

EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E CORRELAÇÕES ENTRE PARÂMETROS MORFOGÊNICOS E ESTRUTURAIS EM PASTOS DE CAPIM-BRAQUIÁRIA

Eleuza Clarete Junqueira de Sales^{1*}; Silvia Layse Mendes Machado²; Flávio Pinto Monção³; José Reinaldo Mendes Ruas¹; Sidnei Tavares dos Reis⁴; João Paulo Sampaio Rigueira¹; Daniel Ananias de Assis Pires¹; Maria Celuta Machado Viana⁵; Edilaine Aparecida Silva⁵

SAP 13498 Data envio: 28/01/2016 Data do aceite: 30/09/2016
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 4, out./dez., p. 427-434, 2016

RESUMO - Objetivou-se por meio deste trabalho avaliar a associação entre características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* manejada em diferentes doses de nitrogênio. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Foram avaliados quatro doses de adubação nitrogenada: 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia, divididas em duas aplicações durante o período chuvoso (janeiro e março) e o tratamento controle, sem adubação. Observou-se incremento na taxa de aparecimento foliar (TApF), taxa de alongamento foliar (TAIF) e número de perfilhos (NP) de até 21,4%; 23,8% e 50,5% para a mais elevada dose de N (400 kg de N ha⁻¹) em relação ao grupo controle, respectivamente. Houve correlação positiva ($r = 0,53$) ($p < 0,05$) entre a TAIF e duração de vida da folha (DVF). O filocrono apresentou alta correlação negativa ($r = -0,81$) ($p < 0,0001$) com a TApF. Em relação ao comprimento final do colmo, não houve efeito de correlação ($p > 0,05$) com as demais características analisadas.

Palavras-chave: *Brachiaria decumbens*, forragem, manejo, nitrogênio.

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION AND CORRELATIONS BETWEEN MORPHOGENESIS AND STRUCTURAL PARAMETERS OF GRASS PASTURES

ABSTRACT - The objective of this work was evaluate the association between morphogenetic and structural characteristics of *Brachiaria decumbens* managed at different doses of nitrogen. The experimental design was a randomized block with four replications. Four levels of nitrogen fertilization were evaluated: 100; 200; 300 and 400 kg of N ha⁻¹ as urea, divided in two doses during the rainy season (January to March) and the control treatment without fertilization. There was an increase in leaf appearance rate (LAR), leaf elongation rate (LER) and tiller number (NP) up to 21.4%; 23.8% and 50.5% for the highest dose of N (400 kg N ha⁻¹) compared to the control group, respectively. There was a positive correlation ($r = 0.53$) ($p < 0.05$) between the LER and leaf life span (LLS). The phyllochron showed high negative correlation ($r = -0.81$) ($p < 0.0001$) with LAR. Regarding the final length of the stem, there was no correlation effect ($p > 0.05$) with other analyzed characteristics.

Key words: *Brachiaria decumbens*, forage, management, nitrogen.

INTRODUÇÃO

A exploração agropecuária de forma extrativista vem aumentando as áreas degradadas do pasto ou que se encontra em algum estágio de degradação. Na degradação dos pastos, a produtividade e a composição química podem ser substancialmente modificadas ao longo do tempo, devido à redução da fertilidade do solo e ao manejo incorreto das plantas forrageiras (CASTAGNARA et al., 2011). O declínio da fertilidade do solo, em função da ausência de adubação, tem sido apontado como uma das

principais causas da degradação de pastagens cultivadas (COSTA et al., 2010).

Uma das causas relacionadas à redução da produtividade da pecuária e a menor produtividade das pastagens após quatro a dez anos de pastejo é a redução da fertilidade dos solos brasileiros, com ênfase para a baixa disponibilidade de fósforo e nitrogênio (SANTOS et al., 2002).

O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes na produção das gramíneas forrageiras (FRANÇA et al., 2007) por compor compostos orgânicos

¹Zootecnista, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros, Unimontes, Av. Reinaldo Viana 2630, Bico da Pedra, CEP 39440-000, Janaúba, Minas Gerais, Brasil. E-mail: ecjsales@ibest.com.br. *Autor para correspondência

²Zootecnista, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual da Bahia, UESB, Itapetinga, Bahia, Brasil

³Zootecnista, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, São Paulo, Brasil. Bolsista da FAPESP

⁴Engenheiro Agrônomo, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Sergipe, UFS, Sertão, Sergipe, Brasil

⁵Engenheira Agrônoma, Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Janaúba, Minas Gerais, Brasil. Bolsista da FAPEMIG

essenciais, como aminoácidos e proteínas, ácidos nucléicos, hormônios e clorofila (LAVRES JUNIOR; MONTEIRO, 2003).

