

PHILIFE LIMA DE AMORIM

**ADUBAÇÃO NITROGENADA ANTES DO DIFERIMENTO DE PASTOS DE
CAPIM-BRAQUIÁRIA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

A524o
2014 Amorim, Philipe Lima de, 1988-
Adubação nitrogenada antes do diferimento de pastos
de capim-braquiária / Philipe Lima de Amorim. - Viçosa,
MG, 2014.
x, 43f. : il. ; 29 cm.

Orientador : Dilermando Miranda da Fonseca.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f.35-43.

1. Zootecnia - alimentos. 2. Nutrição animal. 3. Manejo
de pastagem. 4. *Brachiaria decumbens*. I. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de
Pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22 ed. 636.084

PHILIFE LIMA DE AMORIM

**ADUBAÇÃO NITROGENADA ANTES DO DIFERIMENTO DE PASTOS DE
CAPIM-BRAQUIÁRIA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 8 de outubro de 2014.

Manoel Eduardo Rozalino Santos
(Coorientador)

Fernanda Helena Martins Chizzotti
(Coorientadora)

Reinaldo Bertola Cantarutti

Janaina Azevedo Martuscello

Dilermando Miranda da Fonseca
(Orientador)

***Aos meus pais Marcus Vinicius e Luciane Amorim.
Ao meu irmão Flávio Amorim.
A todos os meus familiares...***

AGRADECIMENTOS

A Deus, o Grande Arquiteto do Universo, pelo dom da vida, por me proteger e guiar todos os meus passos na caminhada.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e aos seus professores e técnicos, pelo conhecimento passado e apoio na prestação de serviços durante a execução do experimento deste trabalho.

Ao CNPq e, em especial, ao contribuinte brasileiro, pelo financiamento da minha bolsa de estudos.

Ao Professor Dilermando, pela orientação, por todo conhecimento a mim passado, pelo apoio nos momentos de dificuldade e por servir de exemplo com a sua retidão pessoal e profissional.

Ao Professor Manoel Rozalino, da Universidade Federal de Uberlândia, pelo apoio durante o experimento, pelos conselhos e conhecimentos a mim transmitidos.

Aos membros da banca de defesa da tese, pelas valiosas contribuições.

Aos Professores Janaina e Teodorico, por, mesmo distantes, terem atuado como conselheiros e me estimulado a entrar nesta empreitada.

Aos meus amigos de Maceió e da Universidade Federal de Alagoas, por sempre torcerem pelo meu sucesso.

A todos os meus colegas da Pós-Graduação em Zootecnia da UFV, pelos bons momentos e pela amizade construída nesses anos.

Aos meus amigos de república Victor e Madson, por fazerem meus momentos mais felizes, pelo apoio e por sempre carregarem um pedacinho de nossa Terra Natal em seus corações, amenizando a saudade.

Ao meu amigo João Paulo, pelo apoio nas análises estatísticas e pela amizade construída.

Aos meus irmãos de orientação Fabiana (Fabi), Vitor (Magrelo), Róberson (Pink), Genilda (Pró), Virgílio (Virgilim), Anselmo e Bráulio, pelos bons momentos de descontração, companheirismo, apoio e conhecimentos trocados. Também aos meus demais irmãos da Forragicultura Hemython (Iraqiano), Marina, Cássia, Lana, Everton e Rodrigo, pelo apoio durante a realização do experimento e em minha vida pessoal.

Aos estagiários Cimara, Lucas (Pablo) e Daiana, pela disposição, pelo apoio e pela amizade construída durante toda a execução do experimento; e aos estagiários das Universidades do Brasil e da Colômbia, em especial Felipe Vélez (Simón), pela “força” na realização do experimento.

Aos meus amigos da República Toca do Tatu (a melhor!) Thiago (Timão), Rodolfo (Roy), Heberth (Pestana), Renato (Mascate), João Paulo (Jão) e Rafael (Smeagle), pelos momentos incríveis e pelo apoio.

A todos aqueles não nominados, por terem, direta ou indiretamente, participado e contribuído nesta incrível experiência do Doutorado na UFV.

BIOGRAFIA

PHILIFE LIMA DE AMORIM, filho de Marcus Vinícius Amorim da Silva e Luciane Silva de Lima Amorim, nasceu a 29 de janeiro de 1988, na cidade de Maceió, Alagoas.

Em dezembro de 2004, concluiu o ensino médio pelo Colégio Dinâmico e em seguida, em fevereiro de 2005, iniciou o Curso de Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), graduando-se em janeiro de 2010.

Em março desse mesmo ano, ingressou no Curso de Mestrado em Zootecnia da UFAL - área de Forragicultura e Pastagens –, concluindo-o em julho de 2011.

Em agosto de 2011, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – área de Forragicultura e Pastagens –, submetendo-se à defesa da tese em outubro de 2014.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Fatores abióticos para crescimento das forrageiras	3
2.1.1. Adubação nitrogenada	6
2.2. Diferimento do uso de pastagens: características e ações de manejo	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
4. RESULTADOS	17
5. DISCUSSÃO	25
5. CONCLUSÃO	34
6. REFERÊNCIAS	35

RESUMO

AMORIM, Philipe Lima de, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2014. **Adubação nitrogenada antes do diferimento de pastos de capim-braquiária.** Orientador: Dilermando Miranda da Fonseca. Coorientadores: Fernanda Helena Martins Chizzotti e Manoel Eduardo Rozalino Santos.

No período de janeiro a outubro de 2012 e de janeiro a setembro de 2013, foram avaliados os efeitos de quatro doses de nitrogênio, antes do diferimento, sobre as variáveis estruturais e o desempenho animal em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos completos casualizados com três repetições, em esquema de medidas repetidas no tempo (período de pastejo). Observou-se interação entre os fatores dose de nitrogênio e período de pastejo, afetando as variáveis altura de planta estendida, massa de forragem e componentes morfológicos, relação lâmina:colmo, densidade de lâminas foliares e oferta total de forragem. Nas variáveis associadas ao desempenho animal, houve interação entre os fatores dose e ano experimental (ganho de peso corporal por área e eficiência de utilização do nitrogênio pelo animal). As demais variáveis apresentaram efeitos isolados dos fatores avaliados. À medida que se elevaram as doses de nitrogênio, foi observado aumento na altura da planta estendida, na massa de forragem e na densidade dos componentes

morfológicos, na oferta total de forragem e na eficiência de utilização de nitrogênio pela planta. No decorrer do período de pastejo, observou-se diminuição da altura do pasto, da planta estendida, da porcentagem e massa de matéria seca de lâminas foliares, da massa de matéria seca de colmos, da relação lâmina: colmo, da oferta de forragem e componentes morfológicos, da porcentagem de lâminas e dos colmos da forragem consumida. Não houve efeito de doses de nitrogênio sobre o ganho de peso corporal diário e por área no primeiro ano. No primeiro ano experimental, observaram-se os maiores valores médios de altura de planta estendida, de massa de forragem, de densidade total e componentes morfológicos, de oferta de forragem, de ganho de peso corporal diário e por área e de eficiência na utilização do nitrogênio pela planta e pelo animal, em comparação com o segundo ano. As características estruturais de pastos diferidos de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk são alteradas negativamente pelo aumento nas doses de nitrogênio. A adubação nitrogenada antes do diferimento não afeta o desempenho e diminui a eficiência de utilização de nitrogênio pelo animal.

ABSTRACT

AMORIM, Philipe Lima de, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2014. **Nitrogen fertilization before the deferral of signal grass pastures.** Adviser: Dilermando Miranda da Fonseca. Co-Advisers: Fernanda Helena Martins Chizzotti and Manoel Eduardo Rozalino Santos.

From January to October 2012 and from January to September 2013, we evaluated the effects of four doses of nitrogen, before the deferral, on structural variables and animal performance in *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk pastures. We used the experimental randomized complete block design with three replications in a scheme of measures repeated in time (grazing period). There was interaction between the factors nitrogen dose and grazing period, affecting the variables extended plant height, forage mass and morphological components, blade:stem ratio, leaf blades density and total supply of forage. In the variables associated with animal performance, there was interaction between the factors dose and experimental year (gain of body weight per area and efficiency of the use of nitrogen by the animal). The other variables had isolated effects of the evaluated factors. As they increased the levels of nitrogen, there was an increase in the height of the extended plant, in forage mass and in the density of morphological componentes, in the total supply of forage and in the efficiency of the use of nitrogen by the plant. During the grazing period,

we observed a decrease in: the height of the pasture, the extended plant, the percentage and dry weight of leaf blades, the dry weight of stems, the ratio blade:stem, the forage supply and morphological components, the percentage of blades and stems of the consumed forage. There was no effect of nitrogen dose on the gain of body weight per day and per area in the first year. In the first trial year, we observed the highest mean values of extended plant height, forage mass, total density and morphological components, forage supply, gain of body weight per day and per area and the efficiency of the use of nitrogen by plants and by the animals, compared to the second year. The structural characteristics of deferred pastures of *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk are negatively changed by the increase in nitrogen levels. Nitrogen fertilization before the deferral does not affect the performance and reduces the efficiency of the use of nitrogen by the animal.

1. INTRODUÇÃO

A estacionalidade de produção de forragem é um dos principais problemas na produção animal em pasto. Para contornar essa realidade, há diversas alternativas que devem ser escolhidas de acordo com o perfil de cada sistema de produção. Entre as possíveis opções, o diferimento do uso de pastagens destaca-se como uma das estratégias de manejo relativamente fáceis, de baixo custo e apropriadas para esse fim.

Essa estratégia de manejo, diferimento, consiste na exclusão dos animais de determinada área da pastagem no terço final do período das águas, visando à produção de forragem para ser utilizada pelos animais durante o período de escassez. No diferimento de pastagem existem ações de manejo, como época, período e altura do pasto no início do diferimento, suplementação e adubação nitrogenada. Essas ações objetivam proporcionar oferta de pastos diferidos com características estruturais e qualitativas com maior potencial de desempenho animal.

A adubação nitrogenada é prática de manejo que pode permitir flexibilização quanto à determinação do início do diferimento, visto que altera a taxa de crescimento da gramínea e, conseqüentemente, a quantidade e qualidade da forragem produzida por meio do diferimento. No entanto, a adubação nitrogenada pode, sem a interação com outras ações de manejo (período de diferimento, por exemplo), modificar negativamente a estrutura do pasto diferido, resultando, desse modo, em aumento excessivo da massa

de forragem, porcentagem de colmos e forragem morta e reduções na porcentagem de lâminas foliares vivas. Modificações dessa magnitude na estrutura do pasto diferido podem redundar em ganhos moderados ou perdas em desempenho animal, acarretando menor eficiência da adubação nitrogenada.

Desse modo, objetivou-se avaliar características estruturais e desempenho de bovinos em pastos de capim-braquiária diferidos e submetidos a doses de nitrogênio no início do diferimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fatores abióticos para crescimento das forrageiras

Um princípio básico norteia todas as decisões em sistemas de produção em pastagem: adequar suprimento e demanda por alimentos durante o ano (DA SILVA; PEDREIRA, 1997). No entanto, o equilíbrio entre oferta e demanda de forragem em pastagens tropicais constitui desafio, em razão da estacionalidade de produção durante o ano.

