL) and 7.08; 8.10 (LAI), respectively. There were effects of cutting ages for total forage production (TFP), leaf production (LP), stem Production (SP), dead material (DM), live tillers (LT), dead tillers (DT) and height (H). Only the leaf / stem ratio was not influenced ($P > 0.05$) by the factors studied. There was a significant effect ($P < 0.05$) on the composition of dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), cellulose (CEL) and ashes in the two fractions evaluated (leaf and stem), while for the crude protein (CP) data, there was a decrease in the content according to the increase in the age of cut 39.83% (leaf) and 26.97% (From 30 to 90 days of age). The leaf area index, the productive and bromatological characteristics of the elephantgrass are influenced by the increase in the age of cut. The use of grass at 60 days implies an optimum point of production and quality.

Key word: leaf area index, leaf production, forage production, crude protein

Introdução

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) é uma gramínea originária da África e uma das mais importantes forrageiras utilizadas em regiões tropicais, sendo cultivada em quase todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, devido ao seu elevado potencial de produção de massa seca, valor nutritivo, vigor e persistência (Pereira et al., 2010).

As plantas do gênero *P. purpureum*, como qualquer outra espécie de gramínea forrageira, sofrem alterações em sua produtividade, constituição morfológica e química com o avanço de sua maturidade. De modo geral, com o aumento no intervalo entre cortes os teores de proteína, hemicelulose e a digestibilidade da biomassa decrescem, enquanto os de fibra, lignina e celulose, bem como a produtividade aumentam (Oliveira et al., 2013).

Apesar de pesquisas relacionadas à caracterização morfológica dessa planta forrageira ser bem difundidas, inclusive sobre seu valor nutritivo, ainda há algumas dificuldades em seu manejo principalmente na definição do período ideal para sua colheita. Dessa forma, o manejo de corte da forrageira é um fator que modifica tanto a produção quanto a qualidade da forragem, uma vez que, menores intervalos de corte resultam em menor produção de matéria seca (MS); porém, de maior valor nutritivo do que cortes com intervalos maiores, que proporcionam maiores produções de matéria seca, no entanto, de menor qualidade (Veras et al., 2010).

A relação de intervalo de corte com a interceptação luminosa (IL) e a altura caracteriza-se como uma alternativa para definir métodos de manejo bem mais eficiente na colheita desta forragem. De acordo com Rodrigues et al. (2014) a utilização do IL e IAF no manejo de pastagens resulta em maior eficiência no sistema de manejo, tendo em vista a flexibilidade

quanto ao período de descanso, que respeita o ritmo de crescimento da planta em cada ciclo, variando principalmente de acordo com as condições ambientais.

Diante do exposto, é necessário entender a dinâmica destas características durante o desenvolvimento das plantas para auxiliar na escolha de intervalos entre cortes adequados para melhor aproveitamento dos aspectos produtivos e qualitativos da planta forrageira.

Dessa forma, objetivou-se neste trabalho avaliar a interceptação luminosa, características produtivas e químicas do capim-elefante em diferentes idades de corte.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura do CCAA/UFMA, região do Baixo Parnaíba Maranhense situada a 03°44'33 "W de latitude, 43°21'21" W de longitude.

O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical quente e úmido (Aw), com temperatura média anual superior a 27 °C e precipitação pluvial anual de 1.835 mm, com períodos de chuva entre os meses de Janeiro e Junho, e de seca de Julho a Dezembro (Maranhão, 2002). A precipitação ocorrida no período experimental teve máxima de 286 mm no mês de março de 2015 e mínima de 12 mm no mês de Setembro de 2015. A temperatura média do mês de Janeiro, o mês mais quente do ano, é de 34 °C e Março com temperatura média de 27.0 °C (Figura 1).

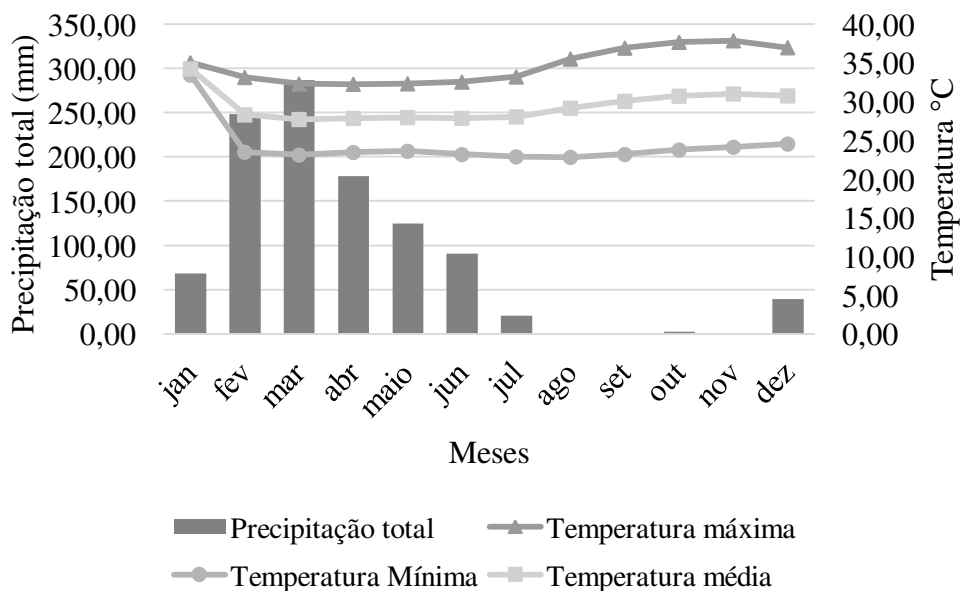


Figura 1. Precipitação pluviométrica no município de Chapadinha-MA, de Janeiro a Dezembro de 2015 (INMET, 2016).

O solo do local do experimento foi classificado como Latossolo Amarelo (EMBRAPA, 1999) e apresentou as seguintes características químicas: pH em $\text{CaCl}_2 = 4,2$; M.O. = 19 g/dm^3 ; $\text{P} = 5 \text{ mg/dm}^3$ e $\text{S} = 9 \text{ mg/dm}^3$; $\text{K} = 0,4 \text{ mmolc/dm}^3$, $\text{Ca} = 5 \text{ mmolc/dm}^3$, $\text{Mg} = 2 \text{ mmolc/dm}^3$, $\text{H+Al} = 29 \text{ mmolc/dm}^3$, $\text{Al} = 8 \text{ mmolc/dm}^3$, $\text{CTC} = 36 \text{ mmolc/dm}^3$, $\text{SB} = 7,4 \text{ mmolc/dm}^3$; $\text{V} = 20$ e $\text{m} = 52\%$; e $\text{B} = 1,43 \text{ mg/dm}^3$, $\text{Cu} = 0,2 \text{ mg/dm}^3$, $\text{Fe} = 55 \text{ mg/dm}^3$, $\text{Mn} = 0,4 \text{ mg/dm}^3$, e $\text{Zn} = 0,3 \text{ mg/dm}^3$.

O preparo do solo e as práticas corretivas foram realizados entre Novembro e Dezembro de 2012 e o plantio realizado em Fevereiro /Março de 2013, com mudas e espaçamento de 50 cm entre linhas. A saturação por bases foi calculada para 60%, pelo método da elevação da saturação por bases. O PRNT do calcário utilizado foi de 94%. Foi realizada adubação de implantação com 90 kg de $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ e 60 kg ha^{-1} de K_2O , na forma de supersimples e cloreto de potássio, respectivamente. A fonte de fósforo foi aplicada de uma só vez, na implantação do experimento e o potássio foi parcelado em duas vezes (30 kg de $\text{K}_2\text{O ha}^{-1}$) e aplicado juntamente com o nitrogênio.

45 dias após a rebrotação das mudas foi realizada a adubação de cobertura com N e, ao longo do período chuvoso, foi realizada a adubação de manutenção, com 150 kg/ha de N, na forma de ureia, divididos em duas aplicações de 75 kg/ha/ano , realizando-se dois cortes nos anos de 2013 a 2014. As avaliações iniciaram-se em Fevereiro de 2015, com a realização do corte de uniformização em 06 de Fevereiro de 2015, sendo realizada uma nova adubação de manutenção, com cloreto de potássio (60 kg/ha de K_2O) e nitrogênio (300 Kg/ha na forma de ureia). Após o corte de uniformização, as parcelas experimentais foram cortadas de acordo com as idades de cortes (30, 45, 60, 75 e 90 dias).

A área total utilizada no experimento foi de 784 m^2 , sendo subdividida em 25 parcelas de $31,36 \text{ m}^2$ cada (unidades experimentais). A espécie forrageira utilizada foi o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), o qual, foi cortado em diferentes idades de corte (30, 45, 60, 75 e 90 dias), sendo estes os tratamentos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições. A composição química foi em arranjo fatorial 2×5 (duas frações: folha e colmo, e cinco idades de cortes).

No dia da realização do corte de avaliação foi feito o monitoramento da interceptação luminosa do dossel, utilizando-se o analisador de dossel – *AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR-80 (DECAGON Devices)*. Foram realizadas leituras em quatro pontos de amostragem por parcela, aferindo-se em cada ponto, uma leitura acima e uma abaixo do dossel, utilizando-se a altura de resíduo da planta (25 cm) como referência. Nessa ocasião, estimou-se também o índice de área foliar (IAF), usando o mesmo aparelho.

Para cada idade de corte foram mensuradas as alturas das plantas utilizando-se uma régua de 5 m de comprimento graduada em centímetros. Foram tomadas leituras em cinco pontos aleatórios por unidade experimental. As leituras das alturas foram realizadas sempre antes do corte de avaliação, tendo com referência a curvatura da folha.

Para a determinação das características produtivas das plantas foram colhidas duas amostras de material verde, representativas, antes do corte, utilizando armações de PVC de 0,25 m². As armações foram posicionadas em pontos representativos da altura média das plantas das parcelas no momento da amostragem e, as plantas contidas no interior de cada armação foram cortadas de acordo com a altura de resíduo (25 cm). O material colhido foi fracionado em lâmina foliar, colmo + bainha e material morto para a determinação dos componentes morfológicos.

Após a separação, o material verde foi pesado em balança analítica e colocado em estufa de ventilação forçada, a 65°C durante 72 horas, sendo posteriormente pesados após a secagem e moídos em moinho tipo Willey com peneiras de 2 mm, e acondicionadas em sacos plásticos fechados, para posteriores análises de matéria seca MS, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina (LIG) e cinzas, segundo metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002).

Os dados foram submetidos a testes que assegurassem as prerrogativas básicas (testes de Homocedasticidade e Normalidade), para que os dados pudessem ser submetidos à análise de variância. Em seguida foi realizada uma comparação de médias ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan. As análises foram realizadas com o auxílio do procedimento GLM do software SAS 9.0 (2002).

Resultados e Discussão

O padrão de variação da interceptação luminosa (IL) em função das idades de corte foi de ordem crescente (Figura 2). A maior interceptação de luz ocorreu até os 75 (98,46 %), observando-se após os 75 até os 90 dias de corte um platô da IL, coincidindo com o intenso aumento na produção total de forragem (PTF), e com a maior quantidade de material morto (MM) (Tabela 1).

De acordo com Chaves (2011), com aumento da interceptação luminosa ocorrem simultaneamente incrementos na produção de forragem, até ser atingido um platô, quando as folhas mais velhas entram em senescência e são sombreadas pelas mais novas, acarretando na diminuição da eficiência fotossintética, com menores taxas de crescimento, comportamento similar ao observado neste trabalho.

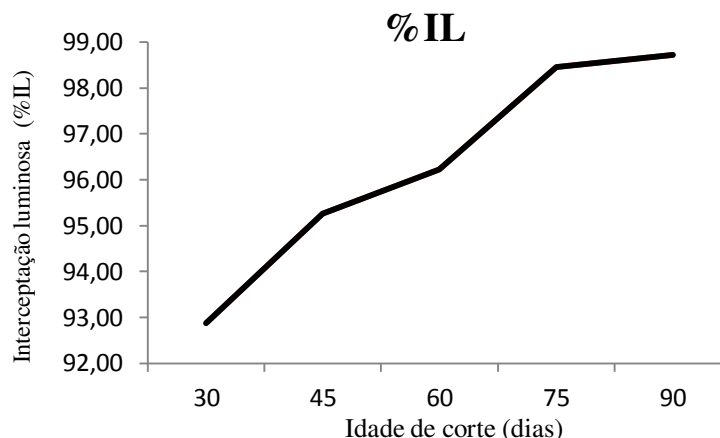


Figura 2. Relação entre interceptação luminosa (%IL) e idade de corte do capim-elefante.

Segundo Pedreira et al. (2007) o uso de estratégias de manejo afetam as características da planta forrageira, com isso a utilização da interceptação luminosa como referência de acompanhamento do processo de rebrotação permiti que a forragem seja colhida por corte ou pastejo, sempre em boas condição fisiológica, aliando produção e qualidade. Dessa forma, a escolha de uma idade de corte aliada com uso da IL (%), torna-se alternativa viável para otimizar a performance de sistemas de produção animal.

Viana et al. (2009) avaliaram clones de capim-elefante manejados sob lotação animal intermitente, com período de descanso de 32 e 64 dias, e observaram valores de 86,5 e 91,2 % IL, os quais foram próximos aos encontrados nesse experimento aos 30 e 60 dias (92,88% e 96,22%) respectivamente.

Em relação ao IAF (Índice de Área Foliar) houve um aumento com as idades de cortes avaliadas (Figura 3). A idade de 90 dias apresentou o maior valor de IAF, com média de 8,10, refletindo em um acréscimo de 5,96% dos 30 aos 90 dias.

Os valores médios de IAF sofreram forte influência das características da planta forrageira, como a altura média da planta e o número de perfilhos vivos (Tabela 1), uma vez que, o aumento verificado no número de perfilhos contribuiu para o aumento do IAF (Figura 3) e, conseqüentemente, para maior interceptação de luz, principalmente com o acréscimo na idade de corte (Figura 2).

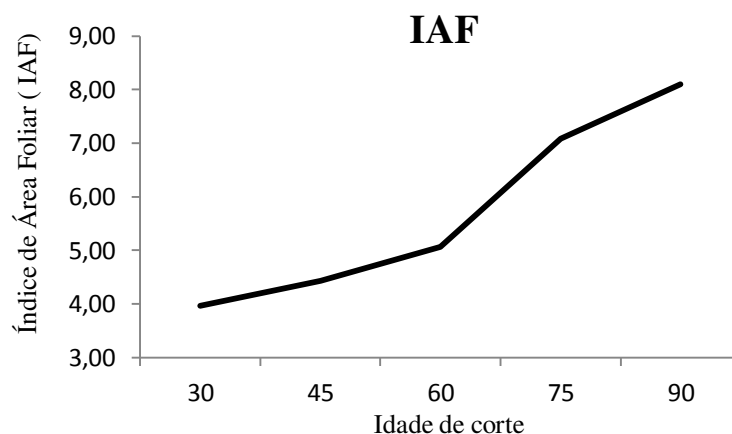


Figura 3. Relação entre Índice de área foliar (IAF) e idade de corte do capim-elefante.

No entanto, a partir de um determinado momento, quando começa haver limitação na disponibilidade de luz e qualidade de luz no interior do dossel, o perfilhamento é reduzido, passando a ocorrer inclusive morte de perfilhos mais jovens. Nessa condição o aumento do IAF que segue é em função basicamente do aumento do tamanho dos perfilhos existentes (altura), comportamento observado na tabela 1. De acordo com Humphreys (1996), com o crescimento das plantas e consequentemente aumento no IAF ocorre também um aumento na IL e na eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa, resultando em uma aceleração na taxa de crescimento em condições favoráveis de ambiente.

