

Características morfofisiológicas do capim-aruaana sob diferentes doses de nitrogênio

Morphological characteristics of aruana grass under different nitrogen levels

POMPEU, Roberto Cláudio Fernandes Franco¹; CÂNDIDO, Magno José Duarte²;
LOPES, Marcos Neves²; GOMES, Fernando Henrique Teixeira³; LACERDA,
Claudivan Feitosa de⁴; AQUINO, Boanerges Freire⁵; MAGALHÃES, João Avelar⁶

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa Caprinos e Ovinos, Sobral, Ceará, Brasil.

²Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Fortaleza, Ceará, Brasil.

³Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil.

⁴Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Fortaleza, Ceará, Brasil.

⁵Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciência dos Solos, Fortaleza, Ceará, Brasil.

⁶Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa Meio-Norte, Parnaíba, Piauí, Brasil.

*Endereço para correspondência: roberto_agronomia@yahoo.com.br

RESUMO

Avaliaram-se as características morfofisiológicas do capim-aruaana sob regime de corte em casa de vegetação com três doses de adubação nitrogenada (125; 250 e 375mg/dm³ de N) mais o controle (sem adubação) num delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. A taxa de transpiração foliar e de fotossíntese líquida respondeu de forma linear crescente às doses de nitrogênio (N). Constatou-se comportamento linear decrescente para concentração interna de CO₂ com incrementos na adubação nitrogenada. Observou-se efeito linear crescente e decrescente dos níveis de N sobre a taxa de alongamento foliar e filocrono, respectivamente. Não foi observado efeito dos níveis de N sobre a taxa de senescência foliar anterior, porém a taxa de senescência foliar posterior apresentou efeito linear crescente com as doses de N. A taxa de acúmulo da cultura, a densidade populacional de perfilhos e a relação folha/colmo não foram afetadas pelos níveis de N. Observou-se efeito linear positivo dos níveis de N sobre altura de plantas, número de folhas vivas por perfilho, taxa de crescimento da cultura, biomassa de forragem total, de forragem morta, de forragem verde, de lâmina

foliar e de colmo verde. As características morfofisiológicas do capim-aruaana são favorecidas pela adubação nitrogenada em doses elevadas.

Palavras-chave: adubação, morfogênese, *Panicum maximum*, trocas gasosas

SUMMARY

Morphological characteristics of Aruana grass under cut in greenhouse under different N levels were evaluated. A completely randomized design with three nitrogen levels (125; 250 e 375mg/dm³ of N) plus control (no fertilization) and six replicates was used. The leaf transpiration rate and the leaf photosynthesis rate presented linear response to the N fertilization. It was observed increment of 14.52% to the 375 mg/dm³ of N in relation to 0 mg•dm⁻³ of N on internal CO₂ concentration. It was observed the linear crescent and decrescent response on the leaf elongation rate and phylochron, respectively. There was no effect of nitrogen fertilization on senescence rate leaves remaining before cut, however the senescence rate leaves remaining after cut presented linear

crescent effect under nitrogen fertilization levels. The net herbage accumulation, the tiller population density and the leaf/culm ratio were not affected by N levels. There was linear effect of nitrogen fertilization on plant height, number of leaves per tiller, forage production rate, total forage biomass, senescent forage biomass, green forage biomass, green leaf biomass and green culm biomass. The morphological characteristics of Aruana grass are favored by nitrogen fertilization at the highest levels.

Keywords: fertilization, gas exchange, morphogenesis, *Panicum maximum*

INTRODUÇÃO

Na região Nordeste do Brasil, a ovinocultura tem grande importância socioeconômica para a exploração de carne e pele. Ainda que possua rebanhos bastante expressivos, com cerca de 58,6% dos efetivos do país, estimados em 9.379.380 cabeças (IBGE, 2006), seus índices de produtividade não satisfazem o potencial dessa atividade na região, devido à baixa produtividade das pastagens, principalmente durante a época seca do ano.

Para superar tal dificuldade, tem sido ampliada a introdução de gramíneas exóticas na região, como as do gênero *Panicum*, que estão entre as mais largamente cultivadas sob pastejo intensivo no Brasil. O capim-aruana tem sido utilizado em pastagens que visam à exploração de ovinos, em função do porte baixo, da elevada capacidade de emitir folhas e perfilhos com rápida rebrotação após o corte graças ao elevado número de gemas basais, além da excelente aceitabilidade pelos animais (BIACHINI et al., 1999) e do hábito de crescimento variável entre o cespitoso e o decumbente.

Os processos de formação e desenvolvimento de folhas são

fundamentais para o crescimento vegetal, que depende de fatores bióticos e abióticos, como água, luz, temperatura e nutrientes. Dentre os nutrientes essenciais, o nitrogênio tem importância fundamental para a nutrição de plantas por ser constituinte essencial das proteínas e interferir diretamente no processo fotossintético por sua participação na molécula de clorofila (TAIZ & ZEIGER, 2004). Numerosos trabalhos têm tratado dos efeitos do N sobre as características morfológicas de gramíneas forrageiras tropicais, tais como em braquiárias, espécies do gênero *Cynodon* e algumas cultivares de *Panicum maximum*, como Colômbio, Tanzânia e Mombaça (FAGUNDES et al., 2005; GARCEZ NETO et al., 2002; MARTUSCELLO et al., 2006; MESQUITA & NERES, 2008). Além das cultivares de *Panicum maximum* mencionadas, a cultivar Aruana, merece ser mais explorada pela experimentação, de modo a serem consideradas suas características de tolerância ao pastejo intenso e sua excelente aceitabilidade pelos animais, com uma produção significativa de matéria seca anual.

Existem poucas informações acerca do comportamento dessa cultivar, razão pela qual este estudo foi conduzido. Objetivou-se verificar, com este trabalho, a influência de diferentes doses de N sobre a fisiologia, a morfogênese e as características estruturais do capim-aruana em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, pertencente ao Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará/UFC,

em Fortaleza/CE, entre dezembro de 2006 e fevereiro de 2007. A espécie utilizada foi *Panicum maximum* cv. Aruana, cultivada em solo Argissolo Amarelo (EMBRAPA, 1999), com as seguintes características: pH = 4,9; P e K = 4,0 e 66,5mg/dm³, respectivamente; Al = 0,3cmol_c/dm³; Ca + Mg = 2,6cmol_c/dm³; H + Al = 3,6cmol_c/dm³; CTCefetiva = 3,11cmol_c/dm³ e V% = 44%. Para as adubações, seguiu-se recomendação do CFSEMG (1999), para níveis de fertilidade sugeridos para gramíneas de alto potencial produtivo e com alto nível de produção.

Foram avaliadas três doses de nitrogênio (125; 250 e 375mg/dm³ de N correspondendo a 250; 500 e 750kg de N/ha/ano, respectivamente) mais o controle (sem adubação) em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições, num total de 24 vasos plásticos com capacidade de 4 litros.

Os vasos foram distribuídos aleatoriamente dentro da casa de vegetação. No momento do enchimento dos vasos, efetuou-se a correção do solo, com aplicação de uma dose de calcário dolomítico de 3,0g/vaso, equivalente a 1500kg/ha, de acordo com a análise de fertilidade, de elevação do teor de cálcio, do magnésio e do valor do pH. Durante o período de dez dias, as amostras receberam irrigação diária, com o objetivo de se acelerar a reação do corretivo.

A semeadura foi realizada com utilização de em média 50 sementes por vaso com desbaste efetuado após a emergência das plântulas para permanecer seis plantas por vaso.

O controle hídrico foi realizado duas vezes ao dia através da pesagem dos vasos, de modo que se mantivesse o solo na capacidade de campo. As temperaturas mínimas, máximas e

médias foram registradas no período e apresentaram valores de 28,0; 40,87 e 34,44°C, respectivamente. A umidade relativa do ar apresentou média de 71,87% durante o período experimental. Foram realizados dois cortes. O primeiro de uniformização teve como referência o comprimento horizontal do pseudocolmo, ou seja, todas as plantas dos vasos foram cortadas com um resíduo de 10cm de comprimento de colmo, 40 dias após a emergência das plântulas. Esse critério foi adotado para maior uniformização das plantas cortadas, visto que as mesmas apresentavam crescimento com diferentes graus de inclinação dos perfilhos. O segundo corte, de avaliação, seguiu o mesmo critério e foi realizado após um período de crescimento de 40 dias.

As adubações fosfatada (superfosfato simples), potássica (cloreto de potássio) e com micronutrientes (FTE BR-12) foram realizadas de acordo com os resultados da análise do solo. No crescimento de estabelecimento, a dose de nitrogênio para cada tratamento foi dividida em duas aplicações: a primeira metade aplicada logo após o desbaste final e a segunda metade aplicada após 20 dias. O fornecimento do fósforo (125mg/dm³ de P₂O₅), do potássio (240mg/dm³ de KCl) e dos micronutrientes (25mg/dm³ de FTE BR-12) foi aplicado de uma só vez, no ato da semeadura. Em todas as aplicações de nitrogênio, fez-se a diluição da ureia em água, para uma melhor uniformização de aplicação do fertilizante. O mesmo procedimento foi adotado na aplicação do potássio.

Para as avaliações fisiológicas, foi utilizado um analisador de CO₂ por radiação infravermelho (“Infra Red Gas Analyser – IRGA”, modelo LCI BioScientific). Em cada unidade experimental (vaso), foi escolhida a

folha recém-expandida de um perfilho do centro do vaso, com medições na parte mediana da folha sempre entre 9:00 e 11:30 horas. As variáveis analisadas foram: taxa de transpiração da folha (E), condutância estomática (Gs), temperatura interna da folha (TFOL), taxa de fotossíntese foliar (A) e concentração de dióxido de carbono (CO₂) na folha (CIC), mediante uma fonte de luz superficial e simulação de uma radiação fotossinteticamente ativa equivalente a 2.000µmol/m²/s.