A perenidade e a produtividade do pasto decorrem da contínua emissão de folhas e perfilhos, processos importantes para a restauração da área foliar após desfolhação. O desenvolvimento de folhas é fundamental para o crescimento vegetal, dado o papel das folhas na fotossíntese, ponto de partida para a síntese de tecidos (PARSONS et al., 1983).

O desenvolvimento do colmo também influencia a produção de forragem, porque dependendo do estágio de desenvolvimento do perfilho, o colmo tem prioridade na partição de fotoassimilados. Ademais, o colmo pode favorecer a fotossíntese do dossel pela redução do seu coeficiente de extinção de luz (FAGUNDES et al., 2001).

O melhor entendimento da dinâmica de produção de forragem no pasto pode ser obtido pelo estudo da morfogênese. Em pastos onde apenas folhas são produzidas, a morfogênese de plantas pode ser descrita por três características principais: taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento foliar e duração de vida da folha. A combinação das características morfogênicas determina as três principais características estruturais do pasto: tamanho da folha, densidade populacional de perfilhos e número de folhas vivas por perfilho (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993).

Vale ressaltar que, em pastos tropicais, o alongamento do colmo também é característica morfogênica importante, pois determina outras características estruturais que influenciam decisivamente a produção primária e secundária da pastagem, tais como o tamanho do colmo (SANTOS et al., 2011) e a relação lâmina foliar/colmo (CÂNDIDO et al., 2005).

As alterações nas características morfogênicas da planta determinam modificações nas características estruturais do pasto, ou seja, alteram a forma como os órgãos da parte aérea da planta são arranjados no tempo e no espaço. Isso altera o microclima (e. g.: ventilação, temperatura, umidade, luminosidade) no qual as plantas se

desenvolvem e, como consequência, gera novas mudanças no padrão morfogênico da planta. Todos esses processos caracterizam a complexa e interdependente natureza da dinâmica de populações de plantas e do fluxo de tecidos no ecossistema pastagem. Desse modo, o estudo de correlações é importante porque identifica a natureza das associações entre as variáveis da morfogênese do vegetal.

Adicionalmente, a interpretação das respostas morfogênicas da planta possibilita averiguar se o manejo do pastejo sazonal, caracterizado pela adoção de alturas de pasto diferenciadas entre as estações do ano é vantajoso, quando comparado ao manejo do pastejo semelhante entre as estações do ano.

Assim, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a associação entre características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* manejada em diferentes doses de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), no município de Felixlândia, Minas Gerais (18° 15' S e 44° 55' L, altitude de 614 m) entre dezembro de 2011 e maio de 2012.

O clima do município de Felixlândia é classificado segundo Koppen (1948) como Cwa (clima mesotérmico), com verão quente e chuvoso. A temperatura média anual é de 22,6 °C, sendo mínima de 16,6 °C e máxima de 30,2 °C. A precipitação média anual é de 1118,9 mm. O solo é classificado como LATOSSOLO Vermelho Escuro, distrófico com textura argilosa (EMBRAPA, 2006). Os dados climáticos registrados durante o período experimental foram obtidos na estação meteorológica da EPAMIG, situada a cerca de 1000 m da área experimental (Figura 1).

O manejo da adubação foi feito com base na análise química do solo realizada em outubro de 2011, como pode ser observada na Tabela 1.

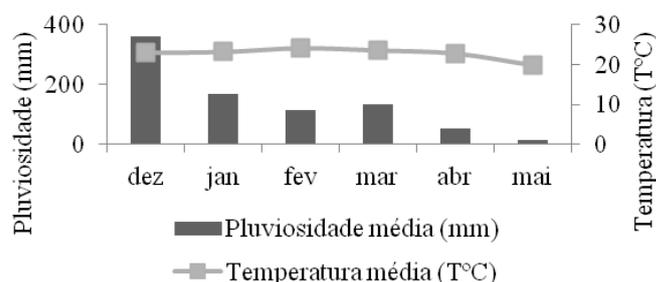


FIGURA 1 - Médias pluviométricas e de temperatura durante o período experimental. Fonte: dados cedidos pela EPAMIG, Felixlândia, Minas Gerais.

TABELA 1. Características químicas do solo em amostras da área experimental nas camadas de 0-20 cm.

Camada (cm)	pH	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H+Al	Al ⁺³	SB	T	V	P	K ⁺
	H ₂ O	----- (cmol _c dm ⁻³) -----						(%)	---	(mg dm ⁻³) ---
0-20	5,4	1,3	0,6	5,6	1,2	2,6	8,2	31,4	1,8	260

Em que: pH: pH em água; H+Al: acidez potencial; Al⁺³: acidez trocável; SB: soma de bases; T: capacidade de troca catiônica a pH 7; V: saturação por bases.