Tabela 1. Produção total de forragem (PTF), produção de folhas (PF), produção de colmo (PC), material morto (MM), relação folha/colmo (F/C), perfilhos vivos (PV), perfilhos mortos (PM) e altura (H) do capim-elefante em diferentes idades de corte

Características	Idade de corte (dias)					² CV (%)
	30	45	60	75	90	
PTF ¹	25,80C	28,01C	30,29C	37,78B	46,24A	13,43
PF ¹	9,49B	10,35B	10,53B	13,43A	14,58A	11,51
PC ¹	16,26C	17,51C	18,36C	22,74B	28,74A	13,24
MM ¹	0,59B	0,92AB	0,99AB	1,10A	1,13A	34,39
F/C	0,60A	0,59A	0,64A	0,64A	0,51A	16,86
PV	28,20A	22,30B	20,40B	20,40B	20,20B	23,86
PM	6,20BC	7,10ABC	4,70C	8,10AB	9,10A	37,19
H ²	0,89E	1,57D	2,12C	2,42B	2,90A	10,58

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas linhas não diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

¹t ha⁻¹ano⁻¹, ²metros. ²CV(%)=coeficiente de variação.

Verificou-se efeito ($P < 0,05$) para a produção total de forragem (PTF) do capim-elefante em função das idades de corte (Tabela 1), com rendimento máximo de $46 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ aos 90 dias de idade, seguido pela idade de 75 dias ($38 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$). Porém, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) nas idades de corte aos 30, 45 e 60 dias, sendo que estas apresentaram menor PTF, este fato pode ser explicado pela menor produção de colmos e folhas verificados para estas idades, uma vez que, plantas no estágio inicial de desenvolvimento apresentam menor quantidade de MS, aumentando com a maturidade da planta.

O aumento verificado para a PTF com o avanço na idade do corte, corrobora com os resultados observados por Queiroz e Filho et al., (2000) ao trabalharem, com o capim-elefante cultivar Roxo; e Leite et al., (2000) ao trabalharem com o capim-elefante cultivar Cameron, em que, observaram as maiores produções de MS com as maiores idades de corte.

Em trabalho realizado por Magalhães et al. (2006) com o capim-elefante cv. Napier, submetido a $300 \text{ kg de N ha}^{-1}$ e cinco idades de cortes (28; 35; 42; 56 e 84 dias), verificou-se incremento na produção de biomassa de forragem quando a idade de corte aumentou de 28 para 84 dias ($3,11$ a $19,21 \text{ t.ha}^{-1}$), valores estes influenciados pelo aumento na produção de colmos, comportamento semelhante ao relatado neste trabalho.

Em relação à produção de folhas (PF) não houve diferença ($P > 0,05$) nas idades de 75 e 90 dias de corte, sendo que estas apresentaram as maiores produções ($13,43$ e $14,58 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$). Em trabalho realizado por Flores et al. (2012) com o cv. Paraíso submetido a diferentes doses de N ($0, 50, 100$ e 150 kg ha^{-1}) e três idades de cortes (120, 150 e 180 dias após a rebrotação), verificou-se incremento na PF e produção de colmo (PC) ($35,31$ e $19,59\%$, respectivamente) quando a idade de corte aumentou de 120 para 180 dias. Esses valores de incremento são próximos aos observados neste trabalho para o aumento na PF, que foi de $34,95\%$. Já para a PC nesse trabalho foi observado aumento superior, na ordem de $43,40\%$, dos 30 aos 90 dias de idade.

A folha é o órgão da gramínea que apresenta as melhores características nutritivas, consequentemente maior digestibilidade em relação ao colmo. Portanto, o corte do capim acima de 90 dias de rebrotação, deve resultar em queda na qualidade, devido ao enrijecimento da parede celular e redução do conteúdo celular.

A relação folha/colmo (F/C), não sofreu influencia ($P > 0,05$) em função das idades de corte (Tabela 1), esse comportamento deve-se ao aumento na PC, que aumentou na mesma proporção que a PF. Em trabalho realizado por Italiano et al. (2006) ao avaliarem o comportamento produtivo de genótipos de capim-elefante, adubado com 200 kg de N , os autores observaram uma proporção média de $0,70$ na relação F/C para os genótipos avaliados

aos 90 dias de idade. Esses valores foram maiores que os obtidos neste trabalho, em que aos 90 dias de idade o capim-elefante apresentou relação folha/colmo de 0,51.

Os baixos valores da relação F/C em todos os tratamentos, provavelmente, decorreu da maior porcentagem de colmos, com maior desenvolvimento das plantas e o alongamento dos colmos mais acentuados. Segundo Pinto et al. (1994), o limite crítico para a relação F/C é 1 (um), valores inferiores a esse comprometem o pasto, uma vez que, alta relação folha/colmo confere à gramínea melhor adaptação ao pastejo ou tolerância ao corte, por representar um momento de desenvolvimento fenológico em que os meristemas apicais se apresentam mais próximos ao solo e, portanto, menos vulneráveis à destruição (Pinto et al., 1994).

O maior número de perfilhos vivos (PV) foi observado na idade de 30 dias de corte (Tabela 1), sendo que as demais idades não diferiram entre si. Menores idades de corte proporcionam um maior número de perfilhos, devido à elevada incidência de luz nas gemas basais da planta que induz o perfilhamento, no entanto, resulta em menor produção de forragem, por causa do menor intervalo entre cortes. Já com o aumento na idade de corte ocorre maior desenvolvimento da planta, consequentemente aumento na interceptação de luz e maior alongamento do colmo, resultando em maior produção de forragem, entretanto o alongamento do colmo impede a entrada de luz na parte basal da planta, logo limita o desenvolvimento dos perfilhos além de ocasionar a morte de perfilhos.

Já para a variável perfilhos mortos (PM) o comportamento foi diferente do observado para a variável PV, em que aos 90 dias de corte verificou-se o maior número de perfilhos mortos (9,10), seguido pelos tratamentos de 45 e 75 dias (7,10 e 8,10). Já aos 30 e 60 dias observaram-se os menores valores. Essa variável é muito instável, depende muito das condições climáticas, entrada de luz na parte basal da planta e manejo do capim, no entanto, intervalos de cortes prolongados influenciam no maior número de perfilhos mortos.

O aumento no número de PM sofre influência do IAF elevado (Figura 3), uma vez que, o aumento no IAF promove redução na quantidade e na qualidade de luz que atinge as gemas basais, prejudicando assim o perfilhamento. De acordo com Cutrim Junior et al. (2014) esses fatores estão interligados com a redução na velocidade de crescimento da planta, com o avanço na idade, devido à intensificação do sombreamento desencadeando a senescência foliar, morte de perfilhos, reduzindo a eficiência fotossintética das folhas e aumentando as perdas respiratórias da planta.

A altura (H) da planta foi influenciada significativamente ($P < 0,05$) pela idade da planta, variando de 0,89 m (30 dias) a 2,90 m (90 dias) um aumento de 69,32%. As alturas registradas neste trabalho são superiores às relatadas por Magalhães et al. (2006), utilizando a mesma dose de N em capim-elefante cv. Napier, com alturas de 0,62; 0,71; 0,87; 1,32 e 1,66 m aos 28, 35,

42 56 e 84 dias de idade de corte. Os altos resultados observados para a altura foram influenciados pelo alongamento do colmo, uma vez que este é o fator de maior influência sobre a altura do dossel (Rodrigues et al., 2014).

Aos 60 dias de corte o capim-elefante apresentou 2,12 m de altura, interceptando 96,22% de luz. Segundo Humphreys (1996) o IAF chamado “crítico” é aquele em que 95% da luz incidente é interceptada pelas plantas, sendo considerado mais indicado como referência para o manejo, pois apesar da máxima taxa de crescimento da planta ocorrer no IAF ótimo, normalmente está associada a altas taxas de senescência, o que resulta em menor taxa de acúmulo, balanço entre os processos de crescimento e senescência da planta. Nesse sentido, observa-se esse equilíbrio entre a produção total de forragem relacionada com a quantidade de material morto na idade de 60 dias, em que, essa idade de corte apresenta-se como uma idade intermediária para utilização, de forma que garante os aspectos produtivos e qualitativos do capim-elefante.

As respostas dos teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) aos efeitos da idade de corte estão expostas na Tabela 2. Houve efeito de interação entre a fração da planta (folha e colmo) nas diferentes idades de corte, para todas as variáveis avaliadas.

Tabela 2. Teores médios de MS (matéria seca), PB (proteína bruta), FDN (fibra em detergente neutro) e FDA (fibra em detergente ácido) das frações folha e colmo do capim-elefante em diferentes idades de corte

Fração	Idade de corte (dias)					Média	¹F * Id	²CV (%)
	30	45	60	75	90			
MS (%)								
Folha	15,53Ad	17,57Ac	18,87Ab	19,82Bab	20,73Ba	18,50	0,0318	5,58
Colmo	16,55Ac	17,19Ac	20,44Ab	22,04Aab	23,33Aa	19,90		
Média	16,04	17,38	19,65	20,93	22,02			
PB (%)								
Folha	19,88Aa	18,39Ab	13,26Ac	12,87Ac	11,96Ac	15,27	<0,0001	6,7
Colmo	12,94Ba	11,55Bb	11,05Bb	10,95Bb	9,45Bc	11,18		
Média	16,41	14,96	12,15	11,91	10,7			
FDN (%)								
Folha	66,16Ae	70,54Bd	72,82Bc	75,75Bb	79,57Ba	72,96	0,019	1,77
Colmo	67,35Ae	73,26Ad	76,24Ac	80,66Ab	84,28Aa	76,35		
Média	66,75	71,89	74,52	78,2	81,92			
FDA (%)								
Folha	44,57Be	49,17Bd	52,65Bc	55,59Bb	58,46Ba	52,08	<0,0001	2,48
Colmo	52,02Ae	57,76Ad	65,06Ac	69,23Ab	75,54Aa	63,92		
Média	48,29	53,46	58,85	62,41	66,99			

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

¹F*Id= interação fração idade de corte

²CV(%)= coeficiente de variação

Analisando os teores de MS na fração folha e colmo, os maiores teores foram observados nas idades de corte de 75 e 90, com 19,82 e 20,73% MS (folha) e 22,04 e 23,33% MS (colmo).

Sabe-se que as maiores mudanças que ocorrem na composição química das plantas forrageiras são aquelas que acompanham sua maturação, dessa forma, a planta quando nova apresenta altos teores de água e esse teor é reduzido quando a planta se aproxima da sua maturidade, dessa forma o seu teor de MS aumenta gradativamente.

Costa et al. (2007) também verificaram aumento no teor de matéria seca com o avanço da idade da planta, esses valores variaram de 16 e 26% analisados entre 15 e 60 dias de crescimento da *Urochloa brizantha* cv. MG-5.

Houve efeito ($P < 0,05$) das idades de cortes para os teores de PB das frações folha e colmo (Tabela 2). Os maiores teores de PB foram observados para a fração folha, e de acordo com o aumento na idade de corte ocorre um declínio no teor de PB, sendo assim, à medida que a planta amadurece, há um decréscimo no conteúdo celular e, consequentemente, um declínio na porcentagem de proteína bruta, comportamento observado neste estudo. O decréscimo na fração folha foi de 39,84% dos 30 aos 90 dias de corte, já para a fração colmo foi de 26,97 % dos 30 aos 90 dias de idade de corte, respectivamente.

Em trabalho realizado por Magalhães et al. (2009) com três cultivares de capim-elefante em cinco idades de cortes observaram que os teores de PB diminuem significativamente ($P < 0,05$) com a idade de corte. O maior teor foi registrado aos 28 dias (13,77%) e o menor aos 84 dias (4,75%).

A proteína, seguida da energia, é o nutriente mais exigido pelos ruminantes (Rodrigues Junior et al., 2015). De acordo com Carvalho et al. (2011), 7% de PB é o teor mínimo deste nutriente capaz de garantir adequada fermentação dos carboidratos fibrosos no rúmen. No presente estudo, as duas frações atenderam esse limite, mesmo na maior idade de corte avaliada (90 dias).

Nas duas frações da planta (folha e colmo) do capim-elefante os teores de fibra em detergente neutro (FDN) responderam significativamente ($P < 0,05$) para as diferentes idades de cortes, sendo que, os maiores teores foram observados na maior idade de corte (90 dias), com 79,57% e 84,28% (folha e colmo, respectivamente). O aumento no teor de FDN com o avanço na idade da planta contribui para a redução na qualidade da forragem, comportamento

semelhante ao relatado por Magalhães et al. (2009), em que observaram um acréscimo de 17,32%, variando de 62,41% a 75,49% dos 28 aos 84 dias de corte.

Analizando as frações da planta dentro das idades de cortes, não houve diferença ($P>0,05$) para o teor de FDN na idade de corte de 30 dias, resultado explicado pela grande incidência de material novo e ainda em desenvolvimento. De acordo com Bueno et al. (2000) a medida que a planta amadurece, a produção dos componentes potencialmente digestíveis tende a decrescer, e a fibra, a aumentar, assim com o avanço do estágio de maturação da forrageira, ocorre senescência natural, contribuindo para maior lignificação.

Em trabalho realizado por Flores et al. (2013), relataram valores abaixo dos observados neste trabalho para as duas frações avaliadas, em que, na maior idade de corte (180 dias) o colmo apresentou 66,3% e a folha 56,9% de FDN, respectivamente. Já no presente estudo os valores para as frações da planta ficaram próximos de 79,57% e 84,28% (folha e colmo) respectivamente.

De acordo com Mistura et al. (2007) esses altos valores ocorrem devido aos fatores edafoclimáticos favoráveis durante o período de avaliação do estudo e à maior disponibilidade de nutrientes minerais na solução do solo, proporcionando maior crescimento e desenvolvimento de perfilhos no capim-elefante.

Os teores de fibra em detergente ácido (FDA) das frações da planta responderam significativamente aos efeitos das idades de corte ($P<0,05$), em que houve um acréscimo de 23,76% (folha) e 31,13% (colmo) dos 30 aos 90 dias de corte.

O aumento no teor de FDA é resultado do aumento da proporção de constituintes da parede celular, que aumenta proporcionalmente com a maturidade da planta. Os teores observados neste trabalho para as frações folha (58,46%) e colmo (75,44%) na maior idade de corte (90 dias) foram elevados, se comparados aos valores relatados por Teixeira (2013), Cruz et al. (2010) e Martins Costa et al., (2008), com 44,53% (112 dias); 45,5% (60 dias) e 47,81 % (105 dias), respectivamente.

Segundo Rodrigues Júnior et al. (2015) os teores de FDA têm relação com os teores de lignina dos alimentos, que determinam a sua digestibilidade, pois quanto menor o teor de FDA, menor será o teor de lignina e, conseqüentemente, melhor a digestibilidade do alimento.

Não houve efeito ($P>0,05$) de interação entre as frações e idades de corte para os teores de lignina (LIG) (Tabela 3), já para as demais variáveis houve efeito significativo ($P<0,05$).

Analizando os teores médios de LIG nas frações da planta, observa-se maiores valores para colmo (14,83%), de acordo com a maturidade da planta, observa-se um acréscimo significativo ($P<0,05$) de 56,72% (30 aos 90 dias) para os teores de LIG. Nesse sentido, o

arranjo na estrutura dessas células promovem o aumento no material de resistência da planta (Lignina), ocorrendo a diminuição do valor nutritivo com o acréscimo na idade de corte.

Tabela 3. Teores médios de LIG (lignina), CEL (celulose), HEM (hemicelulose) e Cinza das frações folha e colmo do capim-elefante em diferentes idades de corte

Fração	Idade de corte (dias)					Média	¹ F *Id	² CV (%)
	30	45	60	75	90			
LIG (%)								
Folha	6,36	8,55	10,54	12,37	14,83	10,52B		
Colmo	9,18	12,57	14,77	16,63	21,05	14,83A	0,1557	11,49
Média	7,76e	10,55d	12,65c	14,49b	17,93a			
CEL (%)								
Folha	38,20Bb	40,62Bab	42,11Ba	43,23Ba	43,63Ba	41,55		
Colmo	42,84Ac	45,19Ac	50,29Ab	52,60Aab	54,49Aa	49,08	0,0043	4,65
Média	40,52	42,9	46,19	47,91	49,06			
HEM (%)								
Folha	21,59Aa	21,37Aa	20,16Aa	20,15Aa	21,11Aa	20,87		
Colmo	15,33Ba	15,50Ba	11,18Bb	11,43Bb	8,74Bb	12,43	0,0032	11,35
Média	18,46	18,43	15,67	15,79	14,92			
Cinzas (%)								
Folha	5,23Ab	5,55Bb	5,48Bb	9,08Ba	9,36Ba	6,93		
Colmo	5,43Ae	7,85Ad	8,55Ac	11,23Ab	14,68Aa	9,54	<0,0001	5,15
Média	5,32	6,7	7,01	10,15	12,02			

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan.