Três perfilhos foram identificados aleatoriamente em cada vaso, por meio de anéis coloridos de fio telefônico para facilitar sua localização. Nos referidos perfilhos, registrou-se, a cada três dias, o comprimento total e o da porção verde das lâminas não completamente mortas a partir da lígula da própria folha, quando já expandida, ou da lígula da folha recém-expandida, quando emergente. O comprimento da porção senescente foi obtido pela diferença entre o comprimento total da lâmina foliar ao tempo de sua completa expansão e o comprimento de sua porção ainda verde. A estimativa do alongamento dos colmos foi efetuada por meio do registro da distância da lígula exposta mais alta em relação à base do colmo, de forma que fosse seguida a inclinação desses, em leituras sucessivas ao longo do período de crescimento.

Foram determinados os índices gravimétricos para alongamento de hastes, de folhas e para senescência foliar. Para tanto, ao final do período de crescimento do segundo corte (avaliação), foram colhidos todos os perfilhos do vaso, levados ao laboratório e separados em pseudocolmos, lâminas foliares expandidas e lâminas foliares emergentes. Cada uma dessas frações teve seu comprimento total registrado e

foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, durante 72 horas, e pesadas, com obtenção do índice de peso por unidade de comprimento da lâmina foliar emergente (α_1), da lâmina foliar expandida (α_2) e das hastes (β).

Assim, estimou-se a taxa de crescimento (TCC) e de acúmulo (TAC) da cultura, durante o período de descanso, a partir da taxa de alongamento foliar (TAIF) e de senescência (TSF) de lâmina foliar, da taxa de alongamento das hastes (TAIH) e da densidade populacional de perfilhos (DPP), conforme Davies et al. (1993).

Com o objetivo de se obter maior detalhamento da resposta do dossel aos tratamentos impostos, foram estimados os seguintes índices: razão TAIF1/TAIF2 com referência à razão entre as taxas de alongamento de lâminas foliares da primeira e da segunda folhas produzidas no início da rebrotação de cada perfilho. Sua estimativa enseja um maior vigor do pasto para aqueles que apresentem uma razão TAIF1/TAIF2 mais próxima de 1,0, ou seja, quando o alongamento da primeira lâmina foliar não está comprometido em razão, por exemplo, da mobilização de reservas orgânicas, uma situação em que o crescimento reinicia-se mais lentamente, a altura do pseudocolmo (Pseud), que expressa a elevação das hastes durante o período de descanso correspondem a TSFa e a TSFp referindo-se, respectivamente, à taxa de senescência de lâminas foliares formadas anteriormente ao pastejo e remanescentes deste e à taxa de senescência de lâminas foliares formadas posteriormente ao pastejo, ou seja, durante o período de descanso em apreço; a TST corresponde à taxa de senescência foliar total e representa a soma das senescências das folhas

remanescentes do crescimento anterior ao último pastejo com a senescência das folhas formadas após o último pastejo, ou seja, no período de descanso ($TST = TSFa + TSFp$); o filocrono (FIL), expressa o tempo, em dias, necessário para a completa expansão de uma folha, sendo esse momento visualmente caracterizado pela exposição da lígula e a densidade populacional de perfilhos (DPP), que foi estimada antes do corte, contando-se o número de perfilhos no vaso.

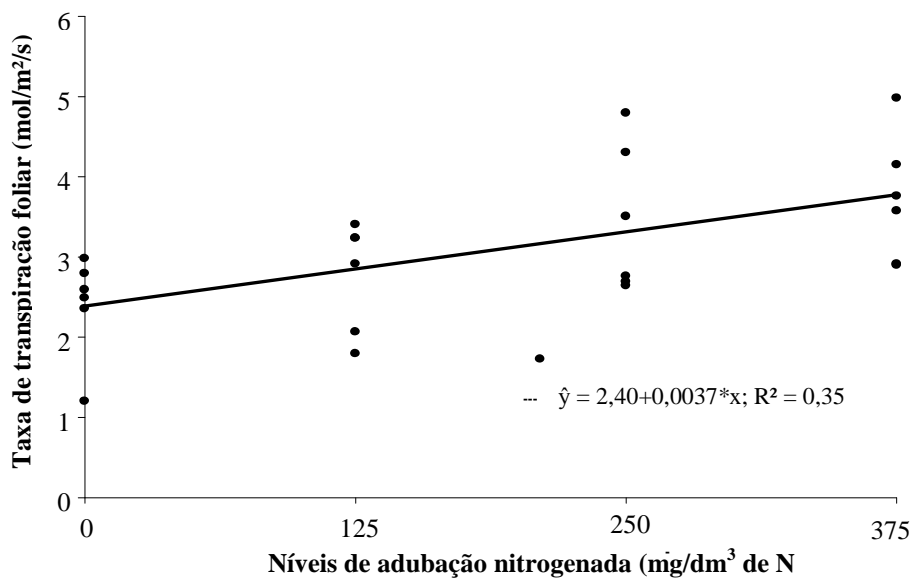
Para as características estruturais, na véspera do corte, foram avaliadas aleatoriamente, a altura da planta (Alt) e o número de folhas vivas por perfilho (F/P), com utilização, na primeira, de uma régua graduada, para amostragem de sete pontos por vaso, e na segunda contou-se o número de folhas expandidas, de modo que fossem consideradas aquelas em que a lígula se encontrava exposta, e quando a lígula ainda não estava exposta, contou-se como 0,5 folha, com amostragem de 9 perfilhos no vaso. As biomassas de forragem total (BFT), de forragem morta (BFM), de forragem verde (BFV), de lâmina foliar verde (BLV) e de colmo verde (BCV), bem como as relações material vivo/material morto (MV/MM) e folha/colmo, foram avaliadas a partir das medições morfológicas associadas aos respectivos índices gravimétricos e à densidade populacional de perfilhos. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão. Para se estimar a resposta aos níveis de adubação, a escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste “t”, de Student, ao nível

de 5% de probabilidade. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, utilizou-se o procedimento GLM do programa estatístico SAS (SAS Institute, 2003).

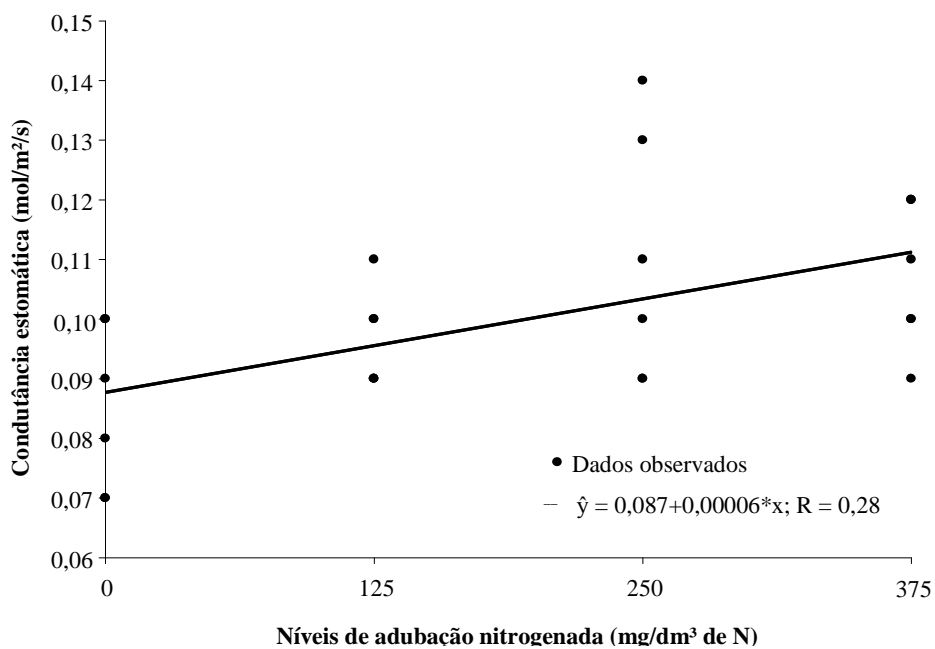
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de transpiração foliar (E) respondeu de forma linear crescente ($P < 0,05$) às doses crescentes de adubo nitrogenado, estimados em 2,40 e 3,79 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ para 0,0 e 375 mg/dm^3 de N, respectivamente (Figura 1). O mesmo comportamento foi observado para a condutância estomática (Gs), em que, para cada miligrama de N/ dm^3 , a Gs elevou-se em 0,00006 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (Figura 2), de modo que se situou positivamente em correlação com a taxa de transpiração foliar (0,71**).

Resultados semelhantes foram obtidos por Yin et al. (2009), que ao trabalharem com doses de adubação nitrogenada em duas cultivares de álamo observaram aumento na E e Gs com a elevação do N, devido à elevação na produção de folhas, levando ao aumento da fotossíntese líquida do dossel e conseqüentemente na demanda hídrica pelas plantas com maior absorção de água pelas raízes. De acordo com Marschner (1995), a elevação na taxa de transpiração foliar além de aumentar o fluxo de água no xilema, eleva também a concentração de citocinina sintetizada nas raízes, um mecanismo importante para o retardamento da senescência das folhas, fato que não foi evidenciado na presente pesquisa.



Figuras 1. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre a taxa de transpiração foliar do capim-aruaana. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão para cada variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade



Figuras 2. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre a condutância estomática do capim-aruaana. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão para cada variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade

Observou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) das doses de nitrogênio (N) sobre a temperatura da folha, com valores estimados de 38,47 e 40,35 °C para 0,0 e 375 mg•dm⁻³ de N, respectivamente (Figura 3). Para cada mg•dm⁻³ de N adicionado, a temperatura foliar elevou-se em 0,005°C. Esse fato

não era esperado, uma vez que houve aumento da taxa de transpiração foliar e na condutância estomática (Figura 1) com a elevação das doses de N e a transpiração é o mecanismo primário de regulação da temperatura da folha, dissipando parte da energia proveniente da radiação solar (Hopkins, 1999).

