



Características morfológicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano¹

Jailson Lara Fagundes², Dilermando Miranda da Fonseca³, Claudio Mistura⁴, Rodrigo Vieira de Moraes⁵, Claudio Manoel Teixeira Vitor⁵, José Alberto Gomide³, Domicio do Nascimento Junior³, Daniel Rume Casagrande⁶, Lucas Teixeira da Costa⁷

¹ Parte da tese de doutorado do primeiro autor.

² Pólo Regional da Alta Paulista – APTA/SAA/SP, Bairro da estrada 14, km 11, c.p. 191, CEP: 17800-000, Adamantina, SP.

³ Departamento de Zootecnia - Universidade Federal de Viçosa, CEP: 36570-000, Viçosa-MG.

⁴ Departamento de Zootecnia - Universidade do Estado da Bahia, CEP: 48100-000, Juazeiro, BA.

⁵ Pós-graduação em Zootecnia - Universidade Federal de Viçosa, CEP: 36571-000, Viçosa – MG.

⁶ Zootecnista.

⁷ Agrônomo.

RESUMO - Este experimento foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da adubação nitrogenada sobre as características morfológicas e estruturais de *Brachiaria decumbens* sob pastejo. Os tratamentos consistiram da aplicação de quatro doses de nitrogênio (75, 150, 225 e 300 kg/ha.ano) antes do início das avaliações experimentais, realizadas em 2002 durante as estações de verão, outono, inverno e primavera. Utilizou-se o delineamento em blocos completos casualizados, com duas repetições. A taxa de alongamento de folha, o comprimento final da folha, o índice de área foliar e as porcentagens de colmo e de lâmina foliar aumentaram linearmente, enquanto a porcentagem de material morto decresceu com a adubação nitrogenada da *Brachiaria decumbens* sob pastejo. Não foi constatado efeito da adubação nitrogenada sobre o número de folhas vivas, de folhas emergentes e de folhas totais e as taxas de alongamento do colmo e de senescência foliar. A taxa de alongamento de folha e de colmo, o número de folhas vivas, o comprimento final da folha, o índice de área foliar e a porcentagem de lâmina foliar e de colmo de *Brachiaria decumbens* variaram entre estações do ano, apresentando valores menores no inverno.

Palavras-chave: adubação nitrogenada, alongamento do colmo, alongamento foliar, composição morfológica, comprimento da folha, estações do ano, índice de área foliar, número de folhas

Morphogenetical and structural characteristics of the signalgrass in a nitrogen fertilized pasture evaluated over the seasons of the year

ABSTRACT - This experiment was carried out to evaluate the effects of nitrogen fertilization upon the morphogenetical and structural characteristics of *Brachiaria decumbens* under grazing. Four nitrogen rates (75, 150, 225 and 300 kg/ha.yr) were applied before the beginning of the experimental evaluations, which were performed during the Summer, Fall, Winter and Spring seasons. The randomized complete block design was used with two replications. Linear increases were observed for the leaf elongation rate, final leaf length, leaf area index, stem and leaf blade percentage. The percentage of dead material decreased with the nitrogen fertilization. On the other hand, N fertilization had no effect on the number of alive leaf, number of emerging leaves, total numbers of leaves, stem elongation rate and senescence rate. Leaf and stem elongation rates, number of alive leaf, final leaf length, leaf area index, leaf blade and stem percentages in the *Brachiaria decumbens* varied among seasons, lower values occurring in the winter.

Key Words: nitrogen fertilization, leaf elongation, stem elongation, leaf length, morphological composition, season, leaf area index, numbers of leaves

Introdução

O gênero *Brachiaria* representa um marco na pecuária nacional com a ocupação de grandes áreas do cerrado na região central do Brasil, bem como em áreas onde cultivares de *Panicum maximum* Jacq. apresentavam declínio na pro-

dutividade, pela baixa fertilidade natural do solo e por manejo inadequado. A utilização de espécies e/ou cultivares de *Brachiaria* foi proporcionada pelo conjunto de características desejáveis dessas forrageiras. Por isso, a supremacia deste gênero nos sistemas de produção animal em pastagem ainda pode se estender por muito tempo, tendo-se

em vista a extensão das áreas cultivadas e o fato de os programas de seleção e melhoramento de forrageiras da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) contemplarem este gênero. Apesar da grande extensão de áreas cultivadas com espécies de *Brachiaria*, pode-se afirmar que o contingente de informações geradas ainda representa pouco no universo de situações em que o gênero *Brachiaria* está inserido.

A produtividade das gramíneas forrageiras decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, importante para a restauração da área foliar após o corte ou pastejo, o que garante a perenidade dessas plantas. Os processos de formação e desenvolvimento de folhas são fundamentais para o crescimento vegetal, uma vez que as folhas são essenciais para a fotossíntese, que é o ponto de partida para a formação de novos tecidos (Lemaire & Chapman, 1996). Assim, a produção forrageira, como resultado dos processos de crescimento e desenvolvimento, pode ter sua eficiência substancialmente melhorada com o uso de fertilizantes, sobretudo o nitrogênio, por seu efeito positivo no fluxo de biomassa (Duru & Ducrocq, 2000).