Foram avaliados quatro níveis de adubação nitrogenada: 100, 200, 300 e 400 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia, divididas em duas aplicações durante o período chuvoso (janeiro e março) e o tratamento controle, sem adubação.

As parcelas experimentais foram implantadas em uma pastagem pré-estabelecida de *Brachiaria decumbens* cv Basilisk (Stapf.) em dezembro de 2011. A área foi dividida em 20 piquetes de 50 m² (5 x 10 m).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais.

Antes do início do período experimental, foi efetuado um corte de uniformização no capim rente ao solo e feito uma adubação fosfatada em toda área. A adubação foi 100 de P₂O₅ utilizando-se superfosfato simples (CANTARUTTI et al., 2007).

Após o corte de uniformização, foi aplicado 1/3 da dose do tratamento para a realização da coleta caracterizando o 1º e 2º período de coleta. O restante da adubação nitrogenada foi aplicado para coleta no 3º e 4º período. A estratégia de aplicação visou caracterizar situações de adução pesada e obter respostas das plantas nessas condições. Cada período teve duração de 41 dias.

Após o corte da forragem, os piquetes foram pastejados por vacas mestiças em manutenção visando a colheita da forragem em condições reais de campo. As vacas foram retiradas quando a altura de resíduo do pasto atingiu 10 cm de resíduo. O período de pastejo durou em média seis dias após as avaliações nas parcelas.

Para as avaliações morfológicas e estruturais do dossel realizadas no período de outono, foram marcados dois perfilhos basais por parcela (total de 40 perfilhos), ao acaso, em diferentes touceiras, durante o período de rebrota do pasto. Os perfilhos foram identificados com fios de diferentes cores, para melhor visualização no campo. Ao lado de cada perfilho foi fixada uma haste de bambu para facilitar a localização do mesmo. Foram realizadas quatro avaliações a cada 15 dias durante o período experimental. Pelo fato das avaliações morfológicas terem sido realizadas no período de outono, as plantas não estavam alcançando o potencial de crescimento, devido aos fatores climáticos desfavoráveis, principalmente a falta de chuva. Portanto, foi decidido que as medições seriam feitas quinzenalmente.

A partir desses procedimentos foram calculadas as variáveis: Taxa de Aparecimento de Folhas (TApF): número de folhas surgidas por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação (folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹); Filocrono (Fil): inverso da taxa de aparecimento de folhas (dias folha⁻¹); Taxa de Alongamento de Folhas (TAIF): somatório de todo alongamento da lâmina foliar por perfilho dividido pelo número de dias do período de avaliação (cm perfilho⁻¹ dia⁻¹); Taxa de Senescência de Folha (TSeF): somatório de toda senescência da lâmina foliar por perfilho dividido pelo número de dias, desde o início da senescência, durante o período de avaliação (cm perfilho⁻¹ dia⁻¹); Número de Folhas Verdes por Perfilho (NFVP): número médio de folhas em alongamento e

alongadas por perfilho, desconsiderando folhas senescentes de cada perfilho; Número de Folhas Senescentes por Perfilho (NFSP): número médio de folhas em senescência por perfilho; Comprimento final da Lâmina Foliar (CFLF): comprimento médio de todas as folhas presentes no perfilho, sendo medido do ápice foliar até a lígula (cm); Taxa de alongamento de colmos (TAIC): somatório de todo o alongamento do pseudocolmo, por perfilho, dividido pelo número de dias do período de avaliação (cm perfilho⁻¹ dia⁻¹); e Comprimento final do colmo: comprimento médio dos pseudocolmos medido da base até a lígula da primeira folha do perfilho (cm).

Com essas avaliações de morfogenese (SANTOS et al., 2011) foi utilizado para o estudo de associação entre as características morfológicas e estruturais do capim-braquiária. As análises dos dados experimentais foram feitas usando o Sistema para Análises Estatísticas - SAS (SAS INSTITUTE, 2000) admitindo probabilidade de 5%. Correlações lineares de Pearson entre as características morfológicas e estruturais foram estimadas utilizando-se 20 observações. O efeito das doses de nitrogênio foi avaliado por meio de análises de regressão, sendo testados modelos lineares e quadráticos de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das características morfológicas e estruturais do cultivar Basilisk (Tabela 2), utilizados para o estudo de correlação neste trabalho, permitiram evidenciar que a utilização de adubação nitrogenada resultou em maior (TApF) e alongamento de colmo (TAIC) e números de perfilhos (NP) em relação à testemunha (sem adubo).