O ecossistema pastagem é caracterizado por fluxos de energia (radiação, calor) e massa (CO_2 , H_2O e nutrientes) entre as plantas de uma população, solo e atmosfera (LEMAIRE, 2001). Em face da sazonalidade de alguns dos fatores durante o ano (sendo essa estacionalidade mais intensa nas zonas tropicais), ocorrem flutuações nos padrões de acúmulo de biomassa com efeitos semelhantes na produção animal.

Comunidades vegetais constituem fonte incomensurável de energia, caracterizada pelo elevado potencial de produção de biomassa renovável (DA SILVA et al., 2008). Durante a assimilação de carbono pela fotossíntese ocorrem processos fotoquímicos, controlados pela luz; processos enzimáticos, não dependentes da radiação solar; e processos de difusão, caracterizados pelas trocas de CO_2 e O_2 entre os cloroplastos e a atmosfera (LARCHER, 2000).

Para Nascimento Júnior e Adese (2004), a radiação é fator determinante do crescimento e desenvolvimento das plantas, em que, independentemente da via metabólica utilizada pela planta, algumas enzimas da fotossíntese são controladas pela luz. Ainda segundo esses autores, outros processos, não diretamente vinculados à fotossíntese, são afetados pela radiação, sendo a maioria relacionada à morfogênese.

As diferentes respostas ao estresse luminoso, que podem, por sua vez, ser consequência do manejo do pastejo, contribuem, de forma significativa, para a sobrevivência das plantas. Assim, ações de manejo de pastejo podem influenciar diretamente tanto a quantidade quanto a qualidade da luz que incide no dossel. A proporção da luz que atinge as plantas ou partes delas no pasto é consequência do número de folhas, seu ângulo de disposição e contribuição relativa das radiações difusa e direta recebidas (SMITH, 1981). Sendo a luz um dos fatores que exercem influência direta sobre as características morfogênicas das plantas, modificações, principalmente na densidade populacional de perfilhos, podem ser esperadas. Diversos autores relataram modificações na densidade populacional de perfilhos pela manutenção de menores alturas do dossel (SBRISSIA, 2000; SBRISSIA, 2004; BIRCHAM; HODGSON, 1983; AGNUSDEI; MAZZANTI, 2001). Agnusdei (2011) citou que o perfilhamento pode ser visualizado como resposta oportunista da planta às flutuações na intensidade e qualidade da luz para manter seu crescimento e competitividade no pasto.

Modificações na intensidade e qualidade da luz incidente podem promover concomitantes alterações na distribuição de nutrientes (nitrogênio) e, conseqüentemente, no valor nutritivo das plantas. Para Charles-Edwards et al. (1987), com o sombreamento de folhas em estratos inferiores, estas tendem a “desarmar” o aparato fotossintético e redistribuir o nitrogênio para folhas localizadas em estratos superiores.

A área foliar é importante fator de produção e determina o uso da água pelas plantas, cujo potencial de produtividade é severamente inibido quando expostas a déficit hídrico (FERNÁNDEZ et al., 1996). O fechamento dos estômatos e a redução da área foliar são mecanismos que limitam a

produtividade, uma vez que provocam queda na absorção de CO₂ e na interceptação de luz, respectivamente.

A resposta mais expressiva das plantas ao déficit hídrico, segundo McCree e Fernández (1989) e Taiz e Zeiger (1991), consiste no decréscimo da produção da área foliar, do fechamento dos estômatos, da aceleração da senescência e da abscisão das folhas. As plantas desenvolvem mecanismos de adaptação ao estresse hídrico, sendo um dos principais a redução da área foliar (ROSENTHAL et al., 1987; CHAVES, 1991).

O déficit hídrico aumenta a senescência das folhas (WRIGHT et al., 1983), pois a baixa umidade não fornece nitrogênio suficiente para suprir as necessidades de crescimento da cultura, e o nitrogênio do interior da planta é retranslocado das folhas mais velhas para pontos de crescimento. Entretanto, a intensidade da senescência depende da quantidade de nitrogênio no solo, das reservas de nitrogênio na planta e da demanda de nitrogênio dos pontos de crescimento (WOLFE et al., 1988). O nitrogênio é absorvido em cerca de 99% pelo fluxo de massa (TISDALE et al., 1985), e, assim, a aquisição do nutriente depende da disponibilidade de água no solo.

Em condições de deficiência hídrica, as plantas aumentam o crescimento radicular, primeiramente pelas ramificações e pelos radiculares superficiais, para absorção de água dos microporos do solo e, quando em maior grau de deficiência, se aprofundam para alcançar água nos horizontes subsuperficiais (SANTOS; CARLESSO, 1998).

As vias e processos metabólicos são controlados por enzimas, que têm a sua ação catalisada pela temperatura, indicando que as taxas de crescimento e acúmulo de massa de matéria seca, além de diversos outros processos associados, variam com a temperatura (DA SILVA et al., 2008). A amplitude do efeito da temperatura sobre a morfogênese depende da genética das plantas (NASCIMENTO JÚNIOR; ADESE, 2004). Ainda para esses autores, o incremento em crescimento com o aumento da temperatura se deve a mudanças bioquímicas nas células, com elevação no aparecimento e alongamento foliar.

2.1.1. Adubação nitrogenada

O nitrogênio é um dos nutrientes mais limitantes no solo, embora desempenhe papel fundamental na modulação de respostas das plantas às adubações (FAGUNDES, 2004). Entretanto, a maior eficiência de sua utilização, assim como as melhores respostas em produção, somente ocorre quando os demais nutrientes se encontram em equilíbrio na solução do solo, de forma a gerar um ambiente ótimo para os processos de absorção e utilização por parte da planta (CORSI; NUSSIO, 1993).

Segundo Werner (1994), o nitrogênio é o principal nutriente para manutenção da produtividade de gramíneas forrageiras, por serem constituintes das proteínas, aminoácidos, enzimas, coenzimas, vitaminas e pigmentos que participam, ativamente, na síntese dos componentes orgânicos e formação da estrutura vegetal. Nesse sentido, é comum observar incrementos significativos na produção de biomassa das forrageiras com o aumento da disponibilidade de nitrogênio, principalmente para plantas do gênero *Cynodon* (QUARESMA et al., 2011), *Brachiaria* (CECATO et al., 2004; FAGUNDES et al., 2005; SILVA et al., 2013) e *Panicum* (MELLO et al., 2008; PEREIRA et al., 2011; BRAZ et al., 2012).

Remetendo ao diagrama proposto inicialmente por Chapman e Lemaire (1993), observa-se influência direta dos fatores abióticos sobre as características morfogênicas e, por consequência, sobre as estruturais. Assim, Nascimento Júnior e Adese (2004) verificaram que, em condições de baixa disponibilidade de nitrogênio, os efeitos negativos se iniciam pelo perfilhamento da gramínea, passando para redução no tamanho e na duração de vida da folha, antes de modificar a taxa de aparecimento de folha. Skinner e Nelson (1995) constataram que diminuições nas taxas de alongamento de folha são atribuídas ao fato de as zonas de alongamento serem áreas de grande demanda de nutrientes.

Uma vez diminuídos os valores de características morfogênicas e estruturais, modificações na dinâmica do acúmulo de biomassa do pasto devem ser esperadas. Isso com possíveis reduções nos valores do índice de área foliar do dossel e concomitante redução na quantidade de radiação fotossinteticamente ativa captada pela superfície fotossintética.

Outras características morfogênicas e estruturais são afetadas em maior ou menor magnitude pela baixa disponibilidade de nitrogênio. Para Gastal e Lemaire (1988), a duração de vida da folha parece ser apenas ligeiramente afetada pela disponibilidade de N. Aumentos nas taxas de senescência foliar (OLIVEIRA, 2002) e diminuições na duração de vida das folhas (ÓTON, 2000) são comumente observados. Porém, a partir do momento que o nitrogênio é aplicado no ecossistema pastagens, ajustes concomitantes nos processos de colheita da biomassa acumulada devem ser realizados, pois a competição inter e intraespecífica em nível de perfilhos, no interior do dossel, desencadeará processos de senescência e morte de lâminas foliares.

2.2. Diferimento do uso de pastagens: características e ações de manejo

O diferimento do uso de pastagens é estratégia de manejo que consiste em selecionar determinadas áreas de pastagens na propriedade e excluí-las do pastejo, geralmente no fim do verão e, ou, no outono, nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Dessa maneira, é possível garantir produção de forragem para ser pastejada durante o período de sua escassez e, com isso, minimizar os efeitos da sazonalidade de produção forrageira (SANTOS et al., 2009a). Adicionalmente, sobretudo em sistemas de produção baseados na utilização de pastagens nativas, o diferimento de pastagens proporciona aumento na produtividade e persistência das plantas (MOUNTFORT et al., 1996; NIE et al., 1998) e no banco de sementes do solo; cria ambiente favorável para germinação de sementes (NIE et al., 1997a; 1999); aumenta a permeabilidade ao ar e a condutividade hidráulica; e reduz a densidade do solo (NIE et al., 1997a), bem como favorece o aparecimento de espécies forrageiras mais preferidas (BARNES; DEMPSEY, 2010).

A estrutura do pasto diferido pode ser limitante ao desempenho animal, no caso de utilização de maior período para crescimento da forrageira, caso não seja feito o ajuste em outras ações de manejo. Durante o diferimento, parte dos perfilhos vegetativos desenvolve-se em perfilhos reprodutivos,

que, por conseguinte, passam à categoria de perfilhos mortos, seguindo o ciclo fenológico normal de uma gramínea.

Em relação à massa dos componentes morfológicos, durante o diferimento há redução na massa de folha viva e aumento nas massas de colmo vivo e forragem morta (SANTOS et al., 2009), com decréscimo na relação folha/colmo.

O tombamento de perfilhos, comumente chamados de “acamados”, reflete na característica estrutural de pastos diferidos. Costa et al. (1981) ressaltaram o possível efeito negativo do “acamamento” do pasto sobre consumo e perdas de forragem durante o pastejo. Essa condição está associada a pastagens que tiveram longo período de diferimento (SANTOS et al., 2009c) e, conseqüentemente, possuem grande quantidade de forragem de baixa qualidade.

A percepção das vantagens do diferimento da pastagem como estratégia eficiente para superar e, ou, amenizar os efeitos da estacionalidade de produção das gramíneas tropicais motivou técnicos e pecuaristas a recomendarem-na e adotarem-na, porém sem critérios bem definidos, principalmente no que diz respeito ao seu manejo.

Pesquisadores têm-se limitado, em geral, a determinar apenas as épocas mais adequadas de diferimento e utilização dos pastos diferidos para as distintas espécies forrageiras e regiões do país. Embora a escolha dessas épocas seja importante, os fatores de manejo que podem influenciar nos resultados quando se realiza o diferimento da pastagem são bem mais diversos (SANTOS et al., 2007). De fato, há inúmeras possibilidades de interferência, via manejo, para otimizar a produção animal no pasto diferido, entre as quais se destacam: a época de diferimento, o período de diferimento, a altura do pasto no início do diferimento, a suplementação do pasto e a adubação nitrogenada. Cada ação de manejo é usada para fins específicos, e existem interações entre cada uma delas que ainda são pouco exploradas pelos pecuaristas (FONSECA; SANTOS, 2009).