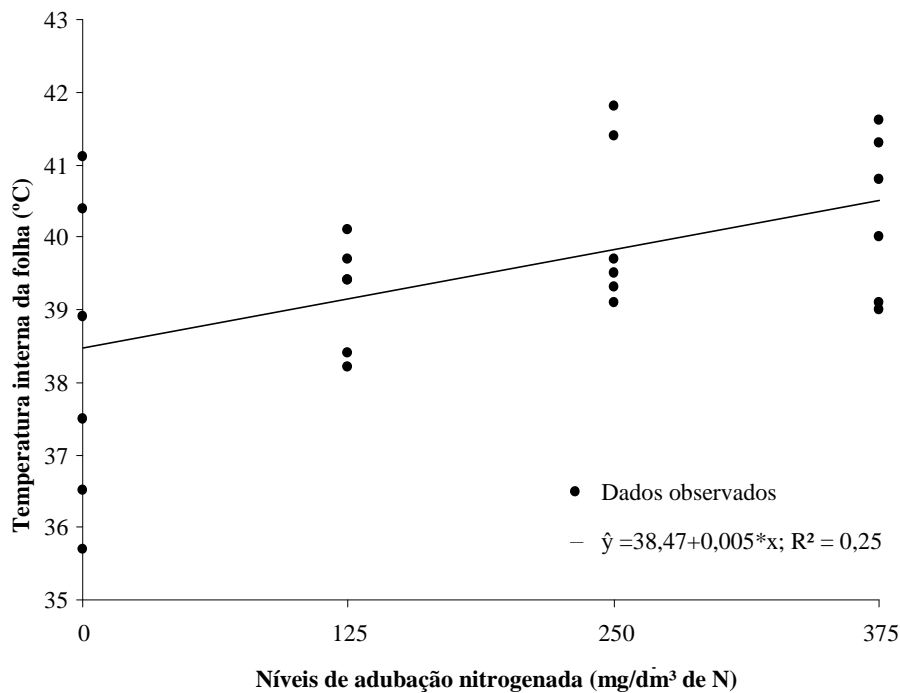


Figura 3. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre a temperatura interna da folha de capim-aruaana. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão para a variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade

A taxa fotossintética da folha apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$) com a elevação nas doses de nitrogênio (N), com valores estimados em 8,51 e 12,19 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ para 0,0 e 375 mg/dm³ de N, respectivamente (Figura 4). Esse efeito do nitrogênio, que favorece a fotossíntese, é decorrente do maior estímulo à atividade enzimática e da maior síntese da enzima ribulose-1,5-bisfosfato-carboxilase-

oxigenase, responsável pela fotossíntese, entre outras, associado ao efeito também sobre a taxa de transpiração foliar (E), que favorece a fotossíntese (CABRERA-BOSQUET et al., 2009). Além disso, a maior taxa fotossintética observada nas maiores doses de nitrogênio também é decorrente de incrementos, tanto na fase fotoquímica, como na fase bioquímica (TAIZ & ZEIGER, 2004). Na fase

fotoquímica, provavelmente, houve um incremento no aparato de captação de luz, enquanto que, na fase bioquímica, as maiores doses de nitrogênio podem ter favorecido maior biossíntese de proteínas e enzimas ligadas à fotossíntese. De acordo com Bolton & Brown (1980), em avaliação do efeito

de doses crescentes de nitrogênio sobre a fotossíntese de gramíneas C₃ e C₄, maiores doses de nitrogênio provocaram maior espessura foliar, que, por sua vez, pode estar relacionada com maior concentração de enzimas carboxilativas por unidade de área foliar.

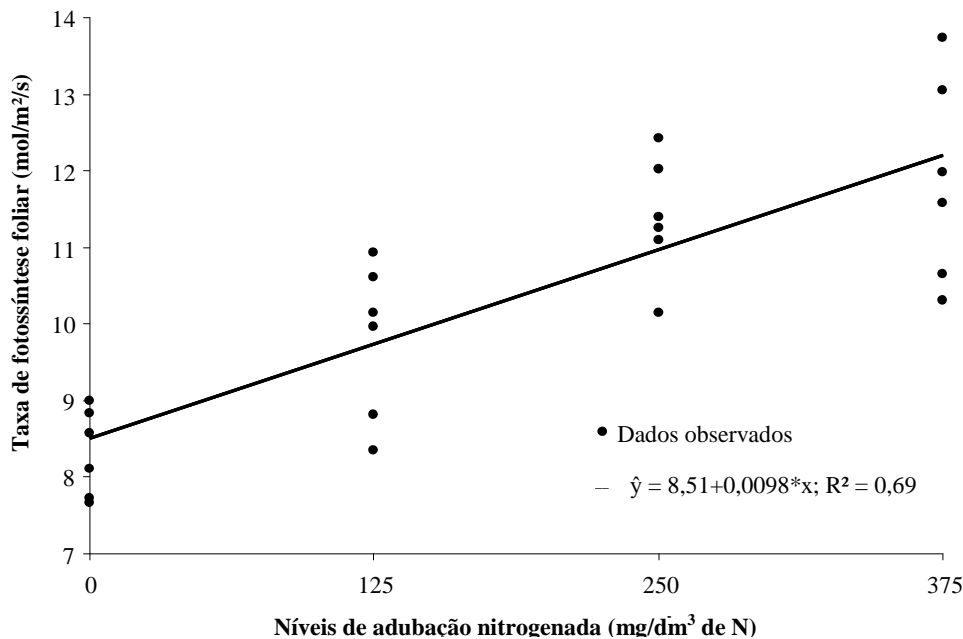


Figura 4. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre a taxa de fotossíntese foliar de capim-aruaana. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão a cada variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade

Constatou-se efeito linear decrescente ($P < 0,05$) das doses de adubo sobre a concentração interna de CO₂ (CIC), com estimativa de 177,9 e 155,4 ppm para 0,0 e 375 mg/dm³ de N, respectivamente (Figura 5). Para cada mg/dm³ de N adicionado, a CIC diminuiu em 0,06 ppm. A redução da CIC com a adubação nitrogenada pode ser decorrente da maior captação do CO₂ pelas lâminas foliares devido à elevação da quantidade e à atividade enzimática da ribulose-1,5-bisfosfato-carboxilase-oxigenase, fato que foi evidenciado pelo aumento da taxa de

fotossíntese líquida das folhas (Figura 4), de modo a favorecer a carboxilação das moléculas orgânicas e reduzir a concentração de dióxido de carbono livre no mesofilo (PAN et al., 2004).

Observou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) dos níveis de nitrogênio sobre a taxa de alongamento foliar estimados em 1,51 e 2,56 cm/perf./dia para 0,0 e 375 mg/dm³ de N, respectivamente (Figura 6). Para cada miligrama de N/dm³ adicionado, a taxa de alongamento foliar elevou-se em 0,0028 cm/perf./dia.

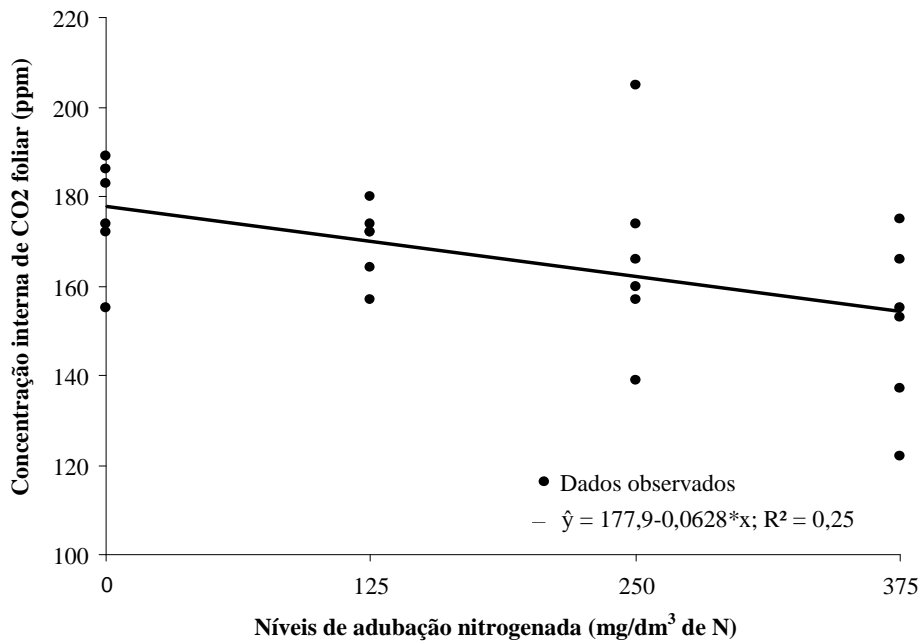


Figura 5. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre a concentração interna de dióxido de carbono da folha de capim-arua. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão para a variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade

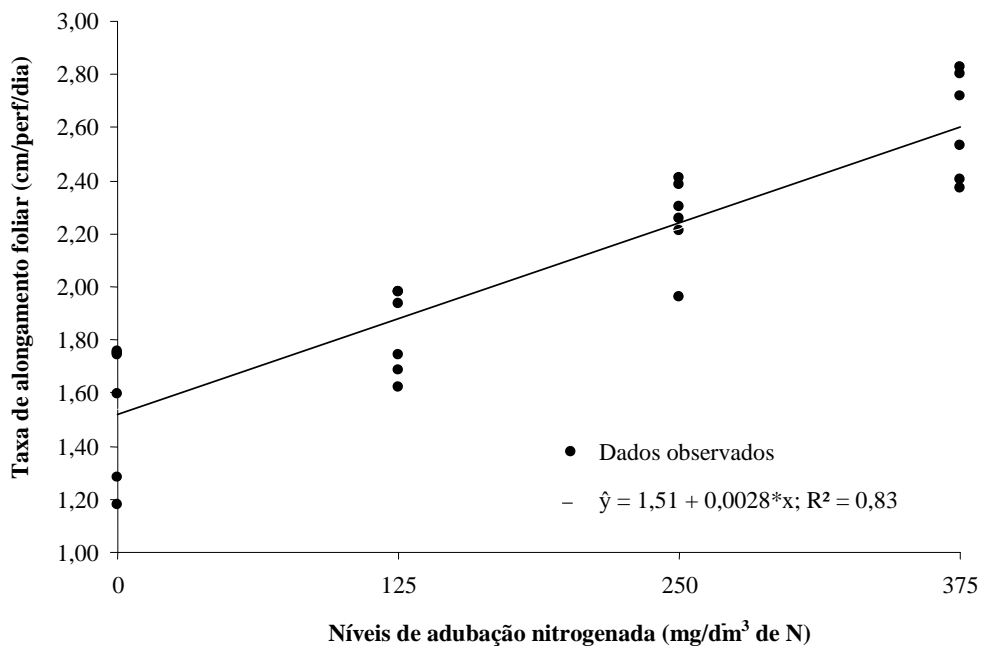
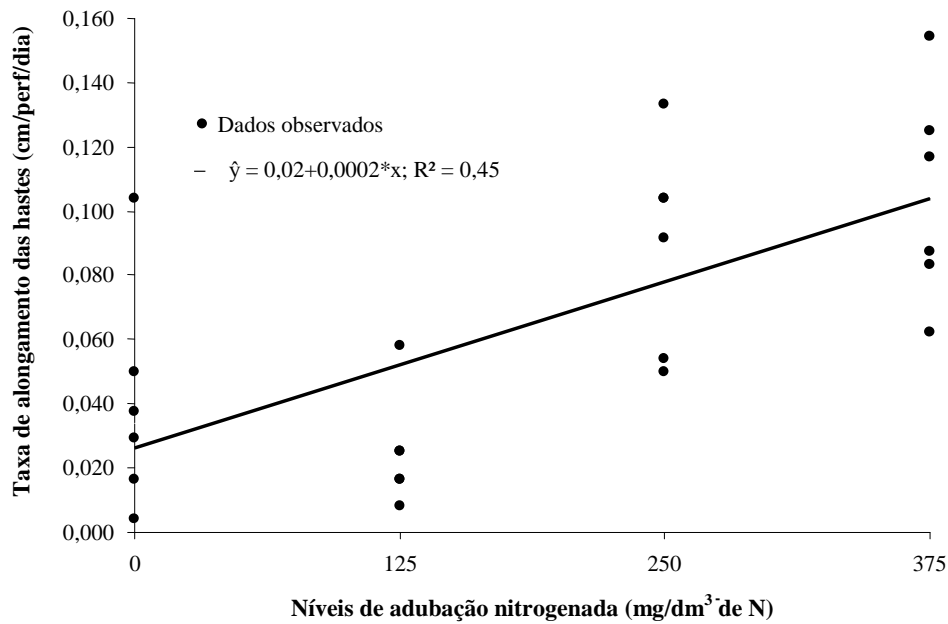


Figura 6. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre a taxa de alongamento foliar de capim-arua. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão a cada variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade

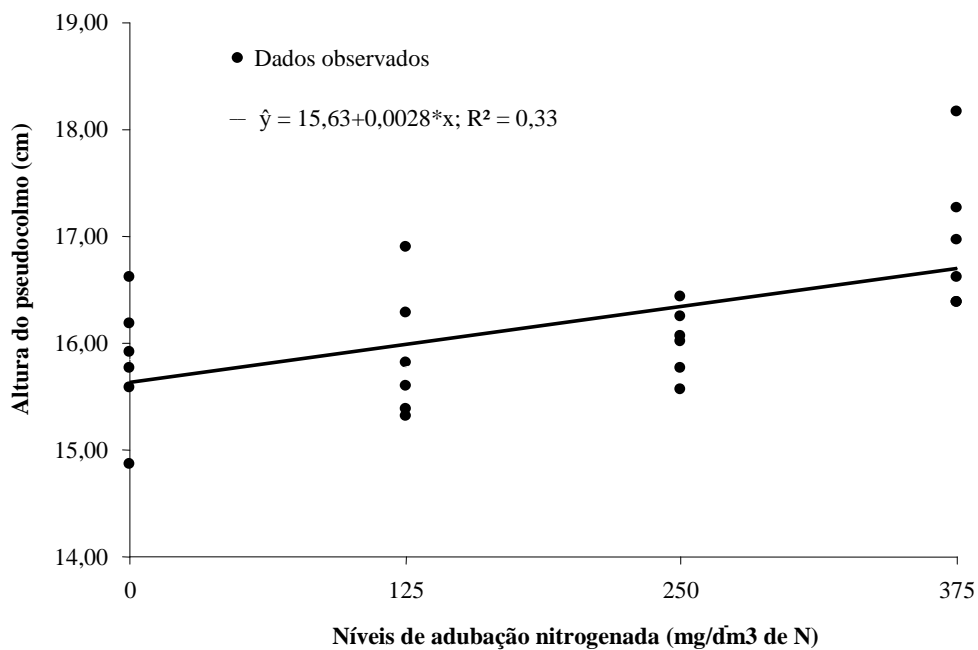
A adubação com a dose de 375mg/dm³ de N proporcionou um incremento de 69,54% na taxa de alongamento foliar em relação ao tratamento com ausência de adubação nitrogenada, o que confirma, portanto, a importância desse nutriente para o crescimento e a produção de gramíneas tropicais. Tal comportamento pode ser atribuído à deposição de nutrientes, especialmente de N nas zonas de alongamento e divisão celular das folhas (SKINNER & NELSON, 1995). A taxa de alongamento foliar é uma variável importante na análise do fluxo de biomassa das plantas, visto que, à medida que aumenta, ocorre incremento na proporção de folhas e, conseqüentemente, maior área foliar fotossinteticamente ativa, com maior acúmulo de biomassa. Ainda, segundo Fagundes et al. (2005), o efeito da adubação nitrogenada sobre a taxa de alongamento foliar pode ser atribuído à grande influência do nitrogênio nos processos fisiológicos da planta.

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos níveis de adubação nitrogenada sobre a razão TAI_{F1}/TAI_{F2}, com média de $0,69 \pm 0,16$. Infere-se que tal variável pode ser um indicativo da adequação da intensidade de corte e/ou pastejo. Valores mais próximos de 1,0 indicam manejo mais adequado, uma vez que haveria menor mobilização de reservas durante a rebrotação, com rápido alongamento foliar desde a primeira folha produzida na rebrotação (POMPEU et al., 2009). A baixa razão TAI_{F1}/TAI_{F2} aqui encontrada pode ser atribuída ao maior IAF residual, de modo a propiciar um maior coeficiente de extinção luminosa, o que causou uma condição de maior sombreamento mútuo, com comprometimento do desenvolvimento do primórdio foliar. Isso possivelmente resultou em menor capacidade fotossintética e de

alongamento foliar da primeira folha produzida na rebrotação. Verificou-se efeito linear positivo ($P < 0,05$) dos níveis de adubação nitrogenada sobre a taxa de alongamento das hastas, com valores estimados em 0,02 e 0,095cm/perf./dia para as doses 0 e 375mg/dm³ de N, respectivamente (Figura 7). A taxa de alongamento das hastas é uma variável morfogênica bastante importante para o crescimento, pois garante a manutenção da arquitetura do dossel quando esse atinge uma biomassa mais elevada, de forma a assegurar o espaçamento entre as folhas e evitar aumento no coeficiente de extinção luminosa (SUGIYAMA et al., 1985). Por outro lado, apresenta efeitos negativos na qualidade da forragem produzida (CÂNDIDO, et al., 2006; SILVA et al., 2007a) e no seu aproveitamento pelos animais em pastejo (SILVA et al., 2007b). Quanto à altura do pseudocolmo (Alt. Pseud.), observou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) dos níveis de nitrogênio, com valores estimados para essa variável de 15,63 e 16,68cm para 0,0 e 375mg/dm³ de N, respectivamente (Figura 8). Essa diferença, apesar de pequena, reflete o efeito do N sobre o incremento na produção de forragem. Os animais tendem a selecionar as folhas dos estratos superiores do dossel e concentrar os bocados no horizonte acima do pseudocolmo (HODGSON, 1990). A condição constatada no comportamento estrutural da forrageira em estudo seria favorável aos animais em pastejo, pelo fato de a estrutura do dossel do capim-aruana ser capaz de fornecer uma dieta com elevada proporção de lâminas foliares no horizonte de pastejo.



Figuras 7. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre a taxa de alongamento das hastas do capim-aruana. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão a cada variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade



Figuras 8. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre a altura do pseudocolmo do capim-aruana. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão a cada variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de níveis de adubação nitrogenada sobre a taxa de senescência foliar anterior (TSFa), com média de $0,84\pm 0,18\text{cm/perf./dia}$. A taxa de senescência foliar anterior pode ser em grande parte indicativo da intensidade de pastejo adotada, na medida em que um pastejo mais intenso repercute em menor área foliar residual e, conseqüentemente, em menor quantidade de folhas que entrarão em senescência, com redução da taxa de senescência foliar anterior. Também pode ser um indicativo, embora em menor proporção, de frequência de pastejo, uma vez que períodos de descanso prolongados poderão ocasionar a senescência das primeiras folhas produzidas na rebrotação

(POMPEU et al., 2009). Essas folhas, quando mortas, serão rejeitadas pelo animal em pastejo e participarão da quantificação da senescência das folhas produzidas no período de descanso anterior (TSFa).

Os níveis crescentes de nitrogênio apresentaram efeito linear positivo ($P<0,05$) sobre a taxa de senescência foliar posterior (TSFp), estimados em 0,05 e 0,31 cm/perf./dia para os níveis de 0 e 375mg/dm³ de N (Figura 9). O ritmo de crescimento da planta que respondia às doses crescentes de nitrogênio, com altas taxas de aparecimento e alongamento foliares, favorece a senescência das folhas primeiramente formadas, uma vez que aumenta a competição por fotoassimilados (GOMIDE et al., 2003).