¹F*Id= interação fração idade de corte

²CV(%)= coeficiente de variação

A importância que se dá ao teor de lignina na forragem está voltada não somente para a questão da sua digestibilidade quase nula, mas principalmente à sua ligação aos outros componentes da fibra. Segundo Santos et al. (2001) a lignina é um componente estrutural amorfo, que parece ter função “cimentante” nas ligações dos carboidratos da parede celular; aparece impregnada à celulose e hemicelulose formando um complexo lingnocelulósico, indisponibilizando esses carboidratos à degradação pelos microrganismos. Nesse sentido, a maturação da planta acarreta em aumento desse componente, influenciando os aspectos qualitativos das plantas forrageiras.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) das idades de corte para os teores de celulose (CEL). A fração colmo da planta apresentou maiores valores em todas as idades de cortes, por ser a fração da planta que necessita de maior estrutura de sustentação, o colmo apresenta em grande parte de sua estrutura carboidratos estruturais, como por exemplo, a celulose. Analisando as frações da planta dentro das idades de cortes, todas as frações apresentaram um

aumento com a idade de corte, com 43,63% (folha) e 54,49% (colmo) aos 90 dias de corte, um acréscimo de 12,44% e 22,02% (folha e colmo) dos 30 aos 90 dias de corte, respectivamente.

Em trabalho realizado por Teixeira (2013) com o capim-elefante em três idades de corte 56, 84 e 112 dias, observaram teores de celulose de 33,60; 39,17 e 38,02%, respectivamente, um acréscimo de 11,62% (de 56 aos 112 dias), valores abaixo do relatado nesse estudo.

Analizando os teores de hemicelulose (HEM) das frações dentro das idades de corte houve diferença significativa ($P<0,05$), em que a fração folha da planta apresentou maiores teores. As folhas são constituídas de menores teores de FDA e LIG em relação ao colmo, uma vez que, quanto maior os teores de FDA e LIG menor o teor de hemicelulose, essa variáveis comprometem o valor nutritivo das gramíneas, nesse sentido, a hemicelulose (fração com maior teor na folha) é um carboidrato de rápido aproveitamento pela microbiota ruminal.

A determinação dos teores de cinzas fornece uma indicação da concentração dos nutrientes minerais da gramínea. No presente estudo, os teores de cinzas nas frações da planta (folha e colmo) apresentaram efeito significativo ($P<0,05$), com o aumento na idade de corte. Ao mesmo tempo, analisando o efeito das frações dentro das idades de corte, não houve diferença aos 30 dias de idade.

Houve interação ($P<0,05$) entre as frações e idades de corte para os teores de cinzas, a fração colmo apresentou maiores médias nas idades de 45, 60, 75 e 90 dias, em relação à fração folha, com 7,85; 8,55; 11,23; 14,68%, respectivamente, no entanto, na idade de 30 dias não houve diferença significativa entre ambas às frações. Com o avanço das idades, observa-se que houve um aumento nos teores de cinzas, as idades de 75 e 90 dias, foram superiores em relação as demais.

Dessa forma, com o aumento na maturidade da planta ocorre naturalmente diminuição em alguns constituintes (PB e HEM) e aumento de outros componentes (MS, FDN, FDA e LIG) como forma de sustentação da planta, resultando, dessa forma, perdas na qualidade da forrageira, tanto no aspecto produtivo como qualitativo.

Conclusão

O Índice de área foliar, as características produtivas e químicas do capim-elefante são influenciadas pelo aumento na idade de corte. A utilização do capim aos 60 dias implica em um ponto ótimo de produção e qualidade.

Referências

BUENO, M. F.; MATTOS, H. B.; COSTA M. N. X.; PIEDADE, S. M. de S.; LEITE, W. B. de O. Épocas de vedação e de uso no capim-Marandu. I. Produção de matéria seca e valor nutritivo. *Boletim de Indústria Animal*, v. 57, n. 1, p. 1-9, 2000.

CARVALHO, D.M.G.; CABRAL, L.S.; ZERVOUDAKIS, J.T. Suplementos para ovinos mantidos em pastos de capim-marandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.2, p.196-204, 2011.

CARVALHO, C. A.B.; ROSSIELLO, R. O. P.; PACIULLO, D. S. C.; SBRISSIA, A. F.; DERESZ, F. Classes de perfilhos na composição do índice de área foliar em pastos de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.4, p.557-563, abr. 2007.

CASTRO, F. G. F.; HADDAD, C. M.; VIEIRA, A. C.; VENDRAMINI, J. M. B.; HEISECKE, O. R. P. Época de corte, produção, composição químico-química e digestibilidade da matéria seca da grama estrela Florico. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 225-233, 1999

CHAVES, C. S. Produtividade de massa seca, morfologia e valor nutritivo de genótipos de capim-elefante sob estratégias de lotação intermitente (Dissertação) Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri- UFVJM, 2011.

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-química da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 4, p. 1197-1202, 2007.

CUTRIM JUNIOR, J. A. A.; BEZERRA, A. P. A.; FARIAS, S. F.; AQUINO, R. M. S.; SOMBRA, W. A.; ANDRANDE, R. R.; CÂNDIDO, M. J. D. Morfofisiologia do Capim-tifton 85 manejado intensivamente sob corte. **Acta Tecnológica**, Vol. 9, nº1, 62-69. 2014.

CRUZ, R. S., SANTOS, A. C., CASTRO, J. G. D., ALEXANDRINO, E., CARAÇA, D. C., DINIZ, J. P., (2010) Produtividade do Capim-Cameroon estabelecida em duas classes de solos e submetido a doses crescentes de nitrogênio no norte tocaninense. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, 32: 393-399.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 1999. 412 p.

FLORES, R. A.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; COLLIER, L. S.; ZANETTI, J. B.; RENATO DE MELLO PRADO, R. M. Nitrogênio e idade de corte na qualidade da biomassa

de capimelefante para fins agroenergéticos cultivado em Latossolo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 127-136, jan./fev. 2013.

FLORES, R. A.; URQUIAGA, S. S.; ALVES, B. J. R.; COLLIER, L. S.; MORAIS, R. F.; PRADO, R. M. Adubação nitrogenada e idade de corte na produção de matéria seca do capim-elefante no Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.12, p.1282–1288, 2012.

HUMPHREYS, L.R. Subtropical Grass growth: II Effects of variation in leaf area index in the field. *Queenland Journal of Agricultura and Animal Science*, v. 23, p.388-358, 1996.

INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), <http://www.inmet.gov.br/portal/> acessado em 11 de novembro de 2016.

ITALIANO, E. C.; PEREIRA, A. V.; LEDO, F. J. S. Comportamento Produtivo de Genótipos de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) para Corte na Região Meio-Norte do Brasil. **Revista Científica de Produção Animal**, v.8, n.2, 2006.

LEITE, R. M. B.; QUEIROZ FILHO, J. L.; SILVA, D. S. Produção e valor nutritivo do capim-elefante cultivar Camerron em diferentes idades. **Agropecuária técnica**, Vol. 21 nº1/2, ISSN 0100-7467. 2000

MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.; CARNEIRO, M. S. S.; ANDRADE, A. C.; COSTA, N. L.; PINTO, M. S. C.; MOCHEL FILHO, W. J. Influencia da adubação nitrogenada e idade de corte sobre os teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro de três cultivares de capim-elefante. **REDVET. Revista electrónica de Veterinaria**. ISSN: 1695-7504 , Vol. 10, Nº 4. 2009

MAGALHÃES, J. A.; LOPES, E. A.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, N. L.; BARROS, N. N.; MATTEI, D. A. Influência da adubação nitrogenada e da idade de corte sobre o rendimento forrageiro do capim-elefante. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.1, p.91-96, 2006

MARANHÃO. Governo do Estado. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Universidade Estadual do Maranhão. Atlas do Maranhão. São Luís, Geplan, 2002. 39p.

MISTURA, C.; FONSECA, D. M.; MOREIRA, L.M.; FAGUNDES, J. F.; MORAIS, R. V.; QUEIROZ, A. C.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Efeito da adubação nitrogenada e irrigação sobre a composição químico-química das lâminas foliares e da planta inteira de capim-elefante sob pastejo, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1707-1714, 2007.

MARTINS COSTA, R. H. A.; CABRAL, L. S.; BHERING, M.; ABREU, J. G.; ZERVOUDAKIS, J. T.; RODRIGUES, R. C.; OLIVEIRA, I. S. Valor nutritivo do capim-elefante obtido em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 3, p. 397-406, 2008.

OLIVEIRA, A. V.; DAHER, R. F.; MENEZES, B. R. S.; GRAVINA, G. A.; SOUSA, L.B.; GONÇALVES, A. C. S.; OLIVEIRA, M. L. F. Avaliação do desenvolvimento de 73 genótipos de capim-elefante em Campos dos Goytacazes – RJ. *B. Industr.anim.*, N. Odessa, v.70, n.2, p.119-131, 2013

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégia de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 281-287, 2007.

PEREIRA, A.V.; AUAD, A.M.; LÉDO, F.J.S.; BARBOSA, S. *Pennisetum Purpureum*. In: FONSECA, D.M. & MARTUSCELLO, J.A. (Ed), Plantas Forrageiras. Viçosa- UFV, cap. 6, p. 197-219. 2010

PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 23, n. 3, p. 313-326, 1994.

QUEIROZ FILHO, J. L. de; SILVA, D. S. da; NASCIMENTO, I. S. do. Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) cultivar Roxo em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.1-10, 2000.

RODRIGUES JÚNIOR, C. T.; CARNEIRO, M. S. S.; MAGALHÃES, J. A.; PEREIRA, E. S.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, N. L.; PINTO, M. S. C.; ANDRADE, A. C.; PINTO, A. P.; FOGAÇA, F. H. S.; CASTRO, K. N. C. Produção e composição química do capim-Marandu em diferentes épocas de diferimento e utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, suplemento 1, p. 2141-2154, 2015.

RODRIGUES, R. C.; LANA, R. P.; CUTRIM JÚNIOR, J.A.A.; SANCHÊS, S.S.C.; GALVÃO, C. M.L.; SOUSA, T. V. R.; AMORIM, S. E.P.; JESUS, A.P.R. Acúmulo de forragem e estrutura do dossel do capim-Xaraés submetido a intensidades de cortes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.15, n.4, p.815-826 out./dez., 2014.

SANTOS, E.A.; SILVA, D.S.; QUEIROZ FILHO, J.L. Aspectos Produtivos do Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) cv. Roxo no Brejo Paraibano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v.30, n.1, p.31-36, 2001a.

SAS INSTITUTE. SAS user's guide: release; version 9.0. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2002. 1028p.

TEIXERA, A. M. Valor nutricional do capim-elefante verde em diferentes idades de corte. (Tese) Universidade Federal de Minas Gerais- UFMG. 2013.

VERAS, V.S.; OLIVEIRA, M.E.; LACERDA, M.S.B.; CARVALHO, T.B.; ALVES, A.A. Produção de biomassa e estrutura do pasto de capim andropogon em sistema silvipastoril e monocultura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.1, p.200-207, 2010.

VIANA, B. L.; MELLO, A. C. L.; LIRA, M. A.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B SANTOS, M. V. F.; CUNHA, M. V.; FERREIRA, G. D. G. Repetibilidade e respostas de características morfofisiológicas e produtivas de capim-elefante de porte baixo sob pastejo. **Pesquisa agropecuária brasileira.**, Brasília, v.44, n.12, p.1731-1738, dez. 2009

CAPITULO 3

Caracterização anatômica do capim-elefante em diferentes idades de cortes e níveis de inserção no perfilho

Anatomical characterization of elephant grass at different ages of cuts and insertion levels in the tiller

Resumo

Objetivou-se avaliar a anatomia quantitativa do capim-elefante em diferentes idades de cortes e níveis de inserção no perfilho. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x5, sendo três níveis de inserção (NI) da lâmina e bainha foliar no perfilho (apical, medial e basal) e cinco idades de corte (30, 45, 60, 75 e 90 dias). A área da lâmina foliar e o número de feixes vasculares presentes na lâmina e bainha foliar foram influenciados pelo NI e idade de corte ($p < 0,05$). A epiderme abaxial apresentou maior espessura no NI basal tanto para a lâmina foliar quanto para bainha. Em relação à proporção de tecido anatômicos da lâmina foliar, obteve-se apenas interação ($p < 0,05$) para a área do xilema (XIL), em que, observou-se nas menores idades de corte (30 e 45 dias) no NI apical e medial as maiores porcentagens dessa estrutura 9,21 e 10,10%, respectivamente. As estruturas: bainha parenquimática do feixe vascular (BPFV), esclerênquima (ESC) e parênquima (PAR), não diferiram quanto ao NI da lâmina foliar no perfilho vegetativo. Em relação à área das estruturas (mm^2) da bainha foliar, observou-se apenas interação significativa ($p < 0,05$) na área do ESC. O NI apical e medial apresentou maiores valores de ESC nas menores idades de corte 30 e 45 dias, não diferindo. A área ocupada pelo esclerênquima aumentou com o avanço na maturidade, tanto nas folhas como na bainha foliar.

Palavra-chave: bainha foliar, esclerênquima, lâmina foliar, número de feixes

Abstract

The objective of this study was to evaluate the anatomy of elephant grass at different ages of cuts and insertion levels. The experiment was performed in a completely randomized design in a 3x5 factorial arrangement, with three levels of insertion (LI) in the leaf and leaf sheath in the tiller (apical, medial and basal) and five cutting ages (30, 45, 60, 75 and 90 days). The leaf blade area and the number of vascular bundles present in the leaf and leaf sheath were influenced by LI and age of cut ($p < 0.05$). The abaxial epidermis presented greater thickness at the basal NI for both the leaf blade and the sheath. In relation to the anatomical tissue ratio of the leaf blade, only significant interaction ($p < 0.05$) was obtained for the xylem area (XIL),

where it was observed at the lowest cut ages (30 and 45 days) in the LI apical and medial the highest percentage of this structure 9.21 and 10.10%, respectively. The parenchyma vascular sheath structures (PVSS), sclerenchyma (SCL) and parenchyma (PAR) did not differ in relation to leaf blade LI in the vegetative tiller. Regarding the area of the structures (mm^2) of the leaf sheath, only significant interaction ($p < 0.05$) was observed in the SCL area. The apical and medial LI presented higher values of SCL at the lower cut ages 30 and 45 days, without differing. The area occupied by sclerenchyma increased with advancement at maturity, both in the leaves and in the leaf sheath.

Key words: leaf sheath, sclerenchyma, leaf blade, number of bundles

Introdução

A produção de forragem é resultante de um fluxo de tecido contínuo que proporciona o surgimento de novos tecidos e mortes de outros, sempre fazendo a ciclagem de nutrientes, nesse contexto, o conhecimento de como ocorre às taxas de crescimento e a senescência dos tecidos caracteriza o processo dinâmico do crescimento da planta, relacionado com a composição química da planta e com a proporção de tecidos anatômicos, que influenciam diretamente no potencial de digestão das gramíneas.

Dessa forma, a caracterização anatômica das forrageiras contribui para melhor compreensão dos fatores que envolvem a digestão dos tecidos pelos ruminantes (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 fatores contribuem para alterações na composição química da gramínea (FERREIRA et al., 2005).

Por isso, é importante conhecer a anatomia das forrageiras, não apenas com o objetivo de adequar estratégias de manejo, tratamentos físicos e químicos, ajudar na seleção e melhoramento de forrageiras, mas também para explicar as respostas obtidas com o desempenho animal, e este talvez seja o principal objetivo de se conhecer tais barreiras por meio do estudo da anatomia foliar (BASSO; BARBERO, 2015).