Alguns ensaios foram feitos para avaliar tais ações de manejo e, desse modo, tornou-se possível produzir pastos diferidos com estrutura favorável ao consumo animal. No Município de Viçosa, MG, ao utilizar *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, recomenda-se diferir pastos no final do mês de

março ou começo de abril, rebaixando a altura para 20 cm por período médio de 70 dias, bem como aplicar 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio (SANTOS et al., 2009; SANTOS et al., 2010; SANTOS et al., 2013). De maneira semelhante, no mesmo município, utilizando *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, recomendam-se diferir os pastos no final de março, com altura entre 20 e 30 cm, por período de 85 dias; e aplicar 75 kg ha⁻¹ de nitrogênio (VILELA et al., 2012; SOUSA et al., 2012).

Entre os nutrientes essenciais ao crescimento das plantas, o nitrogênio é o responsável por proporcionar respostas acentuadas e em curto espaço de tempo. Esse nutriente, quando absorvido pela planta, aumenta o número de células em divisão e estimula o alongamento celular (SCHNYDER et al., 2000), acelerando, assim, as taxas de crescimento e desenvolvimento das plantas (MARTUSCELLO et al., 2005; 2006), o que resulta em aumento expressivo no acúmulo de forragem (DURU; DUCROCQ, 2000).

O uso de adubo nitrogenado em pastagens é, em geral, recomendado, principalmente durante o período de primavera e verão, com o objetivo, entre outros, de intensificar o sistema de produção por meio da exploração do potencial genético das gramíneas tropicais. Essa estratégia também pode ser adotada para garantir produção de forragem mais uniforme durante o ano, conforme constatado por Euclides et al. (2007), que avaliaram o efeito da adubação nitrogenada no final do período chuvoso. Adicionalmente, essa adubação é prática de manejo da pastagem que pode permitir maior flexibilização quanto à determinação do início do seu diferimento, haja vista que altera a taxa de crescimento da gramínea e, conseqüentemente, a quantidade e qualidade da forragem produzida e acumulada.

Esse benefício foi constatado por Santos et al. (2009) ao avaliarem a produção de forragem e de seus componentes morfológicos em pastos de *B. decumbens* cv. Basilisk. Esses autores verificaram que o pasto diferido por maior período (116 dias) e sem adubação nitrogenada produziu semelhante massa de forragem quando comparado com aquele diferido por menor período (73 dias) e adubado com 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Dessa forma, pode-se obter produção de forragem semelhante, mesmo adotando distintos períodos de diferimento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos períodos de janeiro a outubro de 2012 (Ano 1) e de janeiro a setembro de 2013 (Ano 2), no setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais (20°45' latitude Sul, 42°51' latitude Oeste e altitude de 651 m).

O clima do Município de Viçosa, MG, de acordo com a classificação climática de Köppen (1948), é do tipo Cwa, com precipitações anuais médias de 1.340 mm e umidade relativa do ar média de 80%. Os dados climáticos ao longo de todo o período experimental (Figuras 1, 2 e 3) foram obtidos da Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, localizada a aproximadamente 1.000 m da área experimental.

A área experimental consistiu de uma pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk (capim-braquiária), constituída de 8 (Ano 1) e 12 (Ano 2) piquetes (unidades experimentais), com dimensões variando de 2.524 a 4.050 m², num total de aproximadamente 4 ha, além de uma área-reserva de cerca de 0,5 ha.

Foram colhidas amostras de solo da área experimental, na camada de 0-20, cujos resultados foram: pH (H₂O) = 4,98; P= 2,02 mg dm⁻³ (Mehlich-1); K= 86,75 mg dm⁻³ (Mehlich-1); Ca²⁺= 1,6 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺= 0,53 cmol_c dm⁻³; Al³⁺= 0,38 cmol_c dm⁻³ (KCl 1 ml L⁻¹); t = 6,64%; T= 9,06%; V = 26,25 %; m = 14,37%; e P-rem = 21,07 mg L⁻¹.

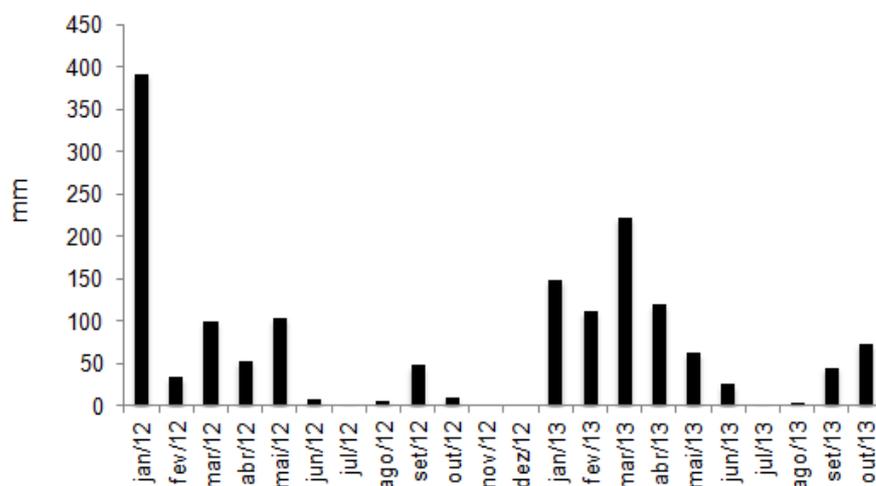


Figura 1 – Precipitação pluviométrica durante o período experimental em Viçosa, Minas Gerais.

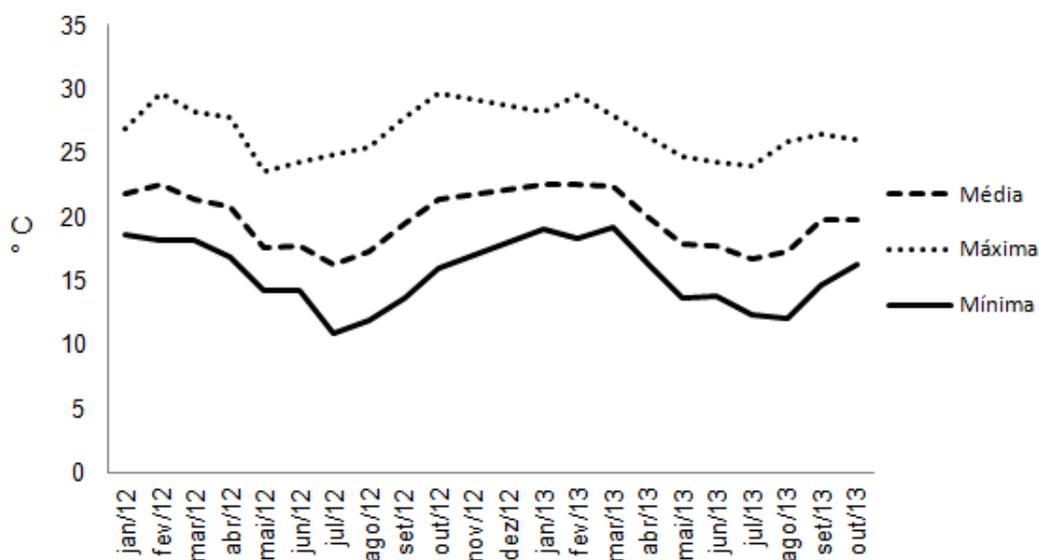


Figura 2 – Temperaturas máxima, mínima e média durante o período experimental em Viçosa, Minas Gerais.

Foram avaliadas quatro doses de nitrogênio (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio), na forma de ureia, aplicadas a lanço, no início do diferimento, segundo o delineamento em blocos completos casualizados, com duas (Ano 1) e três (Ano 2) repetições.

No início de janeiro de 2012 e 2013, foi efetuada adubação fosfatada (50 kg ha^{-1} de P_2O_5), a lanço, sob a forma de superfosfato simples. Antes do início do diferimento das pastagens (25/03/2012 e 31/03/2013), juntamente com a aplicação das doses de adubo nitrogenado, também foi aplicado adubo potássico (50 kg ha^{-1} de K_2O), a lanço, na forma de cloreto de potássio.

De janeiro até o início de março, nos anos 2012 e 2013, respectivamente, os pastos foram manejados sob lotação contínua, com taxa de lotação variável, a fim de manter a altura média do pasto em aproximadamente 25 cm (SANTOS et al., 2011). A partir do início de março até o início do diferimento (31/03/2012 e 26/03/2013), os pastos foram manejados de forma que fossem rebaixados até a altura média de 20 cm (GOMES, 2011) e se mantiveram nessa condição por meio de variação na taxa de lotação.

Nos dias 07/07/2012 e 15/06/2013 e aos 105 e 78 dias de diferimento, respectivamente, teve início a utilização dos pastos diferidos, os quais foram utilizados até o dia 08/10/2012 e 07/09/2013, correspondendo a 91 e 84 dias de pastejo. Nesse período, os pastos foram manejados com lotação contínua e taxa de lotação fixa. Foram utilizados 17 (Ano 1) e 29 (Ano 2) novilhos mestiços ($\frac{1}{2}$ Nelore x $\frac{1}{2}$ Guzerá), não castrados, com peso médio inicial de 200 kg, que recebiam diariamente suplemento mineral em cochos de madeira. A alocação dos animais nos piquetes foi feita de forma sistemática, devido à variação no tamanho da área dos piquetes, a fim de manter a mesma taxa de lotação inicial entre 3 e 3,5 UA/ha em todos os piquetes, com número mínimo de dois animais por unidade experimental. Os animais foram pesados, após jejum de 15 h, antes de serem distribuídos nas unidades experimentais e no final do período de utilização do pasto diferido, nos dois anos de avaliação.

Para medidas de altura, altura da planta estendida, massa de matéria seca de forragem, densidade populacional de perfilhos e amostras de simulação manual do pastejo animal, foram realizadas amostragens a partir do primeiro dia de utilização das pastagens diferidas e repetidas a cada 28 dias até o término do período de uso do pasto.

As medições das alturas do pasto (AP) e da planta estendida (APE) foram feitas em 30 pontos aleatórios em cada unidade experimental. A altura em cada ponto foi determinada utilizando régua graduada e considerando a distância entre o nível do solo e o horizonte de lâminas foliares. A APE foi mensurada estendendo os perfilhos do capim-braquiária no sentido vertical e anotando a maior distância do nível do solo ao ápice dos perfilhos. O índice de tombamento (IT) das plantas foi calculado pelo quociente entre a APE e a AP, segundo Santos (2007).

A massa de matéria seca de forragem foi estimada mediante a colheita de três amostras de plantas de capim-braquiária em locais representativos da condição média (altura) do pasto em cada piquete. Em cada local de amostragem, os perfilhos contidos no interior de uma moldura de vergalhão de 0,40 m de lado foram colhidos no nível do solo. Cada amostra foi acondicionada em saco plástico identificado e levada ao laboratório, onde foi pesada e subdividida em duas partes. Uma das subamostras foi pesada, acondicionada em saco de papel e colocada em estufa com ventilação forçada a 55 °C, durante 72 h, para a estimativa do teor de matéria seca. A outra subamostra foi separada manualmente em lâmina foliar viva, colmo vivo e forragem morta, para a estimativa da porcentagem dos componentes morfológicos. A partir dos valores do peso de matéria seca de ambas as subamostras, pode-se calcular a massa de matéria seca da forragem total e dos componentes morfológicos, em quilogramas (kg), e posteriormente extrapolá-la, por hectare (ha). Dividindo a massa de lâminas foliares pela de colmos vivos, estimou-se a relação entre lâminas e colmos.

