



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DE PASTOS
DE CAPIM-MOMBAÇA SOB DOSES DE NITROGÊNIO EM PASTEJO
INTERMITENTE**

CARYZE CRISTINE CARDOSO SOUSA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da FCA/UFGD como parte das exigências para obtenção do título de mestre.

Campo Grande - MS
Junho de 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DE PASTOS
DE CAPIM-MOMBAÇA SOB DOSES DE NITROGÊNIO EM PASTEJO
INTERMITENTE**

**MORPHOGENIC AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF
MOMBAÇA GRASS UNDER NITROGEN DOSES IN INTERMITTENT
GRAZING**

CARYZE CRISTINE CARDOSO SOUSA

ORIENTADORA: Prof. Dr. Denise Baptaglin Montagner

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Marco Antonio P. Orrico Jr

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da FCA/UGD como parte das exigências para obtenção do título de mestre.

Campo Grande - MS
Junho de 2018

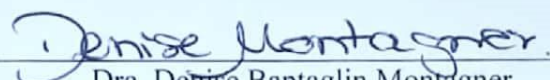
**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DE PASTOS DE
CAPIM-MOMBAÇA SOB DOSES DE NITROGÊNIO EM PASTEJO
INTERMITENTE**

por

CARYZE CRISTINE CARDOSO SOUSA

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

Aprovada em: 18/06/2018



Dra. Denise Baptaglin Montagner
Orientadora – Embrapa Gado de Corte



Dr. Alexandre Romeiro de Araújo
Embrapa Gado de Corte



Dr. Gelson dos Santos Difante
FAMEZ/UFMS

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S725c

Sousa, Caryze Cristine Cardoso

Características morfogênicas e estruturais de pastos de capim mombaça sob doses de nitrogênio em pastejo intermitente / Caryze Cristine Cardoso Sousa. –2018.

50 f.

Orientador: Profa. Dra. Denise Baptaglin Montagner.

Co-orientador: Prof. Dr. Marco Antonio P. Orrico Jr.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –Universidade Federal da Grande Dourados, 2018.

1. Pastagens – Manejo. 2. Capim-mombaça (Gramínea) 3. Forrageiras - Adubação. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

Não há melhor aprendizado do que a adversidade.

Benjamin Disraeli

Agradecimentos

A Deus por me conceder a oportunidade de poder cursar o tão sonhado mestrado e por todas as coisas boas que ele me concedeu nesta jornada.

A minha filha querida Maria Alice e meu esposo Luan Ferraz, fontes de força, folego, inspiração e dedicação durante a execução de todos os trabalhos.

A minha família, em especial aos meus pais, Meire Cardoso Sousa e Odílio Tenório Cardoso e aos meus irmãos Deolindo (Théo), Kássia e Mariana, que sempre me apoiaram e me deram forças para seguir durante toda essa etapa.

A minha orientadora, Denise Baptaglin Montagner, pela paciência, dedicação, compreensão e ensinamentos e por ter me proporcionado a oportunidade de trabalharmos juntas.

Ao meu co-orientador, que de uma forma direta ou indireta também me ajudou na busca por esse título.

Aos meus amigos Gabriela Pociuncula, Patrick Menezes e Leandro Barbosa por toda a ajuda, momentos de descontração e conselhos que ajudaram a tornar a caminhada mais leve.

A Universidade Federal da Grande Dourados pelo mestrado, também a todos os seus docentes, que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Agradeço pelos ensinamentos que me proporcionaram.

A Embrapa Gado de Corte, por disponibilizar área e recursos físicos e financeiros para realização do experimento.

Aos funcionários desta empresa, especialmente Valter e Agnelson, aos estagiários: Jéssica, Marislayne, Daniele e Mateus, e a doutoranda Nathália Fidelis que me ajudaram nos trabalhos de campo e laboratoriais.

Agradeço a equipe do manejo de pastagem e a todos os pesquisadores da Embrapa pela ajuda, confiança e amizade.

Agradeço a CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

A todos, a minha eterna gratidão!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
CAPÍTULO 1.....	9
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	10
REVISÃO DE LITERATURA	12
O capim-mombaça	12
Adubação nitrogenada dos pastos	14
Acúmulo de forragem.....	15
Características morfogênicas e estruturais do dossel	17
REFERÊNCIAS	21
CAPÍTULO 2:.....	27
CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS DE PASTOS DE CAPIM-MOMBAÇA SOB DOSES DE NITROGÊNIO EM PASTEJO INTERMITENTE	28
RESUMO	28
ABSTRACT	29
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS	31
RESULTADOS	35
DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação média mensal, e temperaturas mínima, média e máxima durante o período experimental.....	31
Figura 2. Balanço hídrico mensal durante o período experimental.....	32
Figura 3 – Características morfológicas e estruturais do dossel de pastos de capim-mombaça adubados com 100, 200 e 300 kg/ha de nitrogênio.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Alturas médias pré e pós-pastejo de pastos de capim-mombaça submetidos a três doses de nitrogênio.....	35
Tabela 2. Médias e seus erros-padrão (parênteses) para a taxa de acúmulo de forragem, alturas pré e pós pastejo, período de ocupação e de descanso em pastos de capim-mombaça sob doses de nitrogênio.....	36
Tabela 3. Médias e erros-padrão (parênteses) para as massas de forragem, porcentagens de folhas, colmos e material morto no pré e pós-pastejo e relação folha:colmo pré-pastejo em pastos de capim-mombaça.....	37
Tabela 4. Médias para o filocrono e taxa de senescência de folhas em pastos de capim-mombaça sob doses de nitrogenio.....	40

RESUMO

SOUSA, C. C. C. Características morfogênicas e estruturais de pastos de capim-mombaça sob doses de nitrogênio em pastejo intermitente. 2018. 50 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2018.

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de doses de nitrogênio sobre as características morfogênicas e estruturais dos pastos de capim-mombaça, manejados sob pastejo intermitente. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com três tratamentos: 100; 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, e três repetições de área. O momento para interrupção da rebrotação dos pastos ocorreu quando 80-90 cm de altura do dossel (95% de interceptação de luz pelo dossel) foi alcançada. O critério de retirada dos animais dos piquetes ocorreu quando 50% da altura de entrada foi consumida (40-45 cm). Os pastos foram amostrados no pré e pós-pastejo, para a determinação das massas e acúmulo de forragem. Para avaliação das características morfogênicas e estruturais do dossel foram marcados 10 perfilhos em 18 piquetes distribuídos entre os tratamentos (6 piquetes/dose de nitrogênio). O uso de 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio promoveu as maiores taxas de aparecimento e de alongamento de folhas. Da mesma forma, a taxa de alongamento de colmos foi maior quando foi aplicado 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio. As variáveis estruturais também foram influenciadas pelas doses de nitrogênio, sendo observadas maiores densidades populacionais de perfilhos e número de folhas vivas em pastos que receberam 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Já a relação folha:colmo e o comprimento final da folha não foram influenciados pelo nitrogênio. Pastos adubados com maiores doses de nitrogênio apresentaram os maiores acúmulos diários de forragem. O uso de doses de nitrogênio de 100 até 300 kg ha⁻¹ promove diferentes respostas sobre as variáveis morfogênicas e estruturais do dossel. A melhor dose será a que garantirá o equilíbrio entre aumento do acúmulo de forragem e o custo de produção.

Palavras-chave: altura do dossel, interceptação de luz, *Panicum maximum*, taxa de alongamento de folhas, taxa de aparecimento de folhas.

ABSTRACT

SOUSA, C. C. C. Morphogenetic and structural characteristics of pastures of Mombasa grass under doses of nitrogen and intermittent grazing. 2018. 50 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2018.

The objective of this work was to evaluate the morphogenetic and structural characteristics of the pastures of Mombasa grass with three nitrogen doses, managed under intermittent grazing. The experimental design was completely randomized blocks, with three nitrogen doses: 100; 200 and 300 kg ha⁻¹, and three area replicates. The time for interruption of regrowth occurred when sward reached 80-90 cm of height (95% of interception of light by canopy). The moment of withdrawal of the animals from the paddocks occurred when 50% of the entry height was consumed. Pastures were sampled in pre and post grazing conditions, for determining herbage mass and forage accumulation. To evaluate swards morphogenetic and structural characteristics, 10 tillers were marked in 18 paddocks distributed among treatments (6 paddocks/nitrogen dose). The use of 200 and 300 kg ha⁻¹ of nitrogen promoted the highest rates of appearance and leaf elongation. The best nitrogen doses will be the one that promote the balance between herbage production and production costs.

Key words: sward height, biomass fluxes, light interception, *Panicum maximum*

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A produtividade da pecuária brasileira está diretamente relacionada com a produção de forragem, uma vez que 90% da criação bovina ocorre em sistemas produtivos que utilizam essa base alimentar (ANUALPEC, 2012). Isto se deve principalmente a peculiaridades brasileiras tais como a sua vasta extensão territorial e aos custos desse tipo de sistema de produção. Além disso, devido ao clima tropical, a produção de gramíneas de metabolismo tipo C4 permite manutenção da produtividade forrageira e animal durante o ano inteiro.

Entretanto, solos de regiões tropicais possuem baixa disponibilidade de nutrientes, são reconhecidamente intemperizados e com alta acidez e toxidez por alumínio (Al^{+3}). Quando associadas ao manejo inadequado e a falta de adubação de manutenção e correção ocorre a exaustão química do solo, elevando o déficit anual de nutrientes (NOVAIS et al., 2007), comprometendo a produtividade e perenidade dos pastos.

Sistemas intensivos de pastejo comumente utilizam gramíneas forrageiras do gênero *Panicum maximum*, devido a sua alta produtividade e qualidade. Entretanto, estas cultivares apresentam elevada exigência em fertilidade, devido a sua intensa extração de nutrientes do solo. O uso de adubação de manutenção e o manejo cuidadoso do pastejo com o controle restritivo da estrutura do pasto proporcionam aumentos no acúmulo de forragem e melhor eficiência de colheita da forragem produzida.

Neste contexto o capim-mombaça (*Panicum maximum*) apresenta eficiência de pastejo de até 87% e acúmulo de forragem de até 26.890 kg ha⁻¹, caracterizado basicamente pelo incremento em folhas (CARNEVALLI et al., 2006). Esta cultivar apresenta alto vigor de rebrotação, elevadas taxas de alongamento de folhas e relativos aumentos na produção de perfilhos basilares, quando submetidos a cortes frequentes, e manejado sob critério 95% de interceptação de luz (IL) para interrupção da rebrotação (MONTANGNER et al., 2012 b). A utilização do conceito de 95% de IL associado a meta pós-pastejo baseada na redução em 50% da altura de entrada como bases para o manejo do capim-mombaça, permite controlar restritivamente a estrutura do pasto, obtendo maior produção de folhas, melhor valor nutritivo da forragem e maior ganho de peso (EUCLIDES et al., 2015).