Observou-se que o incremento na TApF, TAIC e NP foi de até 21,42; 23,80 e 50,5% para a mais elevada dose de N (400 kg de N ha⁻¹) em relação à ausência de adubação nitrogenada, respectivamente. Para as variáveis durações de vida da folha, comprimento da lâmina foliar, número de folhas vivas por perfilhos não foram verificados efeitos da adução nitrogenada (p>0,10), sendo as médias apresentadas na Tabela 3.

Para a TApF, as médias ajustaram-se ao modelo linear de regressão, sendo constatado aumento de 0,0008 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ para cada quilograma de N aplicado. Esse aumento na taxa de alongamento foliar deve-se, provavelmente, ao fato de o nitrogênio aumentar o número e o tamanho das células produzidas na zona de divisão celular (GASTAL; NELSON, 1994). Em geral, o efeito positivo do nitrogênio sobre a taxa de alongamento foliar tem sido mais acentuado em gramíneas cespitosas (LOBO et al., 2014), em comparação àquelas de crescimento decumbente, como a *B. decumbens*, porque, durante o crescimento vegetativo de gramíneas decumbentes, existe maior competição por assimilados entre as folhas e perfilhos vegetativos e reprodutivos (SANTOS et al., 2011). Para Gastal et al. (1992) o efeito da adubação é maior sobre a taxa de alongamento de colmo (TAIC) e taxa de alongamento foliar (TAIF). Nesta pesquisa, a TAIC foi maior (0,43cm dia⁻¹) na dose de 350 kg ha⁻¹ de N e a TAIF na dose de 400 kg ha⁻¹ de N, sendo verificado incrementos de 30,6% em relação ao controle.

TABELA 2. Características morfológicas e estruturais em pastos de capim-braquiária manejados sob doses crescentes de nitrogênio na região norte de Minas.

Variáveis	Doses de Nitrogênio (kg ha ⁻¹)					EPM	P>F
	0	100	200	300	400		
TApF	0,11	0,12*	0,13*	0,14*	0,14*	0,01	0,05
Fil	9,21	7,12*	6,9*	6,52*	6,94*	0,59	<0,01
TAIC	0,32	0,36	0,43	0,41	0,42	0,04	0,05
TAIF	1,07	1,26	1,44	1,48*	1,52*	0,20	0,04
TseF	0,46	0,38	0,32	0,25*	0,22*	0,08	0,01
DVF	35,7	39,1	41,3	42,2	42,4	3,6	0,56
CLF	5,76	7,04	7,5	7,57	7,7	0,58	0,12
CC	17,5	16,5	14,6	14,5*	19,8	1,9	<0,01
NFVP	4,6	5,3	5,6	5,7	6,2	0,5	0,20
NFSP	1,7	1,8	2,0	2,5*	2,9*	0,3	<0,01
NP	43,9	60,5*	91,3*	109,2*	88,7*	1,1	0,01

Em que: TApF: taxa de aparecimento foliar; Fil: filocrono; TAIF: taxa de alongamento foliar; TAIC: taxa de alongamento de colmo; TSeF: taxa de senescência foliar; DVF: duração de vida da folha; CLF: comprimento da lâmina foliar; CC: comprimento do colmo; NFVP: Número de Folhas Verdes por Perfilho; NFSP: número de folhas senescentes por perfilho; NP: número de perfilho. TEST: Testemunha; EPM: Erro Padrão da média. Médias seguidas de * (asterisco) diferem em relação à testemunha pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

TABELA 3. Características morfológicas e estruturais em pastos de capim-braquiária manejados sob doses crescentes de nitrogênio na região norte de Minas.

Variável	Equações de Regressão	R ²
TApF	$\hat{Y} = 0,00008 + 0,112$	0,94
Fil	$\hat{Y} = -0,0051x + 8,4$	0,60
TAIC	$\hat{Y} = -0,000001x^2 + 0,0007x + 0,3166$	0,90
TAIF	$\hat{Y} = 0,0011x + 1,13$	0,89
TseF	$\hat{Y} = -0,0006x + 0,45$	0,98
DVF	$\hat{Y} = 40,1$	-
CLF	$\hat{Y} = 7,1$	-
CC	$\hat{Y} = 0,0001x^2 - 0,04x + 18,12$	0,78
NFVP	$\hat{Y} = 5,5$	-
NFSP	$\hat{Y} = 0,003x + 1,602$	0,91
NP	$\hat{Y} = -0,0006x^2 + 0,4x + 38,62$	0,89

Em que: TApF: taxa de aparecimento foliar; Fil: filocrono; TAIF: taxa de alongamento foliar; TAIC: taxa de alongamento de colmo; TSeF: taxa de senescência foliar; DVF: duração de vida da folha; CLF: comprimento da lâmina foliar; CC: comprimento do colmo; NFVP: Número de Folhas Verdes por Perfilho; NFSP: número de folhas senescentes por perfilho; NP: número de perfilho; R²: coeficiente de determinação.