Assim, o potencial de digestibilidade de uma forrageira pode ser relacionado com os diferentes tecidos que a constitui. Desse modo, quanto maiores quantidades de tecidos vasculares lignificados e esclerenquimáticos, menores serão as taxas de digestibilidade, pois as proporções destes tecidos estão relacionadas à altura de corte e a idade da planta forrageira (VALENTE et al., 2011).

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho avaliar a anatomia quantitativa do capim-elefante em diferentes idades de cortes e em três níveis de inserção da lâmina e bainha foliar no perfilho vegetativo.

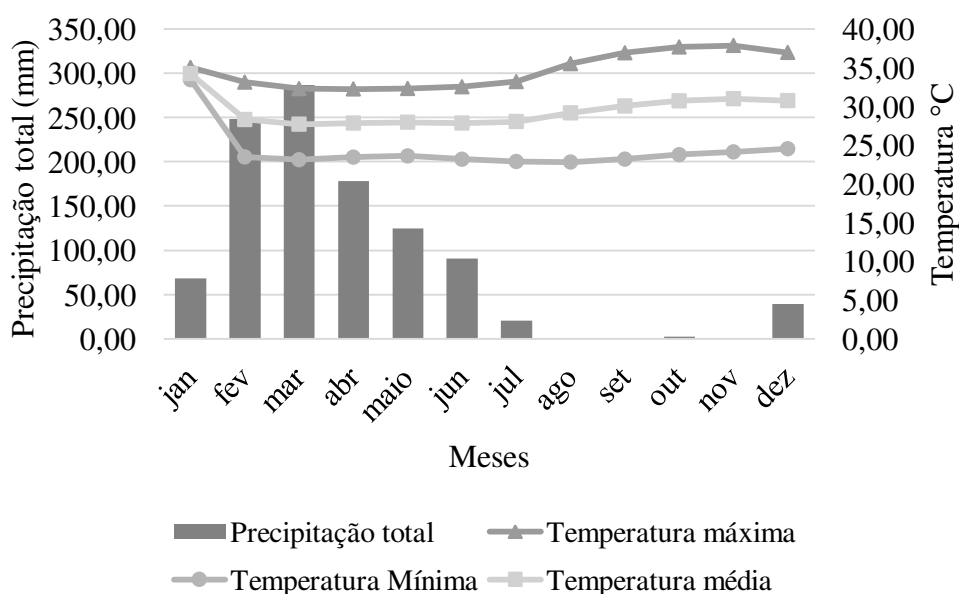
69 Material e Métodos

70 O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura do CCAA/UFMA, região do
71 Baixo Parnaíba Maranhense situada a 03°44'33 "W de latitude, 43°21'21" W de longitude.

72 O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical quente e úmido (Aw),
73 com temperatura média anual superior a 27 °C e precipitação pluvial anual de 1.835 mm, com
74 períodos de chuva entre os meses de janeiro e junho e de seca de julho a dezembro (Maranhão,
75 2002). A precipitação ocorrida no período experimental teve máxima de 342 mm no mês de
76 março de 2015 e mínima de 12 mm no mês de Setembro de 2015. A temperatura média do mês
77 de Janeiro, o mês mais quente do ano, é de 34 °C e Março com temperatura média de 27.0 °C
78 (Figura 1).

79

80 Figura 1. Precipitação pluviométrica no município de Chapadinha–MA, de Janeiro
81 a Dezembro de 2015 (INMET, 2016).



82

83 O solo do local do experimento foi classificado como Latossolo Amarelo (EMBRAPA,
84 1999) e apresentou as seguintes características químicas: pH em CaCl₂ = 4,2; M.O.= 19 g/dm³;
85 P = 5 mg/dm³ e S = 9 mg/dm³; K = 0,4 mmolc/dm³, Ca = 5 mmolc/dm³, Mg = 2 mmolc/dm³,
86 H+Al = 29 mmolc/dm³, Al = 8 mmolc/dm³, CTC = 36 mmolc/dm³, SB = 7,4 mmolc/dm³; V =
87 20 e m = 52%; e B = 1,43 mg/dm³, Cu = 0,2 mg/dm³, Fe = 55 mg/dm³, Mn = 0,4 mg/dm³, e Zn
88 = 0,3mg/dm³.

89 O preparo do solo e as práticas corretivas foram realizados entre Novembro e Dezembro
90 de 2012 e o plantio realizado em fevereiro / Março de 2013, com mudas e espaçamento de 50
91 cm. A saturação por bases foi calculada para 60%, pelo método da elevação da saturação por

bases. O PRNT do calcário utilizado foi de 94%. Utilizou-se o equivalente a 90 kg de P_2O_5 /ha e 60 kg/ha de K_2O , na forma de supersimples e cloreto de potássio, respectivamente. A fonte de fósforo foi aplicada de uma só vez, na implantação do experimento e o potássio foi parcelado em duas vezes (30 kg de K_2O /ha) e aplicado juntamente com o nitrogênio.

45 dias após a rebrotação das mudas foi feita adubação de cobertura com N e, ao longo do período chuvoso, foi realizada a adubação de manutenção, com 150 kg/ha de N, na forma de uréia, divididos em duas aplicações de 75 kg/ha/ano, realizando-se dois cortes nos anos de 2013 a 2014. As avaliações iniciaram-se em Fevereiro de 2015, com a realização do corte de uniformização em 06 de Fevereiro de 2015, em que foi realizada uma nova adubação de manutenção, com cloreto de potássio (60 kg/ha de K_2O) e nitrogênio (300 Kg/ha na forma de ureia).

Após o corte de uniformização, as parcelas experimentais foram cortadas de acordo com as idades de cortes (30, 45, 60, 75 e 90 dias).

A área total utilizada no experimento foi de 784 m², sendo subdividida em 25 parcelas de 31,36 m² cada (unidades experimentais). A espécie forrageira utilizada foi o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), o qual, foi cortado em diferentes idades de corte (30, 45, 60, 75 e 90 dias), sendo estes os tratamentos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos e cinco repetições. Em arranjo fatorial 3x5, sendo três níveis de inserção (NI) da lâmina e bainha foliar no perfilho (apical, medial e basal) e cinco idades de corte (30, 45, 60, 75 e 90 dias).

Para o estudo anatômico, foram coletadas duas plantas em cada unidade experimental totalizando 10 plantas por tratamento, destas, uma planta foi selecionada por unidade experimental, totalizando cinco plantas a serem analisadas por tratamento. As plantas foram coletadas a cada corte de avaliação na altura de resíduo de 25 cm.

A lâmina e bainha foliar foram coletadas em três NI no perfilho vegetativo denominadas de apical, medial e basal. Para o estabelecimento dos limites destas regiões, tomou-se o colmo como referência, sendo assim a fração inferior de basal, a porção medial de mediana e a porção superior de apical. As folhas mortas, presentes na região basal, não foram utilizadas para o estudo anatômico.

Fragmentos de 1cm² foram amostrados na região central de cada uma das cinco lâminas e bainhas, e acondicionados em sacos e colocados em geladeira para conservar o material fresco, todos os cortes foram realizados no mesmo dia da coleta da planta.

Os cortes foram feitos a mão livre com lâmina de aço. Em seguida, foram clarificados com hipoclorito de sódio a 50% e depois lavados em água destilada. Os cortes foram corados em Safranina e/ou Azul de toluidina, durante 10 min, e por fim os mesmos foram colocados

individualmente sobre uma lâmina contendo uma gota de glicerina e cobertos por lamínula. Todos os cortes foram analisados com microscópio óptico BELL photonics. Todas as análises foram feitas em imagens digitais, usando o programa de análise de imagens TS Views.

Após a amostragem dos fragmentos, foi realizada a medição da área foliar de cada lâmina foliar por meio de um scanner. Para a estimativa da proporção de cada tecido nas lâminas foliares, foi utilizado o sistema analisador de imagens (TS Views), acoplado ao microscópio óptico binocular. Inicialmente, mediu-se toda a área da seção transversal projetada no vídeo e, então, foi determinado a área ocupada pelos tecidos.

Avaliou-se o número de feixes, a média da espessura (mm) da epiderme adaxial e abaxial, a área da bainha parenquimática do feixe vascular (BPFV), esclerênquima (ESC) e parênquima (PAR), xilema (XIL) e floema (FLO).

Os resultados obtidos da lâmina foliar foram apresentados como proporção da área de cada tecido em relação à área total da lâmina foliar (cm^2), já os resultados obtidos das estruturas na bainha foliar foram apresentados como área (mm^2) obtido em 1cm^2 .

Os dados foram submetidos à análise de variância e as análises estatísticas foram realizadas pelo procedimento GLM do software SAS 9.0 (2002) utilizando o teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Para a área da lâmina foliar, observou-se interação ($P < 0,05$) entre as idades de corte e os níveis de inserção (NI) da folha no perfilho (Tabela 1). As idades de corte 60 e 75 dias apresentaram as maiores áreas de lâmina foliar em todos os níveis de inserção avaliados, esses resultados sofrem influência da estrutura do capim nas idades de corte avaliadas, uma vez que nessas idades de corte (60 e 75 dias), as lâminas foliares já se encontram em amplo desenvolvimento vegetativo. Comportamento diferente observado aos 30 dias de idade de corte, em que as lâminas foliares ainda encontravam-se em desenvolvimento.

Tabela 1. Valores médios da área foliar (cm^2) do capim-elefante em três níveis de inserção (NI) de acordo com a idade de corte

NI	Idade de corte (dias)					Geral	Idade * NI	¹ CV (%)
	30	45	60	75	90			
Apical	263,96Ab	302,38Ab	454,54Aa	457,01Aa	270,38Bb	349,663		
Medial	222,48Bc	280,64Bbc	393,01ABa	402,71Ba	323,94Ab	324,56	<0,0001	12,95
Basal	153,95Cc	251,25Cb	313,98Ca	325,00Ca	265,41Bb	261,923		
Geral	213,47	278,09	387,18	394,91	286,59			

Médias seguidas de letras iguais maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p>0,05$). ¹CV= coeficiente de variação

Em relação aos resultados obtidos para os NI dentro das idades de cortes, os maiores valores de NI foram obtidos nas idades de 30 a 75 dias para o NI apical, sendo que na idade de 60 dias, o NI apical e medial não apresentaram diferença ($P>0,05$), já NI medial aos 90 dias apresentou maiores valores de área foliar com 323,94 cm². O NI basal obteve menores resultados em todas as idades de corte avaliadas. Esse comportamento deve-se ao posicionamento da lâmina foliar, ou seja, lâminas foliares baixas (basal) apresentam menor desenvolvimento, em decorrência do sombreamento que é realizado pelas folhas localizadas acima do dossel forrageiro, nesse sentido, a captação de luz se torna mais eficiente nas folhas localizadas no topo do dossel forrageiro, com isso a área da lâmina foliar é maior e com máxima eficiência fotossintética.

Gomes et al. (2011) ao avaliarem a área foliar de 23 genótipos de *Panicum maximum* em dois cortes, observaram interação significativa entre genótipos e cortes, valores médios de 283,8 cm² (1º corte) e 53,8 cm² (2º corte), relataram que a maior proporção de tecidos com função estrutural nas lâminas (esclerênquima e xilema) dos genótipos ocorreu com maior área foliar, nos dois cortes.

Houve interação significativa ($P<0,05$) entre as idades de corte e NI para o número de feixes vasculares da lâmina foliar, já para a epiderme adaxial e abaxial da folha não houve interação significativa ($P>0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios do número de feixes vasculares, espessura da epiderme adaxial (mm) e abaxial (mm) da lâmina foliar do capim-elefante em três níveis de inserção (NI) de acordo com a idade de corte

Variável	NI	Idade de corte (dias)					Média	Idade * NI	¹ CV (%)
		30	45	60	75	90			
Número de feixes vasculares	Apical	60,4Ac	72,4Ab	74,6Bb	85,0Ba	88,2Ba	76,12	0,0033	6,89
	Medial	63Ad	78,4Ac	88,2Ab	92,4Aab	98,0Aa	84,00		
	Basal	65,4Ab	77,4Aa	79,4ABa	82,2Ba	80,0Ca	76,88		
	Média	62,93	76,06	80,73	86,53	88,73			
Espessura da epiderme adaxial (mm)	Apical	0,45	0,48	0,47	0,49	0,52	0,48A	0,4851	8,12
	Medial	0,44	0,46	0,44	0,46	0,44	0,45B		
	Basal	0,41	0,39	0,41	0,43	0,44	0,46C		
	Média	0,43b	0,44ab	0,44ab	0,46a	0,47a			
Espessura da epiderme abaxial (mm)	Apical	0,25	0,27	0,31	0,33	0,35	0,30C	0,6925	8,66
	Medial	0,32	0,34	0,37	0,39	0,39	0,36B		
	Basal	0,35	0,37	0,40	0,41	0,39	0,38A		
	Média	0,31c	0,33b	0,36a	0,38a	0,38a			

177 Médias seguidas de letras iguais maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de
178 Duncan ($p>0,05$). ¹CV= coeficiente de variação

179 Analisando o efeito dos NI dentro de cada idade de corte para a variável número de
180 feixes vasculares, observou-se que aos 75 e 90 dias nos NI apical e medial apresentaram as
181 maiores quantidades de feixes 85,0 e 88,2 (apical) e 92,4 e 98,0 (medial), respectivamente. Os
182 altos valores de feixes vasculares observados nas maiores idades de corte (75 e 90 dias) deve-se
183 ao tamanho da área foliar (Tabela 1) e ao estágio de maturação da folha, uma vez que, plantas
184 em estagio fenológico mais avançados apresentam um amplo desenvolvimento da lâmina foliar
185 e de seus componentes estruturas. De acordo com Queiroz et al., (2000) as características
186 anatômicas e nutricionais são influenciadas pelo estágio de desenvolvimento e pelo nível de
187 inserção da folha no perfilho.

188 O NI basal não diferiu ($P>0,05$) quanto ao número de feixes vasculares dos 45 aos 90
189 dias de corte, esse comportamento deve-se ao lento crescimento da folha nesse nível de
190 inserção, acarretando em menor área foliar.

191 Aos 30 dias observou-se menor quantidade de feixe para todos os NI, resultados que
192 podem ser correlacionados com o desenvolvimento vegetativo da planta, que influencia na área
193 da lâmina foliar, uma vez que, nessa idade de corte as plantas apresentaram menor área foliar
194 influenciando dessa forma no número de feixes vasculares.

195 Em estudo desenvolvido por Brito et al. (2004) ao avaliar a anatomia quantitativa da *B.*
196 *brizantha* e *B. humidicola*, da folha em três regiões da planta (Apical, Central e Basilar),
197 observaram que não houve diferença quanto ao número de feixes na região apical e central,
198 sendo que, nessas regiões foram encontrados maior número de feixes nas duas forrageiras
199 avaliadas, resultados semelhantes aos observados neste estudo. Ainda segundo esses autores, os
200 feixes vasculares em disposição paralela, característica das folhas de gramíneas, conferem
201 grande resistência física ao limbo. Assim, espera-se que, quanto maior o número de feixes e
202 menor a distância entre eles, mais difícil seja a ruptura dessas frações, quando da apreensão
203 pelos animais, especialmente por bovinos (BRITO et al., 2004).

204 Para a espessura da epiderme adaxial não houve efeito ($P>0,05$) de interação entre os NI
205 com as idades de corte. A espessura da epiderme adaxial nas idades de corte de 45 aos 90 dias
206 de corte apresentaram maiores valores, não diferindo das idades de corte de 45 e 60 dias, já aos
207 30 dias observou-se menor espessura 0,43mm. Entre os níveis de inserção, o NI apical
208 apresentou maior espessura, com 0,48 mm.

209 As lâminas foliares do topo do perfilho são mais longas, por esse motivo necessitam de
210 forte suporte estrutural para manter sua conformação ereta, sendo este suporte formado,
211 principalmente, pelo xilema e pelo esclerênquima (CABRAL et al., 2011). Nesse sentido,

lâminas do nível de inserção superior do perfilho apresentaram paredes celulares mais espessas que lâminas da base.