A densidade volumétrica da forragem e de seus componentes morfológicos, expressa em quilogramas de massa de matéria seca por centímetro por hectare, foi calculada pela divisão da massa de forragem e da massa de seus componentes morfológicos, respectivamente, pela altura do pasto.

Para determinação da densidade populacional de perfilhos, foram realizadas três amostragens por piquete em locais representativos da condição média do pasto (altura do pasto). Os perfilhos contidos no interior de uma moldura de vergalhão de 0,25 m de lado foram colhidos, ao nível do solo. Após a colheita, esses perfilhos foram acondicionados em sacos

plásticos devidamente identificados e, em seguida, levados para o laboratório, onde foram separados e quantificados em perfilhos vivos e mortos. Os perfilhos com e sem inflorescência visível foram denominados vivos; e aqueles cujo colmo se apresentava totalmente senescente foram classificados como mortos. A partir do somatório do número de perfilhos vivos e mortos, estimou-se o número total de perfilhos. Para todas as classificações, a densidade populacional de perfilhos foi expressa em perfilhos por metro quadrado.

Para estimativas da oferta total de forragem e dos componentes morfológicos, dividiu-se, respectivamente, a massa de matéria seca total e dos componentes morfológicos pelo peso corporal animal.

A simulação manual do pastejo foi realizada pela colheita de uma amostra de forragem por piquete, procurando simular, durante o pastejo, a composição morfológica da forragem consumida pelos bovinos. Uma única pessoa devidamente treinada realizou essas amostragens por meio de observação do consumo de forragem de todos os animais presentes em cada piquete. Cada amostra foi acondicionada em saco plástico identificado, enquanto no laboratório os seus componentes morfológicos foram separados.

A seletividade exercida pelos animais (índice de seletividade aparente) em relação aos componentes morfológicos lâmina foliar viva, colmo vivo e forragem morta foi calculada com base na fórmula proposta por Hodgson (1979) e adaptada por Santos et al. (2011), em que se divide a porcentagem dos componentes morfológicos da simulação manual do pastejo pela porcentagem da forragem disponível. Valores médios acima da unidade indicam maior seletividade animal, enquanto valores menores que a unidade indicam rejeição do componente morfológico.

O ganho de peso corporal médio diário foi calculado pela diferença de pesos inicial e final dos animais, dividida pelo número de dias entre as pesagens. O ganho de peso corporal total por hectare foi calculado pelo ganho de peso acumulado dos animais presentes em cada piquete pela respectiva área da unidade experimental. A partir do ganho de peso total por área, calculou-se o ganho de peso total diário, dividindo-se o peso

acumulado no período de utilização dos pastos pelo número de dias de pastejo.

Para estimativa da eficiência da adubação nitrogenada pela planta, subtraiu-se do valor médio da massa de forragem do piquete fertilizado o valor da massa de forragem do piquete não fertilizado, dividindo o resultado pela respectiva dose. Os dados considerados foram os da massa de forragem ao término do período de diferimento (início do período de pastejo) e as respectivas doses de adubo aplicadas. A eficiência de utilização de nitrogênio pelo animal foi estimada a partir da fórmula proposta por Martha Junior et al. (2004), em que se dividiu o ganho total de peso corporal por área pela respectiva dose de nitrogênio, sendo posteriormente expresso em kg de peso corporal por kg de nitrogênio aplicado.

Para as variáveis associadas ao desempenho animal e à eficiência da adubação nitrogenada pela planta e pelo animal, por possuírem apenas um único valor médio por tratamento, não foi possível explorar o efeito do período de pastejo, mas apenas o de dose de nitrogênio. Os valores médios das demais variáveis foram agrupados por período de pastejo (1^o, 28^o, 56^o e 91^o e 1^o, 28^o, 56^o e 84^o dias, para primeiro e segundo anos, respectivamente).

Os dados foram divididos em anos experimentais (Anos 1 e 2) e analisados segundo a regressão múltipla, sendo os parâmetros estimados através da opção SOLUTION do PROC MIXED do Programa SAS (Versão 9.2), com o uso da aproximação de Kenward-Roger para o cálculo de graus de liberdade do resíduo, partindo do modelo:

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + \beta_1 N_i + \beta_2 (N_i^2) + \beta_3 P_j + \beta_4 (P_j^2) + \beta_5 (N \times P)_{ij} + \beta_6 (N^2 \times P)_{ij} + B_k + e_{ij}$$

em que N_i = dose de nitrogênio (efeito fixo); P_j = período (efeito aleatório); B_k = bloco (efeito aleatório); e_{ij} = erro geral (efeito aleatório).

A análise das variáveis relacionadas à produção animal e eficiência da adubação nitrogenada foi realizada segundo o modelo misto:

$$Y_{ijk} = \mu + N + P_j + (N \times P)_{ij} + B_k + e_{ij}$$

em que N = nitrogênio (efeito fixo); P_j = período (efeito aleatório); B_k = Bloco (efeito aleatório); e_{ij} = erro geral (efeito aleatório).

Os modelos finais foram selecionados excluindo parâmetros (β) não significativos. As médias de desempenho foram testadas quanto aos efeitos de ordens linear, quadrática e cúbica para dose de nitrogênio e linear e quadrática para período. Tanto para a significância de parâmetros quanto para o efeito dos contrastes, adotou-se α igual a 0,10.

4. RESULTADOS

A altura de planta (Tabela 1), nos dois anos experimentais, foi afetada quadraticamente pelo período de pastejo, em que maiores valores foram observados no primeiro ano. A interação ($P < 0,10$) entre os fatores dose de nitrogênio e período de pastejo influenciou a altura de planta estendida no primeiro ano, uma vez que no segundo houve efeito desses fatores isolados (Tabela 1). Não foram observadas interações entre doses de nitrogênio e períodos de pastejo sobre o índice de tombamento. Este aumentou linearmente com as doses de nitrogênio e apresentou resposta quadrática no decorrer do período de pastejo.

Tabela 1 – Altura da planta (AP), altura da planta estendida (APE) e índice de tombamento (IT) de pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio

Variável	Equação	R ²
	Ano 1	
AP	$\hat{Y} = 66,54 - 1,268 N + 0,0087 * P^2$	0,94
APE	$\hat{Y} = 77,14 + 0,415 N - 0,0015 * N^2 - 1,115 P + 0,0073 * P^2 - 0,0014 * N^2 P$	0,89
IT	$\hat{Y} = 1,11 + 0,0053 * N + 0,021 P - 0,00017 * P^2$	0,57
Ano 2		
AP	$\hat{Y} = 57,077 - 0,788 P + 0,0049 * P^2$	0,82
APE	$\hat{Y} = 64,835 + 0,066 * N + 0,693 P + 0,00386 * P^2$	0,86
IT	$\hat{Y} = 1,173 + 0,00094 * N + 0,007 P - 0,000053 * P^2$	0,20

* Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste t.

Houve interação ($P < 0,10$) entre os fatores doses de nitrogênio e período de pastejo sobre massa de forragem, massa de forragem morta e relação entre lâmina e colmo, no primeiro ano experimental (Tabela 2). Ainda no primeiro ano, observou-se que a massa de lâmina viva diminuiu linearmente no decorrer do período de pastejo. A massa de forragem morta foi afetada apenas pelas doses de nitrogênio, em que se observou aumento linear dos valores médios. À semelhança do primeiro, no segundo ano a massa de forragem e a relação lâmina:colmo foram afetadas pela interação entre doses de nitrogênio e períodos de pastejo. Embora não tenha sido observada no primeiro ano, no segundo a massa de lâmina viva foi afetada pela interação entre doses de nitrogênio e período de pastejo. As variáveis massa de colmo vivo e forragem morta, no segundo ano, foram afetadas pelos fatores isolados. As doses de nitrogênio e período de pastejo induziram a resposta linear positiva e quadrática, respectivamente, da massa de forragem morta, excetuando-se a massa de colmo vivo, que diminuiu linearmente no decorrer do período de pastejo.

Tabela 2 – Massas de forragem (MF), lâminas vivas (MLV), colmos vivos (MCV), forragem morta (MFM) e relação entre as massas de lâminas e colmos vivos de pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio

Variável	Equação		R ²
	Ano 1		
MF	$\hat{Y} = 9690,26 + 9,34 N + 0,5398*N^2 - 160,24 P + 1,4368*P^2 - 0,006*N^2P$		0,73
MLV	$\hat{Y} = 3196,81 - 89,141*P$		0,88
MCV	$\hat{Y} = 3785,815 + 13,63 N + 0,2677*N^2 - 77,34 P + 0,7345*P^2 - 0,004*N^2P$		0,68
MFM	$\hat{Y} = 3290,241 + 10,108*N$		0,08
RLC	$\hat{Y} = 1,014 - 0,004*N - 0,018 P + 0,000092*P^2 + 0,00006*N^2P$		0,69
Ano 2			
MF	$\hat{Y} = 6245,13 + 8,47 N + 0,306*N^2 - 42,75 P + 0,41*P^2 - 0,004*N^2P$		0,69
MLV	$\hat{Y} = 2185,21 - 4,63 N + 0,09*N^2 - 38,81 P + 0,1943*P^2 - 0,0006*N^2P$		0,89
MCV	$\hat{Y} = 3317,34 + 7,601*N - 20,421*P$		0,48
MFM	$\hat{Y} = 2828,09 + 5,997*N - 142,31 P + 1,632*P^2$		0,80
RLC	$\hat{Y} = 0,893 - 0,004 N + 0,00002*N^2 - 0,013 P + 0,00005*P^2 - 0,000026*NP$		0,85

* Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste t.

Interação entre doses de nitrogênio e períodos de pastejo foi observada na porcentagem de lâminas vivas, em ambos os anos, e porcentagem de colmos vivos apenas no segundo (Tabela 3). A porcentagem de colmos vivos no primeiro ano e de forragem morta em ambos os anos foi afetada pelos fatores isoladamente, sem interações. A porcentagem de colmos, no primeiro ano, apresentou resposta quadrática às doses de nitrogênio e reduziu-se linearmente no decorrer do período de pastejo. Em ambos os anos, a porcentagem de forragem morta teve aumento linear com o avançar do período de pastejo (Tabela 3).

Tabela 3 – Porcentagem de lâminas vivas (PLV), colmos vivos (PCV) e forragem morta (PFM) de pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio

Variável	Equação	R ²
	Ano 1	
PLV	$\hat{Y} = 36,42 - 0,1087*N - 0,6809 P + 0,0038*P^2 + 0,0014*NP$	0,85
PCV	$\hat{Y} = 37,050 + 0,234 N - 0,00134*N^2 - 0,0558*P$	0,36
PFM	$\hat{Y} = 24,57 + 0,3046*P$	0,63
Ano 2		
PLV	$\hat{Y} = 34,72 - 0,155 N + 0,0003*N^2 + 0,512 P - 0,001*P^2 + 0,0008*NP$	0,91
PCV	$\hat{Y} = 38,40 + 0,25 N - 0,002*N^2 - 0,000032*N^2P$	0,24
PFM	$\hat{Y} = 33,608 + 0,3331*P$	0,70

* Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste t.