A adubação, especialmente a nitrogenada, é fundamental para o aumento da produção de biomassa. Muitos pesquisadores reportam aumento da produtividade de biomassa mediante a utilização de adubação nitrogenada (Paciullo et al., 1998; Oliveira, 2002; Garcez Neto et al., 2002).

O sucesso na utilização de pastagens não depende apenas da disponibilidade de nutrientes ou da escolha da espécie forrageira, mas também da compreensão dos mecanismos morfofisiológicos e de sua interação com o ambiente e do manejo, fundamental para o crescimento da forrageira e a manutenção da capacidade de suporte da pastagem. Os estudos de fluxo de biomassa, isto é, dos processos morfogênicos, têm se constituído importante ferramenta para avaliação da dinâmica do crescimento de folhas e perfilhos em comunidade de plantas forrageiras.

No Brasil, um dos primeiros estudos relativos à morfogênese de planta forrageira foi realizado por Pinto et al. (1994), em casa de vegetação, com *Panicum maximum* cv Guiné e *Setaria anceps*. Mais recentemente, em trabalho envolvendo *Brachiaria decumbens*, Gomide et al. (1997) adotaram a abordagem de análise do fluxo de biomassa e consideraram a intensidade de pastejo entre 20 e 40 cm faixa ótima para o manejo.

Contudo, há carência de informações sobre o comportamento anual das forrageiras sob regime de adubação nitrogenada, especialmente nas regiões tropical e subtropical do Brasil, onde ocorre pronunciada

estacionalidade climática. Desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de verificar o efeito da adubação nitrogenada e das estações do ano sobre as características morfogênicas e estruturais de *Brachiaria decumbens* Stapf. sob pastejo.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em uma pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (Stapf.) estabelecida em 1997. Até novembro de 2001, esta pastagem foi utilizada em outras pesquisas nas quais a adubação não era o fator em estudo. A área experimental pertence ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa-MG (20°45' S; 42°51' W; 651 m).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso, com relevo medianamente ondulado. Em função da análise do solo, realizou-se adubação com 100 kg/ha de P₂O₅, na forma de superfosfato simples, e 150 kg/ha de K₂O, na forma de cloreto de potássio, aplicados em cobertura, em toda a área experimental.

Avaliaram-se quatro doses de nitrogênio (75, 150, 225 e 300 kg/ha.ano), aplicadas antes do início das avaliações. O adubo nitrogenado (uréia) foi distribuído em três aplicações (14-11-01, 26-01-02 e 21-03-02), à exceção da dose de 75 kg/ha.ano, que foi dividida apenas entre as duas primeiras aplicações. As unidades experimentais constituíram-se de oito piquetes com áreas de 0,2 a 0,4 ha, variando o tamanho inversamente à dose de N para permitir taxa de lotação mais uniforme em todos os piquetes. Adotou-se o delineamento em blocos completos ao acaso, com duas repetições.

No período de 9 de novembro de 2001 a abril de 2002, a pastagem foi manejada sob lotação contínua, com taxa de lotação variável, utilizando-se novilhos mestiços Nelore com peso inicial de 180 a 210 kg. Em cada piquete, até abril de 2002, foram mantidos dois animais, como mínimo. A altura média da pastagem foi mantida em torno de 20 cm, pela adição ou retirada dos animais reguladores (*put and take*). No período de maio a novembro de 2002, foram realizados dois pastejos lenientes: um de 29/06 a 06/07 e o outro de 02 a 10/09, para manutenção da mesma altura média (20 cm) da pastagem.

A altura da pastagem foi monitorada semanalmente por meio de 50 medidas, realizadas ao acaso em cada piquete utilizando-se uma régua com divisões de 1 cm. Os animais foram colocados ou removidos dos piquetes, conforme a altura da pastagem (acima ou abaixo do desejado), durante o período de novembro de 2001 a abril de 2002. Os dados climáticos referentes ao período experimental encontram-se na Tabela 1.

As avaliações foram realizadas no período de março a novembro de 2002, utilizando-se, para as análises estatís-

Tabela 1 - Médias mensais das temperaturas máxima, mínima e média diária, precipitação pluvial total mensal e evaporação média mensal durante o período de março a novembro de 2002

Table 1 - Monthly averages of the maximum, minimum and daily average temperatures, monthly total rainfall and monthly average evaporation from March to November 2002

Mês Month	Temperatura média do ar (°C) Air average temperature (°C)			Precipitação (mm) Rainfall (mm)	Evaporação Evaporation
	Máxima Maximum	Mínima Minimum	Média Average		
Março (March)	29,6	18,3	24,0	98,5	78,8
Abril (April)	30,8	17,1	24,0	1,8	85,0
Mai (May)	26,4	15,2	20,8	37,6	64,9
Junho (June)	26,2	12,2	19,2	2,2	68,4
Julho (July)	24,9	12,5	18,7	1,6	66,8
Agosto (August)	27,7	13,0	20,4	0,1	104,6
Setembro (September)	25,0	14,6	19,8	77,2	85,2
Outubro (October)	29,8	16,2	23,0	29,5	145,1
Novembro (November)	27,8	18,1	23,0	218,2	80,2

Fonte: Estação meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV.

Source: UFV meteorological station, Agricultural Engineering Department.

ticas, os valores médios relativos aos meses de março (verão), abril, maio e junho (outono), julho, agosto, setembro (inverno), outubro e novembro (primavera).