Para a espessura da epiderme abaxial não houve efeito ($P>0,05$) de interação entre as idades e o NI, em que apresentou maior espessura dos 60 aos 90 dias de corte, não diferindo estatisticamente e menor espessura na menor idade de corte avaliada (30 dias), com 0,31mm. Analisando os NI da folha no perfilho a maior espessura da epiderme adaxial foi observada no NI basal (0,38 mm) e a menor no NI apical (0,30 mm).

A maior área de epiderme no NI basal deve-se à espessura da folha que se localiza onde há menor incidência de irradiação solar. Ou seja, ao sol pleno a folha apresenta um grande número de camadas de células do parênquima e na sombra apresenta poucas camadas, enquanto a epiderme permanece com apenas uma camada de células nas duas situações (TSUZUKIBASHI et al., 2016). De acordo com Whatley e Whatley (1982), esse fenômeno acontece como medida de proteção da planta a fim de proteger a própria folha do excesso de luz que incide diretamente na superfície foliar.

Em trabalho realizado por Tsuzukibashi et al. (2016), ao avaliar a anatomia quantitativa de cultivares de *Brachiaria brizantha*, em dois NI (apical e basal) em três idades de corte (21, 35 e 49), esses autores associaram o tamanho da área da epiderme com o aumento na idade de corte e observaram estar intimamente relacionado com a diminuição da digestibilidade da MS.

Em relação às variáveis avaliadas na bainha foliar não houve interação significativa ($p>0,05$) entre a idade de corte e NI para o número de feixes, espessura da epiderme adaxial e abaxial (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios do número de feixes, espessura da epiderme adaxial (mm) e abaxial (mm) da bainha foliar do capim-elefante em três níveis de inserção (NI) de acordo com a idade de corte

Variável	NI	Idade de corte (dias)					Média	Idade * NI	¹ CV (%)
		30	45	60	75	90			
Número de feixe vasculares	Apical	28,6	32,8	38,4	41,8	43,4	37,00B	0,4325	15,93
	Medial	26,4	38,2	43,4	45,8	48,6	40,48A		
	Basal	27,8	30,2	35,2	39,8	49	36,40B		
	Média	27,60d	33,73c	39,00b	42,46b	47,00a			
Epiderme adaxial (mm)	Apical	0,25	0,29	0,35	0,40	0,40	0,33A	0,7025	11,27
	Medial	0,25	0,29	0,36	0,41	0,41	0,34A		
	Basal	0,29	0,29	0,36	0,38	0,39	0,34A		
	Média	0,26c	0,28c	0,35b	0,39a	0,40a			
Epiderme abaxial (mm)	Apical	0,22	0,25	0,29	0,29	0,30	0,26B	0,9379	11,15
	Medial	0,22	0,26	0,31	0,31	0,31	0,28AB		
	Basal	0,23	0,29	0,30	0,31	0,32	0,29A		
	Média	0,22c	0,27b	0,290a	0,30a	0,31a			

236 Médias seguidas de letras iguais maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de
237 Duncan ($p>0,05$). ¹CV= coeficiente de variação.

238 Analisando a média geral para o número de feixes da bainha foliar de acordo com a
239 idade de corte, observa-se que na maior idade de corte (90 dias) obteve-se maior número de
240 feixes (47,0 feixes), quanto ao NI o medial apresentou maior número de feixes (40,48 feixes),
241 os demais NI não diferiram.

242 Brito et al. (2004) ao avaliarem o número de feixes da bainha foliar da *Brachiaria*
243 *brizantha* e *B. humidicola* aos 70 dias de idade, em três NI, esses autores não relataram efeito
244 de interação, sendo que o NI apical e medial não diferiram apresentando o maior número de
245 feixes com 47,70 e 42,90. Valores próximos ao obtidos neste estudo aos 75 dias de idade de
246 corte com 41,8 e 45,8 feixes vasculares, respectivamente.

247 A espessura da epiderme adaxial da bainha foliar foi maior aos 75 e 90 dias (0,39 e 0,41
248 mm) e menor aos 30 e 45 dias de corte (0,26 e 0,28 mm), em relação ao NI não houve diferença
249 na espessura da bainha foliar. A epiderme abaxial apresentou maior espessura de 60 aos 90 dias
250 de corte e menor aos 30 dias de idade (0,22 mm). Os NI medial e basal não diferiram quanto a
251 espessura da bainha foliar, apresentando maiores valores com 0,28 e 0,29 mm.

252 Tsuzukibashi et al. (2016) não observaram efeito de interação na área da epiderme
253 (abaxial+adaxial) da bainha foliar nos NI e idades de corte para as três forrageiras avaliadas,
254 somente houve diferença na média geral para os NI, em que o NI basal apresentou maior área
255 de epiderme, resultados semelhantes ao observado neste trabalho.

256 Nas tabelas 4 e 5 estão presentes os valores médios da área das estruturas da lâmina
257 foliar e da bainha foliar do capim-elefante.

258 Houve interação significativa ($p<0,05$) entre a idade de corte e NI apenas para a
259 proporção de xilema (XIL) presente na lâmina foliar (Tabela 4).

260 Analisando o efeito da idade de corte e NI para a proporção de XIL, as idades de corte
261 45 e 90 dias não diferiram ($p>0,05$) quanto ao nível de inserção. Aos 30 dias de corte o NI
262 apical apresentou maior área para a estrutura do xilema com 9,21%, aos 60 dias não houve
263 diferença nos NI apical e basal, que apresentaram os maiores valores 8,95 e 7,10%
264 respectivamente, já aos 75 dias de corte o NI basal apresentou maior área de xilema com
265 8,17%.

266 Em relação ao efeito de interação dos NI dentro das idades de corte, o NI apical
267 apresentou menor área de XIL aos 75 e 90 dias de corte (6,67 e 7,43%), o NI medial apresentou
268 menores valores aos 60 e 75 dias (6,15 e 6,0%) e o NI basal apresentou menor área de XIL aos
269 60 dias de corte (7,10%), não diferindo das idades de corte de 30, 75 e 90 dias (8,03; 8,17 e
270 8,08%) respectivamente.

271 Tabela 4. Efeito da idade de corte e nível de inserção (NI) nas áreas (%) das estruturas da
272 lâmina foliar do capim-elefante de acordo com a idade de corte

NI	Idade de corte (dias)					Média	Idade * NI	³ CV (%)
	30	45	60	75	90			
Estrutura (%)								
BPFV ²								
Apical	30,64	32,85	30,44	28,14	26,66	29,74A ¹	0,4774	9,88
Medial	30,73	33,48	33,81	29,38	28,60	31,19A		
Basal	29,84	31,81	30,21	26,69	30,38	29,78A		
Média	30,40bc	32,71a	31,48ab	28,06d	28,54cd			
ESC								
Apical	14,09	15,67	18,25	25,34	26,36	19,94A	0,32	18,03
Medial	15,77	14,52	17,10	19,33	23,01	17,94A		
Basal	12,14	14,52	18,12	22,36	22,70	17,96A		
Média	14,00c	14,90c	17,82b	22,34a	24,02a			
FLO								
Apical	13,15	12,20	15,66	11,90	10,77	12,73B	0,3254	12,88
Medial	12,68	11,88	17,02	14,64	12,37	13,71A		
Basal	11,82	11,11	14,13	12,75	11,31	12,22B		
Média	11,48c	11,73c	14,60a	13,09b	12,54bc			
PAR								
Apical	33,03	30,77	31,50	27,96	28,77	30,40A	0,1036	10,79
Medial	32,79	32,02	33,12	33,85	27,92	31,93A		
Basal	38,17	33,02	32,03	30,01	27,33	32,11A		
Média	34,66a	31,93b	32,21ab	30,60b	28,00c			
XIL								
Apical	9,21Aa	10,10Aa	8,95Aab	6,67Bc	7,43Abc	8,47	0,0241	15,28
Medial	8,03Ba	9,70Aa	6,15Bb	6,00Bb	8,10Aa	7,6		
Basal	8,03Bab	9,53Aa	7,10ABb	8,17Aab	8,08Aab	8,18		
Média	9,42	9,78	7,4	6,95	7,87			

273 ¹Médias seguidas de letras iguais maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de
274 Duncan (p>0,05).

275 ²BPFV=bainha parenquimática do feixe vascular, ESC= esclerênquima, FLO= floema, PAR=parênquima, XIL=
276 xilema. ³CV=coeficiente de variação.

277 De acordo com Valente et al. (2016), nos estágios iniciais de desenvolvimento, apenas o
278 xilema é lignificado. No entanto, com o aumento na idade, a lignificação prossegue para o anel
279 esclerenquimático e, em uma forma de estágio mais avançado, para o parênquima onde os
280 feixes vasculares são inseridos (AKIN,1989; SMITH et al, 2013).

281 As estruturas da bainha parenquimática do feixe vascular (BPFV), esclerênquima (ESC)
282 e parênquima (PAR), não diferiram quanto ao NI da lâmina foliar no perfilho vegetativo. Em
283 relação ao efeito da idade de corte a maior área de BPFV foi observada aos 45 e 60 dias de corte
284 (32,71 e 28,06%), ESC aos 75 e 90 dias (22,34 e 24,02% respectivamente) e PAR aos 30 e 60
285 dias de idade de corte com 34,66 e 32,21%, respectivamente.

Em estágios vegetativos mais novos da planta observa-se a estrutura do parênquima bem mais pronunciada, uma vez que, grande parte dos feixes vasculares ainda se encontram em desenvolvimento na fase inicial de desenvolvimento da folha, nesse sentido, o PAR que é um tecido de preenchimento ocupa grande parte da área das estruturas, apresentando uma formação de células frouxas, que contribuem para a formação de tecidos bem mais digestíveis e de rápido aproveitamento pela microbiota ruminal.

A área do ESC foi maior nos estágios mais avançados de maturação da planta, comportamento explicado pela ligação do ESC com estruturas de lignificação que estão presente em tecidos maduros, contribuindo para sustentação da planta, no entanto, quanto maior área de tecidos esclerenquimático, menor a degradação da planta pelos microorganismos e consequentemente menor o aproveitamento pelo animal.

Tsuzukibashi et al. (2016) relataram comportamento semelhante ao observado neste trabalho, em que estes autores não observaram efeito de interação para as estruturas BPFV, ESC e PAR da lâmina foliar de três espécies forrageiras, sendo que a BPFV apresentou maior proporção no NI basal, o ESC obteve maior proporção NI apical e o PA não diferiu quanto aos NI.

O floema (FLO) presente na lâmina foliar apresentou maior área no NI medial (13,71%) e dentro das idades, obteve maior valor aos 60 dias (14,60%). Dados que estão de acordo com a área da lâmina foliar (Tabela 1) e o número de feixes vasculares (Tabela 2) presente nessa idade e NI.

De acordo Wilson, (1993), as células do FLO possuem parede celular delgada, sendo de fácil digestão. Nesse sentido, a utilização do capim-elefante aos 60 dias de idade, implica em um melhor aproveitamento da forrageira pela microbiota ruminal, aliado a uma boa produtividade do capim-elefante nessa idade de corte.

Em relação à área das estruturas (mm^2) da bainha foliar, observou-se interação significativa ($p < 0,05$) entre as idades de corte e NI apenas para a área do ESC (Tabela 5). Nas idades de corte 30 e 45 dias não houve diferença quanto os NI apical e medial, em que apresentaram os maiores valores 15,19 e 14,01% (30 dias) e 16,24 e 14,0% (45 dias). Aos 60 dias não houve diferença ($p > 0,05$) quanto aos NI, já aos 75 e 90 dias de corte o NI apical apresentou maior área de ESC com 38,42 e 39,68% respectivamente.

De acordo com Wilson (1976) O ESC tem função de sustentação, nota-se que a maior área dessa estrutura esta presente nos NI apical e medial, provavelmente pelo fato de demandar maior suporte por estar situado na parte superior do perfilho.

Em relação ao efeito dos NI dentro das idades de corte, o comportamento foi semelhante em todos os NI, em que, a área de ESC apresentou comportamento crescente com o aumento na

idade de corte, sendo que nas maiores idades de corte 75 e 90 dias observou-se maior área de ESC, não diferindo estaticamente. O ESC tem função de sustentação, nota-se as maiores áreas em idades mais avançadas da planta, provavelmente pelo fato de necessitar de maior suporte.

Tabela 5. Efeito da idade de corte e nível de inserção (NI) da área (mm²) das estruturas da bainha foliar do capim-elefante de acordo com a idade de corte

NI	Idade de corte (dias)					Média	Idade * NI	³ CV (%)
	30	45	60	75	90			
	Estrutura (mm ²)							
BPFV ²								
Apical	23,06	25,43	24,20	23,75	22,50	23,78A ¹	0,7469	15,84
Medial	22,71	23,73	22,24	19,90	18,30	21,37B		
Basal	18,88	19,22	15,37	16,07	13,60	16,62C		
Média	21,55ab	22,79a	20,60abc	19,90bc	18,13c			
ESC								
Apical	15,19Ab	16,24Ab	18,50Ab	38,42Aa	39,68Aa	25,61	0,012	15,83
Medial	14,01Ab	14,00Ab	17,47Ab	27,44Ba	31,90Ba	20,97		
Basal	10,35Bc	11,14Bc	16,35Ab	26,28Ba	29,11Ba	18,65		
Média	13,19	13,80	17,45	30,72	33,57			
FLO								
Apical	11,99	11,40	13,10	15,96	15,83	13,65A	0,1651	21,46
Medial	14,03	14,05	17,03	15,24	12,39	14,54A		
Basal	10,82	11,05	11,19	12,23	11,56	11,36B		
Média	12,28ab	12,16b	13,77ab	14,47a	13,25ab			
PAR								
Apical	49,51	60,35	143,10	88,04	54,31	79,06A	0,056	24,38
Medial	44,73	74,31	150,04	75,68	62,10	81,37A		
Basal	50,37	54,60	103,82	61,94	56,79	65,50B		
Média	48,20d	63,08bc	132,31a	75,22b	57,73cd			
XIL								
Apical	11,88	13,00	13,10	14,11	15,64	13,54A	0,997	21,75
Medial	11,70	12,23	12,06	12,51	14,47	12,59A		
Basal	9,73	9,90	10,11	10,34	12,37	10,48B		
Média	11,10b	11,70b	11,75b	12,31ab	14,16a			

¹Médias seguidas de letras iguais maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Duncan (p>0,05).

²BPFV=bainha parenquimática do feixe vascular, ESC= esclerênquima, FLO= floema, PAR=parênquima, XIL= xilema. ³CV=coeficiente de variação.

O ESC é formado por células com parede celular espessa, frequentemente lignificada que confere sustentação e rigidez a planta (OLIVEIRA, 2012), dessa forma, por ser um tecido de sustentação é correlacionado negativamente com a digestibilidade.

Para as estruturas FLO, PAR e XIL presente na bainha foliar observou-se maior área nos NI apical e medial não diferindo entre si. Em relação à área das estruturas de acordo com a idade de corte, notou-se que o FLO apresentou maior área aos 75 dias não diferindo das idades

de corte 30, 60 e 90 dias, o PAR apresentou maior área aos 60 dias de idade e menor aos 90 dias, já para a área do XIL notou-se um comportamento crescente, em que aos 75 e 90 dias obtiveram maior área (12,31 e 14,16 mm², respectivamente).

A BPFV da bainha foliar obteve maior área no NI apical com 23,78 mm² e menor no NI basal (16,62 mm²). Em relação às idades de corte observou-se decréscimo da área BPFV com o aumento na idade de corte, em que nas menores idades de corte (30, 45 e 60 dias) apresentaram maior área BPFV com 21,55; 22,79 e 20,60 mm² (Tabela 5).

Segundo Oliveira (2012), à medida que ocorre a maturação da planta a capacidade fotossintética é reduzida. Esta redução está relacionada à menor proporção da BFPV em intervalos de corte mais avançados. Uma vez que, A BFPV é rica em cloroplastos e tem participação no processo fotossintético (PACIULLO, 2002).