O uso de fertilizantes nos pastos, particularmente os nitrogenados permitem intensificar o pastejo e atender as necessidades nutricionais de animais e plantas, o que pode promover a obtenção do máximo desempenho animal (EUCLIDES et al., 2012), aumentando-se assim a eficiência biológica dos sistemas. A utilização de fertilização nitrogenada, associadas ao conceito de 95% de IL, permite aumentar a taxa de lotação e o ganho de peso vivo por área,

aumentando o valor nutritivo da forragem e o ganho de peso médio diário (ARAUJO, 2017), flexibilizando o manejo (MARTA JUNIOR, 2003).

Além disso, a disponibilidade de nitrogênio no meio interfere positivamente sobre as características morfofisiológicas da planta forrageira, estimulando seu crescimento, aumentando a atividade fotossintética, a mobilização de reservas (carbono e nitrogênio) após a desfolha, ritmo de expansão da área foliar e no peso e número de perfilhos (MARTA JUNIOR et al., 2007). O nitrogênio apresenta efeitos sobre as características morfogênicas e estruturais do dossel, e conseqüentemente, sobre a produção de matéria seca (MARTUSCELLO et al., 2005; 2006).

O estudo das características morfogênicas, tais como taxas de aparecimento, alongamento e senescência de folhas, alongamento de colmos e duração de vida das folhas são fundamentais para a compreensão dos efeitos da adubação nitrogenada sobre os processos de acúmulo de forragem em pastos de capim-mombaça, principalmente sobre a população de perfilhos. Isso permite otimizar a colheita da forragem sem prejudicar o desenvolvimento das plantas.

Diante disto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo de forragem e as características morfogênicas e estruturais do dossel em perfilhos individuais de capim-mombaça adubados com 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio, sob pastejo intermitente.

REVISÃO DE LITERATURA

O capim-mombaça

Dentre as gramíneas forrageiras tropicais mais utilizadas em sistemas intensivos de pastejo, destaca-se o capim-mombaça (*Panicum maximum*). Esta cultivar apresenta elevada qualidade, produtividade e adaptação a diferentes condições edafoclimáticas e, principalmente abundante produção de folhas, aceitabilidade e alto desempenho animal (JANK et al., 2010; EUCLIDES et al., 2012). Entretanto são gramíneas consideradas exigentes em fertilidade do solo, portanto, quando se deseja intensificar a produção animal neste sistema, deve-se considerar o investimento em fertilizantes (VILELA et al., 1998; EUCLIDES et al., 2012).

Outro aspecto importante do capim-mombaça é seu alto vigor de rebrotação, quando submetido a cortes frequentes, por apresentar elevadas taxas de alongamento de folhas a aumentos de produção de forragem em virtude do aparecimento de perfilhos basulares (MONTAGNER et al., 2012b). Seu porte alto e o grande acúmulo de colmos (EUCLIDES et al., 2012), constitui-se em um dos desafios do manejo do pastejo.

A altura de 90 cm é o critério ideal para a interrupção da rebrotação do pasto de capim-mombaça, pois é neste momento que o dossel intercepta 95% da radiação solar incidente, atingindo o índice de área foliar crítico, quando o acúmulo de folhas é elevado (CARNEVALLI et al., 2006). Segundo os mesmos autores tal altura proporcionou maior acúmulo total de forragem (kg ha⁻¹ de MS), menor período de descanso, alta proporção de folhas vivas (71%), baixa proporção de colmos (15%) e maior eficiência de pastejo (87%).

MONTAGNER et al. (2012a) ao avaliar as características morfogênicas e estruturais do *Panicum maximum* cv. Mombaça sob três alturas pós-pastejo (intenso: 30 cm; leniente: 50 cm e variável: 50 no verão e 30 cm no outono-inverno) quando a interceptação da luz atingiu 95% durante a rebrotação, verificaram que as alturas pós-pastejo não afetaram a taxa de aparecimento de folhas, a taxa de alongamento, o filocrono, a vida útil das folhas, o comprimento final das folhas, o número de folhas vivas por perfilho. Da mesma forma, ao avaliar a dinâmica do perfilhamento sob as mesmas três alturas pós-pastejo, MONTAGNER et al. (2012b) observaram que a densidade de perfilhos basais não foi alterada.

Entretanto, CUNHA et al. (2011) observaram grande variabilidade na estrutura dos pastos de capim-mombaça ao trabalhar com metas pós pastejo de 30 e 50 cm, tendo a interceptação de luz de 95% com critério para a interrupção da rebrotação. As alturas influenciaram a taxa de alongamento de folhas, taxa de alongamento de colmos, comprimento

final das folhas, densidade populacional de perfilhos, a taxa de aparecimento de perfilhos e a taxa de mortalidade de perfilhos. Os autores pontuam que estudos que levem em consideração os impactos na produção dos pastos e no desempenho dos animais poderiam recomendar o melhor manejo dos pastos.

Buscando determinar o momento ideal para a retirada dos animais dos piquetes, EUCLIDES et al (2015) avaliaram pastos de capim-mombaça sob pastejo intermitente, com critério de entrada dos animais baseado no conceito de 95% de IL e duas alturas de resíduo pós-pastejo (30 e 50 cm). Os autores concluíram que o resíduo de 50 cm proporcionou maior produção animal (1.070 kg ha^{-1}), maior porcentagem de folhas, maior valor nutritivo e maior ganho de peso médio diário ($655 \text{ g animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). A partir disto, passou-se a recomendar que os animais sejam retirados dos piquetes quando a altura pós-pastejo de aproximadamente 50 cm seja alcançada para pastos de capim-mombaça (EUCLIDES et al., 2015; 2017). Tal recomendação corrobora com os resultados observadas por FONSECA et al. (2013) que recomendam o uso de intensidades moderadas de pastejo, de forma a não limitar a taxa de ingestão diária de forragem.

Com o objetivo de flexibilizar o uso do capim-mombaça nos períodos de transição seca água e água seca ALVARENGA (2015) demonstrou que o momento da entrada dos animais pode ocorrer quando o dossel forrageiro intercepta 90% de IL, sem prejuízo para a produção animal. Assim, o momento da interrupção da rebrotação em pastos de capim-mombaça pode ocorrer quando o dossel alcança as alturas entre 80 cm (90%IL) e 90 cm (95%IL), melhorando a eficiência de utilização da forragem durante o ano. Ambas as alturas apresentam acúmulo de forragem, estrutura do dossel e valor nutritivo semelhantes durante o período das águas, resultando em ganhos de peso por animal e por área, similares.

O uso de adubação nitrogenada nos pastos, principalmente para o capim-mombaça, permite a intensificação da produção vegetal. Entretanto, o controle da estrutura dos pastos, realizado pelo manejo, permitirá que o aumento no acúmulo de forragem promovido pelo nitrogênio seja utilizado pelo animal. ARAÚJO (2017) demonstrou que doses crescentes de nitrogênio (N100, N200 e N300) promovem aumentos na taxa de lotação e o ganho de peso vivo por área. BARBOSA (2018), em trabalho análogo, também observou aumento no ganho médio diário, taxa de lotação e ganho de peso vivo com doses de 100, 200 e 300 kg ha^{-1} por ano de N.

Entretanto as respostas morfofisiológicas dos pastos de capim-mombaça, em resposta a aplicação de doses de nitrogênio não foram, até então, investigadas. A importância de seus estudos justifica-se pelo melhor entendimento das relações causa-efeito das características

morfogênicas e estruturais sobre o acúmulo de forragem e as alterações promovidas pelo uso de nitrogênio.

Adubação nitrogenada dos pastos

O Brasil possui grandes extensões de terras com baixa fertilidade natural, principalmente no cerrado. Dentre as características dos solos brasileiros destacam-se a alta acidez e toxidez por alumínio (Al), além da alta capacidade de fixação de fósforo (P), sendo este último considerado como um dos fatores determinantes para a baixa fertilidade (NOVAIS et al., 2007).

Práticas de manejo do solo inadequadas podem acelerar o processo de exaustão de nutrientes (NOVAIS et al., 2007) e estão frequentemente associados a baixa produtividade dos pastos, devido à falta de adubação corretiva e de manutenção de nutrientes além de práticas inadequadas de formação e manejo dos pastos (HEINRICHS & FILHO, 2014).

A produtividade dos pastos depende da presença de todos os nutrientes no solo, pois a falta de um ou outro acarreta em desequilíbrios ou prejuízo à função conjunta dos nutrientes (HEINRICHS & FILHO, 2014). Portanto, para o estabelecimento dos pastos e manutenção de sua produtividade ao longo dos anos faz-se necessário o conhecimento da fertilidade do solo, dos requerimentos nutricionais das plantas e da utilização de práticas de adubação. Uma vez, suprida as necessidades básicas de nutrientes, notadamente fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e microminerais, é o nitrogênio que determina a velocidade de crescimento e produção de forragem (SILVA et al., 2008).

O uso de fertilizantes nitrogenados constitui-se como alternativa para reposição do nutriente no sistema e pode garantir a sustentabilidade e perenidade dos pastos, tornando-se o principal nutriente regulador da produtividade animal e vegetal (MARTHA JUNIOR et al., 2004).

O ciclo terrestre do nitrogênio no ecossistema pastagens ocorre no sistema solo-planta-animal. Assim, parte das exigências da planta por nitrogênio pode ser suprida pela absorção direta de formas orgânicas como aminoácidos e moléculas de ureia. Outra forma de absorção do nutriente pelas plantas é pela fixação da atmosfera, feita por bactérias, em simbiose com as leguminosas (HEINRICHS & FILHO, 2014). No entanto a quase totalidade das exigências das plantas são atendidas pela absorção de formas minerais como N-nitrato e N-amônio (WHITEHEAD, 1995).

A maior parte do N mineral é derivado da mineralização da matéria orgânica, em aminoácidos e da deaminação que libera amônia (NH₃). No entanto, essas moléculas podem ser

perdidas rapidamente nos horizontes superficiais em áreas de boas drenagens sujeitas a alta precipitação pluviométrica, e através da desnitrificação em solos de baixa drenagem (FERNANDEZ & ROSSIELO, 1995), características comumente encontradas em solos tropicais.

A quantidade de nitrogênio disponibilizada no sistema por meio da mineralização da matéria orgânica determina a produção de forragem, na ausência de adubação nitrogenada. Entretanto há um aumento no potencial de produção de forragem quando o fertilizante químico é utilizado (MARTHA JUNIOR et al., 2004).

O nitrogênio tem importância fundamental para a nutrição de plantas por ser constituinte essencial das proteínas e interferir diretamente no processo fotossintético. Esse nutriente está presente na molécula de clorofila, em carreadores redox na cadeia de transporte de elétrons da fotossíntese e nas enzimas Rubisco e Pep-carboxilase (TAIZ & ZEIGER, 2004).

O efeito do nitrogênio sobre a produtividade do pasto tropical é bastante conhecido, no entanto, a resposta das plantas forrageiras a adubação nitrogenada é bastante variada, e isto está associado a fatores tanto da planta quanto do ambiente (SANTOS, 2004) que devem ser estudados.