Todavia, essa estratégia de manejo fez com que o filocrono e a taxa de senescência foliar fossem menores em relação à testemunha, o que é interessante para a planta como mecanismos de estabelecimento e resistência a desfolha. Da Silva et al. (2012) avaliaram o filocrono em *Brachiaria decumbens* e verificaram que, com o aumento das doses de nitrogênio, o filocrono reduziu de 21,48 para 14,56 dias, respectivamente, nas plantas adubadas com 0 a 100 kg de N ha⁻¹, assim como Silva et al. (2009), que encontraram valores de filocrono para a *B. brizantha* de 11,06 e 6,80 dias sem adubação e com 150 mg dm⁻³ de N, respectivamente.

Os resultados obtidos neste estudo, assim como os relatados na literatura, evidenciam a importância do nitrogênio na redução do tempo para o aparecimento de duas folhas sucessivas, uma vez que aumenta a produção de novas células, que tem reflexo positivo no número de folhas por planta. Esse fato tem relevância, pois as folhas são parte da planta com maior valor nutritivo (SILVA et al., 2009).

A redução do filocrono com a adubação nitrogenada é decorrente do efeito do N sobre o crescimento de plantas, conferindo à planta maior capacidade de rebrotação, visto que, após a desfolhação, uma rápida recuperação de seu aparato fotossintético pode

possibilitar sua sobrevivência ou não na comunidade vegetal. O N assume papel de extrema importância ao favorecer essa recuperação, pois é um nutriente essencial em vários de processos fisiológicos (MARTUSCELLO et al., 2011; SALES et al., 2014; LOBO et al., 2014).

A capacidade da planta em expandir suas folhas é dependente da taxa de alongamento do meristema intercalar (zonas de divisão celular) (MARTUSCELLO et al., 2005). Essa zona de alongamento é um local ativo de grande demanda por nutrientes (SKINNER; NELSON, 1995).

Nascimento Júnior et al. (2002) em um trabalho de revisão, discutiram que o uso de assimilados pelos meristemas foliares é determinado diretamente pela temperatura, e esta controla as taxas de divisão e expansão celular, além de criar uma demanda de C e N responsável por gerar energia e material para a expansão do tecido foliar. Esses resultados justificam os obtidos neste trabalho, onde possivelmente a demanda foi suprida associada à temperatura (Figura 1).

O comprimento do colmo é muito relevante no contexto da exposição da lâmina foliar à luz solar. Nesta pesquisa, a maior resposta de crescimento do colmo foi constatada na dose de 191 kg de N. Acredita-se que para essa característica, a dose de N é variável frente à estrutura do dossel forrageiro. Dossel mais denso, possivelmente, necessita maior alongamento e crescimento do colmo. Essa densidade vai depender do número de perfilhos por área. Nesta pesquisa, a maior quantidade de perfilhos com a adubação foi observada na dose de 322,6 kg ha⁻¹ de N. Segundo Gastal e Nelson (1994), a concentração de nitrogênio na zona de divisão estimula o surgimento de unidades basais da planta, o que explica a resposta positiva do capim-braquiária à adubação nitrogenada.

À associação entre as características morfogênicas do capim-braquiária, a taxa de aparecimento foliar (TApF) correlacionou-se de forma positiva com a taxa de alongamento foliar (TAlF), porém sua correlação com a duração de vida da folha (DVF) e com a taxa de alongamento de colmo (TAIC) foi não significativa ($p > 0,05$) (Tabela 4).

TABELA 4. Correlações lineares de Pearson entre características morfogênicas de perfilhos em pastos de capim-braquiária sob doses de nitrogênio.

	FIL	TAlF	TAIC	TSeF	DVF
Tapf	-0,81***	0,52*	0,43 ns	-0,28 ns	0,02 ns
FIL	-	-0,57**	-0,51*	0,56**	-0,08 ns
TAlF		-	0,65**	-0,48*	0,53*
TAIC			-	-0,37 ns	0,25 ns
TSeF				-	-0,33 ns
DVF					-

Em que: TApF: taxa de aparecimento foliar; Fil: filocrono; TAlF: taxa de alongamento foliar; TAIC: taxa de alongamento de colmo; TSeF: taxa de senescência foliar; DVF: duração de vida da folha. *: significativo pelo teste t ($p < 0,05$); **: significativo pelo teste t ($p < 0,01$); ***: significativo pelo teste t ($p < 0,0001$); ns: não significativo.