Para avaliação do índice de área foliar (IAF), foram colhidas três amostras de forragem por piquete, em áreas de 0,16 m² onde a pastagem apresentava altura média de 20 cm, efetuando-se o corte das plantas rente ao solo, em intervalos de 30 dias.

As amostras foram pesadas e, posteriormente, subamostradas e fracionadas em lâminas foliares, colmos (colmo + bainha foliar) e material morto (perfilhos e folhas mortos). Após a separação destes componentes das plantas, a área foliar de uma subamostra das lâminas foliares verdes foi mensurada, utilizando-se o medidor de área (Delta T Devices, Ltda). As lâminas foliares e os demais componentes da planta foram secos em estufa a 65°C até atingir massa constante. Após secagem, as frações das amostras foram pesadas em balança analítica e, por meio das relações massa seca (MS) x área de folhas verdes, estimaram-se a área total de folhas verdes na área amostrada (0,16 m²) e o IAF correspondente (área de folhas/área de solo). O IAF médio por piquete foi calculado a partir das três amostras de massa de forragem. A composição morfológica da pastagem foi expressa por meio da proporção de massa de lâmina, colmo e material morto, em relação à MS total da forragem de cada amostra.

Foram avaliados o número de folhas vivas, o comprimento da lâmina foliar, o alongamento e a senescência da lâmina foliar em perfilhos marcados por anéis numerados, visando estimar o alongamento e a senescência foliares. Três grupos de seis perfilhos foram identificados aleatoriamente, em áreas distintas do piquete com altura de 20 cm, e protegidos do pastejo, por meio de gaiolas teladas de 1,5 x 1,0 x 1,5 m, realizando-se, a cada mês, a marcação dos novos perfilhos.

Com o auxílio de uma régua, foram efetuadas, três vezes por semana, durante 15 dias, medições do comprimento das lâminas foliares e do colmo dos perfilhos marcados.

O comprimento da lâmina emergente foi medido do seu ápice até a lígula da última folha expandida e o da lâmina expandida, da lígula até seu ápice. O comprimento do colmo correspondeu à medida do nível do solo à lígula da última folha expandida. A partir dos resultados referentes ao estudo de crescimento de folhas, foram calculadas as seguintes variáveis:

a) taxa de alongamento foliar (TAIF, mm/perfilho.dia) – diferença entre os comprimentos finais das lâminas e seus comprimentos iniciais dividida pelo número de dias decorridos na avaliação;

b) taxa de alongamento de colmo (TAIC, mm/perfilho.dia) – diferença entre os comprimentos finais dos colmos e seus comprimentos iniciais dividida pelo número de dias decorridos na avaliação;

c) comprimento final da folha (CF, cm) – distância do ápice à lígula da folha completamente expandida de cada folha do perfilho.

d) taxa de senescência foliar (TSeF, mm/perfilho.dia) – área da lâmina foliar ainda verde nos perfilhos marcados. Por esta medida, calculou-se, indiretamente, a perda de tecido morto (em mm) de cada perfilho, dividindo-se o valor encontrado pelo número de dias decorridos na avaliação.

A análise de variância dos dados foi realizada segundo o procedimento PROC MIXED do pacote estatístico SAS, versão 8.0 para Windows (SAS Institute, 2002). O efeito das estações do ano sobre as características morfológicas e estruturais foi avaliado utilizando-se o teste Tukey, a 5% de significância, e o efeito das doses de nitrogênio, por meio de equações de regressão.

Resultados e Discussão

Não houve significância para a interação doses de nitrogênio × estação do ano para as características morfológicas, de modo que os efeitos se limitaram aos fatores isolados de N (Figura 1) e à estação do ano (Tabela 2). As características morfológicas de *Brachiaria decumbens* variaram com a estação do ano: no verão, a taxa de alongamento de folha (TAIF) e colmo (TAIC) foi superior à das outras estações (Tabela 2). Os maiores valores de TAIF e TAIC verificados no verão foram ocasionados por condições ambientais favoráveis, como luz, temperatura, disponibilidade de nutrientes e, principalmente, disponibilidade de água, visto que as maiores precipitações pluviais foram registradas neste período (Tabela 1). Os valores médios da TAIC do capim-braquiária neste experimento corroboram aqueles obtidos por Cavalcante (2001) e Gomide et al. (1997) na mesma gramínea.

Em plantas forrageiras tropicais, a fração colmo, importante para o crescimento, interfere na estrutura do dossel e nos processos de competição por luz. Pinto et al. (2001) observaram que, em plantas do gênero *Cynodon* sob lotação contínua, aproximadamente 60 a 75% do crescimento foi proveniente do alongamento de colmo, e não apenas da expansão de folhas.

Entretanto, o menor valor de TAIF registrado no inverno também pode ser explicado pelas limitações das condições ambientais (Tabela 1). Segundo Ludlow & Ng (1977), a expansão foliar é um dos processos fisiológicos mais sensíveis ao déficit hídrico, pois interrompe o alongamento de folhas e raízes muito antes que os processos de fotossíntese e divisão de células sejam afetados. Isso ocorre porque a divisão e, principalmente, o crescimento das células são processos extremamente sensíveis ao turgor celular (Ludlow & Ng, 1977).