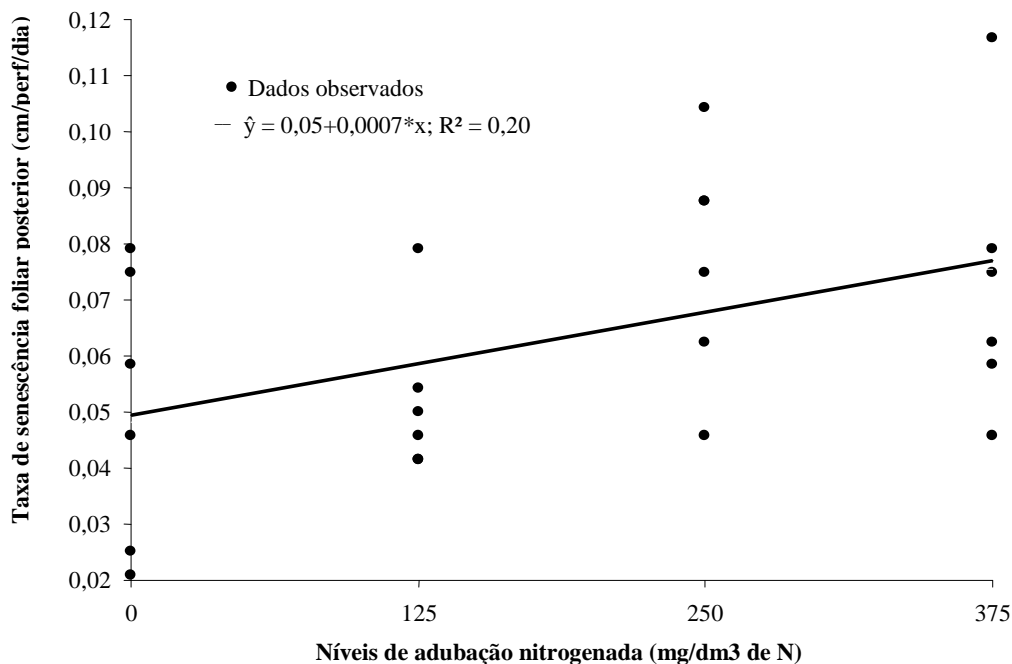


Figura 9. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre a taxa de senescência foliar posterior do capim-arua. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão a cada variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade

A taxa de senescência foliar posterior é um indicativo do ajuste da frequência de desfolhação à fisiologia do dossel, pois um pasto manejado para alta eficiência de uso da forragem produzida deve prevenir a senescência de folhas formadas na rebrotação, ou seja, deve apresentar uma taxa de senescência foliar posterior igual ou próxima de zero. Embora a elevação da dose de nitrogênio acelere o metabolismo da planta, de forma a promover o crescimento dos tecidos, o que eleva as perdas por senescência, entretanto, pode haver redução pela diminuição do

período de descanso, com a conseqüente oferta de forragem de melhor qualidade. Observou-se efeito linear decrescente ($P < 0,05$) dos níveis de nitrogênio sobre o filocrono (FIL), estimados em 19,68 e 12,56 dias para 0,0 e 375 mg/dm³ de N, respectivamente (Figura 10). Para cada miligrama de N/dm³ adicionado, o filocrono diminuiu em 0,019 dias. Tal comportamento pode ser atribuído à combinação entre alongamento foliar em proporção superior ao alongamento da bainha, associado à disponibilidade adequada de temperatura e nutrientes.

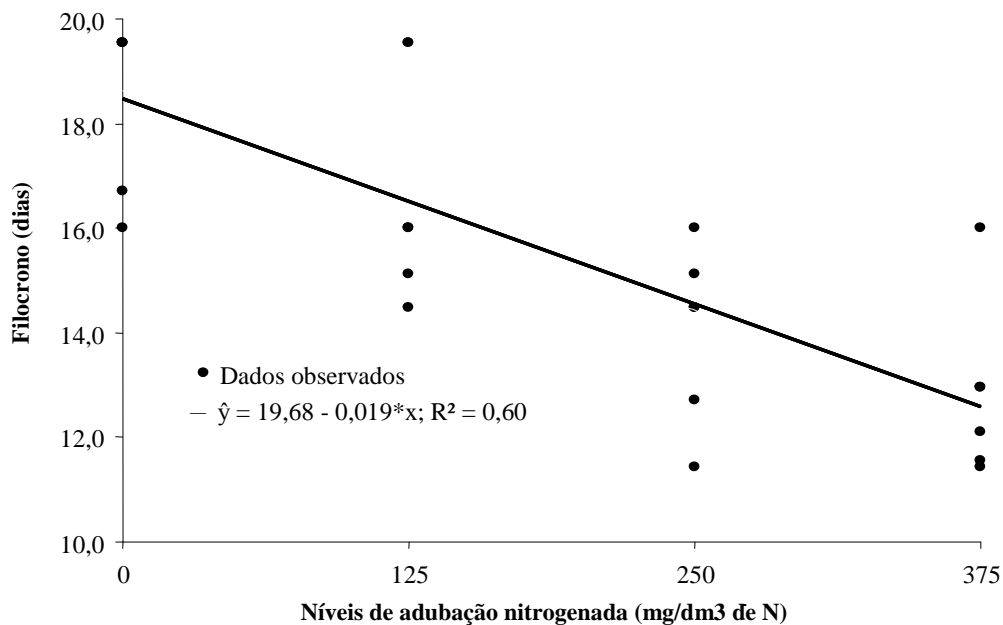


Figura 10. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre o filocrono do capim-aruaana. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão a cada variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade

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 a parte da planta com maior valor nutritivo (SILVA et al., 2009). Vale salientar que a redução do FIL com a adubação nitrogenada é decorrente do efeito do N sobre o crescimento das plantas e confere à mesma 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 (MARTUSCELLO et al., 2006). As taxas de aparecimento foliar, alongamento foliar e tempo de vida da folha são características determinadas geneticamente, mas podem ser influenciadas pela temperatura e disponibilidade de nitrogênio e de água (LEMAIRE & CHAPMAN, 1993). No presente ensaio, o aumento nas doses de adubo nitrogenado proporcionou incrementos na taxa de alongamento foliar e conseqüentemente na TApF, de forma a resultar em diminuição no filocrono e ratificar o efeito desse nutriente sobre tais características. Apesar disso, o filocrono, mesmo na maior dose de N do presente trabalho, foi superior aos observados por Mesquita & Neres (2008), que, ao

trabalharem com a dose equivalente a 200mg/dm³ de N sobre a morfogênese de cultivares *Panicum maximum*, observaram filocrono de 5,46, 5,32 e 5,59 para as cultivares Mombaça, Tanzânia e Milênio IPR-86, respectivamente.

A taxa de acúmulo da cultura (TAC) não foi afetada ($P>0,05$) pelos níveis de N, com média de $0,08\pm 0,03$ g/MS/vaso/dia. Porém, quanto ao efeito da adubação nitrogenada sobre a taxa de crescimento da cultura (TCC), constatou-se comportamento linear crescente ($P<0,05$) na resposta da variável, com valores estimados em 0,11 e 0,26g/MS/vaso/dia para as doses 0,0 e 375mg/dm³ de N, respectivamente, com promoção de um incremento de forragem da ordem de 136,4% para a dose de 375mg/dm³ de N em relação à ausência da adubação nitrogenada (Figura 11).

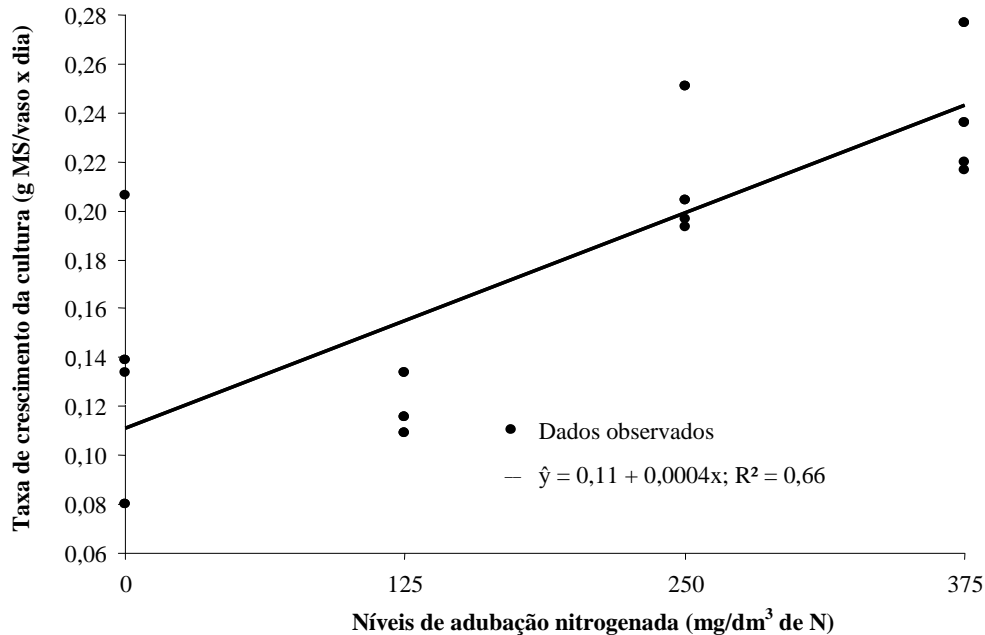


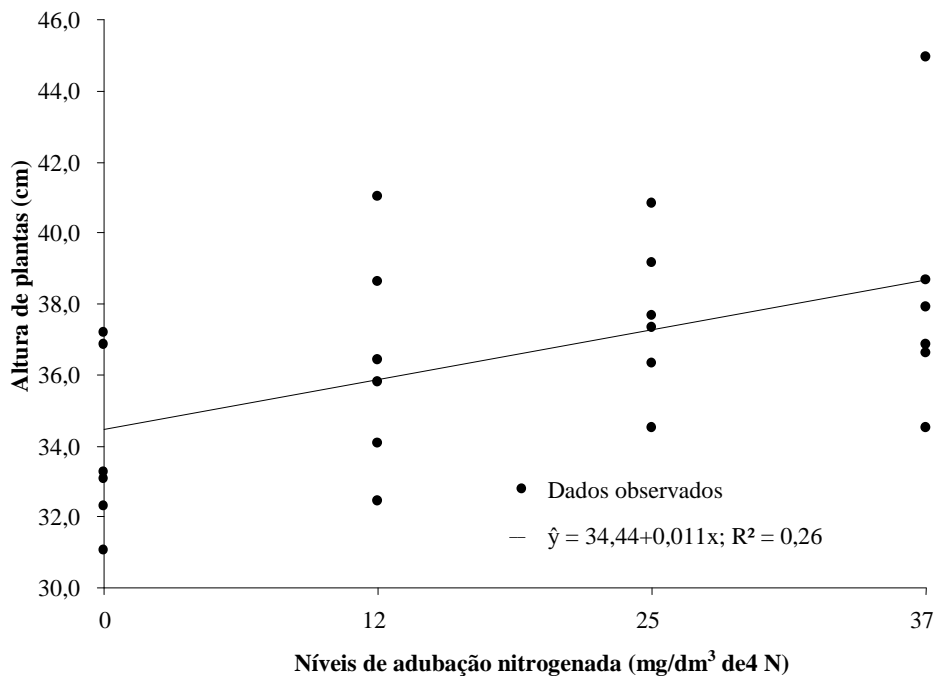
Figura 11. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre a taxa de crescimento da cultura do capim-aruaana. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão a cada variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade

O comportamento mostrado pela taxa de crescimento da cultura demonstra a importância do nitrogênio para o incremento de biomassa em forrageiras manejadas intensivamente. O aumento constatado na taxa de alongamento foliar, em resposta à adubação nitrogenada, justifica os valores da taxa de crescimento da cultura, visto que ambas têm correlação linear positiva (0,81**).