Observou-se interação entre os fatores doses de nitrogênio e período de pastejo sobre a variável densidade de lâminas vivas, no primeiro ano (Tabela 4). Nas demais variáveis, nos dois anos, constataram-se efeitos isolados desses fatores. A densidade de forragem morta nos dois anos e a densidade de colmos vivos no primeiro ano aumentaram linearmente com as doses de nitrogênio e o período de pastejo. A densidade de forragem morta nos dois anos e as lâminas foliares e colmos no segundo foram afetados apenas pelo período de pastejo. Entre as variáveis que foram afetadas pelo período de pastejo, a densidade de colmos e a forragem morta no segundo ano apresentaram resposta quadrática. A densidade de forragem morta e de

lâminas foliares no primeiro e no segundo ano apresentou resposta linear positiva e negativa, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4 – Densidade total de forragem (DTF), densidade de lâminas vivas (DLV), densidade de colmos vivos (DC) e densidade de forragem morta (DFM) de pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio

Variável	Equação	R ²
	Ano 1	
DTF	$\hat{Y} = 143,49 + 1,0008*N + 1,497*P$	0,52
DLV	$\hat{Y} = 55,021 - 0,245*N - 0,951*P - 0,0063*NP$	0,77
DCV	$\hat{Y} = 54,538 + 0,6084*N + 0,4896*P$	0,43
DFM	$\hat{Y} = 60,212 + 1,479*P$	0,57
	Ano 2	
DTF	$\hat{Y} = 128,77 + 0,444*N + 0,8055*P$	0,41
DLV	$\hat{Y} = 46,30 + 1,22 N - 0,4483*P$	0,66
DCV	$\hat{Y} = 63,31 + 1,22 P - 0,0125*P^2$	0,11
DFM	$\hat{Y} = 55,116 - 3,14 P + 0,0451*P^2$	0,84

* Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste t.

No primeiro ano, houve efeito das doses de nitrogênio e de período de pastejo, sem interações, sobre o número de perfilhos vivos, mortos e total (Tabela 5). Tanto o nitrogênio quanto o período de pastejo apresentaram resposta quadrática sobre os perfilhos vivos, enquanto para número total de perfilhos a resposta foi linear positiva e negativa, respectivamente, para período de pastejo e nitrogênio. Apenas o período de pastejo influenciou o número de perfilhos mortos, em que se observou aumento linear (Tabela 5). De modo semelhante ao primeiro, no segundo ano as doses de nitrogênio e período de pastejo influenciaram o número de perfilhos vivos, no entanto apenas o nitrogênio apresentou resposta quadrática. O número de perfilhos mortos foi influenciado pelos fatores isolados, sem interações, em que ambos tiveram resposta quadrática. Apenas o período de pastejo, no segundo ano, influenciou os valores médios do número total de perfilhos, apresentando padrão de resposta quadrático (Tabela 5).

Tabela 5 – Número de perfilhos vivos (NPV), mortos (NPM) e total (NPT) de pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio

Variável	Equação	R ²
	Ano 1	
NPV	$\hat{Y} = 1149,69 + 3,19 N - 0,0482*N^2 - 7,748 P + 0,102*P^2$	0,31
NPM	$\hat{Y} = 447,635 + 2,354*P$	0,07
NPT	$\hat{Y} = 1705,18 - 4,52*N + 3,518*P$	0,31
Ano 2		
NPV	$\hat{Y} = 1599,79 - 7,017 N + 0,051*N^2 - 6,328*P$	0,34
NPM	$\hat{Y} = 869,48 + 7,167 N - 0,069*N^2 - 14,33 P + 0,1602*P^2$	0,16
NPT	$\hat{Y} = 2322,57 - 22,71 P + 0,1894 P^2$	0,21

* Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste t.

Houve interação entre doses de nitrogênio e período de pastejo sobre a oferta total de forragem, no primeiro ano, enquanto a oferta de lâminas vivas e colmos vivos foi influenciada pelos fatores isolados (Tabela 6). A oferta de lâminas vivas e colmos vivos apresentaram resposta quadrática no decorrer do período de pastejo, no entanto, adicionalmente ao efeito do período de pastejo sobre a oferta de colmos, as doses de nitrogênio também exerceram efeito linear sobre essa variável (Tabela 6). Nas variáveis oferta total de forragem e lâminas vivas, durante o segundo ano, observou-se efeito linear positivo do nitrogênio e quadrático do período de pastejo, diferente para oferta de colmos, em que ambos os fatores apresentaram resposta linear.

Observou-se predominância do efeito do período de pastejo nas variáveis associadas às amostras da simulação manual do pastejo nos dois anos experimentais, com exceção da porcentagem de colmos vivos, no segundo ano, quando houve efeito quadrático apenas das doses de nitrogênio (Tabela 7). A porcentagem de lâminas e colmos vivos, no primeiro ano, sofreu redução linear no decorrer do período de pastejo, enquanto a porcentagem de forragem morta aumentou linearmente.

Tabela 6 – Oferta total de forragem (OTF), oferta de lâminas vivas (OLV) e oferta de colmos vivos (OCV) de pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio

Variável	Equação	R ²
	Ano 1	
OTF	$\hat{Y} = 21,752 - 0,073 N + 0,002*N^2 - 0,344 P + 0,003*P^2 - 0,0001*N^2P$	0,68
OLV	$\hat{Y} = 5,931 - 0,201 P + 0,0014*P^2$	0,90
OCV	$\hat{Y} = 10,518 + 0,047*N - 0,223 P - 0,016*P^2$	0,53
Ano 2		
OTF	$\hat{Y} = 16,0 + 0,041*N - 0,177 P + 0,0011*P^2$	0,50
OLV	$\hat{Y} = 4,78 + 0,0044*N - 0,091 P + 0,00042*P^2$	0,84
OCV	$\hat{Y} = 5,62 + 0,023*N - 0,007*P$	0,34

* Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste t.

Tabela 7 – Porcentagem de lâminas vivas (PSLV), colmos vivos (PSCV) e forragem morta (PSFM) de amostras de simulação manual do pastejo animal em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio

Variável	Equação	R ²
	Ano 1	
PSLV	$\hat{Y} = 48,71 - 1,2708*P$	0,81
PSCV	$\hat{Y} = 49,15 - 0,3262*P$	0,63
PSFM	$\hat{Y} = 4,28 + 1,397*P$	0,93
Ano 2		
PSLV	$\hat{Y} = 63,017 - 1,7148*P$	0,74
PSCV	$\hat{Y} = 31,44 - 0,216 N + 0,0016*N^2$	0,12
PSFM	$\hat{Y} = 5,453 + 1,6587*P$	0,74

* Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste t.

A interação entre doses de nitrogênio e período de pastejo foi observada na variável índice de seletividade aparente de lâminas e colmos, no primeiro ano. Esse índice, para forragem morta, foi afetado apenas pelo período de pastejo, com efeito quadrático. O índice de seletividade de lâminas e forragem morta no segundo ano sofreu efeito quadrático apenas do período de pastejo, e o índice de seletividade de colmos apresentou resposta quadrática às doses de nitrogênio (Tabela 8).

Tabela 8 – Índice de seletividade aparente de lâminas vivas (ISAL), colmos vivos (ISAC) e forragem morta (ISAFM) de pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio

Variável	Equação	R ²
	Ano 1	
ISAL	$\hat{Y} = 1,575 + 0,0071 * P - 0,00015 * NP$	0,29
ISAC	$\hat{Y} = 1,27 - 0,006 * N - 0,0017 P - 0,00008 * P^2 + 0,00003 * NP$	0,65
ISAFM	$\hat{Y} = 0,183 + 0,032 P - 0,00023 * P^2$	0,84
Ano 2		
ISAL	$\hat{Y} = 3,055 - 0,236 P + 0,0043 * P^2$	0,70
ISAC	$\hat{Y} = 0,86 - 0,0072 N + 0,000051 * N^2$	0,17
ISAFM	$\hat{Y} = 0,35 - 0,029 P + 0,00021 * P^2$	0,43

* Significativo a 10% de probabilidade, pelo teste t.

No primeiro ano, não se observou influência das doses de nitrogênio sobre o ganho de peso diário, ganho por área e ganho diário por área. Neste ano, apenas as eficiências da adubação pela planta e animal foram influenciadas (Tabela 9). A eficiência da adubação pela planta apresentou padrão de resposta linear positivo, enquanto aquela pelo animal diminuiu linearmente com o aumento da disponibilidade de nitrogênio. No segundo ano, apenas no ganho de peso diário não se observaram diferenças, ao passo que o ganho por área, o ganho diário por área e a eficiência da adubação pelo animal apresentaram resposta quadrática. De maneira similar ao primeiro ano, a eficiência da adubação pela planta, no segundo, aumentou linearmente com as doses de nitrogênio (Tabela 9).

Tabela 9 – Ganho de peso diário (GPD), por área (GPA), diário por área (GPAD), eficiência da adubação nitrogenada pela planta (EFANP) e animal (EFAN) de bovinos mantidos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio

Variável	Dose (kg ha ⁻¹)				Efeito ¹	
	0	40	80	120	L	Q
Ano 1						
GPD	0,122	0,085	0,12	0,134	0,32	0,12
GPA	51,63	41,54	45,58	64,41	0,33	0,15
GPAD	0,6	0,483	0,53	0,749	0,33	0,15
EFANP	-	45,16	52,88	90,22	0,003	0,70
EFAN	-	1,04	0,57	0,54	0,02	0,002
Ano 2						
GPD	0,438	0,551	0,466	0,44	0,75	0,23
GPA	140,2	181,2	124,9	111,5	0,01	0,02
GPAD	1,24	1,92	1,17	1,19	0,21	0,09
EFANP	-	30,93	29,82	56,42	0,004	0,82
EFAN	-	4,53	1,56	0,93	0,73	0,0001

1. Efeito linear (L) e quadrático (Q).

5. DISCUSSÃO

Observou-se que, para a grande maioria das características, houve efeito do período do pastejo, bem como de ano experimental. Independentemente da característica e de esses valores terem se reduzido ou aumentado no decorrer do período de pastejo, o efeito do animal associado às condições climáticas são as principais causas de variações. Com o avançar do período de pastejo, a forragem acumulada foi sendo consumida pelos animais, podendo também, inclusive, ter havido acúmulo negativo de forragem, com taxa de senescência maior que a de crescimento. Isso porque, na maioria das vezes, no inverno as condições climáticas (frio e seca) são desfavoráveis ao crescimento da maioria das forrageiras (SANTOS et al., 2011; PEREIRA et al., 2011).