A inexistência de correlação entre TApF e duração de vida da folha (DVF) evidencia que o pasto de capim-braquiária apresentou grande resistência aos fatores abióticos, sendo desta forma, um genótipo em evidência para cultivo nas regiões com déficit hídrico.

Entretanto, Santos et al. (2012) encontraram correlação negativa ($r = -0,89$) ($p < 0,05$) para essas variáveis em função de um mecanismo compensatório no pasto de capim-braquiária, em resposta às condições restritivas para o crescimento do pasto, devido, dentre outros fatores, ao decréscimo da disponibilidade de nutrientes para a planta forrageira, em decorrência, principalmente, do déficit hídrico ocorrido nessa época do ano. Mesmo assim, o capim-braquiária continua sendo um genótipo com potencial produtivo nas diversas regiões do Brasil. A redução da taxa de senescência foliar do capim-braquiária com o incremento das doses de nitrogênio pode ter ocorrido em função do aumento numérico da duração de vida da folha nessas condições (PEREIRA et al., 2011).

O mecanismo de ação do nitrogênio no prolongamento da vida da folha pode estar associado à manutenção de maior capacidade fotossintética por períodos mais longos, sem que haja remobilização interna

significativa de nitrogênio das folhas mais velhas (GARCEZ NETO et al., 2002). Esse mecanismo explica provavelmente a correlação positiva ($r = 0,53$) ($p < 0,05$) entre a TAlF e DVF, ou seja, a menor remobilização das folhas mais velhas com o suprimento de N promoveu aumento na TAlF e DVF. Isso permitiu o aumento do tempo médio de permanência dos nutrientes na planta e, por conseguinte, melhorou a conservação dos mesmos no organismo vegetal (SANTOS et al., 2011). Os mesmos autores salientaram que a eficiência na conservação dos nutrientes, conferida pela maior DVF do capim-braquiária, é apropriada quando o ambiente é caracterizado por menor ocorrência de desfolhação, fato que aconteceu neste experimento, em que os pastos de capim-braquiária permaneceram sem animais, devido à necessidade de manutenção das alturas pretendidas.

O filocrono apresentou alta correlação negativa ($r = -0,81$) ($p < 0,0001$) com a TApF, o que era esperado, uma vez que, o filocrono é a recíproca da TApF, seu padrão de resposta é compreendido pela análise dos dados de aparecimento de folhas, seguindo uma lógica inversa. Esse comportamento pode ser ratificado pelo estudo de deposição de nutrientes nas zonas de alongamento e

divisão celular das folhas (SKINNER; NELSON, 1995). Comportamento semelhante foi observado para correlações entre o filocrono e a TaF e TAIC, o que é justificável em função do incremento de N, a planta alongar a folha e o colmo visando maior captação de luz, o que provavelmente estimula o incremento no aparecimento de folhas e redução do filocrono.

Pela análise dos resultados de pesquisas (GARCEZ NETO et al., 2002; MARTUSCELLO et al., 2005; PEREIRA et al., 2011), a diminuição observada sobre a taxa de senescência foliar em resposta à adubação nitrogenada não foi consistente. Em várias situações de alta disponibilidade de nitrogênio, tem-se constatado aumento na taxa de senescência foliar de gramíneas tropicais (NASCIMENTO JÚNIOR; ADESE, 2004), devido à maior renovação de tecidos em plantas adubadas com nitrogênio (MARTUSCELLO et al., 2005). Além disso, em geral, ocorre diminuição na duração de vida da folha e, conseqüentemente, aumento na taxa de senescência foliar em ambiente com alta disponibilidade de nitrogênio, em função da competição por luz, determinada pelo aumento da TaF e pelo maior tamanho final das folhas (MAZZANTI et al., 1994).

Em função das características morfológicas determinarem as características estruturais da planta (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993), torna-se relevante

observar a associação entre essas variáveis respostas. Verificou-se que, de modo geral, aquelas características estruturais descritoras do maior crescimento do pasto (comprimento da lâmina foliar, número de folhas viva por perfilho, número de perfilhos) com exceção do comprimento do colmo, estiveram positivamente correlacionadas com as características morfológicas que denotam maior fluxo de tecidos da planta (taxas de aparecimento foliar e de alongamento de folha e de colmo). Isso ocorreu porque os valores dessas variáveis foram aumentados, de forma conjunta, com condições climáticas favoráveis ao crescimento do pasto.

Entretanto, não houve efeito de correlação ($p > 0,05$) entre o comprimento final do colmo (CC) com as demais características (Tabela 5). O não efeito associativo principalmente entre CC e TAIC ocorreu provavelmente devido ao menor adensamento da forragem que não houve necessidade de alongar o colmo visando exposição da lâmina foliar a luz. Esses resultados estão contrários com aqueles obtidos por Santos et al. (2012), que verificaram que o CC foi positivamente correlacionado com as suas taxas de alongamento de folha ($r = +0,84$) e de colmo ($r = +0,87$). Isso pode ser explicado porque os valores dessas variáveis não aumentaram de forma conjunta, o que normalmente não ocorre.