Não houve efeito significativo das doses de nitrogênio para a TAIC, no entanto, a TAIF apresentou resposta linear positiva com as doses de N aplicadas (Figura 1), confirmando os resultados encontrados por Mazzanti et al. (1994), Duru & Ducrocq (2000), Alexandrino et al. (2005) e Garcez Neto et al. (2002). Ainda, a resposta ao N (0,0018 mm/perfilho.dia) foi de pequena magnitude, provavelmente porque avaliou-se o efeito do parcelamento do nitrogênio em pastagem mantida em mesma altura, considerando-se, o ano todo, valores médios de verão, outono, inverno e primavera.

Independentemente da magnitude, o efeito da adubação nitrogenada sobre a TAIF pode ser atribuído à grande influência de N nos processos fisiológicos da planta. Entre os benefícios da aplicação de N, destaca-se o estímulo ao desenvolvimento dos primórdios foliares, o aumento do número de folhas vivas por perfilho, a diminuição do intervalo de tempo para aparecimento de folhas, a redução da senescência foliar e o estímulo ao perfilhamento (Paciullo et al., 1998).

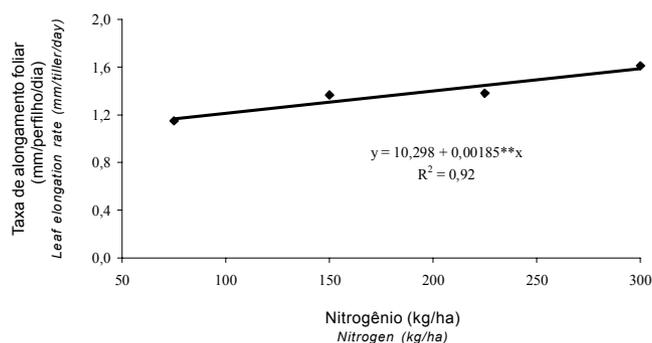


Figura 1 - Taxa de alongamento foliar (mm/perfilho.dia) de *Brachiaria decumbens* sob pastejo, de acordo com as doses de nitrogênio. Significativo a 1% (**).

Figure 1 - Leaf elongation rate (mm/tiller.day) in *Brachiaria decumbens* under grazing, as function of nitrogen level. Significant at 1% level (**).

Tabela 2 - Taxas de alongamento de foliar (TAIF), alongamento de colmo (TAIC) e senescência foliar (TSeF) (mm/perfilho.dia) de *Brachiaria decumbens* em pastagem adubada com nitrogênio e mantida a 20 cm de altura durante quatro estações do ano de 2002

Table 2 - Leaf elongation rate (LER), stem elongation rate (SER) and leaf senescence rate (LSR) (mm/tiller.day) of *Brachiaria decumbens* in pasture fertilized with nitrogen and maintained at 20 cm height, during four seasons in 2002

Característica Characteristic	Verão Summer	Outono Fall	Inverno Winter	Primavera Spring
	mm/perfilho.dia mm/tiller.day			
TAF (LER)	2,56 a	1,07 b	0,76 c	1,11 b
TAC (SER)	1,07 a	0,19 c	0,14 c	0,36 b
TSF (LSR)	0,24 c	0,32 c	0,41 b	0,54 a

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem ($P > 0,05$) pelo teste Tukey.
Averages followed by the same letter, in the rows, do not differ ($P > 0,05$) by Tukey test.

Duru & Ducrocq (2000), em estudo sobre *Dactylis glomerata*, observaram aumento significativo na TAIF (76 a 80%), em comparação à não-aplicação de N com a dose de 120 kg/ha, sem que houvesse efeito dos regimes de corte. Garcez Neto et al. (2002) também constataram aumentos médios de 52, 92 e 133% na TAIF em *Panicum maximum* cv. Mombaça quando as doses de N variaram de 0 a 200 mg/dm³, ratificando o significativo papel deste nutriente no comportamento desta variável. A grande variação nos valores de TAIF relatada por esses autores pode ser atribuída às espécies forrageiras, às condições adequadas em água, luz, nutrientes e temperatura do experimento e ao efeito imediato da aplicação de N. Por outro lado, o baixo incremento nas TAIF do capim-braquiária verificado neste trabalho se deve à avaliação da forrageira em pastejo, mantida à mesma altura, e ao efeito do parcelamento das doses de N.

Não houve efeito significativo das doses de N sobre a TSeF, cuja variação se limitou ao efeito das estações do ano (Tabela 2), de modo que a TSeF na primavera, a TSeF foi superior àquelas das demais estações. Em trabalhos realizados por Cavalcante (2001) e Pinto et al. (2001), também foi verificado efeito da época de avaliação sobre a TSeF. Neste experimento, a ausência de efeito das doses de N sobre a senescência foliar pode ser atribuída à uniformidade da altura (20 cm) da pastagem, mantida em todos os piquetes por meio do ajuste na taxa de lotação.

A TSeF elevou-se com o decorrer das estações de verão, outono, inverno e primavera, o que provavelmente resultou do maior índice de precipitação pluvial durante o verão, acelerando o fluxo de biomassa e propiciando elevada TSeF durante o outono-inverno. Embora o déficit hídrico não fosse tão acentuado na primavera, foram registradas as maiores TSeF, possivelmente em razão da maior idade média das folhas nesse período.