Pastos submetidos a maiores doses de nitrogênio cresceram e se desenvolveram mais rapidamente que aqueles que receberam menores doses desse nutriente – o que refletiu em maior MF (Tabela 2) – e dos componentes morfológicos (Tabela 3), no início do período de pastejo. Pastos que receberam maiores doses de N provavelmente se encontravam em estágio de maturidade maior, em que o índice crítico de área foliar foi ultrapassado. Nessa condição, há maior competição por luz entre os perfilhos e, como resposta, observam-se, principalmente, alongamento dos colmos (BARBOSA et al., 2007) e aumento da mortandade e senescência de órgãos e tecidos da planta. A planta alonga seus colmos para expor suas

lâminas foliares mais jovens na parte superior do dossel, onde a luminosidade incidente é maior. Em resposta ao maior sombreamento na base do dossel forrageiro, lâminas foliares mais velhas senescem e morrem, diminuindo a porcentagem desse componente (Tabela 3).

A diminuição na PLV (Tabela 3) não necessariamente proporcionou diminuições na massa de matéria seca desse componente (Tabela 2). Aumento nos valores médios da MLV pode ter sido compensado pela alta MF (Tabela 2) nas maiores doses de nitrogênio, o que, de certa forma, eleva a MLV, mesmo com esse percentual sendo reduzido com o aumento da dose no início do período de pastejo. A elevação da MLV (Tabela 2) não se justifica, necessariamente, como vantagem, já que houve concomitante aumento na MCV e MFM (Tabela 2), contribuindo para a redução da relação lâmina:colmo (Tabela 2).

O aumento nas doses de nitrogênio sem ajuste proporcional ao período em que os pastos passaram diferidos provavelmente criou situação de nivelamento dos pastos, sobretudo para altura (Tabela 1). Nesse contexto, a utilização de doses crescentes de nitrogênio fez que os pastos atingissem um platô de resposta semelhante, mesmo que este tenha sido atingido em tempos diferentes.

A maior MF e os componentes morfológicos, associados ao maior acamamento (Tabela 1) com o aumento das doses de nitrogênio, resultaram maiores densidades de forragem (Tabela 4). Devido à seletividade exercida pelos animais, esses preferencialmente consumiram lâminas foliares vivas, causando redução na densidade desse componente durante o período de pastejo (Tabela 4). De forma contrária, os animais, ao preterirem com maior intensidade colmos e forragem morta, contribuíram também para o aumento da densidade desses componentes (Tabela 4). Concomitantemente com as variações na porcentagem dos componentes morfológicos, a redução gradativa da altura do pasto (Tabela 1) ao longo do período de pastejo favoreceu, de forma semelhante, as respostas observadas nas densidades de forragem.

A preferência dos animais pelas lâminas foliares que estão localizadas na porção superior do perfilho fez que a altura da planta e a altura da planta estendida (Tabela 1) tivessem seus valores médios reduzidos no decorrer do

período de pastejo. Devido ao tombamento dos perfilhos, os valores observados de AP tornam-se inconsistentes (comprovado pela não significância do efeito de doses de nitrogênio) para caracterizar a estrutura do pasto diferido. Embora tenham sido observados pastos com índice de tombamento semelhante no início do período de pastejo, em observações de campo, os que receberam maiores doses de nitrogênio se tornavam mais tombados com maior intensidade. Comparativamente à maior dose de nitrogênio, os que não receberam adubação nitrogenada, embora apresentassem valores semelhantes do índice de tombamento (Tabela 1), se acamaram com menor intensidade. Do meio para o final do período de pastejo, os valores médios do índice de tombamento não se alteraram, provavelmente em razão de estarem associados ao fato de que os valores da AP e APE reduzem com a mesma magnitude durante o período de pastejo.

O tombamento é uma das principais características que interferem em recomendações de manejo de pastos diferidos, pois influencia diretamente a quantidade de forragem predisponente ao consumo animal. Assim, Santos et al. (2009) sugeriram que sejam determinados valores críticos de altura do pasto a partir dos quais se tornam acamados quando utilizados em pastejo. Vale ressaltar que no Município de Viçosa, MG, onde no início do período seco a umidade do ar ainda é alta e as plantas também estão com sua umidade elevada, esses pastos acamam com maior facilidade com o pisoteio animal, sendo recomendada, assim, a menor altura. Pastos acamados com umidade do solo e ar ainda elevados, a massa situada em estratos inferiores entra em decomposição, elevando as perdas de forragem. Regiões de clima mais seco poderiam, provavelmente, utilizar pastos mais altos, sem que estes tombassem de maneira intensa, em comparação com região de clima úmido.

As diferenças climáticas entre os anos experimentais associados à variação no número de dias em que os pastos passaram diferidos influenciaram, provavelmente, o NPV e NPM (Tabela 5). Devido à maior MF no primeiro ano, em comparação com o segundo, induzida pelo aumento das doses de nitrogênio, houve maior competição entre os perfilhos por luz, fazendo que o nitrogênio exercesse efeito negativo sobre o aparecimento de

novos e, ou, sobre a sobrevivência desses perfilhos. Diferentemente do segundo ano, em que a MF produzida foi menor que no primeiro, provavelmente a competição foi menor, o que faz que o nitrogênio estimule o aparecimento de novos perfilhos, aumentando, assim, o NPV (Tabela 5). Quando associado a outras ações de manejo para diferimento, como reduções da altura e do período de diferimento, o objetivo com a adubação nitrogenada, além de aumentar a taxa de crescimento do pasto diferido, pode estimular o aparecimento de novos perfilhos, melhorando a composição química da forragem a ser consumida.

A proximidade do retorno do período chuvoso, em que foi realizada a colheita referente ao final do período de pastejo (outubro e setembro para o primeiro e o segundo ano, respectivamente), fez que o NPV no final do período de pastejo superasse os valores encontrados no meio do período. Esse padrão de resposta foi observado por Santana (2011), que verificou maior taxa de aparecimento de perfilhos no início da primavera em pastos diferidos com alturas de 10 e 20 cm. Segundo essa autora, essa maior taxa de aparecimento de perfilhos no início da primavera ocorreu devido ao restabelecimento das condições ambientais favoráveis ao crescimento e perfilhamento do pasto nessa época, caracterizada por aumento da temperatura, precipitação e insolação diária.

As mesmas hipóteses levantadas para elucidar o padrão de resposta NPV podem ser utilizadas na variável NPM (Tabela 5). O clima seco e frio registrado na fase intermediária do período de pastejo, além do pastejo animal, pode ter possibilitado a elevação do número de perfilhos mortos. Outro fator que justifica a maior densidade populacional de perfilhos mortos no decorrer do período de pastejo é o ciclo fenológico normal da gramínea, através do qual os perfilhos vegetativos se desenvolveram em reprodutivos, que posteriormente passaram à categoria de perfilhos mortos.

Seria natural que o número de perfilhos mortos no final fosse maior do que no meio do período de pastejo, o que não foi observado. Segundo Escuder (1980), à medida que a disponibilidade de forragem diminui, a seletividade também decresce, forçando os animais a consumir, inevitavelmente e, por questão de sobrevivência, os colmos, mesmo estes sendo de pior valor nutritivo, em comparação com o das lâminas foliares. De

fato, Santos (2007) verificou que os bovinos preferiam as lâminas foliares verdes, independentemente das características estruturais do pasto diferido. Porém, buscando apreender lâminas verdes, os animais acabavam ingerindo também outros componentes morfológicos da planta menos preferidos, como lâminas foliares mortas, colmos mortos e colmos vivos, que se encontravam próximos às lâminas verdes. Assim, é possível que o número de perfilhos mortos tenha decrescido dessa forma devido ao consumo de colmos e, ou, seu arranquio.

A ocorrência de chuvas no final do período de pastejo faz que componentes morfológicos e, ou, perfilhos (possivelmente mortos) desprendidos durante o pastejo, e que ainda se encontram sobre o pasto, cheguem à superfície do solo, passando a fazer parte da serrapilheira. A forragem morta que passou a essa condição não é colhida durante a amostragem, podendo ser esta, também, uma hipótese para redução do número de perfilhos mortos ao final do período de pastejo.

Oferta de forragem é definida como a relação entre massa de matéria seca de forragem (ou matéria orgânica) por unidade de peso corporal animal em dado momento em uma mesma unidade de área da pastagem (HOGDSON, 1979). Essa variável pode explicar o desempenho animal em pastejo se essa oferta ocorrer em grande amplitude ou em experimentos com múltiplos níveis de um fator (SOLLENBERGER et al., 2005). A relação entre ganho diário e oferta de forragem é linear até determinado nível, e, acima disso, não há ganhos adicionais (SOLLENBERGER; MOORE, 1997).

No diferimento do uso de pastagens, por ser estratégia de manejo para acumular forragem, há oferta de maior quantidade de forragem, que, em geral, apresenta estrutura desfavorável ao consumo, em comparação com a de pastos manejados durante o período das águas. A OTF não descreve a quantidade e qualidade do pasto (BURNS et al., 1989), bem como sua estrutura. Assim, as maiores OTF observadas nas maiores doses de nitrogênio não se caracterizam necessariamente como vantagem, pois foi nesses pastos onde foram registradas as menores PLV e RLC e maiores MCV e MFM, além do maior tombamento. O efeito de nivelamento dos pastos anteriormente citados proporcionou OLV semelhante entre as doses de nitrogênio, mesmo durante o período de pastejo, no

primeiro ano. Desse modo, é possível que a não significância do efeito da dose de nitrogênio sobre OLV possa ter contribuído, também, para não significância das variáveis associadas ao desempenho animal (GPD e GPA).

Em princípio, poder-se-ia conjecturar a possibilidade da elevação da taxa de lotação naqueles pastos em que foram observadas maiores ofertas de forragem (maiores doses de nitrogênio), com o objetivo de que a maior parte da forragem produzida fosse consumida pelos animais. No entanto, nesses pastos o aumento da taxa de lotação favoreceria demasiadamente as perdas por pastejo (consumo e caminhamento) devido à estrutura que propicia ao tombamento, podendo, no decorrer do período de pastejo, a massa de forragem disponível não ser suficiente para atender às necessidades dos animais em consumo, mesmo com essa oferta de forragem. A possibilidade do aumento da taxa de lotação poderia ser empregada caso fosse pertinente no sistema de produção, nos pastos que receberam menores doses (40 kg ha^{-1} de nitrogênio), por apresentarem menor potencial de tombamento.

Embora a maior densidade de forragem, em nível de comportamento ingestivo do animal, possa ser de certa forma favorável, pois pode contribuir para o aumento do tamanho do bocado, a estrutura do pasto diferido com o aumento das doses de nitrogênio pode atenuar tal vantagem. No início do período de pastejo, em que a densidade de forragem é maior e esse ainda se encontra menos tombado, o consumo de forragem é favorecido. Mas, com o avançar do período de pastejo, mesmo com aumento parcial (meio do período de pastejo) da densidade de forragem o pasto se encontra com maior tombamento, fazendo que o animal necessite de maior tempo no processo de formação do bocado devido à seletividade, diminuindo, conseqüentemente, a taxa de consumo diária de forragem.