Acúmulo de forragem

Os primeiros trabalhos científicos sobre o ecossistema pastagem consideravam o acúmulo de forragem como um processo único e singular sem levar em consideração os aspectos dinâmicos relacionados à população de plantas e competição por luz (Da SILVA & NASCIMENTO JUNIOR, 2006). Esta concepção mudou a partir dos trabalhos publicados por BROUGHAM (1956), que demonstraram o comportamento sigmoide da curva de rebrotação das plantas forrageiras quando submetidas à desfolhação (variação em massa de forragem com o tempo de rebrotação) e sua relação com a interceptação de luz (IL) e o índice de área foliar (IAF).

A curva de rebrotação das plantas forrageiras é caracterizada por três fases distintas. Na primeira, as taxas de acúmulo de matéria seca (MS) aumentam exponencialmente com o tempo e, são influenciadas pelas reservas orgânicas da planta, disponibilidade de fatores de crescimento, tais como água, luz e temperatura (LANGER, 1979) e área residual de folhas após o corte ou pastejo (BROUGHAM, 1956). A segunda fase é constituída por taxas médias de acúmulo constantes (fase linear). À medida que o dossel se aproxima da completa interceptação da luz incidente, os processos de competição por luz inter e intraespecíficos entre plantas se intensificam. Na terceira fase, ocorre queda nas taxas médias de acúmulo, levando à redução

na taxa de crescimento, em virtude do aumento da quantidade de folhas que atingiram o limite de duração de vida e conseqüentemente o sombreamento das folhas mais velhas (HODGSON et al., 1981).

Portanto, o acúmulo de forragem, após a desfolhação, na ausência de animais, pode ser entendido como o resultado líquido do balanço entre o fluxo de novos tecidos foliares (crescimento bruto), e do fluxo de senescência e decomposição de tecidos foliares mais velhos de uma comunidade vegetal (HODGSON, 1990). Esses processos são observados em nível de perfilhos individuais que compõem a comunidade de plantas em um pasto ao longo de um determinado período.

Apesar do potencial de produção de uma planta forrageira ser determinado geneticamente, ele só pode ser alcançado mediante condições adequadas do meio (temperatura, umidade, luminosidade e disponibilidade de nutrientes) e manejo. Assim a aplicação de nutrientes em quantidades e proporções adequadas, particularmente o nitrogênio, é uma prática fundamental quando se pretende aumentar a produção de forragem (FAGUNDES et al., 2005).

Reconhecidamente, após o pastejo, a adubação nitrogenada é essencial para repor o fluxo de carbono e de nitrogênio para a rebrotação da forrageira (MARTHA JUNIOR et al., 2007). De acordo com LEMAIRE & CHAPMAN (1996) a dinâmica da recuperação dos tecidos foliares após o pastejo é influenciada pela taxa de absorção de nitrogênio pelas raízes das plantas, que possui relação direta com a taxa de acúmulo de carbono nos tecidos das plantas.

Além disso, o nitrogênio eleva a produção de folhas e por conseqüência a relação folha:colmo aumenta ainda, reduz a senescência das mesmas, proporciona a forragem um acréscimo no acúmulo líquido de matéria seca das lâminas foliares, que por sua vez, afetará a taxa de expansão foliar, peso das folhas e densidade de perfilhos, refletindo diretamente a produção de massa de forragem (WHITEHEAD, 1995; HEINRICHS & FILHO, 2014).

Vários trabalhos reportam aumentos no rendimento forrageiro, com a utilização de adubo nitrogenado (ALENCAR et al., 2010; MEDEIROS et al., 2011; IWAMOTO et al., 2014; PACIULLO et al., 2016). LAVRES JR. & MONTEIRO (2004) verificaram maior perfilhamento à medida que as doses de adubação nitrogenada aumentaram e estimaram que a dose necessária para o máximo perfilhamento seria 296 mg L⁻¹.

Doses de 75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio proporcionaram incrementos na produção de biomassa em pastos de *Brachiaria decumbens* apesar dos efeitos das variações climáticas nas diferentes estações do ano (FAGUNDES et al, 2005a). O índice de área foliar e a densidade populacional de perfilhos aumentaram linearmente com a adubação nitrogenada

em pastos de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) utilizando doses de 100, 150, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio (FAGUNDES et al, 2005b).

Adubação com 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N, obtiveram efeito linear positivo entre o aumento das doses de nitrogênio e a produção de forragem, quando avaliadas as características dos pastos de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia, sob pastejo contínuo CANTO et al. (2013).

O efeito da adubação nitrogenada sobre a produtividade do capim-mombaça utilizando doses de 0; 62,5; 125; 250 e 500 mg dm⁻³ de N em vasos, resultaram em efeito quadrático com o aumento das doses de N em relação com o rendimento de forragem. O máximo rendimento foi de 102,7 g de forragem para a dose 342,2 mg dm⁻³ de N (ESCARELA et al, 2017).

O uso do nitrogênio na adubação dos pastos constitui-se como uma ferramenta importante para se potencializar a produção anual de forragens, porém, é importante salientar que a maioria destes trabalhos foram conduzidos em ambientes controlados sob a condição de cultivo em vasos, utilizando o critério de dose-resposta. Trabalhos que se aproximem dos desafios encontrados nos sistemas de produção brasileiros, são importantes para auxiliarem no entendimento do potencial forrageiro e animal quando utilizado doses do nutriente.

Características morfológicas e estruturais do dossel

A morfogênese pode ser definida como a dinâmica da geração (*genesis*) e expansão da forma da planta (*morphos*) no espaço (CHAPMAN & LEMAIRE, 1993). Consiste na formação e desenvolvimento de fitômeros, cujo processo está relacionado com o aparecimento de folhas, que por sua vez determina a dinâmica do fluxo de tecidos nas plantas forrageiras (LEMAIRE & AGNUSDEI, 2000). É descrita por três características básicas: taxa de aparecimento de folhas (TApF), taxa de alongamento de folhas (TAIF) e duração de vida da folha (DVF) cuja combinação compõem as principais características estruturais do dossel: tamanho da folha, densidade populacional de perfilhos e número de folhas vivas por perfilho (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996).

Os três componentes morfológicos do dossel (TApF, TAIF e DVF), além de interagirem entre si e determinarem as características estruturais do dossel forrageiro (CHAPMAN & LEMAIRE, 1993), também, influenciam diretamente o índice de área foliar (IAF) de um pasto. Alterações no IAF, promovidas por variações na temperatura ou qualidade da luz, são decorrentes de modificações no comprimento final das folhas (CFF), no número de folhas vivas (NFV) por perfilho e na densidade populacional de perfilhos (DPP) (LEMAIRE & AGNUSDEI, 2000).

A TApF é considerada a característica central da morfogênese devido a sua influência direta nos três componentes estruturais do dossel (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996) e é expressa como o número médio de folhas surgidas em um perfilho por unidade de tempo (ANSLOW, 1966) e seu inverso determina o filocrono. O filocrono, por sua vez, descreve o intervalo de tempo necessário para o aparecimento de duas folhas consecutivas, sendo expresso em dias ou graus-dia (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996).

A TAlF é função do comprimento da zona de alongamento na base da folha e da taxa de alongamento por segmento foliar, ou seja, das taxas de alongamento nas zonas de divisão e expansão celular e nas zonas de deposição de nutrientes e formação da parede celular secundária (SKINNER & NELSON, 1995). Notadamente a TAlF correlaciona-se positivamente com produção de forragem (HORST et al., 1978) e com a produção por perfilho (NELSON et al., 1977), porém negativamente com o número de perfilhos por planta (JONES et al., 1979).

A DVF pode ser definida como o intervalo de tempo em que a folha permanece verde desde o seu aparecimento até a sua morte (quando 50% do seu limbo foliar encontra-se senescido) (LEMAIRE, 1997), e corresponde ao equilíbrio entre os processos de crescimento e senescência foliar (NABINGER, 1997). A DVF é melhor compreendida quando analisada em conjunto com a taxa de senescência (TSeF) e com o comprimento final da lâmina foliar (CFF), principalmente quando se utiliza a adubação nitrogenada, pelo efeito deste nutriente na renovação de tecidos. Plantas não adubadas permanecem mais tempo com suas folhas vivas em virtude da lenta expansão de novas folhas (MARTUCELLO et al., 2005; MARTUCELLO et al., 2006).

A taxa de alongamento de colmos (TAIC) é uma característica morfogênica importante a ser avaliada em gramíneas com hábito de crescimento ereto (SBRISSIA & Da SILVA, 2001), como as gramíneas tropicais do gênero *Panicum maximum*. Este componente proporciona incremento no rendimento forrageiro (SANTOS, 2002) e interfere significativamente na estrutura do dossel forrageiro, principalmente na relação folha:colmo, que por sua vez, influencia o processo de seleção da forragem pelos animais (EUCLIDES et al., 2000). O alongamento de colmo, influencia o aparecimento de folhas e o comprimento da lâmina foliar em razão do aumento do percurso da folha dentro do pseudocolmo (SKINNER & NELSON, 1995).

O NFV é uma variável determinada geneticamente e pode ser mensurada através da DVF expressa como número de intervalo de aparecimento entre folhas sucessivas (filocrono). Trata-se de uma característica genotípica relativamente estável na ausência de deficiências hídricas ou nutricionais (NABINGER & PONTES, 2001). Entretanto, GARCEZ NETO et al.

(2002b) encontraram efeito positivo da adubação nitrogenada e da altura do corte no número total de folhas bem como no número de folhas vivas por perfilho em capim-mombaça, isso foi atribuído ao fato de que elevadas doses de nitrogênio promoverem retardamento do processo de senescência, uma vez que sob tais condições foram verificados maior tempo de alongamento e maior comprimento da lâmina foliar.

Uma população de perfilhos constitui a definição de pasto, portanto os perfilhos são considerados unidade básica de crescimento das gramíneas forrageiras, estes por sua vez são constituídos de uma série de fitômeros (lâmina, bainha, lígula, nó, entre-nó e gema axilar) diferenciados de um único meristema apical (BRISKE, 1991). A densidade populacional de perfilhos (DPP) em comunidades de plantas forrageiras é função do equilíbrio entre as taxas de aparecimento e morte de perfilhos (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996). O número de folhas formadas determina a taxa de potencial de aparecimento de perfilhos (*site filling*), devido à presença de uma gema na axila de cada folha, a compreensão deste aspecto permite entender melhor a dinâmica de aparecimento de perfilhos (NELSON, 2000).

O CFF é determinado pela relação entre a TApF e TAIF, uma vez que, para um dado genótipo, o período de alongamento de uma folha é uma fração constante do intervalo entre o aparecimento de folhas sucessivas (DALE, 1982). Enquanto a TAIF está diretamente correlacionada ao tamanho final da folha, folhas de menor tamanho são associadas a valores elevados de TApF (NABINGER & PONTES, 2001). Outro fator que apresenta influência no tamanho final da folha é o comprimento da bainha, ou seja, quanto maior o comprimento da bainha, maior será a fase de multiplicação celular promovendo maior comprimento final da folha (DURU & DUCROCQ, 2000).