Outra explicação para a ocorrência de alta TSeF na primavera pode ser aquela relatada por Wilson & Mannetje (1978), que, ao analisarem os efeitos das variáveis ambientais sobre a senescência foliar de *Panicum maximum* e *Cenchrus ciliaris*, constataram aumento da senescência sob intenso estresse hídrico após períodos úmidos.

Independentemente da época de avaliação, a adubação nitrogenada não influenciou a TSeF, o que também foi observado por Oliveira (2002). Entretanto, a maioria dos estudos concernentes a gramíneas indicam redução na TSeF com a aplicação de doses de N (Mazzanti & Lemaire, 1994).

Não se observou significância da interação doses de nitrogênio × estações do ano sobre o número de folhas emergentes (NFEm), expandidas (NFEx) e vivas (NFV) por

perfilho e o comprimento final da folha (CFF), que variaram com as estações do ano (Tabela 3). Segundo o modelo linear (Figura 2), entre estas variáveis, apenas o comprimento da folha expandida variou com as doses de N.

Os maiores valores de NFV e CFF (Tabela 3) ocorreram durante o verão, estação que apresentou condições climáticas favoráveis (Tabela 1) ao crescimento dos perfilhos de *Brachiaria decumbens*. Variações nessas características determinam mudanças na estrutura e composição morfológica da pastagem, decorrentes de modificações nas condições ambientais, sobretudo a precipitação pluvial, a luminosidade e a temperatura, conforme a época do ano (Hotsonyame & Hunt, 1998).

Os resultados da influência das estações do ano no NFV (Tabela 3) foram semelhantes aos encontrados na literatura (Van Esbroeck et al., 1997; Da Silva et al., 1998). Além disso, em gramíneas, esta característica pode variar amplamente de uma espécie para outra. Lemaire & Chapman (1996) reportaram a existência de 2,5 folhas vivas por perfilho, em *Festuca arundinacea*, enquanto Setelich (1999), de até 10 folhas vivas por perfilho, em *Pennisetum purpureum* cv. Mott.

O número médio de folhas emergentes (NFEm) foi inferior ao reportado por Corsi et al. (1994) para *B. decumbens*, provavelmente em razão do efeito imediato do nitrogênio aplicado por esses autores antes das avaliações morfológicas.

O aumento do CFF em resposta à adubação nitrogenada (Figura 2), no entanto, pode ser explicado pelo provável incremento no número de células em processo de divisão, estimulando a produção de novas células e proporcionando aumento na taxa de alongamento de folhas, o que pode ter contribuído para mudanças no tamanho da lâmina foliar. Embora o efeito do N no CFF fosse significativo, os incrementos foram muito pequenos (0,007 cm/kg de N). Essas condições são diferentes daquelas adotadas por Alexandrino et al. (2005), em estudo com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a cortes, em que o CFF respondeu de forma quadrática às doses de N, resultando em máximo CFF na dose estimada de N de 331,68 mg/dm³ de solo, com incremento de 0,363 mm/mg de N, muito superior à deste experimento. As possíveis explicações para a maior resposta são o efeito imediato da aplicação do N, a espécie forrageira e as condições proporcionadas no experimento.

As mudanças na estrutura e composição morfológica da pastagem, decorrentes do número de folhas verdes por perfilho e do tamanho final da folha, determinam a quantidade máxima de tecido foliar verde que um perfilho acumula, que, associada ao número de perfilhos por área, contribui

Tabela 3 - Número de folhas emergentes (NFEm), expandidas (NFEx) e de folhas vivas (NFV) por perfilho e comprimento final da folha (CFF) de *Brachiaria decumbens* em pastagem adubada com nitrogênio e mantida a 20 cm de altura durante quatro estações no ano de 2002

Table 3 - Number of emergent (EmLN), expanded (ExLN) and alive leaves (AFN) per tiller and leaf final length (LFL, cm) of *Brachiaria decumbens* in pasture fertilized with nitrogen and kept at of height 20 cm, over the four seasons in 2002

Característica Characteristic	Verão Summer	Outono Fall	Inverno Winter	Primavera Spring
NFEm (EmLN)	1,12b	1,07b	1,04b	1,21a
NFEx (ExLN)	4,26a	4,08ab	3,85bc	3,73c
NFV (AFN)	5,39a	5,16ab	4,90b	4,94b
CFF (cm) (LFL, cm)	15,23a	13,18b	9,75c	15,97a

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem ($P>0,05$) pelo teste Tukey.
Averages followed by the same letter, in the rows, do not differ ($P>0,05$) by Tukey test.

para o índice de área foliar. Esta variável é importante para a eficiência de absorção luminosa, a capacidade fotossintética do relvado e, conseqüentemente, para a produtividade da pastagem (Lemaire, 1997).

Não foi constatada significância da interação doses de nitrogênio \times estações do ano sobre o IAF, de modo que os efeitos se limitaram aos fatores isolados de N e à estação do ano (Figura 3 e Tabela 4).

O IAF aumentou linearmente com as doses de N (Figura 3), como relatado por Clavero Cepeda (1993b), provavelmente em razão do efeito do N no CFF e na TAIF.

Paciullo et al. (1998) também constataram em capim-elefante cv. Mott efeito positivo de 0,019 unidades/kg.ha de N no IAF. Entretanto, apesar do efeito positivo da aplicação de N, os incrementos no IAF de 0,0068 unidades/kg.ha de N (Figura 3) foram muito baixos, talvez porque o efeito do parcelamento do nitrogênio foi avaliado em pastagem mantida em mesma altura, considerando-se, o ano todo, valores médios de verão, outono, inverno e primavera.