TABELA 5. Correlações lineares de Pearson entre características morfológicas e estruturais de perfilhos em pastos de capim-braquiária sob doses de nitrogênio.

	CLF	CC	NFV	NFSP	NP
TApF	0,32 ns	-0,14 ns	0,34 ns	0,47*	0,47*
Fil	-0,43 ns	0,23 ns	-0,36 ns	-0,60**	-0,75***
TAlF	0,69**	-0,11 ns	0,57*	0,42 ns	0,69**
TAIC	0,65*	-0,06 ns	0,45*	0,33 ns	0,60**
TSeF	-0,37 ns	-0,13 ns	-0,17 ns	-0,67**	-0,65**
DVF	0,55*	-0,01 ns	0,49 ns	0,09 ns	0,41*

Em que: TApF: taxa de aparecimento foliar; Fil: filocrono; TAlF: taxa de alongamento foliar; TAIC: taxa de alongamento de colmo; TSeF: taxa de senescência foliar; DVF: duração de vida da folha; CLF: comprimento da lâmina foliar; CC: comprimento do colmo; NFV: número de folha viva; NFSP: número de folhas senescentes por perfilho; NP: número de perfilho. *: significativo pelo teste t ($p < 0,05$); **: significativo pelo teste t ($p < 0,01$); ***: significativo pelo teste t ($p < 0,0001$); ns: não significativo.

A Tapf correlacionou-se positivamente com o número de folhas senescente (NseP) e com o número de perfilhos (NP). É interessante destacar a relação positiva entre a Tapf e o NP do capim-braquiária. Esse resultado é justificado considerando-se que a maior Tapf é primordial para o aparecimento de perfilhos no pasto, ou seja, quando uma nova folha é formada, há a síntese simultânea de uma nova gema axilar, com potencial de originar um perfilho (NELSON, 2000). Dessa forma, o incremento da TApF com o incremento de N pode estimular o perfilhamento do pasto, o que assegura sua estabilidade e sua produção de forragem (SANTOS et al., 2012).

Esses resultados são interessantes, uma vez que, o aparecimento, senescência e morte de folhas são os processos de maior relevância a caracterizar o fluxo de produção de massa em um relvado e a determinar o índice de área foliar do pasto, juntamente com sua população de

perfilhos (CÂNDIDO et al., 2005). Sendo assim, constituem índices importantes a serem considerados na condução do manejo objetivando maior produção da forrageira e eficiência na utilização da forragem produzida (GRANT et al., 1988; PARSONS; PENNING, 1988).

Por outro lado, às associações entre as características estruturais do capim-braquiária, constatou-se que o comprimento da lâmina foliar (CLF) não correlacionou com o comprimento do colmo (CC) (Tabela 6). Comparativamente aos pastos adubados com doses crescentes de N apresentaram plantas que possuíam perfilhos menos adensado e com interceptação luminosa adequada, não havendo necessidade de alongamento do colmo. Nesse sentido, perfilhos maiores e menores, as folhas não precisam fazer percurso no pseudocolmo para se expor. Com isso, a distância percorrida pela folha desde o ponto de conexão com o meristema até a extremidade do

Efeito da adubação nitrogenada...

SALES, E. C. J. et al. (2016)

pseudocolmo é menor, resultando no seu menor comprimento.

Todavia, o CLF correlacionou de forma positiva com número de folhas vivas (NFV) e com o NP. O NFSP

correlacionou positivamente com NP, fato este esperado, pois a medida que surge novos perfilhos com o incremento de N aumenta o número de folhas mortas por perfilhos.

TABELA 6. Correlações lineares de Pearson entre características estruturais de perfilhos em pastos de capim-braquiária sob doses crescentes de nitrogênio.

	CC	NFV	NseP	NP
CLF	-0,10	0,83***	0,24	0,62*
CC	-	-0,02	0,31	-0,34
NFV		-	0,30	0,52*
NFSP			-	0,61**
NP				-

Em que: CLF: comprimento da lâmina foliar; CC: comprimento do colmo; NFV: número de folhas vivas; NFSP: número de folhas senescentes por perfilho; NP: número de perfilho. *: significativo pelo teste t ($p < 0,05$); **: significativo pelo teste t ($p < 0,01$); ***: significativo pelo teste t ($p < 0,0001$); ns: não significativo.