Apesar das plantas possuírem padrão morfogênico determinado geneticamente determinado (GILLET et al., 1984), essas características são influenciadas por fatores de ambiente como temperatura, disponibilidade de nutrientes, umidade do solo, luz e práticas de manejo como o pastejo (BARBOSA et al., 2002; GOMIDE et al., 2002) e adubação. Assim, a temperatura determina o funcionamento e o arranjo dos meristemas em termos de produção e expansão de novas células, que, por sua vez, definem a dinâmica de expansão de órgãos (folha, entre-nó, perfilho) e as exigências de carbono e nitrogênio necessárias para essa expansão (DURANT et al., 1991). Reconhecidamente a adubação nitrogenada, é essencial no fluxo de carbono e de nitrogênio para a rebrotação (ALEXANDRINO et al., 2004), por promover aumento na atividade fotossintética, mobilização de reservas após a desfolha, no ritmo de expansão de área foliar e no peso e número de perfilhos (GOMIDE et al., 2002).

Conforme, GASTAL & NELSON (1994) o metabolismo do nitrogênio em gramíneas *Festuca arundinacea Schreb* na zona de crescimento é um dos requisitos para a produção celular e o desenvolvimento de cloroplasto. De acordo com os autores observou-se maior concentração desse nutriente na zona de crescimento em plantas que receberam maior suprimento de nitrogênio do que naquelas com menor suprimento. Indicando que o nitrogênio participa do crescimento das folhas e da produção celular das folhas após o corte, e que sua concentração é diminuída quando as folhas se tornam maduras. Portanto, a taxa de alongamento de folhas depende do suprimento de nitrogênio e é expressa principalmente pela produção de células. A área de crescimento de folhas de gramíneas exhibe padrões de desenvolvimento sequencial de produção celular, aumento de células e amadurecimento celular à medida que se distancia da base da folha (MACADAM et al., 1989).

Doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 mg dm⁻³) afetaram as características morfogênicas, estruturais e a produção de matéria seca do capim *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, em casa de vegetação (vaso). A dose 120 mg dm³ incrementou em 37% a TAlF, além disso o NFV por perfilho aumentou à medida que se incrementou a adubação nitrogenada (MARTUCELLO et al., 2005). As mesmas doses de N influenciaram a taxa de alongamento foliar (TAlF) do capim-massai com os dados ajustados a modelos lineares positivos. Houve incremento nas taxas de alongamento em até 64% para a dose de 120 mg dm³ em relação à ausência de adubação nitrogenada (MARTUSCELLO et al., 2006).

REFERÊNCIAS

ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo, SP: Instituto FNP/AGRA FNP Pesquisas Ltda. – Consultoria & Comércio, 2012.

ALEXANDRINO, E.; JÚNIOR, D. N.; MOSQUIN, P. R.; REGAZZI, A. J.; ROCHA, F. C. Características Morfogênicas e Estruturais na Rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu Submetida a Três Doses de Nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004.

ALVARENGA, C.A.F. Flexibilidade do manejo de pré-pastejo do capim-mombaça sob lotação rotacionada. 2015. Tese. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2015.

ALVIM et al., Resposta do tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalos de cortes. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v.34, n.12, p.2345-2352, dez. 1999.

ANSLOW, R.C. The rate of appearance of leaves on tillers of the gramineae. **Herb. Abstr.**, v.36, n.3, p.149-155, 1966.

ARAÚJO, I.M.M. **Produção animal em pastos de capim-mombaça submetidos a doses de nitrogênio**. 2017. 66 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2017.

ALENCAR, C.A.B.; OLIVEIRA, R.A.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; FIGUEIREDO, J.L.A.; CUNHA, F.F.; CECOM, P.R.; LEAL, B.G. Produção de seis capins manejados por pastejo sob efeito de diferentes doses nitrogenadas e estações anuais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p.48-58, 2010.

BARBOSA, F.L. Acúmulo de forragem e desempenho animal em pastos de capim-mombaça sob doses de nitrogênio e pastejo intermitente. 2018. Dissertação. Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2018.

BAHMANI, I.; THOM, E.R.; MATTHEW, C. et al. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivars, season, nitrogen fertilizer, and irrigation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.54, n.8, p.803-817, 2003.

BRISKE, D.D. 1991. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R.K., STUTH, J.W. (Eds.) **Grazing management: an ecological perspective**. Portland: Timber Press. p.85-108.

BROUGHAM, R. W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal Agricultural Research**, v.7, p.377-387, 1956.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F. et al. (eds) **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Cap. VII, P. 375-470, 2007.

CARNEVALLI, R.A.; Da SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; UEBELE, M.C.; HODGSON, J.; SILVA, G.N.; MORAIS, J.P.G. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v. 40, p.165-176, 2006.

CANTO, M. W. et al., Características do pasto e eficiência agronômica de nitrogênio em capim-tanzânia sob pastejo contínuo, adubado com doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.4, p.682-688, abr, 2013 ISSN 0103-8478

CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M.J. (Ed.) **Grasslands for our world**. Wellington: SIR Publishing, 1993. p.55-64.

CUNHA, B.A.L.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SILVEIRA, M.C.T.; MONTAGNER, D.B.; EUCLIDES, V.P.B.; Da SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; RODRIGUES, C.S.; SOUSA, B.M.L.; PENA, K.S.; VILELA, H.H.; SILVA, W.L. Effect of two post-grazing heights on morphogenic and structural characteristics of guinea grass under rotational grazing. **Tropical Grassland** 44: 253-259. 2010.

DALE, J.E. **The growth of leaves**. London: Edward Arnold, 1982. 60p. (Studies in biology, 137).

Da SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.121-138, 2007 (suplemento especial).

DURAND, J.L.; VARLET-CHANDLER, C.; LEMAIRE, G. Carbon partitioning in forage crops. **Acta Biotheoretica**, v.39, p. 213-224, 1991.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. **Annals of Botany**, v.85, p.645- 653, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3 ed. Brasília, DF. 353p. 2013.

ESCARELA, C. M et al., Effect of nitrogen fertilization on productivity and quality of Mombasa forage (*Megathyrsus maximum* cv. Mombasa). **Acta Agronómica**. 66 (1) 2017, p 42-48, ISSN 0120-2812.

EUCLIDES, V.P.B.; CARDOSO, E.G.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, 647 p.2200-2208, 2000.

EUCLIDES, V.P.B.; LOPES, F.C.; NASCIMENTO JR, D.; Da SILVA, S.; DIFANTE, G.S.; BARBOSA, R.A. Steer performance on *Panicum maximum* (cv. Mombaça) pastures under two grazing intensities. **Animal Production Science**. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1071/AN14721>. 2015.

FAGUNDES, J. L et al., Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa agropecuária brasileira**., Brasília, v.40, n.4, p.397-403, abr. 2005a

FAGUNDES, J.L. et al. Índice de área foliar, densidade de perfilhos e acúmulo de forragem em pastagem de capim-braquiária adubada com nitrogênio. **Boletim da Indústria animal**., Nova Odessa, v.62, n.2, p.125-133, 2005b

GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M. da; MOSQUIM, P.R.; GOBBI, K.F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1890-1900, 2002.

GILLET, M.; LEMAIRE, G.; GOSSE, G. Essai d'élaboration d'un schéma global de croissance des graminées fourragères. **Agronomie**, 4, 75-82, 1984.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, O.G. Morfogênese e acúmulo de biomassa em capim-mombaça sob pastejo rotacionado observando diferentes períodos de descanso. In:

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife – PE, **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CDROM.

HORST, G.L.; NELSON, C.J.; ASAY, K.H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, v.18, n.5, p.715-719, 1978.

HODGSON, J. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In.: **Nutrition limits to animal production from pastures**. Ed.: HACKER, J.B. Proceedings of an International Symposium Held. Queensland Australian, p. 153-166, 1981.

HODGSON, J. Grazing management science into practice. Essex, England, Longman **Scientific & Technical**, 1990. 203p.

IWAMOTO, B. S.; ULYSSES, C.; RIBEIRO, O. L.; MARI, G. C.; PELUSO, E.P.; LINS, T.O.J.D. Produção e composição morfológica do capim-tanzânia fertilizado com nitrogênio nas estações do ano. **Bioscience Journal** (Online), v. 30, p. 530-538, 2014.

JANK, L.; MARTUSCELLO, J.A.; EUCLIDES, V.B.P.; VALLE, C.B. DO; RESENDE, R.M.S. Panicum maximum. In: FONSECA, D.M. DA; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV, 2010. p.166-196. 2010.

JONES, R.J., NELSON, C.J. SLEPER, D.A. Seedling selection for morphological characters associated with yield of tall fescue. **Crop Sci**, v.19, n.5, p.631-634, 1979.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In.: **Anais...** International Symposium on Animal Production under Grazing. Ed.: GOMIDE, J.A. Viçosa-MG. p. 117-144. 1997.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue Flows in Grazed Plant Communities. In **The Ecology and Management of Grazing Systems**. Ed. Hodgson, J. and Illius, A.W. p.3-36 © CBA International. 1996.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB International, 2000. p.265-288.

MACADAM, J. W.; VOLENEC, J. J.; NELSON, C. J. Effects of nitrogen on mesophyll cell division and epidermal cell elongation in tall fescue leaf blades. **Plant Physiology**, v. 89, p. 549-556, 1989.

MONTAGNER, D.B.; NASCIMENTO JR., D.; VILELA, H.H.; SOUSA, B.M.L.; EUCLIDES, V.P.B.; Da SILVA, S.; CARLOTO, M.N. Dinâmica de perfilhamento em pastos de capim-mombaça submetidos a intensidade de pastejo sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p. 544-549, 2012a.

MONTAGNER, D.B.; NASCIMENTO JR., D.; SOUSA, B.M.L.; VILELA, H.H.; SILVEIRA, M.C.T.; EUCLIDES, V.P.B.; Da SILVA, S.; CARLOTO, M.N. Morfogênese em pastos de capim-mombaça sob estratégias de pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p. 883-888. 2012b

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L. Uso de fertilizantes em pastagens. In: MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. **Cerrado, uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. 1.ed. Planaltina, 2007, p.43-68.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SANTOS, P. M.; RIBEIRO JUNIOR, J. I.; CUNHA, D. N. F. V.; MOREIRA, L. M. Características morfológicas e estruturais do capim-Xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1475-1482, 2005.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. DO; SANTOS, P. M.; CUNHA, D. N. F. V. C.; MOREIRA, L. M. Características morfológicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, p.665-671, 2006.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva das pastagens. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.). **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS: PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO**, 13, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 15-95.

NABINGER, C.; PONTES, L. da S. Morfogênese de plantas forrageiras e a estrutura do pasto. In: Mattos, W.R.S. et al. (org.) **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 34, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.755-771.