De acordo com Wilson (1997), as células da bainha do feixe vascular são importantes por apresentarem em seu conteúdo celular alto teor de proteína e amido. Porém, nem sempre os nutrientes encontrados na BPFV estão disponíveis para os microrganismos presentes no rúmen em decorrência da parede celular da BPFV ser passível de lignificação, e a lignina parece ser a principal limitação química que interfere na digestão dessas células, dificultando o acesso dos microrganismos ao conteúdo celular (AKIN; CHESSON, 1989).

Conclusão

As características anatômicas do capim-elefante nas diferentes idades de corte e níveis de inserção no perfilho apresentam diferença quanto à área da lâmina foliar, número de feixes e espessura da epiderme abaxial da lâmina e bainha foliar. Aos 60 dias de corte a planta apresenta características anatômicas mais favoráveis para utilização na alimentação animal.

Referências

AKIN, D. E.; CHESSON, A. Lignification as the major factor limiting forage feeding value especially in warm conditions. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16., 1989, Nice. Proceedings... Nice: Association Française pour la Production Fourragère, 1989. p.1753-1760.

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

BASSO, K . C.; BARBERO, L. M. Anatomia foliar de forrageiras e sua relação com o valor nutritivo. *Review. Vet. Not.*, Uberlândia, v.21, n. 1, p.1-10, jan./jun. 2015.

- BRITO, C. J. F. A.; RODELLA, R. A.; DESCHAMPS, F. C. Anatomia Quantitativa da Folha e do Colmo de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf e *B. humidicola* (Rendle) Schweick. R. Bras. Zootec., v.33, n.3, p.519-528, 2004.
- CABRAL, C.H.A.; BAUER, M.O.; CABRAL, C.E.A. Influência das características anatômicas e estruturais em dossel forrageiro no consumo de ruminantes. *Enciclopédia Biosfera*, v.7, n.13, p.680-693, 2011.
- 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*, vol. 27, n. 2, p. 189-197. 2005.
- 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*, vol. 26, n. 1, p. 15-23. 2013.
- GOMES, R. A. et al. Características anatômicas e morfofisiológicas de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 46, 334 n.2, p. 205-211, 2011.
- HODGSON, J. 1990. Herbage production and utilization. In: *Grazing management – science into practice*. New York: John Wiley & Sons. P. 38-54.
- INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), <http://www.inmet.gov.br/portal/> acessado em 11 de novembro de 2016.
- MARANHÃO. Governo do Estado. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Universidade Estadual do Maranhão. Atlas do Maranhão. São Luís, Geplan, 2002. 39p.
- OLIVEIRA, K. P. Características morfogênicas e anatômicas Do capim Tanzânia (*panicum maximum* cv tanzânia) Em diferentes intervalos de corte na região de Mossoró-RN. Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, 2012.
- PACIULLO, D. S. C. et al. Características Anatômicas da Lâmina Foliar e do Colmo de Gramíneas Forrageiras Tropicais, em Função do Nível de Inserção no Perfilho, da Idade e da Estação de Crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, v. 31, n. 2, 353 p.890-899, 2002.

- 397 QUEIROZ, D.S., J.A. GOMIDE AND J. MARIA. Avaliação da folha e do colmo de topo e
 398 base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. 2. Anatomia. *Revista Brasileira de Zootecnia*,
 399 29: 61-68. 2000.
- 400 SAS INSTITUTE. SAS user's guide: release; version 9.0. Cary: Statistical Analysis System
 401 Institute, 2002. 1028p.
- 402 SMITH R.A., SCHUETZ M, ROACH M, MANSFIEL S.D., ELLIS B., SAMUELS L.
 403 Neighboring Parenchyma Cells Contribute to Arabidopsis Xylem Lignification, while
 404 Lignification of Interfascicular Fibers Is Cell Autonomous. *Plant Cell* 25:3988-3999. 2013.
- 405 TSUZUKIBASHI, D. ; COSTA, J. P. R.; MORO, F. V., RUGGIERI, A. C. E MALHEIROS, E.
 406 B. Anatomia quantitativa, digestibilidade *in vitro* e composição química de cultivares de
 407 *Brachiaria brizantha*. *Rev. de Ciências Agrárias* vol.39 no.1 Lisboa mar. 2016.
- 408 VALENTE, T. N. P.; LIMA, E. S.; GOMES, D. I.; WALLACY SANTOS, W. B. R. ;
 409 CESÁRIO, A. S.; SANTOS, S. C. Anatomical differences among forage with respect to
 410 nutrient availability for ruminants in the tropics: A review. *African Journal of Agricultural*
 411 *Research*, DOI: 10.5897/AJAR2016.10828 Article Number: 620411458367 ISSN 1991-637X,
 412 Vol. 11(18), pp. 1585-1592, 5 May, 2016.
- 413 VALENTE, T.N.P.; LIMA, E.S.; HENRIQUE, L.T.; NETO, O.R.M.; GOMES, D.I.;
 414 SAMPAIO, C.B.; COSTA, V.A.C. Anatomia de plantas forrageiras e a disponibilidade de
 415 nutrientes para ruminantes: Revisão. *Veterinária e Zootecnia*, Botucatu, v. 18, n. 3, p. 347-358,
 416 2011.
- 417 WHATLEY, F.H. E WHATLEY, F.R. A luz e a vida das plantas: temas de biologia. São
 418 Paulo, EPU-EDUSP, vol. 30, 101 p. 1982.
- 419 WILSON, J.R. Structural and anatomical traits of forages influencing their nutritive value for
 420 ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM
 421 PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. Anais... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.173-
 422 208.
- 423 WILSON, J.R. Variation of leaf characteristics with level of insertion on a grass tiller. II.
 424 Anatomy. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.27, p.355-364, 1976.

- 425 WILSON, J.R. Organization of forage plant tissues. In: JUNG, H.G., BUXTON, D.R.,
426 HATFIELD, R.D. et al. (Eds). Forage cell wall structure and digestibility . Madison: American
427 Society of Agronomy, Crop Sci. Society of America, Soil Sci. Society of America, 1993. p.1-32.

CAPITULO 4

Características anatômicas e cinética ruminal do capim-elefante em diferentes idades de corte

Anatomical characteristics and ruminal kinetics of elephant grass at different cutting ages

Resumo

Objetivo-se determinar a área ocupada pelos diferentes tecidos presentes na lâmina foliar e a degradabilidade *in situ* das frações folha e colmo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) em cinco idades de corte (30, 45, 60, 75 e 90 dias). Foram selecionadas cinco plantas em cada tratamento, estas foram segmentadas em três níveis de inserção no perfilho (apical, medial e basal). Os resultados foram apresentados como proporção da área de cada tecido em relação à área total da lâmina foliar, sendo estes, tecido parenquimático (TP) tecido vascular lignificado (TVL) e tecido vascular não lignificado (TVNL). O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x5 (três tecidos e cinco idades de corte). A degradação da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB) das frações folha e colmo foram estimadas pela técnica *in situ*, utilizando-se um ovino da raça santa Inês. Os tempos de incubação no ambiente ruminal foram 6, 12, 24, 72 e 96 horas. O tempo zero foi determinado em banho Maria por 1 hora. Os dados de degradabilidade foram dispostos em arranjo fatorial 6x5 (seis tempos e cinco idades de corte). A proporção de tecido na lâmina foliar é alterada de acordo com a inserção no perfilho e aumento na idade de corte da planta. O TP tem maior proporção nas menores idades de corte, TVL aumenta com a idade e TVNL é maior aos 60 dias de idade. Os parâmetros de degradação da MS nas duas frações avaliadas diminuíram significamente com o aumento na maturidade da planta. A degradabilidade efetiva da PB nas frações folha e colmo diminuíram significamente com o aumento na taxa de passagem (2, 5 e 8%/h). A maior taxa de degradação (c) da PB para fração folha foi obtida aos 60 dias de idade (9,47%/h), já para o colmo aos 45 dias de idade (6,81%/h). Aos 60 dias de idade de corte o capim-elefante apresenta um ponto ótimo quanto à proporção de tecidos anatômicos correlacionados com a degradação.

Palavras-chave: anatomia vegetal, lignina, potencial de degradação, taxa de degradação

Abstract

The objective of this study was to determine the area occupied by the different tissues present in the leaf blade and the *in situ* degradability of leaf and stem fractions of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) At five cutting ages (30, 45, 60, 75 and 90 days). Five plants

of each experimental unit were selected and segmented into three levels of tiller insertion (apical, medial and basal). The results were presented as a proportion of the area of each tissue in relation to the total area of the leaf blade, these being, parenchymal tissue (PT) lignified vascular tissue (LVT) and non lignified vascular tissue (NLVT). The design was completely randomized, in a factorial arrangement 3x5 (three tissues and five cutting ages). The degradation of dry matter (DM) and crude protein (CP) in leaf and stem fractions were estimated by *in situ* technique using a Santa Inês sheep. Incubation times in the ruminal environment were 6, 12, 24, 72 and 96 hours, in a 5x5 factorial arrangement (five incubation times and five treatments). The proportion of tissue in the leaf blade is altered according to the insertion in the tiller and increase in the cutting age of the plant. The PT has a higher proportion at the lower cut ages, LVT increases with age and NLVT is higher at 60 days of age. The degradation parameters of DM in the two evaluated fractions decreased significantly with the increase in plant maturity. The effective degradability of CP in the leaf and stem fractions decreased significantly with the increase in the rate of passage (2, 5 and 8% / h). The highest rate of degradation (c) of CP for leaf fraction was obtained at 60 days of age (9.47% / h), already at 45 days of age (6.81% / h). At 60 days of age elephant grass presented an optimum point regarding the proportion of anatomical tissues correlated with degradation.

Key words: plant anatomy, lignin, degradation potential, degradation rate

Introdução

A estrutura anatômica das lâminas foliares, assim como seus tecidos específicos, individualmente ou pela combinação entre estes, exercem forte influência sobre o valor nutricional das forrageiras. A relação entre a anatomia dos órgãos da planta e de seus tecidos tem sido relatada em estudos histológicos, sendo um dos indicativos do valor qualitativo da forrageira em razão da proporção de tecidos rapidamente digestíveis e indigestíveis (BATISTOTI, 2006).

As plantas forrageiras são formadas por diferentes órgãos (raiz, folha, colmo), sendo cada órgão formado por um conjunto de células com características diferentes tanto estruturais como químicas (VALENTE et al., 2011). Cada tecido possui composição física e química diretamente relacionada com sua estrutura na planta; por exemplo, tecidos de sustentação devem ser densamente agrupados, espessados e lignificados. Já um tecido especializado para realizar a fotossíntese deve possuir células com parede delgada e não-lignificada (VALENTE et al., 2011). Assim, o potencial de digestibilidade de uma forrageira pode ser relacionado com os diferentes tecidos que as constituem (AKIN, 1982). Desse modo, quanto maiores quantidades

de tecidos vasculares lignificados e esclerenquimáticos menores serão as taxas de digestibilidade (BRITO; DESCHAMPS, 2004; BRITO et. al., 2001).

Nesse sentido, os fatores que interferem na qualidade das gramíneas forrageiras podem ser de origem anatômica, física e química, além daqueles relacionados à estrutura da vegetação (LEMPPE E MORAIS, 2005).

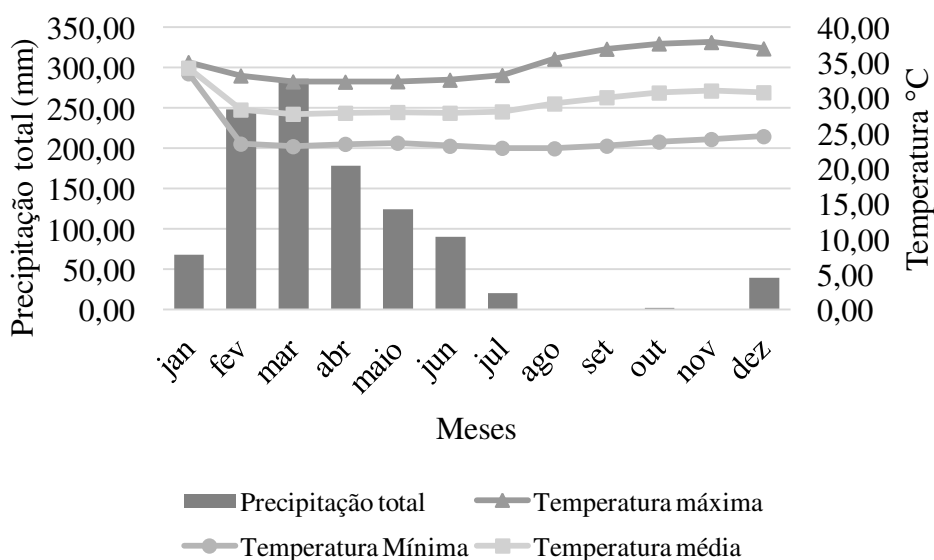
Dessa forma, a avaliação do tipo e magnitude das mudanças morfológicas, fisiológicas e anatômicas que acontecem nas plantas, pode contribuir para a seleção de espécies forrageiras mais adaptadas, visando melhores formas de técnicas de manejo compatíveis para obtenção de forragem de qualidade e manutenção da sustentabilidade do sistema produtivo (GOBBI, 2011).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar as características anatômicas e a cinética ruminal do capim-elefante em diferentes idades de corte.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura do CCAA/UFMA, região do Baixo Parnaíba Maranhense situada a 03°44'33 "W de latitude, 43°21'21" W de longitude. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical quente e úmido (Aw), com temperatura média anual superior a 27 °C e precipitação pluvial anual de 1.835 mm, com períodos de chuva entre os meses de janeiro e junho e de seca de julho a dezembro (Maranhão, 2002). A precipitação ocorrida no período experimental teve máxima de 342 mm no mês de março de 2015 e mínima de 12 mm no mês de Setembro de 2015. A temperatura média do mês de Janeiro, o mês mais quente do ano, é de 34 °C e Março com temperatura média de 27.0 °C (Figura 1).

Figura 1. Precipitação pluviométrica do período experimental de Janeiro a Dezembro de 2015 (INMET, 2016).



O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram nas seguintes idades de cortes: 30, 45, 60, 75 e 90 dias. A espécie forrageira utilizada foi o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). O experimento foi realizado em capineira já pré-estabelecida. A área total utilizada no experimento foi 784 m², sendo subdividida em 25 parcelas de 31,36 m² cada (unidades experimentais).

Em cada idade de corte foram coletadas amostras do capim-elefante nas unidades experimentais para determinação da composição química (Tabela 1), avaliação da anatomia da lâmina foliar e degradabilidade *in situ* da MS e PB da fração folha e colmo.

Tabela 1. Composição química das frações folha e colmo do capim-elefante em diferentes idades de corte

Fração	Variável (%)	Idade de corte (dias)				
		30	45	60	75	90
Folha	Matéria seca	15,53	17,57	18,87	19,82	20,73
	Proteína bruta	19,88	18,39	13,26	12,87	11,96
	Fibra em detergente neutro	66,16	70,54	72,82	75,75	79,57
	Fibra em detergente ácido	44,57	49,17	52,65	55,59	58,46
	Lignina	6,36	8,55	10,54	12,37	14,83
	Celulose	38,2	40,62	42,11	43,23	43,63
	Hemicelulose	21,59	21,37	20,16	20,15	21,11
	Cinzas	5,23	5,55	5,48	9,08	9,36
Colmo	Matéria seca	16,55	17,19	20,44	22,04	23,33
	Proteína bruta	12,94	11,55	11,05	10,95	9,45
	Fibra em detergente neutro	67,35	73,26	76,24	80,66	84,28
	Fibra em detergente ácido	52,02	57,76	65,06	69,23	75,54
	Lignina	9,18	12,57	14,77	16,63	21,05
	Celulose	42,84	45,19	50,29	52,6	54,49
	Hemicelulose	15,33	15,5	11,18	11,43	8,74
	Cinzas	5,43	7,85	8,55	11,23	14,68

Para o estudo anatômico, foram coletadas duas plantas em cada unidade experimental totalizando 10 plantas por tratamento, destas, uma planta foi selecionada por unidade experimental, totalizando cinco plantas a serem analisadas por tratamento. As plantas foram coletadas a cada corte de avaliação na altura de resíduo de 25 cm.