Os valores de IAF variaram de 3,99, no verão, a 1,86, no inverno (Tabela 4). Valores similares foram relatados por Cavalcante (2001) e Grasselli (2002), que trabalharam com *Brachiaria decumbens* submetida a intensidades de pastejo mas não constataram efeito da intensidade de pastejo ou da época de avaliação sobre o IAF. No entanto, Gomide et al. (1997), em estudo com *Brachiaria decumbens* submetida a alturas de corte de 10 a 50 cm, encontraram valores de IAF superiores (3,3 a 8,4) aos observados neste experimento.

Os valores de IAF também foram inferiores aos reportados por Brougham (1957), em *Lolium perene*. Esse autor verificou que 95% de interceptação de luz foi obtida com IAF igual a 5,0, em azevém perene. Os valores de IAF ótimo oscilam de 2 a 3 até valores maiores que 15, conforme a espécie (Brougham, 1957; Mott & Popenoe, 1977). Todavia, o IAF, durante o período de inverno (1,86), não atingiu o valor ótimo, pois foi prejudicado pelas condições adversas, atuando na morfologia das plantas do capim-braquiária e compro-

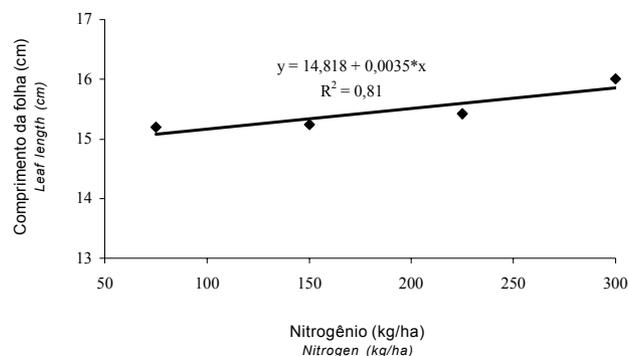


Figura 2 - Comprimento final das folhas (cm) de *Brachiaria decumbens*, em função das doses de nitrogênio. Significativo a 1 (*).

Figure 2 - Leaf final length (cm) in *Brachiaria decumbens* under grazing, as function of nitrogen rate. Significant at 1% level (*).

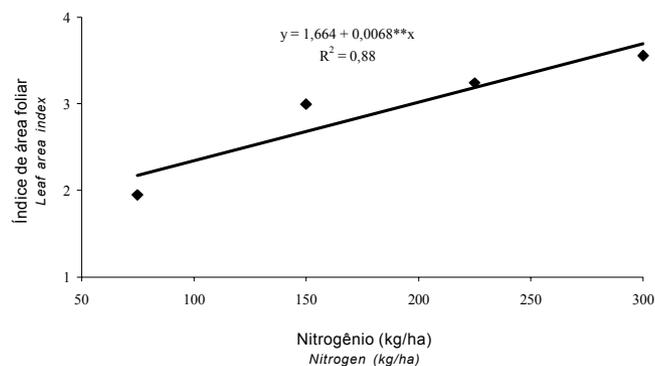


Figura 3 - Índice de área foliar em pastagem de *Brachiaria decumbens* mantida a 20 cm de altura, em função das doses de nitrogênio. Significativo a 1% (**).

Figure 3 - Leaf area index in the *Brachiaria decumbens* pasture kept at height 20 cm, as function of nitrogen rate. Significant at 1% level (**).

Tabela 4 - Índice de área foliar (IAF) e composição morfológica de *Brachiaria decumbens* em pastagem adubada com nitrogênio mantida a 20 cm de altura durante as quatro estações do ano de 2002

Table 4 - Leaf area index (LAI) and morphological composition of the *Brachiaria decumbens* in a pasture fertilized with nitrogen and kept at height 20 cm over the four seasons of 2002

Característica Characteristic	Verão Summer	Outono Fall	Inverno Winter	Primavera Spring
IAF LAI	3,99a	3,21b	1,86c	2,67b
Material morto (%) Dead material (%)	32,5c	45,8b	61,8a	47,1b
Lâmina foliar (%) Leaf blade (%)	23,0a	15,9b	11,6c	20,2a
Colmo (%) Stem (%)	44,5a	38,3b	26,6d	32,7c

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem ($P>0,05$) pelo teste Tukey.

Averages followed by the same letter, in the rows, do not differ ($P>0.05$) by Tukey test.

metendo o crescimento e a manutenção da produtividade das plantas.

Os resultados apontam redução nos valores de IAF à medida que a estação do ano avançou do verão-outono para o inverno (Tabela 4). Clavero Cepeda (1993a) também registrou diferenças no IAF em *Cenchrus ciliaris*, conforme a estação do ano. Neste contexto, Marshall (1987) destacou a importância dos fatores ambientais, principalmente a temperatura, o fotoperíodo e a luz, na taxa de aparecimento de folhas, na variação estacional no IAF.