NELSON, C.J., ASAY, K.H., SLEPER, D.A. Mechanisms of canopy development of tall fescue genotypes. **Crop Sci.**, v.17, n.3, p.449-452, 1977.

NELSON, C.J. Shoot Morphological Plasticity of Grasses: Leaf Growth vs. Tillering. In: LEMAIRE et.al (ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. CAB International, Wallingford, UK, 2000, p.101-126, 2000.

SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35, n.1, p.4-10, 1995.

VILELA, L, W. S. SOARES & M. C. M. MACEDO. **Calagem e adubação para pastagens na região do cerrado**. Embrapa, Brasília. 16 p. (Circular Técnica 37). 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722p

CAPÍTULO 2:

Características morfológicas e estruturais de pastos de capim-mombaça sob doses de nitrogênio em pastejo intermitente

Morphogenetic and structural characteristics on Mombasa grass receiving nitrogen doses under intermittent grazing

Caryze Cristine Cardoso Sousa¹ Denise Baptaglin Montagner^{2*}

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos das doses de nitrogênio sobre as características morfológicas e estruturais dos pastos de capim-mombaça, manejados sob pastejo intermitente. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com três doses de nitrogênio: 100; 200 e 300 kg ha⁻¹, e três repetições de área. O momento para interrupção da rebrotação dos pastos ocorreu quando alcançaram de 80-90 cm de altura do dossel (95% de interceptação de luz pelo dossel). O momento de retirada dos animais dos piquetes ocorreu quando 50% da altura de entrada foi consumida. Os pastos foram amostrados no pré e pós-pastejo, para a determinação das massas e acúmulo de forragem. Para avaliação das características morfológicas e estruturais do dossel foram marcados 10 perfilhos em cada um dos 18 piquetes distribuídos entre os tratamentos (6 piquetes/dose de nitrogênio). O uso de 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio promoveu as maiores taxas de aparecimento e de alongamento de folhas e maior taxa de acúmulo de forragem. O uso de doses de nitrogênio de até 300 kg ha⁻¹ promoveu maior acúmulo de forragem de pastos de capim-mombaça. A melhor dose será a que garantirá o equilíbrio entre aumento do acúmulo de forragem e o custo de produção.

Palavras-chave: altura do dossel, densidade populacional de perfilhos, interceptação de luz,

Panicum maximum, taxa de aparecimento de folhas

¹ Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS, Brasil.

^{II} EMBRAPA Gado de Corte, Campo Grande, MS, Brasil. E-mail: denise.montagner@embrapa.br Autor para correspondência.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the morphogenetic and structural characteristics of the pastures of Mombasa grass with three nitrogen doses, managed under intermittent grazing. The experimental design was completely randomized blocks, with three nitrogen doses: 100; 200 and 300 kg ha⁻¹, and three area repetitions. The time for interruption of regrowth occurred when they reached 80-90 cm of canopy height (95% of interception of light by canopy). The moment of withdrawal of the animals from the pickets occurred when 50% of the entry height was consumed. The pastures were sampled in the pre and post grazing, for the determination of the masses and accumulation of forage. To evaluate the morphogenic and structural characteristics of the canopy, 10 tillers were marked in each of the 18 pickets distributed among the treatments (6 pickets / nitrogen dose). The use of 200 and 300 kg ha⁻¹ of nitrogen promoted the highest rates of appearance and leaf elongation. The results show that nitrogen fertilization influences forage yield, however, animal performance should be taken into account.

Key words: leaf appearance rate, light interception, *Panicum maximum*, sward height, tiller populational density

INTRODUÇÃO

Sistemas intensivos de pastejo normalmente utilizam forrageiras que possuem alta produtividade de biomassa e valor nutritivo. Entretanto, forrageiras com tais características, são exigentes em fertilidade do solo, e seu cultivo requer o contínuo investimento em adubações de manutenção, sob o risco de seu potencial de produção não ser alcançado.

O *Panicum maximum* cv. Mombaça, possui alta produtividade e aceitabilidade pelos animais, elevado perfilhamento e alto vigor de rebrotação, quando submetido a cortes ou pastejo

frequentes (JANK et al., 2010). O capim-mombaça apresenta um potencial de produção de biomassa que pode superar 27 toneladas ha⁻¹ano (Da SILVA et al., 2009). Além disso, alcança valor nutricional compatível com ganhos individuais acima de 700 g animal dia⁻¹ (EUCLIDES et al., 2017). Devido ao hábito de crescimento cespitoso e ao potencial de produção de forragem, recomenda-se que essa cultivar seja manejada sob pastejo intermitente. O período de descanso deve ser interrompido quando os pastos interceptam 90-95% da luz incidente no dossel (ALVARENGA, 2015), e os animais devem ser retirados dos piquetes quando 50% da forragem for removida (FONSECA et al., 2013; EUCLIDES et al., 2017).

O nitrogênio é fundamental na nutrição e produção da forragem, pois além de ser o constituinte essencial das proteínas, participa diretamente no processo fotossintético estando presente na molécula de clorofila, em carreadores redox na cadeia de transporte de elétrons da fotossíntese e nas enzimas Rubisco e Pep-carboxilase (TAIZ & ZEIGER, 2004). Além de integrar elementos essenciais ao crescimento das plantas, o nitrogênio estimula a divisão e expansão celular e influencia diretamente o crescimento de folhas, caules e raízes (MARCHNER, 1995).

Notadamente, o nitrogênio atua diretamente nas características morfológicas e genótípicas da planta forrageira, sendo a combinação das mesmas as principais determinantes das características estruturais dos pastos (CHAPMAN & LEMAIRE, 1996). Dentre os efeitos promovidos pela adubação nitrogenada sobre a morfogênese e o perfilhamento, destaca-se o aumento da taxa de aparecimento e alongamento das folhas e conseqüente redução do tempo de vida das folhas e o filocrono, além do mais, estimula a brotação de gemas axilares, resultando em maior produção de perfilhos (MARTUCELLO et al., 2005; 2006; 2015; BRAZ et al., 2011).

O estudo da morfogênese dos pastos quando adubados com nitrogênio permite compreender os mecanismos metabólicos e fisiológicos desenvolvidos pelas plantas e o papel do nitrogênio como modulador, regulador e potencializador do crescimento das plantas

forrageiras. Desta forma, objetivou-se, avaliar os efeitos da adubação nitrogenada sobre as características morfogênicas e estruturais de pastos de capim-mombaça, sob pastejo intermitente.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS (20°27'S, 54°37'W e altitude de 530 m) de novembro de 2016 a abril de 2017.

O clima, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical chuvoso de savana, subtipo Aw, caracterizado pela distribuição sazonal das chuvas. A precipitação pluvial e as temperaturas mínima, média e máxima (Figura 1) foram registradas pela estação meteorológica da Embrapa Gado de Corte, distante aproximadamente 4 km da área experimental.

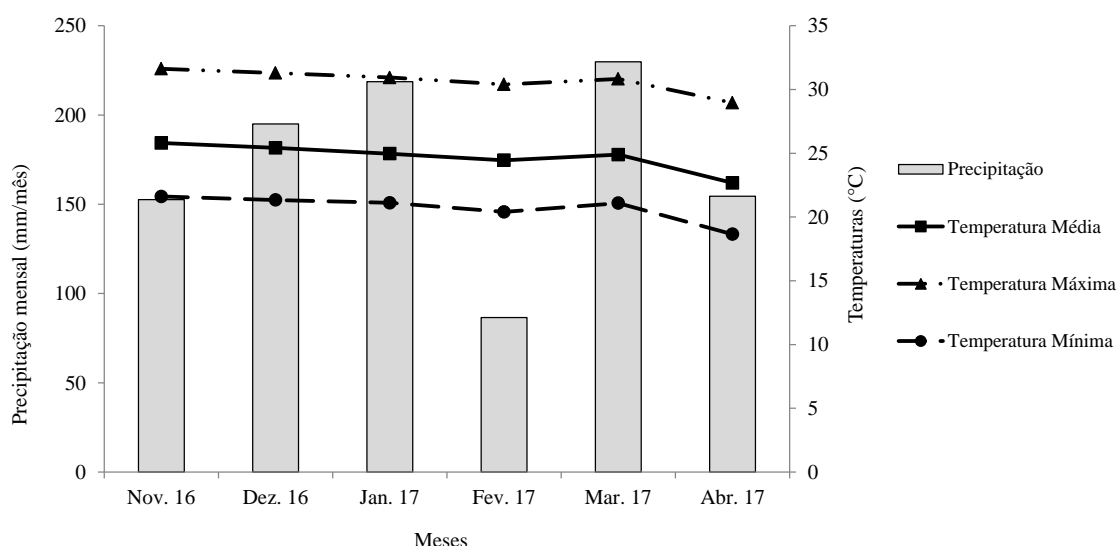


Figura 1. Precipitação média mensal, e temperaturas mínima, média e máxima durante o período experimental.

Para o cálculo do balanço hídrico mensal (Figura 2), foram utilizadas a temperatura média e a precipitação mensal acumulada e 75 mm de capacidade de armazenamento de água no solo (CAD).

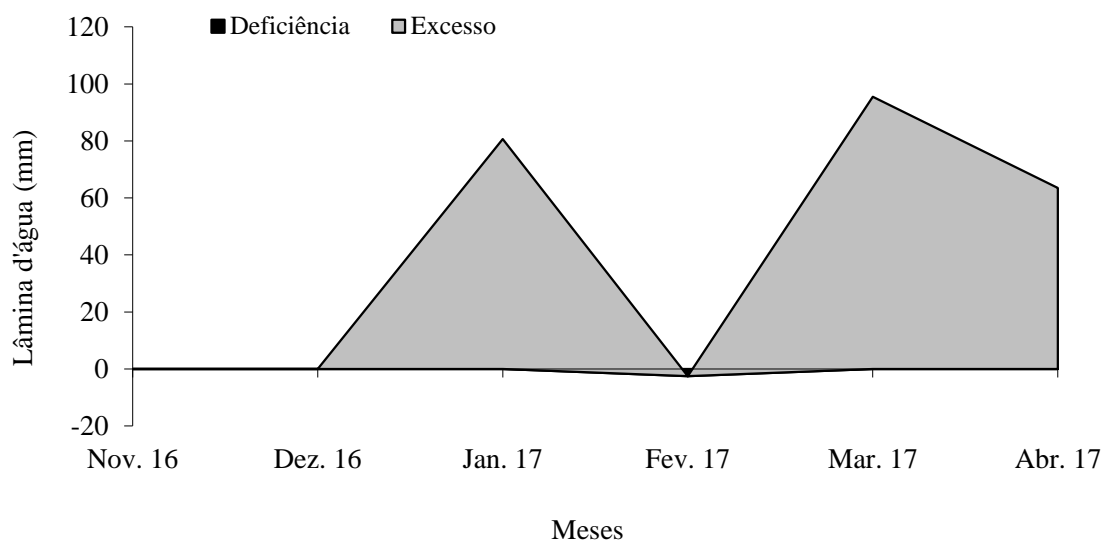


Figura 2. Balanço hídrico mensal durante o período experimental.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, com teores de argila em torno de 35% (EMBRAPA, 2013). Antes do início do experimento, o solo foi amostrado nas camadas de 0-10; 0-20 cm e de 20-40 cm e realizou-se a análise química. A análise química do solo, na camada de 0-20 cm, apresentou os seguintes resultados: pH (CaCl₂): 5,43; Ca: 3,18 cmol_c dm⁻³; Mg: 1,13 cmol_c dm⁻³; Ca + Mg: 4,33 cmol_c dm⁻³; Al: 0,00 cmol_c dm⁻³; H+Al: 3,41 cmol_c dm⁻³; soma de bases: 4,61 cmol_c dm⁻³; saturação por bases: 57,20%; matéria orgânica: 35,46 g dm⁻³; P (em Mehlich-1): 3,37 mg dm⁻³ e K (em Mehlich-1): 0,28 mg dm⁻³. Com base nos resultados da análise de solo, em novembro de 2016, os pastos foram adubados, em cobertura, com 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O.