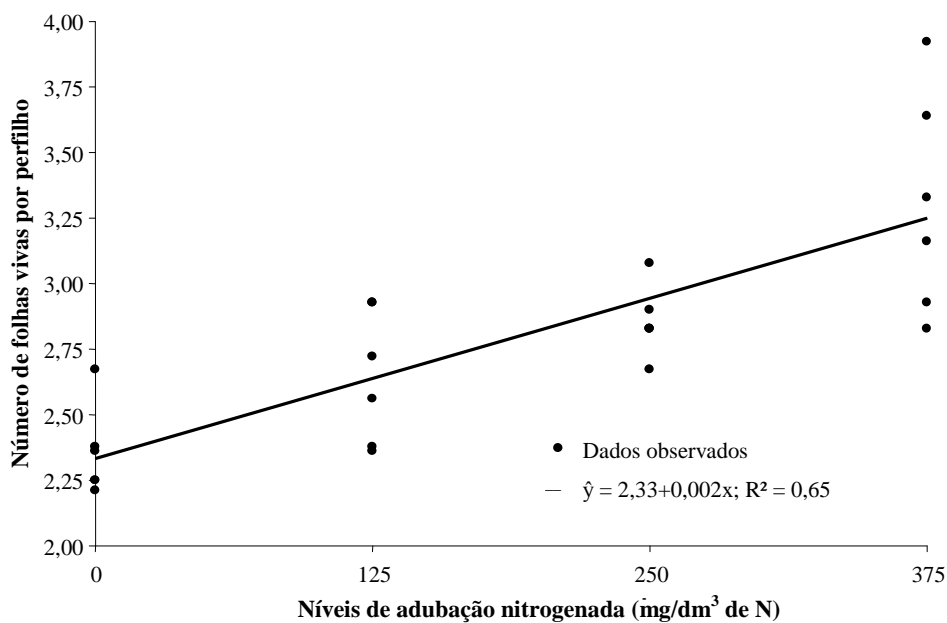
A densidade populacional de perfilhos (DPP) não foi influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de nitrogênio, com média de $25\pm 1,36$ perfilhos/vaso. A disponibilidade de nutrientes no solo, especialmente o nitrogênio, interfere no perfilhamento das forrageiras, pois o mesmo atua na ativação dos tecidos meristemáticos (gemas axilares), e seu déficit aumenta o número de gemas dormentes, enquanto que o adequado suprimento permite o máximo perfilhamento da gramínea. Porém, os dados apresentados no presente estudo não corroboram tal afirmação. É possível que o tamanho do vaso tenha atuado de forma negativa sobre o perfilhamento da gramínea, com limitação da resposta da forrageira à adubação nitrogenada em termos de perfilhamento, uma vez que, pode ter havido limitação ao incremento de massa de raiz com comprometimento da consolidação do sistema radicular e interferência na capacidade de respostas em termos de absorção de nutrientes (menor área explorada), resultado de um menor volume de solo ocupado pelas raízes, com consequente ausência de resposta na densidade populacional de perfilhos. Com a restrição de fatores relacionados ao crescimento e ao desenvolvimento vegetal, um dos primeiros mecanismos de adaptação desencadeado pela planta é a diminuição da emissão de novos perfilhos (LEMAIRE, 2001). Observou-se efeito linear positivo ($P<0,05$) dos níveis de

nitrogênio sobre a altura de plantas (Alt), estimados em 34,44 e 38,57cm para 0,0 e 375mg/dm³ de N, respectivamente, com um incremento de 11,99% para a dose de 375mg/dm³ de N, em relação ao tratamento com ausência de nitrogênio, o que confirma que a disponibilidade de nitrogênio no solo e sua consequente absorção pelas plantas aceleram o crescimento dos tecidos, com reflexo na altura da planta (Figura 12). A altura do pasto é consequência do tempo de rebrotação da gramínea e de suas adaptações morfológicas durante esse processo. No entanto, é relevante ressaltar que a determinação da altura de plantas deve estar associada a parâmetros morfofisiológicos das pastagens para que tenha sua eficácia como ferramenta de manejo.

Observou-se efeito linear crescente ($P<0,05$) da adubação nitrogenada sobre o número de folhas vivas por perfilho (F/P) estimados em 2,33 e 3,08 folhas por perfilho para 0,0 e 375mg/dm³ de N, respectivamente, com um incremento de 32,19% para a dose de 375mg/dm³ de N em relação à ausência de adubação nitrogenada. Para cada mg/dm³ de N, observou-se incremento 0,002 folhas por perfilho (Figura 13). Nesse contexto, o número total de folhas vivas expressa o potencial de assimilação de carbono e de produção de forragem ao nível de perfilho. Essa variável apresenta grande importância na avaliação e manejo das plantas forrageiras por se tratar do componente da biomassa com melhor atributo qualitativo, por ser a fração mais selecionada pelos animais em pastejo e por sua aplicação como critério de definição prático para a determinação do período de descanso em uma área de pastejo (FULKERSON & DONAGHY, 2001). Com isso, a elevação nas doses de adubo nitrogenado pode antecipar o momento de desfolhação da planta.



Figuras 12. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre a altura das plantas do capim-aruaana. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão a cada variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade



Figuras 13. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre o número de folhas vivas por perfilho do capim-aruaana. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão a cada variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade

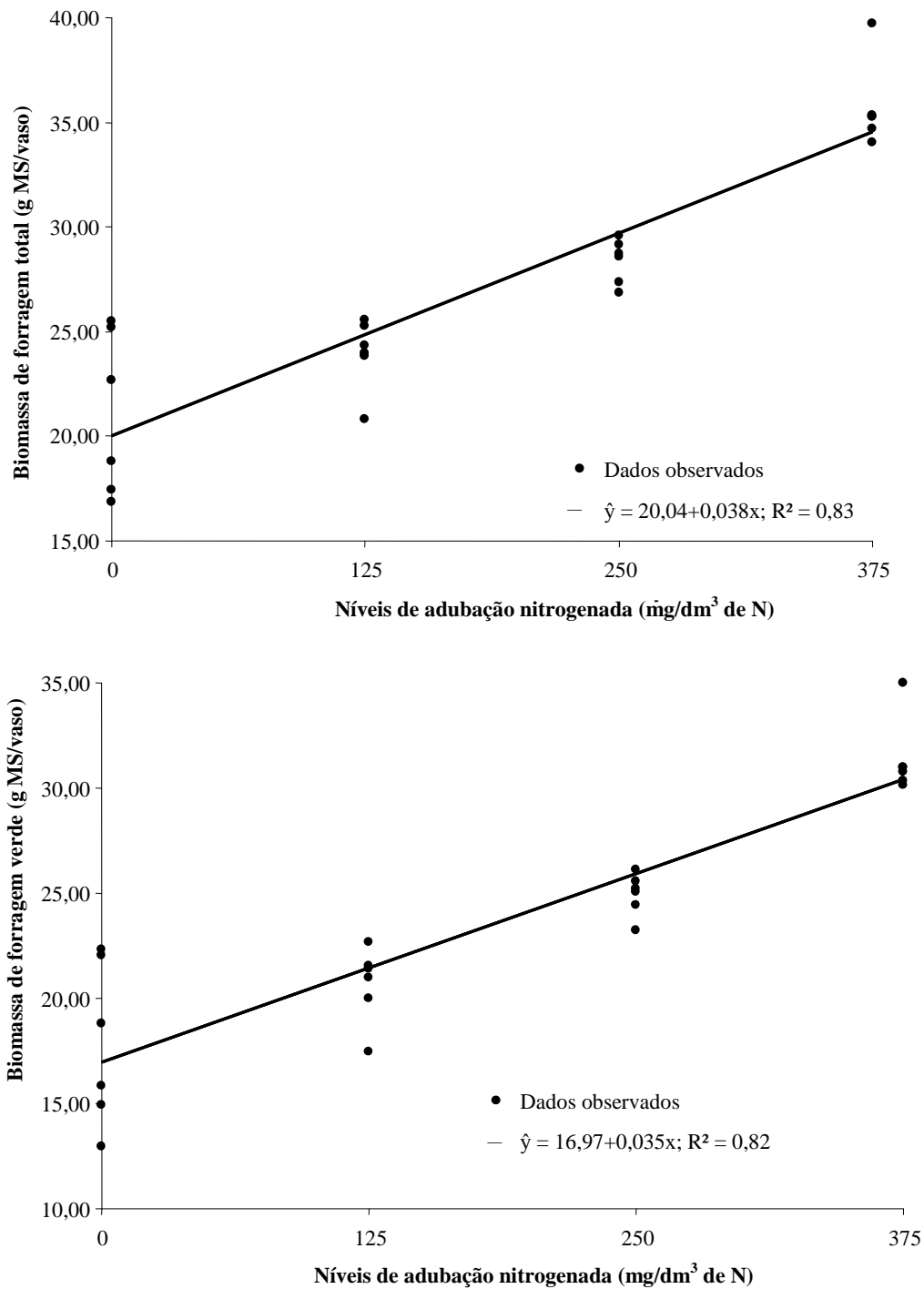
A definição do momento certo de desfolhação deve se basear no objetivo do manejo adotado na pastagem, de modo a evidenciar a fisiologia da forrageira, porém, a adubação nitrogenada vai interferir nesse momento, por influenciar a morfofisiologia da planta.