Essa variação do IAF (Tabela 4) com as estações do ano era esperada, uma vez que a pastagem foi mantida em mesma altura (20 cm) em todos os piquetes, o que também foi observado por Fagundes et al. (1999a). Os baixos valores de IAF encontrados no inverno resultaram das condições climáticas adversas (Tabela 1) e, aliados aos menores valores de NFV e ao CFF, contribuíram para o baixo IAF. Por outro lado, os maiores valores de IAF encontrados no verão decorreram do maior tamanho e número de folhas em resposta às doses de N, o que influenciou a taxa de alongamento foliar.

A composição morfológica do capim-braquiária foi influenciada pela adubação nitrogenada e, sobretudo, pela estação do ano. Os percentuais de colmo e material morto (Figuras 4 e 5) foram ajustados às regressões lineares positiva e negativa, respectivamente, enquanto as porcentagens de lâmina foliar (Figura 5) dependeram da interação doses de N \times estação do ano, que foi ajustada, conforme as doses de N, pelos modelos quadrático (verão, inverno e primavera) e linear (outono). Este efeito diferencial da estação do ano sobre os componentes lâmina foliar, colmo e material morto pode ser atribuído a fatores climáticos que atuam na morfologia das plantas, alterando as relações lâmina:colmo e material vivo:morto.

Entre os componentes morfológicos de uma gramínea, o colmo tem as funções de sustentação no arranjo espacial da planta e translocação de assimilados para as folhas, sendo

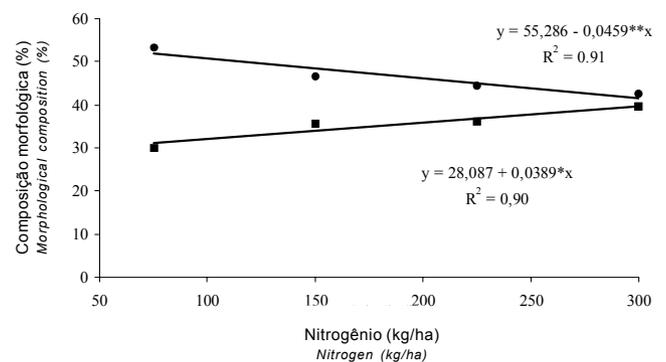


Figura 4 - Porcentagens de colmo (■) e material morto (●) em pastagem de *Brachiaria decumbens* mantida a 20 cm de altura, em função das doses de nitrogênio. Significativo a 1% (**) e 5% (*).

Figure 4 - Stem (■) and dead material (●) percentages, in the *Brachiaria decumbens* pasture kept at of height 20 cm, as a function of nitrogen rates. Significant at 1% (**) and 5% levels (*).

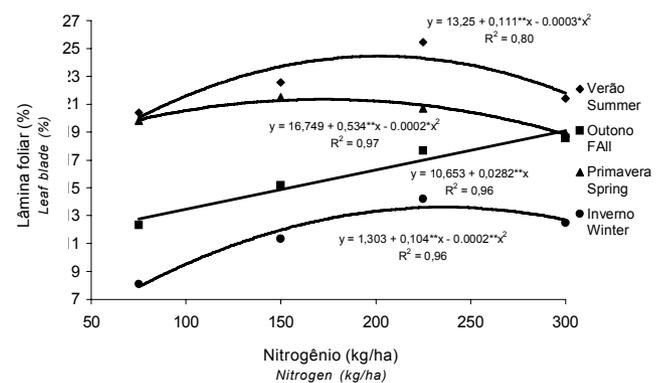


Figura 5 - Porcentagem de lâmina foliar em pastagem de *Brachiaria decumbens* mantida a 20 cm de altura, em função das doses de nitrogênio e das estações do ano. Significativo a 1% (**) e 5% (*).

Figure 5 - Leaf blade percentage in the *Brachiaria decumbens* pasture kept at height 20 cm, as a function of nitrogen rate. Significant at 1% (**) and 5% levels (*).

importante principalmente em condições favoráveis ao crescimento. Talvez isso explique as maiores proporções de colmo nas épocas de condições climáticas favoráveis ao crescimento e desenvolvimento do capim-braquiária. Ao final do déficit hídrico, o crescimento foi retomado e a proporção de colmo voltou a aumentar na primavera (Tabela 4).

Segundo Korte & Harris (1987), a composição morfológica do relvado mantido à mesma altura sofre maior influência das condições climáticas. Assim, a proporção de material morto no dossel, ao longo do período experimental, esteve relacionada à estação do ano e ao efeito da adubação nitrogenada.

Observou-se acentuado efeito das doses de N e das épocas de avaliação sobre os materiais vivo e morto. Os percentuais de material morto obtidos para o capim-braquiária são considerados elevados e, em decorrência da mudança na estrutura das pastagens promovida pelos animais em pastejo, apresentaram indício de baixa eficiência de utilização da forragem produzida (Euclides et al., 1998; Fagundes et al., 1999b).

Conclusões

A taxa de alongamento foliar, o comprimento final da folha, o índice de área foliar e as porcentagens de colmo e de lâmina foliar de *Brachiaria decumbens* sob pastejo aumentam linearmente, enquanto a porcentagem de material morto decresce com as doses de nitrogênio.

As taxas de alongamento de colmo e de senescência foliar e os números de folhas vivas, expandidas e emergentes não são influenciados pelas doses de nitrogênio.

As taxas de alongamento foliar e de colmo, o número de folhas vivas, o comprimento final da folha, o índice de área foliar e as porcentagens de lâmina foliar e de colmo de *Brachiaria decumbens* variam entre as estações do ano, apresentando valores menores no inverno.