A lâmina foliar foi coletada em três níveis de inserção no perfilho vegetativo denominadas de apical, medial e basal. Para o estabelecimento dos limites destas regiões, tomou-se o colmo como referência, sendo assim a fração inferior de basal, a porção medial de

mediana e a porção superior de apical (última folha com a lígula exposta). As folhas mortas, presentes na região basal, não foram utilizadas para o estudo anatômico.

Fragmentos de aproximadamente 1cm² foram amostrados na região central de cada uma das 25 (vinte e cinco) lâminas, e acondicionados em sacos e colocados em geladeira para conservar o material fresco e posterior avaliação anatômica.

Os cortes foram feitos a mão livre com lâmina de aço e analisados sob microscópio óptico BELL photonics. Todas as análises foram feitas em imagens digitais, usando o programa de análise de imagens TS Views.

Após a amostragem dos fragmentos, foi realizada a medição da área foliar de cada lâmina foliar por meio de um scanner. Para a estimativa da proporção de cada tecido nas lâminas foliares, foi utilizado o sistema analisador de imagens (TS Views), acoplado ao microscópio óptico binocular. Inicialmente, mediu-se toda a área da seção transversal projetada no vídeo e, então, foi determinado a área ocupada pelos tecidos.

Os tipos de tecidos foram separados de acordo com a natureza das paredes celulares, considerando a seguinte divisão: tecido parenquimático (TP): incluindo células buliformes e bainha parenquimática do feixe vascular; tecido vascular lignificado + esclerênquima (TVL): incluindo xilema, bainhas esclerenquimáticas e outras células presentes nos feixes vasculares que apresentassem parede celular de natureza lignificada e tecido vascular não lignificado (TVNL): incluindo floema e outras células presentes nos feixes vasculares que apresentassem parede celular de natureza celulósica.

Os resultados foram apresentados como proporção da área de cada tecido em relação à área total da lâmina foliar, em arranjo fatorial 3x5 (três tecidos anatômicos e cinco idades de corte).

Para análise da cinética ruminal as amostras das frações colmo e folha foram pesadas e acondicionadas em estufa de circulação de ar forçada por 72 horas a 55°C. Em seguida foram pesadas para se obter o teor de MS e moídas com peneiras de 5 mm em moinho tipo Willey para a realização das análises químicas e degradabilidade “*in situ*” da MS e da PB.

A degradabilidade foi estimada pela técnica *in situ*, utilizando-se um ovino mestiço com peso vivo 60 kg, procedimento este sugerido por Tomich e Sampaio (2004). Foi pesado e colocado 4g da mostra moída em sacos de náilon medindo 12x8cm e com poros de 50µm (NOCEK, 1988), em arranjo fatorial 6x5 (seis tempos e cinco idades de corte). Os tempos de incubação utilizados foram 6, 12, 24, 72 e 96 horas.

Após o período de incubação, os sacos foram retirados para lavagem, e secos em estufa de circulação forçada de ar, a 55°C, por 48 horas. Para determinação do desaparecimento do material no tempo zero os sacos foram mantidos em banho-maria por uma hora em temperatura

573 igual a 39 °C. Após esse tempo, os sacos receberam os mesmos procedimentos dos sacos que
574 foram incubados.

575 A percentagem de desaparecimento da MS e PB em cada tempo foi calculada pela
576 proporção de alimento que desapareceu nos sacos após a incubação no rúmen. Para avaliação
577 dos parâmetros foi utilizado o modelo conforme Orskov e McDonald (1979) adaptado por
578 Sampaio (1988):

$$579 \text{ Deg} = A - B (-ct)$$

580 A - corresponde a degradação potencial do material incubado quando o tempo não é um fator
581 limitante;

582 B - parâmetro sem valor biológico, ou seja, se não houvesse tempo de colonização, ele
583 corresponderia ao total a ser degradado pela ação microbiana;

584 c - taxa de degradação por ação fermentativa de B;

585 t - tempo de incubação no rúmen, em horas.

586 Uma vez calculados os coeficientes A, B e c, esses foram aplicados à equação proposta
587 por Ørskov e McDonald (1979) para o cálculo da degradabilidade efetiva:

$$588 \text{ DE} = a' + (b' * C) / (C+k)$$

589 a' = % desaparecimento no tempo zero (Média);

590 b' = A-a';

591 C= taxa constante de degradação;

592 K = taxa de passagem do alimento, assumiu-se uma taxa de passagem da digesta para o
593 duodeno de 2, 5 e 8% por hora.

594 Os dados foram submetidos a testes que assegurassem as prerrogativas básicas (testes de
595 Homocedasticidade e Normalidade), para que os dados pudessem ser submetidos à análise de
596 variância. Em seguida foi realizada uma comparação de médias ao nível de 5% de
597 probabilidade pelo teste de Duncan, com o auxílio do procedimento PROC GLM. Os
598 parâmetros a, b e c e as curvas de degradação *in situ* da MS e da PB do capim foram
599 determinados segundo o método de Gauss-Newton, pelo PROC NLIN, do programa estatístico
600 SAS 9.0 (2002).

601 **Resultados e Discussão**

602 Houve interação ($P < 0,05$) entre os tecidos avaliados e idades de corte do capim- elefante
603 nos três níveis de inserção da lâmina foliar no perfilho vegetativo (Tabela 2).

604 O tecido parenquimático (TP) apresentou maior proporção de tecido nas menores idades
605 de corte (30 e 45 dias) nos três níveis de inserção da lâmina foliar no perfilho (apical, medial e

basal), diminuindo a área desse tecido com o avanço na idade de corte. Esse comportamento deve-se ao crescimento dos feixes vasculares com o avanço na idade da planta, tanto em quantidades quanto em tamanho de feixes vasculares, ocupando assim maior área na região da folha e grande parte desses tecidos são tecidos lignificados (esclerênquima) que proporciona sustentação a planta. A lignina parece ser a principal limitação química à digestão dessas células, o que pode dificultar o acesso dos microrganismos ao conteúdo celular (AKIN E CHESSON, 1989).

Tabela 2. Proporção (%) ocupada na lâmina foliar pelo tecido parenquimático (TP), tecido vascular lignificado (TVL) e tecido vascular não lignificado (TVNL) em três níveis de inserção da planta (apical, medial e basal), de acordo com a idade de corte do capim-elefante

Tecido (%)	Idade de corte (dias)					Média	¹ I * T	² CV (%)
	30	45	60	75	90			
Apical								
TP	60,3Aa	56,72Aa	48,51Ab	43,13Ac	36,99Bd	49,13	<0,0001	17,47
TVL	29,07Bb	30,32Bb	31,16Bb	39,38Ab	52,69Aa	36,52		
TVNL	10,3Cc	12,21Cc	24,24Ca	16,91Bb	12,1Cc	15,15		
Média	33,23	33,08	34,64	33,14	33,93			
Medial								
TP	57,1Aa	53,57Aab	44,24Abc	45,41Abc	40,95Ac	48,25	0,0001	17,23
TVL	31,16Bb	32,99Bb	32,99Bb	37,24Bab	42,83Aa	35,44		
TVNL	11,73Cc	13,52Cc	22,47Ca	17,33Cb	16,63Ab	16,34		
Média	33,33	33,36	33,23	33,73	33,47			
Basal								
TP	66,74Aa	61,55Aa	46,03Ab	44,68Ab	41,12Bb	52,02	<0,0001	20,4
TVL	24,13Bc	29,73Bbc	35,04Bb	37,75Aab	45,46Aa	34,42		
TVNL	9,11Cc	12,2Cbc	20,82Ca	14,04Bb	12,91Cb	13,82		
Média	33,33	34,49	33,97	32,16	33,16			

Médias seguidas de letras iguais maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem ($P>0,05$) entre si pelo teste de Duncan.

¹F*Id= interação idade de corte e tecido

²CV(%)= coeficiente de variação

De acordo com Brito et al. (2001), o tecido parenquimático apresenta elevadas taxas de degradação e ocupa grande parte da área nos diferentes órgãos e frações, portanto, muito importante na qualidade da forrageira. Resultados que podem ser observados na tabela 4, com o avanço na idade de corte diminui significativamente a degradabilidade potencial da MS (A).

Em relação ao tecido vascular lignificado (TVL), observa-se aumento considerável dos 30 aos 90 dias de idade de corte, comportamento semelhante nos três níveis de inserção da

folha no perfilho (Tabela 2), com aumento de 44,82 % (apical), 27,25% (medial) e 46,92% (basal).

O tecido vascular lignificado é composto basicamente por xilema e esclerênquima, tecidos responsáveis pela sustentação e rigidez da planta, nesse sentido, com o aumento no estágio de maturação da planta, esses tecidos tornam-se mais evidentes. Em trabalho realizado por Paciullo et al. (2001), observaram que as espessuras da parede celular do esclerênquima e do xilema apresentaram correlação negativa com a digestibilidade, e concluíram que as estimativas das proporções de mesofilo, xilema e esclerênquima, e a espessura da parede celular, podem ser combinadas com a composição química para melhorar a estimativa do valor nutritivo da forragem. Uma vez que, quanto maior a proporção desses tecidos menor será a sua digestibilidade.

Nesse sentido, observa-se efeito negativo do aumento na proporção de tecidos lignificados com a degradabilidade da MS e PB (Tabela 3 e 4), que são afetados negativamente com o aumento na idade de corte da planta.

Em estudo realizado por Paciullo et al. (2002), relataram que a proporção de tecidos não variou com a idade, nem com a estação de crescimento, com exceção da mais elevada proporção de xilema em lâminas colhidas no verão (6,4%), quando comparadas às do outono (5,1%). Os tecidos resistentes à digestão representaram 28,9% da seção transversal do segmento de colmo, considerando-se os valores médios das proporções de epiderme (2,8%), xilema (18,7%) e esclerênquima (7,4%). Os resultados obtidos apresentaram alteração significativa da proporção de tecidos com a idade de corte, e aumento dos tecidos mais resistentes à digestão (Tabela 2).

O tecido vascular não lignificado (TVNL) tem menor proporção nas menores e maior idade de corte (30,45 e 90 dias). Observa-se que a maior proporção de TVNL foi na idade de corte de 60 dias. O comportamento observado no desenvolvimento desse tecido é semelhante nos três níveis de inserção, entende-se que nas menores idades de corte esse tecido que é composto basicamente pelo floema ainda encontra-se em desenvolvimento, e de acordo com a maturação da planta ocorre aumento na proporção desse tecido, até certo ponto (60 dias de corte), em que a diferenciação desse tecido já passa a ser composta por tecido de sustentação da planta, nesse caso o esclerênquima, tecido altamente lignificado, diminuindo assim a proporção de TVNL e aumentando a proporção de TVL (Tabela 2).

Essa diferenciação e crescimento das células do floema ocorrem principalmente na região apical onde estas células são jovens e ainda em estágio de diferenciação.

Segundo Paciullo et al. (2002), em uma mesma planta, observa-se vários gradientes das características anatômicas e nutricionais, segundo o nível de inserção, quando se comparam

folhas em um mesmo estágio de desenvolvimento, sendo que, as lâminas da posição superior do perfilho apresentam maior proporção de xilema.

As lâminas foliares do topo do perfilho são mais longas, por esse motivo necessitam de forte suporte estrutural para manter sua conformação ereta, sendo este suporte formado, principalmente, pelo xilema e pelo esclerênquima (CABRAL et al., 2011).

Observa-se um decréscimo na fração solúvel (*a*) (Tabela 3) com o aumento na idade de corte, esse comportamento deve-se, a proporção de compostos solúveis que diminuem com o avanço no estágio de maturação da planta, nesse sentido a planta começa a acumular estruturas de sustentação (TVL), que colaboram com maior adensamento das células e consequentemente, em menor degradabilidade.

De acordo com Goes et al, (2004) a fração solúvel (*a*) corresponde à parte solúvel do alimento, mais as partículas eliminadas através da malha dos sacos, quando esses são imersos no líquido ruminal e, posteriormente, lavados em água corrente. Segundo Goes, et. al. (2012) o maior desaparecimento ruminal no tempo zero deve-se à maior presença de compostos solúveis em água.

Tabela 3. Parâmetros da degradação ruminal (*a*, *b* e *c*), degradabilidade potencial (*A*) e degradação efetiva (*DE*) da matéria seca (*MS*) nas taxas de passagem 2, 5 e 8%/hora das frações folha e colmo do capim-elefante em diferentes idades de corte

Fração	Idade	<i>a</i> (%)	<i>b</i> (%)	<i>c</i> (%/h)	<i>A</i>	<i>R</i> ²	Degradação efetiva (%)		
							2 %/h	5 %/h	8 %/h
Folha	30	23,30	71,93	2,88	87,53	97,94	65,75	49,59	42,34
	45	15,90	69,95	2,74	81,35	96,67	55,76	40,31	33,49
	60	14,20	72,12	2,05	84,22	95,15	50,71	35,17	28,91
	75	13,10	69,43	2,07	81,23	94,98	48,41	33,43	27,37
	90	12,40	55,99	2,50	66,99	91,40	43,51	31,06	25,73
Colmo	30	15,60	64,03	2,48	87,33	98,15	54,58	38,73	32,05
	45	12,40	75,33	1,85	91,23	98,13	50,28	33,69	27,21
	60	12,10	41,56	1,51	77,81	94,12	40,37	27,34	22,53
	75	11,80	53,99	1,63	67,09	93,61	36,63	25,39	21,16
	90	11,00	39,25	2,37	51,65	96,55	33,46	24,44	20,59

a = fração solúvel em água; *b* = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável; *c* = taxa de degradação da fração *b*; *R*² = coeficiente de determinação, *A* = degradação potencial

A Fração folha apresentou maior teor de “*a*”, em que aos 30 dias de idade de corte obteve 23,30% de solubilidade em água, fração altamente solúvel. Por ser uma planta nova e em desenvolvimento grande parte de dos seus carboidratos estão prontamente disponíveis para a microbiota ruminal, além de possuir menos estruturas lignificadas (TVL).

Aos 90 dias a fração folha apresentou 12,40% de “a” um decréscimo de 46,78%, quase metade da fração solúvel aos 30 dias de corte, no entanto, apesar dessa queda acentuada no teor de “a” da fração folha, esses resultados ficaram bem pronunciados se comparados à fração colmo. Esses valores estão de acordo com a composição química do capim-elefante (Tabela 1), que diminui com o avanço na idade de corte tanto para folha quanto para o colmo.

A fração colmo apresentou valores de “a” menores em relação à fração folha, resultados influenciados pela grande presença de material lignificado. Aos 30 dias este apresentou 15,60% de “a”, com o acréscimo na idade esses valores diminuem, chegando a 11,0% na última idade de corte avaliada, um decréscimo de 29,48%.

De acordo com Carvalho et al. (2015) a fração “a” da matéria seca representa a porção do alimento que está prontamente disponível para os microrganismos ruminais.

Rêgo et al. (2011) avaliando os parâmetros de degradação da MS em silagens de capim-elefante em diferentes idade de corte com diferentes níveis de inclusão de vagens de algaroba observaram que a fração solúvel (a) diminuiu com a idade do capim-elefante após rebrota e aumentou com a inclusão de vagem de algaroba.

A fração degradável no rúmen (b) apresentou menores valores nas maiores idades de corte (75 e 90 dias) na fração folha 69,43 e 55,99% respectivamente. Aos 60 dias a forrageira apresentou maior quantidade de material degradável no rúmen com 72,12%, valor próximo ao observado aos 30 dias de corte (71,93%), aos 60 dias o capim-elefante ainda apresenta uma qualidade significativa (Tabela 1), correlacionado com a proporção de tecidos anatômicos (TVNL e TP) (Tabela 2) que proporcionam boa degradação do material no rúmen (Tabela 3).

Para a fração colmo, os maiores valores de “b” foram observados nas duas menores idades de corte (30 e 45 dias). Aos 90 dias o capim-elefante apresentou somente 39,25% da variável “b”, uma queda de 47,89% em relação à idade de 45 dias.