A área experimental foi de 13,5 ha e foi dividida em três blocos. Cada bloco foi dividido em três módulos de 1,5 ha e esses em seis piquetes de 0,25 ha. O delineamento experimental foi o de blocos completamente casualizados, com três tratamentos e três repetições (módulos). Os tratamentos foram pastos de capim-mombaça adubados com 100 (N100), 200 (N200) e 300 (N300) kg ha⁻¹ de N. A adubação nitrogenada foi parcelada em duas

aplicações, para o tratamento N100, e três aplicações para N200 e N300. A primeira dose foi aplicada em novembro, juntamente com o P_2O_5 e o K. A fonte de nitrogênio utilizada foi ureia, aplicada até o final de março, e sempre na saída dos animais dos piquetes. Adotou-se como condição de pré e pós-pastejo, respectivamente, as alturas de dossel 80-90 cm e 40-50 cm (ALVARENGA, 2015). O método de pastejo utilizado foi o de lotação intermitente com taxa de lotação variável. Os intervalos de pastejo foram variáveis, baseados na condição pré-pastejo, portanto as quantidades de nitrogênio aplicadas e as datas de aplicação também foram variáveis, porém, realizadas de forma que todos os piquetes recebessem a quantidade de nitrogênio determinada em cada tratamento até o final do período experimental.

Foram utilizados 54 novilhos cruzados das raças Angus x Nelore, com idade e pesos iniciais de dez meses e 300 kg. Os animais foram utilizados para o rebaixamento dos pastos.

A altura do dossel (cm) foi determinada utilizando-se uma régua graduada em centímetros, em 40 pontos aleatórios por piquete. A altura de cada ponto correspondeu à altura do dossel em torno da régua, e a média desses pontos representou a altura média do dossel em cada piquete. Foram tomadas alturas no pré-pastejo e no pós-pastejo, imediatamente antes da entrada e após a saída dos animais dos piquetes.

Para a estimativa das massas de forragem no pré e pós-pastejo foi escolhido ao acaso um piquete de cada módulo, onde foram cortadas rente ao solo nove amostras de 1 m^2 , em cada ciclo de pastejo. Foi utilizado o mesmo piquete durante todo o período experimental. As amostras foram pesadas e divididas em duas subamostras. Uma foi seca em estufa a 65° C até peso constante para determinação da matéria seca total. E, a outra, foi separada em folha (lâmina foliar), colmo (bainha e colmo) e material morto, seca em estufa a 55° até peso constante, e pesada. A porcentagem de cada componente foi determinada para a estimativa da relação folha:colmo.

A taxa de acúmulo de forragem foi calculada pela diferença entre a massa de forragem no pré-pastejo atual e no pós-pastejo anterior, considerando-se apenas a porção verde (folha e colmo), dividida pelo número de dias entre as amostragens. O acúmulo total de forragem do período experimental foi o somatório do acúmulo de forragem de todos os ciclos de pastejo.

No início de cada período de rebrotação foram marcados 10 perfilhos em cada unidade experimental, para a determinação de suas características morfogênicas e estruturais. Os perfilhos foram marcados em dois piquetes por módulo, totalizando 18 piquetes (6 piquetes para cada dose de nitrogênio avaliada). Pela medição de folhas e perfilhos individuais foram determinadas: taxa de aparecimento de folhas (TApF, folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹): número de folhas surgidas por perfilho dividido pelo número de dias do período de descanso; filocrono (dias folha⁻¹ perfilho⁻¹): inverso da taxa de aparecimento de folhas; taxa de alongamento de folhas (TAIF, cm perfilho⁻¹ dia⁻¹): somatório do alongamento de lâminas foliares dividido pelo número de dias do período de descanso; taxa de alongamento de colmo (TAIC, cm perfilho⁻¹ dia⁻¹): somatório do alongamento de colmos dividido pelo número de dias do período de descanso; comprimento final da folha (CFF, cm perfilho⁻¹): comprimento médio das lâminas foliares completamente expandidas; taxa de senescência de folhas (TSeF, cm perfilho⁻¹ Dia⁻¹): relação entre o somatório dos comprimentos senescidos das lâminas foliares presentes no perfilho e o número de dias do período de descanso; número de folhas verdes (NFV): número de folhas em expansão e expandidas, desconsiderando-se as folhas senescentes de cada perfilho; duração de vida das folhas (DVF, dias): período de tempo do aparecimento da folha até sua morte, estimada a partir da equação proposta por Lemaire & Chapman (1996): $DVF = NFV \times \text{Filocrono}$.

A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi estimada pela contagem de perfilhos em três áreas de 1 m² por unidade experimental. A locação dos pontos foi realizada de forma a representar a condição média do pasto (visual) no momento da avaliação. Essas áreas foram mantidas fixas e marcadas com estaca de madeira, durante o período de descanso, sendo

alteradas somente quando deixassem de representar a condição média do pasto. A contagem dos perfilhos foi realizada no pré-pastejo.

A análise estatística foi realizada usando-se um modelo matemático contendo o efeito aleatório de bloco, os efeitos fixos de tratamentos, de estações do ano e as interações entre eles. Para todas as análises foi usado o procedimento Mixed disponível no SAS INSTITUTE (1996). A comparação de médias foi realizada pelo teste Tukey adotando-se 5% de probabilidade. No caso de interações significativas, a comparação de médias foi realizada por meio da probabilidade da diferença e pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS

As alturas pré e pós-pastejo ficaram próximas das metas pré-determinadas (Tabela 1) e não foram analisadas estatisticamente, por serem condição imposta.

Tabela 1 – Alturas médias pré e pós-pastejo de pastos de capim-mombaça submetidos a três doses de nitrogênio.

Meses	Doses de nitrogênio					
	100		200		300	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS
Nov. 16	73,2 (3,1)	43,2 (1,5)	75,0 (1,9)	44,2 (1,3)	76,3 (1,9)	48,2 (1,4)
Dez. 16	79,7 (2,1)	44,7 (1,7)	80,6 (1,3)	41,2 (1,2)	81,8 (1,2)	45,8 (0,8)
Jan. 17	79,9 (1,1)	44,1 (1,7)	82,1 (1,4)	44,1 (1,2)	84,0 (1,3)	46,6 (0,7)
Fev. 17	84,7 (2,4)	43,4 (1,6)	82,3 (1,2)	45,6 (1,0)	83,6 (0,9)	43,3 (1,2)
Mar. 17	81,3 (2,0)	45,9 (1,1)	82,7 (2,4)	45,8 (1,4)	83,8 (1,7)	45,6 (1,3)
Abr. 17	82,7 (1,6)	46,6 (1,3)	82,0 (2,2)	43,3 (1,1)	82,1 (1,0)	42,7 (1,6)

Valores entre parênteses são o erro-padrão da média.

Pastos de capim-mombaça adubados com 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio apresentaram a maior taxa de acúmulo diário de forragem (Tabela 2) e os menores períodos de ocupação e de descanso. Pastos adubados com 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio apresentaram os maiores períodos de ocupação e de descanso, enquanto o uso de 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio promoveu valores intermediários.

Tabela 2 – Médias para a taxa de acúmulo de forragem, alturas pré e pós pastejo, período de ocupação e de descanso em pastos de capim-mombaça sob doses de nitrogênio.

Variáveis	Nitrogênio (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			P
	100	200	300	
Período de ocupação (dias)	6,5 (0,16)a	5,6 (0,16)ab	5,1 (0,14)b	0,0001
Período de descanso (dias)	30,9 (0,88)a	27,5 (0,84)b	24,6 (0,82)c	0,0001
Taxa de acúmulo de forragem (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)	86,2 (3,1)c	106,6 (3,8)b	113,8 (3,5)a	0,0001

Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Valores entre parênteses são o erro-padrão da média.

A massa de forragem, as porcentagens de folhas, colmos e de material morto e a relação folha:colmo no pré-pastejo não diferiram entre as doses de nitrogênio aplicadas (Tabela 3). Também não foram observados efeitos das doses de nitrogênio sobre a massa de forragem e as porcentagens de folhas, colmos e material morto, no pós-pastejo de pastos de capim-mombaça (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias para as massas de forragem, porcentagens de folhas, colmos e material morto no pré e pós-pastejo e relação folha:colmo pré-pastejo em pastos de capim-mombaça.

Variáveis	Valores médios	P
Pré-pastejo		
Massa de forragem (kg ha ⁻¹ MS)	5.670 (121)	0,8846
Folhas (%)	67,9 (2,1)	0,4352
Colmos (%)	17,3 (1,3)	0,1687
Material morto (%)	14,8 (1,1)	0,2480
Relação folha:colmo	3,9 (0,6)	0,9871
Pós-pastejo		
Massa de forragem (kg ha ⁻¹ MS)	3.544 (109)	0,6544
Folhas (%)	27,4 (0,9)	0,2475
Colmos (%)	31,1 (1,7)	0,5666
Material morto (%)	41,5 (3,5)	0,8772

Valores entre parênteses são o erro-padrão da média.

O uso de 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio promoveu as maiores taxas de aparecimento e de alongamento de folhas, já taxas menores foram observadas quando os pastos foram adubados com 100 kg ha⁻¹ de N (Figura 3). A duração de vida de folhas foi maior em pastos adubados com 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio, menor em pastos adubados com 200 kg ha⁻¹ de N e intermediária em N300. A taxa de alongamento de colmos aumentou à medida que as doses de nitrogênio aumentaram. Assim, pastos adubados com 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio apresentaram a menor taxa de alongamento de colmos; pastos adubados com N300, as maiores, e N200 alongamentos de colmos intermediários.

A densidade populacional de perfilhos aumentou à medida que se aumentaram as doses de nitrogênio aplicadas. Assim, pastos adubados com N100 apresentaram a menor densidade populacional de perfilho enquanto N300 e N200 apresentaram densidades maiores (Figura 3).