Literatura Citada

- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR., D.; REGAZZI, A. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.27, p.17-24, 2005.
- BROUGHAM, R.M. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. *Australian Journal Agriculture Research*, v.9, p.39-52, 1957.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C. Validação de técnicas experimentais para avaliação de características agrônomicas e ecológicas de pastagens de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross-1. *Scientia Agricola*, v.56, p.489-499, 1999.
- CAVALCANTE, M.A.B. **Características estruturais e acúmulo de forragem em relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob pastejo, em diferentes alturas.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- CLAVERO CEPEDA, T. Efecto de la defoliación sobre el crecimiento, área foliar e intercepción de luz en pastos tropicales. *Revista de Agronomía (LUZ)*, v.10, p.57-67, 1993b.
- CLAVERO CEPEDA, T. Interrelacion entre índice de área foliar, intercepción de luz y crecimiento del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). *Revista de Agronomía (LUZ)*, v.10, p.39-55, 1993a.
- CORSI, M.; BALSALOBRE, M.A.; SANTOS, P.M. et al. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de braquiária. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994. p.249-66.
- DA SILVA, S.C.; PASSANEZI, M.M.; CARNEVALLI, R.A. et al. Bases para o estabelecimento do manejo de *Cynodon* spp. para pastejo e conservação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1998. p.129-150.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Ontogenic development and effect of temperature. *Annals of Botany*, v.85, p.635-643, 2000.
- EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; ARRUDA, Z.J. et al. Desempenho de novilhos em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidas a diferentes regimes alimentares. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, p.246-254, 1998.
- FAGUNDES, J.L.; SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. et al. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. *Scientia Agricola*, v.56, p.1141-1150, 1999a.
- FAGUNDES, J.L.; SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. et al. Intensidades de pastejo e a composição morfológica de pastos de *Cynodon* spp. *Scientia Agricola*, v.56, p.897-908, 1999b.
- GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JR., D.; REGAZZI, O. et al. Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, p.1890-1900, 2002.
- GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S. et al. Fluxo de tecidos em *Brachiaria decumbens*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.117-119.
- GRASSELLI, L.C.P. **Características estruturais e morfológicas e acúmulo de forragem em relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob pastejo, a diferentes alturas.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 50p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- HOTSONYAME, G.K.; HUNT, L.A. Seeding date, photoperiod and nitrogen effects on specific leaf area of field-grown wheat. *Canadian Journal Plant Science*, v.78, p.51-61, 1998.
- KORTE, C.J.; SHEATH, G.W. Herbage dry matter production. The balance between growth and death. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, v.40, p.152-161, 1979.
- KORTE, C.J.; HARRIS, W. Effects of grazing and cutting In: SNAYDON, R.W. (Ed.) *Ecosystems of the world: Managed grassland analytical studies*. Amsterdam: Elsevier Science Publisher, 1987. p.71-79.
- LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: Tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.117-144.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D.F. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.). *The ecology and management of grazing systems*. Oxon: CAB International, 1996. p.3-36.
- LUDLOW, M.M.; NG, T.T. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. *trichoglume* following removal of water stress.

- Australian Journal of Plant Physiology**, v.42, p.263-272, 1977.
- MARSHALL, C. Physiological aspects of pasture growth. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) **Managed grasslands: analytical studies ecosystems of the world**. Amsterdam: Elsevier Science, 1987. p.29-46.
- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. The effect nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. 1 - Herbage growth dynamics. **Grass and forage Science**, v.49, p.111-120, 1994.
- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue continuously grazed by sheep. 2 - Consumption and herbage efficiency utilization. **Grass and forage Science**, v.49, p.352-359, 1994.
- MOTT, G.O.; POPENOE, H.L. Grasslands. In: ALVIM, P.T., KOZLOWSKI, T.T. (Ed.) **Ecophysiology of tropical crops**. New York: Academic Press, 1977. p.157-186.
- OLIVEIRA, M.A. **Características morfofisiológicas e valor nutritivo de gramíneas forrageiras do gênero *Cynodon* sob diferentes condições de irrigação, fotoperíodo, adubação nitrogenada e idades de rebrota**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 142p. Dissertação (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; RIBEIRO, K.G. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 1. Rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.1069-1075, 1998.
- PINTO, L.F.M.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. et al. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, v.58, p.439-447, 2001.
- PINTO, J.C.; GOMIDE, J.A.; MAESTRI, M. et al. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.327-332, 1994.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. Disponível em: <http://sasdocs.ucdavis.edu>. Acesso em: 20 de abril de 2002.
- SETELICH, E.A. **Resposta à adubação nitrogenada de capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum. CV. MOTT), sob pastejo no alto vale do Itajaí, Santa Catarina**. Porto Alegre, 1999. 132f. Tese (Doutorado), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- Van ESBROECK, G.A.; HUSSEY, M.A.; SANDERSON, M.A. Leaf appearance rate and final leaf number of switchgrass cultivars. **Crop Science**, v.37, p.864-870, 1997.
- WILSON, R.J.; MANNETJE, L. Senescence, digestibility and carbohydrate content of Buffel grass and Green Panic leaves in swards. **Australian Journal Agriculture Research**, v.29, p.503-516, 1978.

Recebido: 14/06/04
Aprovado: 25/08/05