Devido ao caráter dinâmico da estrutura do pasto, que apresenta variabilidades espacial e temporal (SANTOS et al., 2010), assim como ao efeito acentuado da estrutura do pasto sobre o comportamento seletivo do animal, espera-se que a ocorrência de alterações concomitantes nas composições morfológicas do pasto e da forragem consumida, porém com magnitudes diferentes, seja a forma mais comum de modificar a seletividade do animal (SANTOS et al., 2011). Ainda segundo esses autores, reconhece-

se a capacidade do animal em manter relativamente constantes as características da sua dieta diante das modificações da estrutura do pasto, o que também o caracteriza como seletivo.

No início do período de pastejo, aliado à maior quantidade de lâminas foliares da forragem consumida, os animais preferencialmente consomem esse componente morfológico. De fato, entre os componentes morfológicos, foi nas lâminas foliares que se observaram os maiores valores médios (Tabela 8) do índice de seletividade aparente. Devido à forma como os bovinos pastejam e com a redução na oferta de forragem, no intuito de selecionar lâminas foliares, inevitavelmente colmos e até forragem morta são consumidos. Mesmo sendo preterido, em espécies forrageiras com colmo delgado, como o capim-braquiária, esse componente morfológico também pode ser consumido, não se caracterizando como empecilhos a apreensão e consumo da forragem, podendo ser observados no início do período de pastejo valores próximos ao de uma unidade do índice de seletividade aparente (Tabela 8).

Com o avanço do período de pastejo, gradativamente houve redução das PSLV e PSCV com o aumento de PSFM na composição morfológica da forragem consumida (Tabela 7). O aumento da PSLV na forragem consumida durante o segundo ano de avaliação é consequência da proximidade do retorno do período chuvoso e da ocorrência de rebrotação dos pastos no final do período de pastejo (Tabela 7). Essa elevação não foi capaz de aumentar os valores de lâminas foliares na composição morfológica da forragem total, pois essas lâminas foram provenientes de pequenos perfilhos, sendo estes bastante tenros. Assim, a discrepância entre os valores da composição morfológica da forragem disponível e da consumida elevou os valores do ISAL.

Com o aparecimento de pequenos perfilhos, os animais passam preferencialmente a consumi-los em vez de investir seu tempo na busca e apreensão de lâminas foliares em estratos mais baixos do dossel, provenientes do início do período de pastejo. De maneira semelhante, Santos et al. (2011) observaram maiores valores de ISAL no final do período de pastejo, com valores próximos a 10 unidades. Durante o primeiro ano experimental, no final do período de pastejo foram observados valores do

ISAL maior que uma unidade. Esse valor não indica necessariamente que as lâminas foram preteridas pelo animal, mas, sim, reflexo da menor oferta e porcentagem de lâminas foliares, tanto na forragem total quanto na consumida, além da possível dificuldade em apreendê-las.

A não significância do efeito de doses de nitrogênio das variáveis OLV e daquelas ligadas à composição morfológica da forragem consumida e respectivos índices de seletividade aparente proporcionou GPD, GPA e GPDA semelhantes no primeiro ano (Tabela 9). No segundo ano, mesmo sem serem observadas diferenças no GPD, em valores absolutos, a dose de 40 kg ha⁻¹ proporcionou maior valor médio (0,551 kg dia⁻¹), acarretando, desse modo, maior GPA e GPAD (Tabela 9).

Com base no que foi exposto e discutido até o momento, ficou evidente o efeito da estrutura desfavorável sobre o desempenho animal. Conforme discutido, no primeiro ano experimental houve crescimento excessivo dos pastos, que apresentaram estrutura desfavorável e tombaram mais rapidamente, diferentemente do segundo ano, em que o tombamento ocorreu de forma paulatina, com esse ápice coincidindo com o retorno do período chuvoso. Esse fato influenciou, por exemplo, a PSLV, que já se encontrava menor desde o meio do período de pastejo. O consumo precoce de componentes morfológicos de pior composição química (colmos e forragem morta), aliado à redução acentuada da oferta de forragem, que era pouco predisponente ao consumo, resultou em menor desempenho animal no primeiro ano, em comparação com o segundo.

Mesmo não havendo efeito das doses de nitrogênio sobre o desempenho animal, de maneira geral pode-se afirmar que os ganhos observados, mesmo no primeiro ano, podem ser considerados vantajosos, pois, nesse período, são comuns reduções de peso corporal dos animais (EUCLIDES et al., 2001; EUCLIDES et al., 2007; SILVA et al., 2009). O conhecimento de como ações de manejo no diferimento de pastagens interfere na estrutura do pasto permitiu, mesmo em pastos com estrutura desfavorável ao consumo, ganhos em peso dos animais no período seco (SANTOS et al., 2009; GOMES, 2012; SANTOS, 2013), o que realça a importância da estratégia. Em nível de propriedade rural, o fato de o diferimento do uso de pastagem proporcionar modesto aumento do peso

corporal dos animais pode ser o suficiente para causar redução da idade ao abate e aumento da taxa de desfrute do rebanho.

E, no segundo ano, por que dos valores altos de GMD? Houve suplementação?

De forma contrária ao que se observa na literatura, com o aumento das doses de nitrogênio observou-se aumento linear na EFANP. Pastos diferidos estão em crescimento livre, o que favorece, até certo ponto, maior MF, aumentando desse modo a EFANP. Nesse sentido, pode-se comparar o tempo que os pastos passam diferidos a sistemas de utilização de forrageiras sob corte (capineiras), em que a EFANP é geralmente alta, mesmo com a aplicação de doses elevadas de adubos nitrogenados. Flores et al. (2012) observaram incrementos na produção de massa de matéria seca e eficiência de utilização do nitrogênio por plantas de capim-elefante, com o aumento da dose de nitrogênio e a idade de corte.

Mesmo com o fato de a maior EFANP ter sido obtida em maiores doses (Tabela 9), essa resposta não necessariamente implicou maior EFAN (Tabela 9). Maiores valores dessa característica foram observadas, em ambos os anos, na dose de 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Conforme já visto, pastos que receberam maiores doses de nitrogênio, embora apresentassem maior MF, concomitantemente apresentaram estrutura desfavorável ao consumo animal, com menor PLV (Tabela 3), menor RLC (Tabela 2) e pastos acamados (Tabela 1). Dessa forma, a estrutura desfavorável do pasto, no primeiro ano, não proporcionou aumentos no desempenho animal (Tabela 9), reduzindo, desse modo, a EFAN à medida que se elevava a dose de nitrogênio. Diferentemente do que se observou nesse ensaio, mesmo com incrementos em desempenho animal, é comum também observar redução da EFAN à medida que se aumenta a dose do fertilizante, conforme constatado por Soares e Restle (2002) e Lupatini et al. (2013). Conflitando os valores observados nesse ensaio quanto à característica eficiência de uso do nitrogênio, com classificação proposta por Martha Junior et al. (2004), em que esses autores classificaram valor maior que 1,8 como bom e acima de 2,4 kg de peso corporal por kg de nitrogênio como excelente, observou-se que apenas no segundo ano foi possível obter maior eficiência.

5. CONCLUSÃO

Quando o período de diferimento é mantido fixo, as características estruturais de pastos diferidos de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk são alteradas negativamente pelo aumento nas doses de nitrogênio.

A adubação nitrogenada antes do diferimento não influencia o desenvolvimento do animal, no entanto diminui a eficiência da adubação sobre o seu desempenho.

6. REFERÊNCIAS

AGNUSDEI, M. G. Rol de la ecofisiología en el diseño de manejos especializados de pasturas. In: REUNIÓN ALPA, 23., 2011, Montevideo. **Resúmen...** Montevideo, 2011. p. 15-48.

AGNUSDEI, M. G.; MAZZANTI, A. Frequency of defoliation of native and naturalized species of the Flooding Pampas (Argentina). **Grass and Forage Science**, v. 56, n. 4, p. 344-351, 2001.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA, S. C.; ZIMMER, A. H.; TORRES JÚNIOR, R. A. A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 329-340, 2007.

BARNES, D. L.; DEMPSEY, C. P. Influence of period of deferment before stocking spring-burnt sourveld on sheep performance and veld productivity. **Journal of the Grassland Society of Southern África**, v. 9, n. 4, 1992.

BIRCHAM, J. S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v. 38, p. 323-331, 1983.

BRAZ, T. S.; FONSECA, D. M.; FREITAS, F. P.; MARTUSCELLO, J. A.; SANTOS, M. E. R.; SANTOS, M. V. Tillering dynamics of Tanzania guinea Grass under nitrogen levels and plants densities. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, PR, v. 34, n. 4, p. 385-392, Oct.-Dec. 2012

BURNS, J. C.; LIPPKE, H.; FISHER, D. S. The relationship of herbage mass and characteristics to animal responses. Grazing experiments. p. 7-19. In: MARTEN, C. G. (Ed.). **Grazing research: design, methodology, and analysis**. Madison, WI: CSSA, Spec. Publ. 16; CSSA, ASA, 1989.

CARVALHO, M. M.; SARAIVA, O. F. Resposta do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) a aplicações de nitrogênio, em regime de cortes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 16, n. 5, p. 442-454, Set./Out. 1987.

CECATO, U.; PEREIRA, L. A. F.; GALBEIRO, S.; SANTOS, G. T.; DAMASCENO, J. C.; MACHADO, A. O. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a produção e características da rebrota do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 399-407, 2004.

CHARLES-EDWARDS, D. A.; STUTZEL, H.; FERRARIS, R.; BEECH, D. F. An analysis of spatial variation in the nitrogen content of leaves from different horizons within a canopy. **Annals of Botany**, v. 60, p. 421-426, 1987.

CORSI, M.; NUSSIO, L. G. Manejo do capim elefante: correção e adubação do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 10., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1993. p. 87-116.

COSTA, J. L.; CAMPOS, J.; GARCIA, R.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Efeito da época de vedação sobre o valor nutritivo do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Pal de Beauv) como pasto de reserva para o período da seca. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 10, n. 4, p. 765-766, 1981.

COSTA, K. A. P.; FRANÇA, A. F. S.; OLIVEIRA, I. P.; MONTEIRO, F. A.; BARRIGOSI, J. A. F. Produção de massa seca, eficiência e recuperação do nitrogênio e enxofre pelo capim Tanzânia adubado com nitrogênio, potássio e enxofre. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 29, n. 3, p. 598-603, Maio/Jun. 2005a.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V. B. P. **Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2008b. 115 p.

DA SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: FAVORETTO, V.; RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, SP: FCAV, 1997. p. 1-62.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v. 85, p. 635-643, 2000.

ESCUDE, C. J. Utilização e manejo das pastagens tropicais. **Inf. Agropec.**, v. 6, n. 70, p. 63-70, 1980.

EUCLIDES, V. P. B.; COSTA, F. P.; MACEDO, M. C. M.; FLORES, R.; OLIVEIRA, M. P. Eficiência biológica e econômica de pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1345-1355, Set. 2007.

EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K.; COSTA, F. P.; FIGUEIREDO, G. R. Desempenho de novilhos F1s Angus-Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 70-481, 2001.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H. Características do pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 8, Ago. 2007.

FAGUNDES, J. L. **Características morfogênicas e estruturais do pasto de *Brachiaria decumbens* Stapf. adubado com nitrogênio**. 2004. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; VITOR, C. M. T.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; REIS, G. C. MARTUSCELLO, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 397-403, Abr. 2005.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; VITOR, C. M. T.; MORAIS, R. G.; MISTURA, C.; REIS, G. C.; MARTUSCELLO, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 397-403, Abr. 2005.