O comprimento final da folha não diferiu entre as doses de nitrogênio aplicadas. Pastos adubados com 100 kg ha^{-1} de N apresentaram menor número de folhas verdes por perfilho, N300 o maior, e N200 número de folhas verdes intermediários. A relação folha: colmo não diferiu entre as doses de nitrogênio avaliadas (Figura 3).

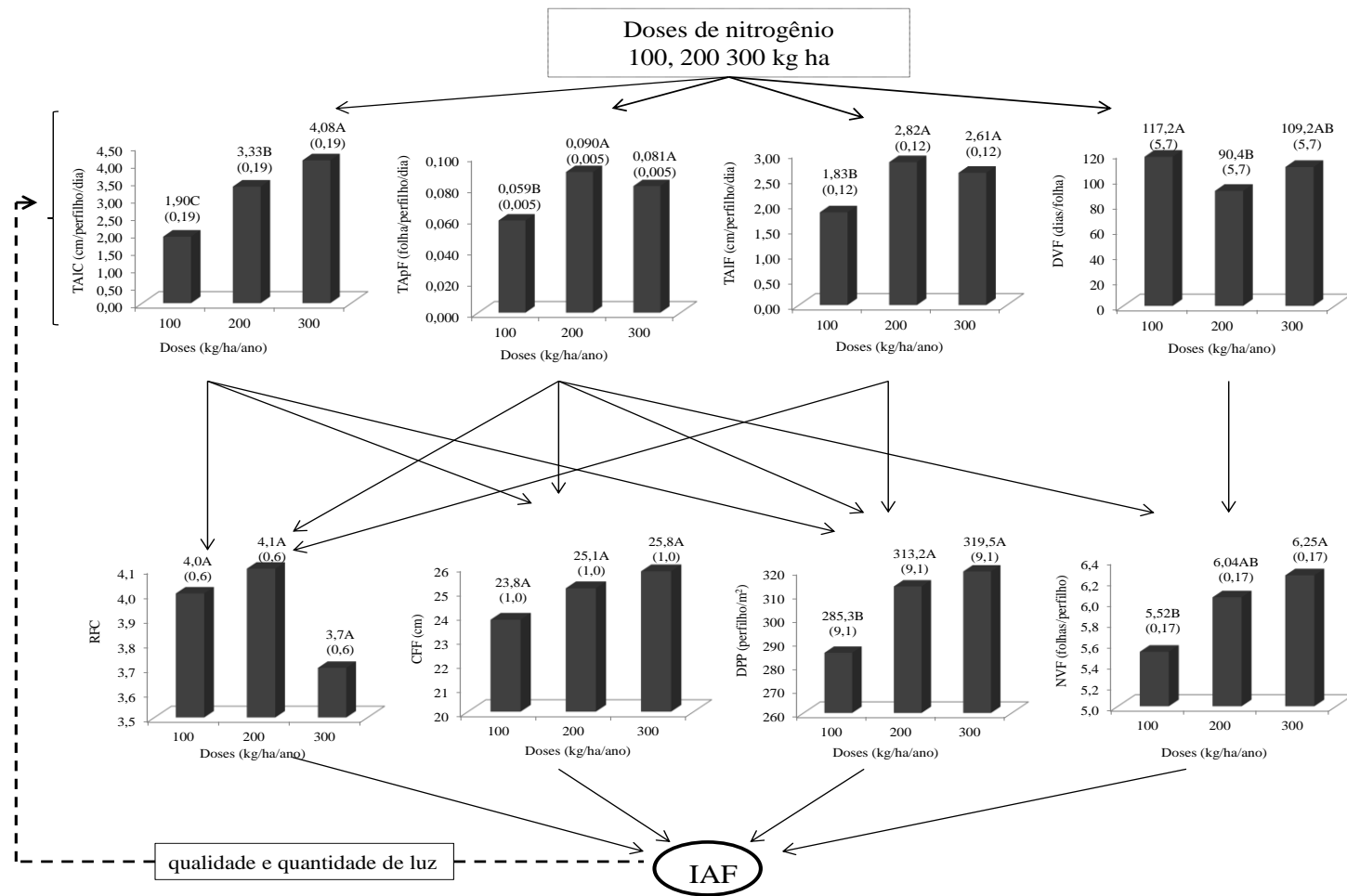


Figura 3. Características morfológicas e estruturais do dossel de capim-mombaça adubados com 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

O Filocrono e a taxa de senescência de folhas foram maiores em pastos adubados com N100 e menores para pastos adubados com 200 ou 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Tabela 4).

Tabela 4 – Médias para o filocrono e taxa de senescência de folhas em pastos de capim-mombaça sob doses de nitrogênio

Variáveis	Nitrogênio (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			P
	100	200	300	
Filocrono (dias)	18,6 ^a	11,3b	12,9b	0,0001
TSeF (cm perfilho ⁻¹ dia)	1,09 ^a	0,72b	0,73b	0,0001

Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05%).

Valores entre parênteses são o erro-padrão da média.

DISCUSSÃO

O controle restrito das condições de entrada e saída dos animais dos piquetes já foi descrito por HODGSON & Da SILVA (2002) como ferramenta de manejo do pastejo, capaz de modificar a estrutura do dossel forrageiro. Assim, mesmo com as doses crescentes de nitrogênio aplicadas, foi possível manter a condição do pasto pré-determinada na entrada, de acordo com CARNEVALLI et al. (2006) e ALVARENGA (2015), entre 80 – 90 cm; e na saída dos animais dos piquetes, de acordo com EUCLIDES et al. (2015) de 40-50 cm. (Tabela 1). HODGSON & Da SILVA (2002) destacam ainda a importância de manter a condição do pasto (*sward state*) em situações que se avaliam as respostas da planta forrageiras às variações de manejo. As alturas pré e pós-pastejo foram mantidas com base no ajuste da lotação dos pastos, controlando-se a quantidade de animais por piquete e o tempo de permanência em cada piquete (BARBOSA, 2018).

O uso do nitrogênio na adubação de gramíneas tropicais promove aumentos no acúmulo de biomassa (BASSO et al., 2010; ALDERMAN et al., 2011; FAGUNDES et al., 2011; IWAMOTO et al., 2014; CARVALHO et al., 2017; ESCARELA et al., 2017). Assim, foram necessários ajustes na taxa de lotação de forma a possibilitar que os animais em pastejo consumissem a forragem produzida em cada dose de nitrogênio aplicada (BARBOSA, 2018). Além da taxa de lotação, os períodos de ocupação e descanso foram distintos entre as doses de nitrogênio (Tabela 2), reflexo dos diferentes ritmos de crescimento proporcionados pela disponibilidade de nitrogênio para a forrageira. Pastos que receberam a menor dose de nitrogênio ($100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}$), necessitaram de 6,3 dias a mais de descanso, quando comparado com os pastos que receberam a dose de $300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}$ de nitrogênio, e de 3,4 dias a mais, quando comparado com os pastos que receberam a dose intermediária ($200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}$).

Os ajustes de manejo foram realizados com o intuito de manter as alturas meta (pré e pós-pastejo), independentemente da dose de nitrogênio aplicada, assim, a massa de forragem e a porcentagem dos componentes do pasto foram semelhantes entre as três doses de nitrogênio (Tabela 3). A intensidade de pastejo foi satisfatoriamente controlada, mantendo-se a condição do pasto. A frequência de pastejo, por outro lado, foi determinada pelo acúmulo de forragem distinto em cada dose de nitrogênio aplicada, representado pelos períodos de descanso. O controle das alturas de pré e pós pastejo permitem utilizar de forma eficiente o incremento em acúmulo de biomassa proporcionado pela adubação nitrogenada.

As características morfogênicas e estruturais são influenciadas pela adubação nitrogenada (BASSO et al., 2010; BRAZ et al., 2011; MARTUCELLO et al., 2015), observando-se normalmente diferentes respostas, promovidas pelo uso das doses de nitrogênio (Figura 3). A aplicação de nitrogênio nas gramíneas promove o aumento no aporte deste nutriente nas zonas de alongamento e divisão celular, ocorrendo maior desenvolvimento e diferenciação das células nas zonas meristemáticas dos primórdios foliares (LANGER, 1972;

PACIULLO et al., 1998), caracterizado pelo aumento do alongamento e divisão celular no meristema intercalar das folhas. O meristema intercalar é uma zona de alongamento ativa com grande demanda de nutrientes (SKINNER & NELSON, 1995; 2001). Assim, o uso de doses crescentes de nitrogênio está associado aos aumentos observados nas TApF e TAIF (Figura 3). VOLONEC & NELSON (1984) notaram que a TAIF foi estimulada à medida que se aumentou a nutrição nitrogenada para as plantas. Trata-se de uma característica altamente dependente da condição nutricional da planta, pois a zona de alongamento é um local de grande demanda por nutrientes, onde também ocorre maior deposição de nitrogênio que modifica o número de células produzidas (SKINNER & NELSON, 1995; GASTAL & NELSON, 1994), afetando a taxa de alongamento das folhas. Por isso, pastos adubados por N100 apresentaram maior duração do alongamento das folhas (Figura 3), devido ao menor aporte deste nutriente.

Elevadas doses de adubação nitrogenada, refletem em aumentos nas taxas de alongamento e aparecimento de folhas (MARTUCELLO et al., 2005; MARTUCELLO et al., 2006; BRAZ et al., 2011; ROMA et al., 2012) (Figura 3). Isso pode ser atribuído a maior renovação tecidual, decorrente do principal efeito do nutriente em aumentar a taxa de produção celular. Nas gramíneas, o alongamento das folhas é restrito a metade basal da zona de crescimento foliar, onde a divisão celular é ativa. O nitrogênio depositado nesta região é utilizado na síntese de ácidos nucléicos e proteínas durante o processo de crescimento e diferenciação celular/tecido (MACADAM et al., 1989; GASTAL & NELSON, 1994).

A constante renovação dos tecidos, reflete em diferentes tempos de vida da folha (Figura 3), afetando as práticas de manejo impostas. Neste contexto, a DVF pode ser utilizada como indicador de manejo de pastejo, uma vez que ao ultrapassar a sua duração de vida, a lâmina foliar entra em processo de senescência, perdendo a qualidade e alterando a resposta animal.

À medida que o nitrogênio se torna mais disponível para plantas, a taxa de alongamento da folha é maior, aumentando o tamanho final da folha e por fim diminuindo sua vida útil (MANZZANTI et al, 1994; ROMA et al., 2012). Pastos de capim-mombaça que receberam maiores doses de nitrogênio (200 e 300 kg ha⁻¹), alcançaram mais rapidamente a meta pré-pastejo estabelecida de 80 cm, isso pode ser justificado pelo menor tempo necessário para o aparecimento de duas folhas consecutivas (Tabela 4). As maiores doses de nitrogênio (200 e 300 kg ha⁻¹) aplicadas podem ter favorecido a recuperação do aparato fotossintético nas folhas do capim-mombaça, logo após a desfolhação, reduzindo o filocrono e o tempo necessário para a recuperação da condição dos pastos.