Verificou-se efeito linear positivo ($P < 0,05$) da adubação nitrogenada sobre as variáveis biomassa forragem total (BFT), biomassa de forragem verde (BFV) e biomassa de forragem morta (BFM), estimadas em 20,04 e 34,29g/MS/vaso de BFT; 16,97 e 30,47g MS/vaso de BFV; 3,07 e 4,05g/MS/vaso de BFM, para as doses 0,0 e 375mg/dm³ de N, respectivamente, com um incremento de 71,1% (BFT); 79,5% (BFV) e 31,7% (BFM) para a dose de 375mg/dm³ de N em relação à ausência de adubação nitrogenada (Figuras 14 e 15). Para cada 1mg/dm³ de N, foram observados incrementos de 0,038 e 0,036g/MS/vaso para BFT e BFV, respectivamente. As plantas com maior aporte de nitrogênio apresentaram maior produção de BFT, o que evidenciou o efeito benéfico da adubação nitrogenada em pastagens de capim-aruana, no que tange ao aumento de biomassa.

A influência do nitrogênio sobre a BFT pode ser atribuída ao aumento na taxa de aparecimento foliar (TApF) (ratificado pela resposta do filocrono) que reflete na taxa de alongamento foliar (TAIF) e contribui para o crescimento e desenvolvimento do vegetal, além de resultar em aumento na área foliar. Tal efeito do nitrogênio também pode ser atribuído à sua grande influência sobre os processos fisiológicos da planta além de contribuir com o rendimento por perfilho. Para a relação material vivo/material morto (MV/MM), verificou-se resposta linear positiva ($P < 0,05$) com a elevação dos níveis de adubação nitrogenada; com

valores estimados em 6,07 e 7,57 para as doses 0,0 e 375mg/dm³ de N, respectivamente (Figura 16). Para cada 1mg N/dm³ de solo, observaram-se incrementos de 0,004 na relação MV/MM. Apesar de a BFM responder de forma crescente às doses de nitrogênio, tais incrementos não foram tão consistentes (0,0026g/mg/dm³ de N) para comprometer a relação MV/MM, pois a produção de BFV também apresentou comportamento crescente e com maior consistência (0,036g/mg/dm³ de N) à medida que a adubação nitrogenada foi aumentada, o que justifica o acréscimo na relação MV/MM com a elevação das doses de nitrogênio. A mínima quantidade de material morto observada nas maiores doses de nitrogênio pode estar associada à manutenção da maior capacidade fotossintética foliar por períodos mais prolongados, sem haver remobilização interna significativa de nitrogênio das folhas mais velhas (GARCEZ NETO et al., 2002).

A biomassa de lâmina foliar verde (BLV) foi influenciada ($P < 0,05$) pelos níveis de adubação nitrogenada, de forma a revelar comportamento linear crescente na resposta da variável, com valores estimados em 7,61 e 13,61g MS/vaso para os níveis de 0,0 e 375mg/dm³ de N, respectivamente, com incremento de 78,84% na produção de folhas (Figura 17). Para cada 1mg/dm³ de N adicionado, a biomassa de lâmina foliar verde elevou-se em 0,016g/MS/vaso. O aumento em massa de folha constatado no presente estudo pode ser justificado pela resposta positiva da taxa de alongamento foliar às doses crescentes de nitrogênio (Figura 6), uma vez que essa variável (taxa de alongamento foliar - TAIF) se relaciona positivamente com o vigor de rebrotação e o acúmulo de biomassa de lâmina foliar verde (VILELA et al., 1978).



Figuras 14. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre a biomassa de forragem total (acima) e biomassa de forragem verde (abaixo) do capim-aruaana. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão a cada variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade

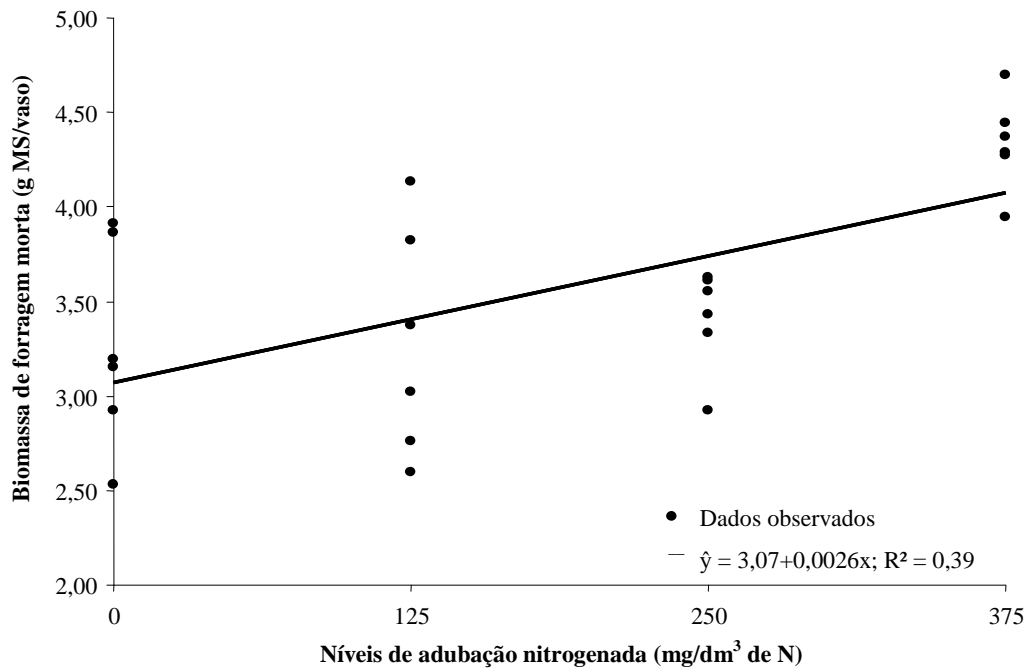


Figura 15. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre a biomassa de forragem morta do capim-aruaana. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão a cada variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade

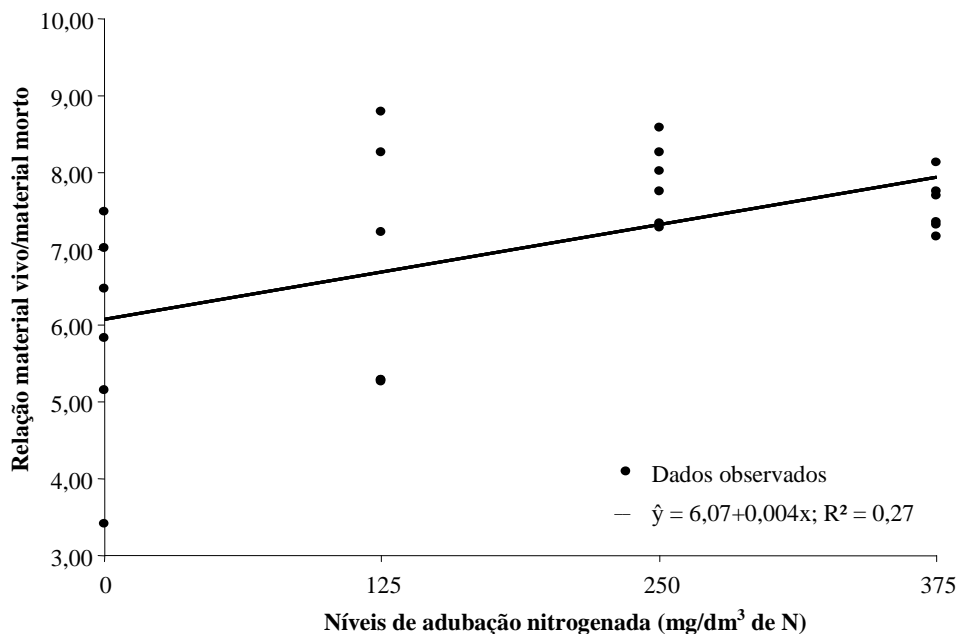
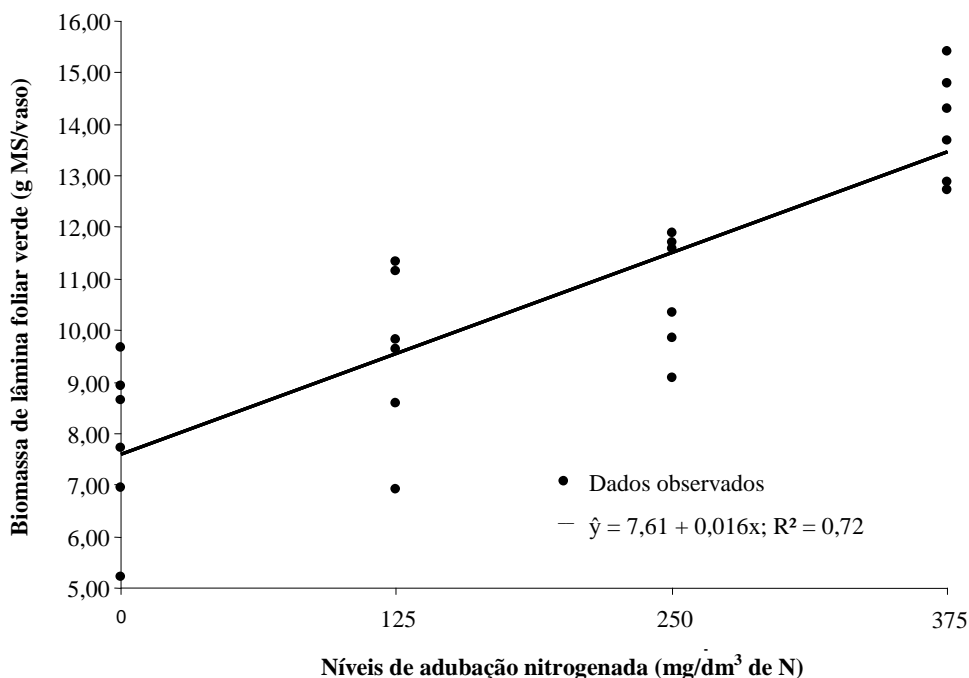