FERNÁNDEZ, C. J.; McINNIS, K. J.; COTHREN, J. T. Water status and leaf area production in water-and nitrogen-stressed cotton. **Crop Science**, Madison, v. 36, p. 1224-1233, 1996.

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 Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 12, p. 1282-1288, 2012.

FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R. Diferimento de pastagens: estratégias e ações de manejo. In: SOUZA, F. F.; EVANGELISTA, A. R.; LOPES, J.; FARIA, D. J. G.; VINENTE, A. K.; FORTES, C. A.; BABILÔNIA, J. L. (Org.). SIMPÓSIO, 7.; CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 3., 2009, Lavras, MG. **Anais...** Lavras, MG, 2009. p. 65-88.

FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras**. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2010. v. 1, 537 p.

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. Study of a tall fescue sward grown under nitrogen deficiency conditions. In: MEETING OF THE EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, 12., 1988, Dublin. **Proceedings...** Belclare, Ireland: Irish Grassland Association, 1988. p. 323-327.

GOMES, V. M. **Manejo do pastejo para diferimento do capim-braquiária sob diferentes alturas**. 2012. 109 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

GROF, B. Viability of seed of *Brachiaria decumbens*. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v. 25, p. 149-151, 1968.

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

HODGSON, J. Nomenclature and definitions in grazing studies. **Grass and Forage Science**, v. 34, n. 1, p. 11-18, 1979.

KELLER-GREIN, G.; MAASS, B. L.; HANSON, J. Natural variation in *Brachiaria* and existing germplasm collection. In: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE, C. B. (Ed.). **Brachiaria: biology, agronomy and improvement**. [S.l.]: CIAT/Embrapa, 1996. p. 17-42.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, SP: Rima Artes e Textos, 2000. 531 p.

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant. Populations in grazed swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 2., 2001, Piracicaba, SP. **Proceedings...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2001. (CD-ROM).

LUPATINI, G. C.; RESTLE, J.; CERETTA, M. Avaliação da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. I - Produção e qualidade de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 11, p. 1939-1943, Nov. 1998.

LUPATINI, G. C.; RESTLE, J.; VAZ, R. Z.; VALENTE, A. V.; ROSO, C.; VAZ, F. N. Produção de bovinos de corte em pastagem de aveia preta e azevém submetida à adubação nitrogenada. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 2, 2013.

MACEDO, N. C. M. Análise comparativa de recomendações de adubação em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2004. p. 317-356.

MARTHA JUNIOR, G. B.; VILELA, L.; BARIONI, L. G.; SOUSA, D. M. G.; BARCELLOS, A. O. Manejo da adubação nitrogenada em pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21., 2004, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2004. p. 155-215.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JR., D. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 665-671, 2006.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JUNIOR, D. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1475-1482, 2005.

McCREE, K. J.; FERNANDEZ, C. J. Simulation model for studying physiological water stress responses of whole plants. **Crop Science**, v. 29, p. 353-360, 1989.

MELLO, S. Q. S.; FRANÇA, A. F. S.; LANNA, A. C.; BERGARMASCHINE, A. F.; KLIMANN, J. H.; RIOS, L. C.; SOARES, T. V. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 935-947, Out./Dez. 2008.

MOUNTFORT, M. Deferred grazing offers fallback feed any time. **Dairy Exporter**, n. 11, p. 6-8, 1996.

NASCIMENTO JUNIOR, D.; ADESE, B. Acumulo de biomassa na pastagem. In: OBEID, J. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; FONSECA, D. M. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG, 2004. p. 290-345.

NIE, Z. N.; BARKER, D. J.; VALENTINE, I.; MACKAY, A. D.; HODGSON, J. Changes in the population of germinated seed in a hill pasture during and after a pastoral fallow. **Grass and Forage Science**, v. 54, p. 127-136, 1999.

NIE, Z. N.; BARKER, D. J.; VALENTINE, I.; MACKAY, A. D.; HODGSON, J. Influence of the timing and duration of pastoral fallowing and nitrogen fertilizer on pasture and white clover (*Trifolium repens* L.) growth in hill country. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 41, p. 19-29, 1998.

NIE, Z. N.; MACKAY, A. D.; VALENTINE, I.; BARKER, D. J.; HODGSON, J. Influence of pastoral fallow on plant root growth and soil physical and chemical characteristics in a hill pasture. **Plant and Soil**, v. 197, p. 201-208, 1997b.

OLIVEIRA, M. A. **Características morfofisiológicas e valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* sob diferentes condições de irrigação, fotoperíodo, adubação nitrogenada e idades de rebrota**. 2002. 142 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

OTÓN, P. R. B. **Dinâmica da produção primária da pastagem nativa em área de fertilidade corrigida sob efeito de adubação nitrogenada e oferta de forragem.** 2000. 191 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

PEREIRA, V. V.; FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A.; BRAZ, T. G. S.; SANTOS, M. V.; CECON, P. R. Características morfogênicas e estruturais de capim-mombaça em três densidades de cultivo adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2681-2689, 2011.

PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. de A.; PRIMAVESI, A. C.; SILVA, A. G. da; CANTARELLA, H. Eficiência nutricional de duas fontes de nitrogênio na produção de matéria seca de capim-marandu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD- ROM.

QUARESMA, J. P. S.; ABREU, R. G. A.; CABRAL, L. S.; OLIVEIRA, M. A.; GONÇALVES, J.; CARVALHO, D. M. G. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) submetido a doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, PR, v. 33, n. 2, p. 145-150, 2011.

ROSENTHAL, W. D.; ARKIN, G. F.; SHOUSE, P. L. et al. Water deficit effects on transpiration and leaf growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, p. 1019-1026, 1987.

SANTANA, S. S. **Rebrotação na primavera de pastos de capim-braquiária diferidos em quatro alturas.** 2011. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

SANTOS, A. D. **Desempenho de bovinos em pastos de capim-braquiária suplementados nos períodos de água e seca.** 2012. 75 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. F.; BALBINO, E. M.; MONNERAT, J. P. I. S.; SILVA, S. P. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 650-656, 2009.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. F.; GOMES, V. M.; BALBINO, E. M.; MAGALHÃES, M. A. Estrutura do capim-braquiária durante o diferimento da pastagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 2, p. 139-145, 2010.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. F.; GOMES, V. M.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; GOMIDE, C. A. M.; SBRISSIA, A. F. Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única e variável durante as estações do ano: dinâmica do perfilhamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2332-2339, 2011.

- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. F.; GOMES, V. M.; GOMIDE, C. A. M.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; QUEIROZ, D. S. Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única e variável durante as estações do ano: morfogênese e dinâmica de tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2323-2331, 2011.
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. F.; MAGALHÃES, M. A.; SILVA, S. P.; CASAGRANDE, D. R.; BALBINO, E. M.; GOMES, V. M. Estrutura e valor nutritivo do pasto diferido de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk durante o período de pastejo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 1, n. 1, p. 117-128, Jul. 2011.
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M.; SILVA, S. P.; MONNERAT, J. P. I. S. Variabilidade espacial e temporal da vegetação em pastos de capim-braquiária diferidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 727-735, 2010.
- SANTOS, M. E. R.; SILVEIRA, M. C. T.; GOMES, V. M.; FONSECA, D. M. F.; SOUSA, B. M. L.; SANTOS, A. D. Pasture height at the beginning of deferment as a determinant of signal grass structure and potential selectivity by cattle. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 4, p. 379-385, Oct.-Dec. 2013.
- SANTOS, M. E. R. **Características da forragem e produção de bovinos em pastagens de capim-braquiária diferidas**. 2007. 100 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.
- SANTOS, M. E. R. **Variabilidade espacial e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-braquiária sob lotação contínua**. 2009. 164 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M. et al. Caracterização de perfilhos em pastos de capim-braquiária diferidos e adubados com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 643-649, 2009a.
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; EUCLIDES, V. P. B. et al. Produção de bovinos em pastagem de capim-braquiária diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 4, Abr. 2009.
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, EUCLIDES, V. P. B. et al. Características estruturais e índice de tombamento de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk em pastagens diferidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 4, Abr. 2009.
- SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: user's guide – Version 9.2. Cary: SAS Institute, 2009. 7869 p.

SBRISSIA, A. F. **Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastagens de *Cynodon* spp.** 2000. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2000.

SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua.** 2004. 199 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2004.

SCHNYDER, H.; SCHÄUFELE, R.; VISSER, R. de; NELSON, C. J. An integrated view of C and N uses in leaf growth zones of defoliated grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology.** Wallingford: CAB International, 2000. p. 41-60.

SILVA, D. R. G.; COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; BERNARDES, T. F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 1, p. 184-191, Jan.-Mar. 2013.

SILVA, F. F.; SÁ, J. F.; SCHIO, A. L.; ÍTAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 371-389, 2009. Supl. especial.

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.

SMITH, H. Function, evolution and action of plant photosensors. In: SMITH, H. (Ed.). **Plants and daylight spectrum.** New York: Academic Press, 1981. cap. 2, p. 499-508.

SOARES, A.; RESTLE, J. Adubação nitrogenada em pastagem de Triticale mais azevém sob pastejo com lotação contínua: recuperação de nitrogênio e eficiência na produção de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 43-51, Fev. 2002.

SOLLENBERGER, L. E.; MOORE, J. E.; ALLEN, V. G.; PEDREIRA, C. G. Reporting forage allowance in grazing experiments. **Crop Science**, v. 45, p. 896-900, 2005.

SOLLENBERGER, L. E.; MOORE, J. E. Assessing forage allowance-animal performance relationships on grazed pasture. In: **Agronomy Abstracts.** Madison, WI, ASA, 1997. p. 140-141.

SOUSA, B. M. L.; VILELA, H. H.; SANTOS, A. L.; SANTOS, M. E. R.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; ASSIS, C. Z.; FARIA, B. D.; ROCHA, G. O. Piatã palisade grass deferred in the fall: effects of initial height and nitrogen in the sward structure. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 5, p. 1134-1139, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, S. **Plant physiology**. Redwood City: The Benjamin Cummings Publishing Company, 1991. p. 690.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers**. 4th ed. New York, NY: Macmillan, 1985.

VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (Ed.). **New Zealand Pasture and Crop Science**. Auckland, New Zealand: Oxford University Press, 1999. p. 11-27.

VILELA, H. H.; SOUSA, B. M. L.; SANTOS, M. E. R.; SANTOS, A. L.; ASSIS, C. Z.; ROCHA, G. O.; FARIA, B. D.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Forage mass and structure of piatã grass deferred at different heights and variable periods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 7, p. 1625-1631, 2012.

WERNER, J. C. Adubação de pastagens de *Brachiaria* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 11., 1994, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1994. p. 209-222.

WOLFE, D. W.; HENDERSON, D. W.; HSIAO, T. C. et al. Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize: I. Leaf area duration, nitrogen distribution, and yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, p. 859-864, 1988.

WRIGHT, G. C.; SMITH, R. G.; McWILLIAM, J. R. Differences between two grain sorghum genotypes in adaptation to drought stress. I. Crop growth rate and yield response. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 34, p. 615-626, 1983.