A taxa de degradação (c) nas frações folha e colmo foi maior na menor idade de corte (30 dias), com 2,88 e 2,48% respectivamente, por ser a menor idade de corte, este tratamento apresentou plantas mais jovens e materiais prontamente disponíveis para microbiota ruminal, dados que estão de acordo com a tabela 2, em que, com o aumento da idade de corte, aumenta também quantidade de tecidos com baixa taxa de degradação (TVL), nesse sentido, a velocidade com que esse material é degradado tem grande influência em relação à sua maturidade. No entanto, observou-se taxa de degradação aos 90 dias de 2,5% (folha) e 2,3% (colmo) valores altos levando-se em consideração que aos 90 dias a planta já se encontra com um teor de lignina alto, fazendo com esse material permaneça por tempo maior no rúmen, consequentemente a degradação desse material é lenta.

Conforme Sampaio (1994), taxas de degradação da matéria seca inferiores a 2,0% por hora indicam alimentos de baixa qualidade, pois necessitam de longo tempo de permanência no rúmen para serem degradados, como por exemplo, a maioria dos volumosos tropicais. Somente na fração colmo nas idades de corte de 45, 60 e 75 dias observou-se taxa de degradação inferior a 2,0%, com 1,85; 1,51 e 1,63%, respectivamente.

A maior degradabilidade potencial (A) na fração folha foi observada aos 30 dias de corte, valor influenciado pela alta taxa de degradação (2,88%) e fração degradável no rúmen (71,93%), chegando a 87,53% de degradabilidade potencial, aos 60 dias a fração folha apresentou 84,22% de “A”, valor bem pronunciado se comparado as maiores idades corte. Já aos 90 dias o efeito da maturidade da planta, tonou-se bem evidente, chegando só a 66,99% de “A”, decréscimo de 23,47% dos 30 aos 90 dias de corte.

Na fração colmo a idade de corte de 45 dias apresentou maior degradação potencial com 91,23%, e de acordo com o aumento na idade de corte observou-se decréscimo na degradabilidade potencial. Esse comportamento deve-se ao aumento na proporção de TVL, e diminuição de estruturas de rápida degradação como o TVL, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Estes resultados estão de acordo com os relatados por Araújo et al. (2010), ao avaliar os parâmetros de degradabilidade da MS da cv. Mott em diferentes idades de corte (14; 28; 42; 56; 70 e 84 dias), esses autores observaram decréscimo nos valores de “A” com o aumento na idade de corte, com 85,70 e 75,89% (14 aos 84 dias), respectivamente, redução de 11,45% de “A”. O decréscimo observado neste estudo foi bem mais acentuado, em que as frações apresentaram 23,46 e 40,85% (folha e colmo), fato explicado pela utilização de uma maior idade de corte neste experimento (90 dias).

Em relação a degradabilidade efetiva (DE) das frações folha e colmo nas diferentes idades de corte (Tabela 3), observa-se uma redução nesses valores de acordo com o aumento na taxa de passagem, resultados influenciados pela influência na ação dos microrganismos ruminais sob o material depositado no rúmen, uma vez que, quanto menor a taxa de passagem desse material no rúmen, maior será sua permanência e maior a ação da microbiota ruminal, influenciando dessa forma a DE do material.

Segundo Araújo et al. (2010), a degradabilidade efetiva da MS diminuiu significativamente com o aumento da maturidade e com o aumento da taxa de passagem.

A DE diminui com a idade de corte independente da fração avaliada, os maiores valores foram observados na fração folha na idade de corte de 30 dias nas três taxas de passagens 67,75; 49,59 e 42,34% (2, 5 e 8%), respectivamente. O mesmo comportamento foi observado para a fração colmo aos 30 dias de corte, com 54,58; 38,73 e 32,05% (2, 5 e 8%),

respectivamente. Os valores de DE estão intimamente ligados com os resultados obtidos nas variáveis “a”, “c” e A. Quanto maior o valor desses parâmetros maior será a DE.

Os resultados obtidos para a degradabilidade da proteína estão presentes na Tabela 4.

A fração solúvel (a) da proteína (PB) (Tabela 4) nas frações folha e colmo foi maior em relação ao observado para a fração solúvel da MS (Tabela 3). Na fração folha a idade de corte de 45 dias apresentou maior teor de fração solúvel com 33,61%, já aos 90 dias apresentou menor valor com 20,41% de fração solúvel, em relação aos resultados observados para a fração colmo, a maior percentagem de fração solúvel foi observada na idade de corte de 60 dias e a menor aos 45 dias de corte, 28,56 e 20,70%, respectivamente. Os teores da fração solúvel sofrem variação independente do aumento na idade de corte e da fração avaliada (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros da degradação ruminal (a, b e c), degradabilidade potencial (A) e degradação efetiva (DE) da proteína bruta (PB) nas taxas de passagem 2, 5 e 8%/hora das frações folha e colmo do capim-elefante em diferentes idades de corte

Fração	Idade	a (%)	b (%)	c (%/h)	A	R ²	Degradação efetiva (%)		
							2 %/h	5 %/h	8 %/h
Folha	30	23,99	73,18	6,78	97,17	98,37	80,50	66,11	57,56
	45	33,61	63,68	4,59	97,29	97,75	77,96	64,09	56,83
	60	20,90	71,35	9,47	92,25	95,81	79,81	67,60	59,58
	75	27,83	67,99	4,27	95,82	98,90	74,13	59,15	51,49
	90	20,41	71,09	5,83	91,50	96,95	73,34	58,68	50,38
Colmo	30	25,71	63,35	4,44	89,06	97,47	69,39	55,51	48,32
	45	20,70	68,94	6,81	89,64	96,19	73,99	60,45	52,40
	60	28,56	67,45	4,14	86,24	96,31	67,45	54,69	48,23
	75	22,52	65,38	4,57	87,90	95,38	68,00	53,74	46,29
	90	23,38	58,76	3,89	82,14	93,36	62,19	49,09	42,60

a = fração solúvel em água; b = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável; c = taxa de degradação da fração b; R² = coeficiente de determinação, A = degradação potencial

O comportamento semelhante foi observado para a fração insolúvel potencialmente degradável (b) da proteína, em que, aos 30, 60 e 90 dias para a fração folha observou-se maiores valores de “b” (73,18; 71,35 e 71,09%, respectivamente), já a fração colmo o comportamento foi de ordem decrescente dos 45 aos 90 dias (68,94 e 58,76%, respectivamente).

Segundo Sampaio (1994), a interpretação de “b” não interfere na classificação da forrageira, já que ele normalmente indica quanto do potencial de degradação foi efetivamente devido à ação química biológica.

A fração indegradável dos nutrientes pode ser a principal responsável pelo maior tempo de retenção e pela repleção ruminal da fração fibrosa no rúmen. Essa retenção do alimento no

rúmen, ocasionado normalmente pela ingestão de forragem que apresenta baixa degradação, diminui a taxa de ingestão da matéria seca e desempenho animal (PEREIRA et al., 2002).

A taxa de degradação (*c*) da PB apresentou variações nas diferentes idades de corte da planta. Entretanto, nas duas frações e idades de corte, essa taxa foi superior a 0,025/hora, o que beneficia seus valores de degradabilidade efetiva (RODRIGUES et al., 2004). A fração folha aos 60 dias apresentou maior valor de “*c*” com 9,47%/h, já na fração colmo os maiores valores foram observados para a idade de corte de 45 dias com 6,81%/h. Esse comportamento pode ser correlacionado pela maior quantidade de tecido vascular não lignificado (TVNL) observado nessa idade de corte, sendo esse tecido composto principalmente por floema, tecido de rápida digestão (Tabela 2).

A degradabilidade potencial (*A*) da PB foi maior nas menores idades de corte (30 e 45 dias) nas duas frações avaliadas, com 97,17 e 97,29% de “*A*” na fração folha e 89,06 e 89,64% de “*A*” na fração colmo. O menor desaparecimento da PB foi observado na maior idade de corte (90 dias), resultados influenciados pelo estágio de maturação da planta, uma vez que, de acordo com o aumento na idade da planta os tecidos de sustentação (esclerênquima e xilema) participam da maior parte das estruturas da planta, além do aumento no teor de FDN, FDA e lignina, influenciando dessa forma, em um menor desaparecimento e aproveitamento da forragem pelo animal. De acordo com Carvalho et al. (2015) com o crescimento das plantas, a parede celular se desenvolve acumulando lignina, portanto, acredita-se que o estágio de maturação tenha influência direta sobre a degradabilidade potencial.

Rêgo et al. (2011), avaliando os parâmetros de degradabilidade da PB em silagem de capim elefante em três épocas de cortes (70, 90 e 110 dias) e níveis de inclusão de vagem de algaroba (VA), observaram nos tratamentos sem inclusão de VA um decréscimo da fração “*a*” com o aumento na idade de corte, já para as variáveis “*b*” e “*A*”, notou-se um aumento significativo com a maturidade da planta, os valores para “*c*”, apresentaram comportamento diferente, obtendo maior taxa de degradação na idade de corte intermediária, com 1,6; 2,4 e 1,8%/h (70, 90 e 110 dias respectivamente), comportamento semelhante relatado neste estudo.

A degradabilidade efetiva (*DE*) da PB foi estimada considerando as taxas de passagem de 2, 5 e 8 % hora. Segundo Carvalho et al. (2006) a mensuração da degradabilidade efetiva no rúmen, sem considerar diferentes taxas de passagens, pode superestimar a extensão da degradação, já que as partículas dos alimentos estão sujeitas à passagem para o compartimento seguinte, antes de serem completamente degradadas.

Dessa forma, independente da fração da planta avaliada (folha e colmo) a *DE* diminuiu com o aumento da taxa de passagem (2; 5 e 8%/h), comportamento explicado pelo aumento na velocidade de passagem do alimento, consequentemente aumenta a taxa de passagem

proporcionando menor ação da microbiota ruminal. De acordo com Pereira et al. (2005) com o aumento na taxa de passagem ocorre maior escape de carboidratos e das proteínas da fermentação ruminal aumentando o fluxo desses nutrientes para o intestino delgado.

Já em relação ao avanço na idade de corte, não houve muita variação da DE nas frações, em que, variaram de 80,50 a 73,34% (30 a 90 dias) para a fração folha e 73,99 a 62,19% (45 a 90 dias) para a fração colmo a 2% de taxa de passagem.

Conclusão

Com o avanço na maturidade da planta aumenta a proporção de tecido vascular lignificado influenciando nos parâmetros de degradação ruminal do capim-elefante. Aos 60 dias de idade de corte o capim-elefante apresenta um ponto ótimo quanto à proporção de tecidos anatômicos correlacionados com uma satisfatória degradação.

Referências

- AKIN, D.E.; CHESSON, A. Lignification as the major factor limiting forage feeding value especially in warm conditions. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16., 1989, Nice. Proceedings. Nice: Association Française pour la Production Fourragère, 1989. p.1753-1760.
- AKIN DE. Section to slide technique for study of forage anatomy and digestion. Crop Sci. 1982;22:444-6.
- ARAÚJO, S.A.C.; VÁSQUEZ, H.M.; COELHO DA SILVA, J.F.; DEMINICIS, B.B.; CAMPOS, P.R.S.S.; LISTA, F.N. Degradação ruminal e estimativa de consumo de genótipos de capim-elefante anão. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v.39, n.1, p.18-24, 2010.
- BATISTOTI, Carla. Quantificação morfoanatômica de lâminas foliares de genótipos de *Panicum maximum*. Dissertação (mestrado). UFMS, Campo Grande, 2006.
- BEZERRA, H.F.C.; SANTOS, E.M.; OLIVEIRA, J.S.; CARVALHO, G.G.P.; CASSUCE, M.R.; PERAZZO, A.F.; FREITAS, D.S.S.; SANTOS, V.S. Degradabilidade ruminal in situ de silagens de capim-elefante aditivadas com farelo de milho e inoculante da microbiota autóctone. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.*, Salvador, v.16, n.2, p.265-277 abr./jun., 2015.
- BRITO CJFA, RODELLA RA, DESCHAMPS FC. Anatomia quantitativa da folha e do colmo de *Brachiaria Brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf e *B. humidícula* (Rendle) Schweick. *Rev Bras Zootec.* 2004;33:519-28.

- 847 BRITO, C. J. F.A; DESCHAMPS, F. C. Caracterização Anatômica em Diferentes Frações de
848 Cultivares de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). *Revista brasileira de*
849 *zootecnia.*, 30(5):1409-1417, 2001.
- 850 CABRAL, C.H.A.; BAUER, M.O.; CABRAL,C.E.A. Influência das características anatômicas
851 e estruturais em dossel forrageiro no consumo de ruminantes. *Enciclopédia Biosfera*, v.7, n.13,
852 p.680-693, 2011.
- 853 INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), <http://www.inmet.gov.br/portal/> acessado em 11
854 de novembro de 2016.
- 855 LEMPP, B. e MORAIS, M. G. Qualidade de Plantas Forrageiras. In: *Anais do ZOOTEC:*
856 *Produção Animal e Responsabilidade*, 24 a 27 de Maio. Campo Grande. MS, 19p, 2005.
- 857 MARANHÃO. Governo do Estado. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico.
858 Universidade Estadual do Maranhão. Atlas do Maranhão. São Luís, Geplan, 2002. 39p.
- 859 PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S. et al. Composição química e
860 digestibilidade "in vitro" de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do
861 nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. *Revista Brasileira de*
862 *Zootecnia*, v. 30, p. 964974, 2001.
- 863 PACIULLO, D. S. C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas
864 forrageiras.*Ciência Rural*, v. 32, p. 357364,2002.
- 865 PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A., SILVA, E. A. M. et al. Características Anatômicas da
866 Lâmina Foliar e do Colmo de Gramíneas Forrageiras Tropicais, em Função do Nível de
867 Inserção no Perfilho, da Idade e da Estação de Crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.
868 31, p. 890899, 2002.
- 869 PEREIRA, E.S.; ARRUDA, A.M.V.; MIRANDA, L.F. et al. Importância da inter-relação
870 carboidrato e proteína em dietas de ruminantes. *Semina: Ciências Agrárias*, v.26, n.1, p.125-
871 134, 2005.
- 872 PEREIRA, J. C.; ALMEIDA, M. S.; CECON, P. R.; QUEIROZ, A. C. Dinâmica da degradação
873 ruminal por novilhos mantidos em pastagem natural, em diferentes épocas do ano. *Revista*
874 *Brasileira de Zootecnia*. v. 31, n. 2, p. 740-748, 2002.

- 875 RÊGO, A.C.; PAIVA, P.C.A.; MUNIZ, J.A.; CLEEF, H.C.B.V.; NETO, O.R.M. Ruminant
876 degradation of elephant grass silage with mesquite pods. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n.
877 1, p. 199-207, jan-mar, 2011.
- 878 RODRIGUES, A.L.P.; SAMPAIO, I.B.M.; CARNEIRO, J.C. et al. Degradabilidade in situ da
879 matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. *Arquivo Brasileiro*
880 *de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.5, p.658-664, 2004.
- 881 SAMPAIO, I. B. M. Contribuições estatísticas e de técnica experimental para ensaios de
882 degradabilidade de forragens quando avaliada *in situ*. In: REUNIÃO ANUAL DA Sociedade
883 Brasileira de Zootecnia, 31; simpósio internacional de produção de ruminantes, Maringá, 1994.
884 *Anais...* Maringá: SBZ/EDUEM, 1994. p. 81-88.
- 885 SAS INSTITUTE. SAS user's guide: release; version 9.0. Cary: Statistical Analysis System
886 Institute, 2002. 1028p.
- 887 VALENTE, T.N.P.; LIMA, E.S.; HENRIQUE, L.T.; NETO, O.R.M.; GOMES, D.I.;
888 SAMPAIO, C.B.; COSTA, V.A.C. Anatomia de plantas forrageiras e a disponibilidade de
889 nutrientes para ruminantes: Revisão. *Veterinária e Zootecnia*, Botucatu, v. 18, n. 3, p. 347-358,
890 2011.
- 891 VAN SOEST, P. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca: Cornell University Press. 476p.
892 1994.