Os dados apresentados permitem inferir que o capim-braquiária, quando submetido a doses crescente de nitrogênio, modifica suas características morfológicas e estruturais de maneira dinâmica e interativa como forma de adaptação às condições variáveis edafoclimáticas. Contudo, o estudo de correlações permitiu identificar a natureza das relações ou associações entre as variáveis respostas obtidas pela avaliação morfológica, o que é de grande valia para melhor compreensão das respostas das plantas forrageiras no ecossistema de pastagem (SANTOS et al., 2011; SALES et al., 2013).

CONCLUSÕES

Em relação à taxa de alongamento e senescência foliar, recomenda-se a dose de nitrogênio em até 400 kg ha⁻¹. A *Brachiaria decumbens* altera suas características morfológicas e estruturais, mesmo quando adubadas com fonte nitrogenada, para adaptação às condições adversas do solo e clima.

AGRADECIMENTOS

Ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB) pelo apoio financeiro. À FAPEMIG pela concessão de bolsas e apoio financeiro a projetos de pesquisa no norte de Minas Gerais.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) pela oportunidade de execução do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F.; MARTINEZ, H.E.P.; NOVAIS, R.F. Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.769-872.

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

DA SILVA, T.C.L.; PERAZZO, A.F.; MACEDO, C.H.O.; BATISTA, E.D.; PINHO, R.M.A.; BEZERRA, H.F.C.; SANTOS, E.M. Morfogenese e estrutura de *Brachiaria decumbens* em resposta ao corte e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v.61, n.233, 2012.

EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M.; MOSQUIM, P.R.; GOBBI, K.F. Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.5, p.1890-1900, 2002.

GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Fundamentos e estratégias do manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, Viçosa, MG. **Anais ... Viçosa, MG: UFV**, 1999, p.179-200.

GRANT, S.A.; BARTHURAM, G.T.; TORVELL, L.; KING, J.; ELSTON, D.A. Comparison of herbage production under continuous stocking and intermittent grazing. **Grass and Forage Science**, v.43, n.5, p.29-39, 1988.

KÖPEN, W. **Climatologia**. Buenos Aires: Gráfica Panamericana. 478p.

LOBO, B.S.; SALES, E.C.J.; REIS, S.T.; MONÇÃO, F.P.; PEREIRA, D.A.; RIGUEIRA, J.P.S.; OLIVEIRA, P.M.; MOTA, V.A.C.; ALVES, D.D. Parâmetros morfológicos e produtividade do capim-pioneiro submetido a doses de nitrogênio. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.6, p.3305-3318, 2014.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, 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 desfoliação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1475-1482.

MAZZANTTI, A.; LEMAIRE, G. The effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. I. Herbage growth dynamics. **Grass Forage Science**, v.49, n.2, p.111-120, 1994.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., Viçosa, MG. **Anais... Viçosa, MG: UFV**, 2004. p.289-346.

NELSON, C.J. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. CAB-International, Wallingford, UK, 2000. p.101-126.

PARSONS, A.J.; PENNING, P.D. The effect of duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Science**, v.43, n.1, p.15-27, 1988.

PEREIRA, O.G.P.; ROVETTA, R.; RIBEIRO, K.M.; SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; CECON, P.R. Características morfológicas e estruturais do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, p.1870-1878, 2011.

Efeito da adubação nitrogenada...

SALES, E. C. J. et al. (2016)

- SALES, E.C.J.; MONÇÃO, F.P.; PEREIRA, D.A.; MOTA, V.A.C.; REIS, S.T.; PIRES, D.A.A.; ALVES, D.D.; SAMPAIO, J.P.R. Produção de capim-marandu sob doses de nitrogênio em duas alturas de resíduos pós corte. **Revista Unimontes Científica**, v.15, n.2, p.42-54, 2013.
- SALES, E.C.J.; REIS, S.T.; MONÇÃO, F.P.; ANTUNES, A.B.; ALVES, D.D.; AGUIAR, A.C.R.; ANTUNES, A.P.S.; MOTA, V.A.C. Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização de nitrogênio no capim-Marandu. **Revista Agrarian**, v.7, n.25, p.434-446, 2014.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; PIMENTEL, R.M.; SILVA, G.P.; GOMES, V.M.; SILVA, S.P. Número e peso de perfilhos no pasto de capim-braquiária sob lotação contínua. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.33, n.2, p.131-136, 2011.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; GOMIDE, C.A.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, D.S. Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou 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.; GOMES, V.M.; SILVA, S.P.; SILVA, G.P.; CASTRO, M.R.S. Correlações entre características morfogênicas e estruturais em pastos de capim-braquiária. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.1, p.49-56, 2012.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT User's guide**. Version 8. Cary, NC, 2000.
- SILVA, C.C.F. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.657-661, 2009.
- 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.