As reduções da DVF promovidas pela adubação nitrogenada demandam a necessidade de alterações das práticas de manejo do pastejo, de forma a colher a forragem no momento adequado que pode ser determinado pela evolução nas taxas de aparecimento e alongamento de folhas (Figura 3) e da taxa de senescência de folhas (Tabela 4). Os distintos períodos de ocupação e descanso dos pastos são resultado dos ajustes do manejo do pastejo, buscando alcançar a condição adequada de utilização da forragem.

O uso do nitrogênio em estratégias de adubação favorece o crescimento e acúmulo de forragem, isso pode ser atribuído ao aumento das taxas das reações enzimáticas e no metabolismo das plantas forrageiras (VICTOR et al., 2009) promovidas por este nutriente. À medida que o acúmulo de biomassa de um pasto aumenta, ocorre aumento no índice de área foliar, promovendo o sombreamento de folhas e perfilhos (BROUGHAM, 1956). Na busca por luz, ocorre o alongamento dos colmos, e as folhas mais jovens, mais eficientes fotossinteticamente, são expostas no topo do dossel forrageiro (Da SILVA & CORSI, 2003; DIFANTE et al., 2008; BASSO et al., 2010; PEREIRA et al., 2014). O manejo do pastejo com o controle da condição do pasto, permitiu a colheita da forragem no momento em que a quantidade de colmos, não prejudicasse a estrutura do dossel e o consumo de forragem. É

possível inferir, mais uma vez, que o manejo dos pastos foi adequado em controlar a estrutura do dossel, pois não houve variação entre as porcentagens de folhas e colmos na condição de pré-pastejo (Tabela 3), mesmo com diferenças nas taxas de aparecimento de folhas, alongamento de colmos e número de folhas vivas (Figura 3) entre as doses de nitrogênio avaliadas.

As características estruturais do dossel são influenciadas pelas características morfológicas (CHAPMAM & LEMAIRE, 1996; NASCIMENTO JR. & ADESE, 2004), assim os efeitos das doses de nitrogênio foram observados na grande maioria das variáveis estruturais. A DPP é determinada diretamente pela TApF, pois cada nova folha surgida representa um fitômetro, que é formado pela lâmina foliar, lígula, bainha, nó, entre-nó, gema axilar e raízes (ANSLOW, 1966; BRISKE, 1991; NELSON, 2000). Cada nova folha surgida pode dar origem a um novo perfilho, cujo o aparecimento é regulado pela quantidade e qualidade de luz que alcança a base do dossel forrageiro (SKINNER & NELSON, 1994). Dessa forma, o maior número de perfilhos (Figura 3) é responsável pela maior produção de forragem (Tabela 2), observada em pastos adubados com as maiores doses de nitrogênio. Por outro lado, o manejo do pastejo determina a abertura ou fechamento do dossel forrageiro, influenciando as taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos (MATTHEW et al., 2000).

Apesar de ser uma variável determinada geneticamente, foram observadas 0,73 folhas perfilho⁻¹ a mais em pastos adubados com N300 e 0,52 folhas verdes por perfilho quando os pastos receberam 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio quando comparada com a dose de 100 kg ha⁻¹ (Figura 3). Pelo seu efeito sobre a taxa de aparecimento de folhas, o nitrogênio pode aumentar o número de folhas verdes (GARCEZ NETO et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2002), fazendo com que o máximo potencial genético das plantas seja expresso. Pode-se inferir que o uso de 100 kg há de nitrogênio não é suficiente para suprir as demandas do capim-mombaça manejado em sistemas intensivos de produção. Isso porque não permite à planta expressar todo o potencial

genético para a produção de biomassa (número de folhas vivas). Ao longo dos ciclos de produção é possível que o uso da menor dose de nitrogênio leve a morte de perfilhos e à degradação dos pastos.

O CFF e a relação folha:colmo, são consideradas características, responsivas à intensidade de desfolhação. Podem ser classificados como mecanismos morfológicos de escape que as plantas apresentam em resposta a desfolhação (ROBSON, 1967; DALE, 1982; LEMAIRE & CHAPMAN, 1996). No presente experimento foi utilizada a mesma altura de entrada e a mesma altura meta de saída dos animais dos piquetes para todas as doses de nitrogênio aplicadas, o que determinou a mesma intensidade de pastejo, representada por 50% de utilização da altura de interrupção da rebrotação do pasto. Esta intensidade de pastejo pode ser considerada moderada (FONSECA et al., 2012) e pode ter contribuído para que o comprimento das folhas não diferisse entre as doses de nitrogênio aplicadas.

CONCLUSÃO

O uso de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio promove baixas respostas produtivas do capim-mombaça, reduzindo a capacidade de produção de biomassa, afetando principalmente o número de folhas vivas. Doses de 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio promovem incrementos no acúmulo de forragem devido aos efeitos sobre a taxa de aparecimento e alongamento de folhas. Doses de 300 kg ha⁻¹ de nitrogênio promovem elevado acúmulo de forragem, reflexo da maior densidade populacional de perfilhos e alongamento de colmos. Ajustes no manejo do pastejo devem ser realizados, de forma a controlar a condição dos pastos para que o máximo potencial de produção seja alcançado em concomitância com o uso das maiores doses de nitrogênio.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Gado de Corte, pelo financiamento e colaboração na condução do experimento, e a CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

DECLARATION OF CONFLICTING INTERESTS

The authors declare that there is no conflict of interest for the publication of this scientific article.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, I.M.M. **Produção animal em pastos de capim-mombaça submetidos a doses de nitrogênio**. 2017. 66 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2017.

ALDERMAN, P. D; et al. Regrowth Dynamics of ‘Tifton 85’ Bermudagrass as Aff ected by Nitrogen Fertilization. **Crop science**, Vol. 51, July–August 2011. DOI:10.2135/cropsci2010.09.0515

ALVARENGA, C.A.F. **Flexibilidade do manejo de pré-pastejo do capim-mombaça sob lotação rotacionada**. 2015. Tese. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2015.

ANSLOW, R.C. The rate of appearance of leaves on tillers of the gramineae. **Herb. Abstr.**, v.36, n.3, p.149-155, 1966.

BARBOSA, F.L. **Acúmulo de forragem e desempenho animal em pastos de capim-mombaça sob doses de nitrogênio e pastejo intermitente**. 2018. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2018.

- BASSO, K. C et al. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastos de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.11, n.4, p.976-989 out/dez, 2010. ISSN 1519 9940
- BRAZ et al. Morphogenesis of Tanzania guinea grass under nitrogen doses and plant densities. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, n.7, p.1420-1427, 2011
- BRISKE, D.D. 1991. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R.K., STUTH, J.W. (Eds.) **Grazing management: an ecological perspective**. Portland: Timber Press. p.85-108.
- BROUGHAM, R. W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal Agricultural Research**, v.7, p.377-387, 1956.
- CARNEVALLI, R.A.; Da SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; UEBELE, M.C.; HODGSON, J.; SILVA, G.N.; MORAIS, J.P.G. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v. 40, p.165-176, 2006.
- CARVALHO, R. M. et al. Acúmulo de forragem e estrutura do dossel de capim-marandu diferido e adubado com nitrogênio. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.74, n.1, p.1-8, 2017. DOI:<https://doi.org/10.17523/bia.v74n1p1>
- DALE, J. E. **The Growth of Leaves**. London: Edward Arnold, 1982. 60p. (Studies in biology, 137).
- Da SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; Da SILVA, S.C.; DE FARIA, V.P. (Eds.) **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS**, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 155-186
- DIFANTE, G. S et al. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.37, n.2, p.189-196, 2008. ISSN:1806-9290

ESCARELA, C. M et al., Effect of nitrogen fertilization on productivity and quality of Mombasa forage (*Megathyrsus maximum* cv. Mombasa). **Acta Agronómica**. 66 (1) 2017, p 42-48, ISSN 0120-2812.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Steer performance on *Panicum maximum* (cv. Mombaça) pastures under two grazing intensities. **Animal Production Science**, July, 2015. <http://dx.doi.org/10.1071/AN14721>

EUCLIDES, V. P. B. et al. Maintaining post-grazing sward height of *Panicum maximum* (cv. Mombaça) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. **Grass Forage Science**, 2017;1–9. DOI: 10.1111/gfs.12292

FAGUNDES, J. L. et al. Capacidade de suporte de pastagens de capim-tifton 85 adubado com nitrogênio manejadas em lotação contínua com ovinos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, n.12, p.2651-2657, 2011. ISSN 1806-9290

FONSECA, L. et al. Effect of sward surface height and level of herbage depletion on bite features of cattle grazing Sorghum bicolor swards. **Journal Animal Science**, 2013.91:1–9 doi:10.2527/jas2013-5602

GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M. da; MOSQUIM, P.R.; GOBBI, K.F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1890-1900, 2002.

GASTAL, F.; NELSON, C. J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, v. 105, p. 191-197, 1994.

HODGSON, J. **Grazing Management Science in to Practice**. Essex, England, Longman Scientific & Technical, 1990, 203p.

IWAMOTO, B. S.; ULYSSES, C.; RIBEIRO, O. L.; MARI, G. C.; PELUSO, E.P.; LINS, T.O.J.D. Produção e composição morfológica do capim-tanzânia fertilizado com nitrogênio nas estações do ano. **Bioscience Journal** (Online), v. 30, p. 530-538, 2014.

JANK, L.; MARTUSCELLO, J.A.; EUCLIDES, V.B.P.; VALLE, C.B. DO; RESENDE, R.M.S. *Panicum maximum*. In: FONSECA, D.M. DA; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.). **Plantas Forrageiras**. Viçosa: UFV, 2010. p.166-196. 2010.

LANGER, R. H. M. **How Grasses Grow**. The Institute of Biology's. Studies in Biology, n. 34, New Zealand, 1972.

MACADAM, J. W.; VOLENEC, J. J.; NELSON, C. J. Effects of nitrogen on mesophyll cell division and epidermal cell elongation in tall fescue leaf blades. **Plant Physiology**, v. 89, p. 549-556, 1989.

MARCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

MARTUSCELLO, J.A. et al. Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção. **Cienc. Anim. Bras.** v.16, n.1, p. 1-13 jan./mar 2015.

NELSON, C.J. Shoot Morphological Plasticity of Grasses: Leaf Growth vs. Tillering. In: LEMAIRE et.al (ed.) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. CAB International, Wallingford, UK, 2000, p.101-126, 2000.

PEREIRA, L. E. T. Components of herbage accumulation in elephant grass cvar Napier subjected to strategies of intermittent stocking management. **Journal of Agricultural Science** (2014), 152, 954–966. doi:10.1017/S0021859613000695

ROMA, C. F. C. Morphogenetic and tillering dynamics in Tanzania grass fertilized and nonfertilized with nitrogen according to season. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.41, n.3, p.565-573, 2012. ISSN 1806-9290

VITOR, C. M.T. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, n.3, p.435-442, 2009.

ISSN 1806-929

SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35, n.1, p.4-10, 1995.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722p