Figura 16. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre a relação material vivo/material morto do capim-aruaana. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão a cada variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade

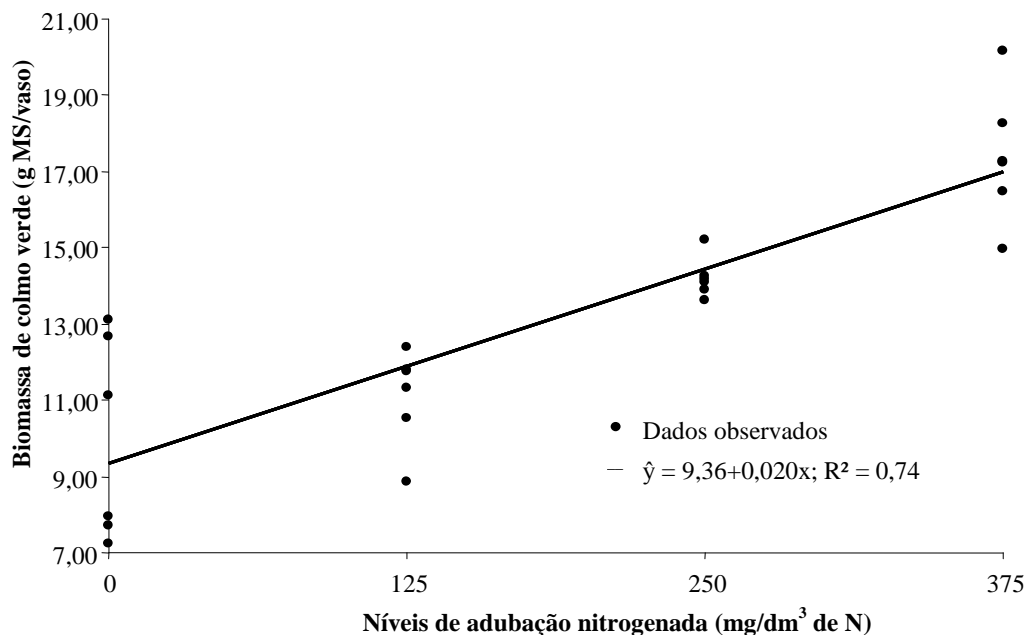
A biomassa de lâmina foliar verde é o componente de maior relevância no potencial fotossintético das comunidades vegetais, além de ser variável estrutural essencial para o desempenho animal em pastejo, uma vez que é a fração com melhor composição nutricional e de maior aceitabilidade pelos animais. Assim, a utilização da massa de forragem produzida deve ocorrer antes do alcance do IAF crítico, ou seja, antes que seja desencadeado o processo de senescência (NABINGER, 2002). Quanto ao efeito da adubação nitrogenada sobre a biomassa de colmo verde (BCV), constatou-se resposta linear positiva ($P < 0,05$) com o aumento nos níveis de nitrogênio, com valores estimados de 9,36 e 16,86g/MS/vaso para as doses de 0,0 e 375mg/dm³ de N, respectivamente, com incremento de 80,13% na biomassa

de colmo (Figura 18). Para cada 1mg/dm³ de N adicionado, a biomassa de colmo verde elevou-se em 0,020g MS/vaso.

A biomassa de colmo verde é uma variável estrutural, que, apesar de incrementar a produção de forragem, apresenta efeitos negativos na qualidade da forragem produzida e no seu aproveitamento pelos animais em pastejo, devido à redução do consumo voluntário de matéria seca pelo animal, em decorrência do espessamento da parede celular vegetal secundária, com o acúmulo de lignina e de carboidratos estruturais menos digestíveis. Dessa forma, não há vantagem em manter os pastos por longo período de descanso, pois pode resultar em aumentos na massa de colmo e implica variações na relação folha/colmo, com conseqüente queda na qualidade da forragem produzida.



Figuras 17. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre a biomassa de lâmina foliar verde do capim-aruaana. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão a cada variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade



Figuras 18. Efeito dos níveis de adubação nitrogenada sobre a biomassa de colmo verde do capim-aruana. \hat{y} = valores estimados a partir da equação de regressão a cada variável analisada; significativo ao nível de 5% (*) de probabilidade

Não houve efeito ($P > 0,05$) dos níveis de adubação sobre a relação folha/colmo (F/C), em média de $0,82 \pm 0,16$. Pode-se, portanto, inferir que o alongamento de colmo da forrageira estudada e seu consequente incremento de biomassa apresentaram respostas mais consistentes ($0,020 \text{ g/mg/dm}^3$ de N), em comparação à produção de lâmina foliar ($0,016 \text{ g/mg/dm}^3$ de N), à medida que a adubação nitrogenada foi aumentada, o que justifica o comportamento da relação F/C verificado no presente ensaio. Desse modo, a adubação nitrogenada proporcionou efeitos mais consistentes na produção de biomassa de colmo do que na biomassa de folha. Vale salientar que diminuição da relação folha/colmo e consequentemente, a diminuição relativa da oferta de folhas e da forma como é disponibilizada ao animal afetam o consumo, uma vez que a qualidade das lâminas foliares é

superior à dos colmos e que as lâminas são constituídas de tecidos de mais fácil fragmentação e digestão (AKIN, 1989). A relação folha/colmo (F/C) é uma variável de grande importância para nutrição animal e para o manejo das plantas forrageiras, em virtude de estar associada à facilidade com que os animais colhem a forragem preferida (folhas) (BRÂNCIO et al., 2003). Tem-se considerado de 1,0 o limite crítico para essa relação (PINTO et al., 1994), e valores inferiores a esse implicariam queda na qualidade da forragem produzida. Portanto, o período de descanso de 40 dias utilizado no presente trabalho pode ter acarretado diminuição do valor nutritivo da gramínea devido à maior proporção de colmos, com elevação da parede celular (FDN e FDA), o que limitaria o consumo e a digestibilidade desse alimento em animais a pasto.

As características morfofisiológicas do capim-aruaana são favorecidas pela adubação nitrogenada em doses elevadas, o que demonstra a alta capacidade de resposta da gramínea ao manejo intensivo.

REFERÊNCIAS

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

BIACHINI, D.; CARRIEL, J.M.; LEINZ, F.F.; RODRIGUES, C.F.C. Viabilidade de doze capins tropicais para criação de ovinos. **Boletim de Indústria Animal**, v.56, p.163-177, 1999.

BOLTON, J.; BROWN, H. Photosynthesis of grass species differing in carbon dioxide fixation pathways. vs. response of *Panicum maximum*, *Panicum milioides*, and tall fescue (*Festuca arundinacea*) to nitrogen nutrition. **Plant Physiology**, v.66, p.97-100, 1980.

BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; FONSECA, D.M.; ALMEIDA, R.G.; MACEDO, M. C. M.; BARBOSA, R. A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: disponibilidade de forragem, altura do resíduo pós-pastejo, e participação de folhas, colmos e material morto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.55-63, 2003.

CABRERA-BOSQUET, L.; ALBRIZIO, R.; ARAUS, J.L.; NOGUÉS, S. Photosynthetic capacity of field-grown durum wheat under different N availabilities: A comparative study from leaf to canopy. **Environmental and Experimental Botany**, v.67, n.1, p.145-152, 2009.

CÂNDIDO, M.J.D.; SILVA, R.G.; NEIVA, J.N.M.; FACÓ, O.; BENEVIDES, Y.I.; FARIAS, S.F. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia pastejado por ovinos sob três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2234-2242, 2006.

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

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS – CFSEME. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. 359p.

DAVIES, A.; EVANS, M.E.; EXLEY, J.K. Regrowth of perennial ryegrass as affected by simulated leaf sheaths. **Journal of Agriculture Science**, v.101, p.131-197, 1993.

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

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; VITOR, C.M.P.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C. REIS, J.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, 2005.

FULKERSON, W.J.; DONAGHY, D.J. Plant soluble carbohydrate reserves and senescence – key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass based pasture: a review. **Australian Journal Experimental Agriculture**, v.41, p.261-275, 2001.

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.31, n.5, p.1890-1900, 2002.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; ALEXANDRINO, A. Índices morfológicos e de crescimento durante o estabelecimento e a rebrotação do Capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.795-803, 2003.

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

HOPKINS, W.G. **Introduction to Plant Physiology**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1999. 512p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 18 ago. 2009.

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: dynamics aspects of plant population in grazed swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro, 2001.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. SANTOS, P.M.; CUNHA, F.V. Características morfológicas e estruturais de capim-aruana submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.665-671, 2006.

MESQUITA, E.E.; NERES, M.A. Morfogênese e composição bromatológica de cultivares de *Panicum maximum* em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p.201-209, 2008.

NABINGER, C. Manejo da desfolha. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM: INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NO MANEJO DE PASTAGEM, 19, 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p.133-158.

PAN, Y.; HON, J.; JENKINS, J.; BIRDESEY, R. Importance of foliar nitrogen concentration to predict forest productivity in the Mid-Atlantic Region. **Forest Science**, v.50, n.3, p.279-289, 2004.

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

POMPEU, R.C.F.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M.; ROGÉRIO, M.C.P.; BENEVIDES, Y.I.; OLIVEIRA, B.C.M. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.809-817, 2009.

SAS INSTITUTE. **SAS System for Windows**. Version 8.0. Cary, 2003.

SILVA, C.C.F.; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V.; MARANHÃO, C.M.A.; PATÊS, N.M.S.; SANTOS, L.C. Características morfológicas 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.

SILVA, M.J.D.; CÂNDIDO, M.J.D.;
NEIVA, J.N.M.; LÔBO, R.N.B.;
SILVA, D.S. Características estruturais
do dossel de pastagens de capim-
tanzânia mantidas sob três períodos de
descanso com ovinos. **Revista
Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5,
p.1255-1265, 2007a.

SILVA, R.G.; NEIVA, J.N.M.;
CÂNDIDO, M.J.D.; LÔBO, R.N.B.
Aspectos comportamentais e
desempenho produtivo de ovinos
mantidos em pastagens de capim-
tanzânia manejado sob lotação
intermitente. **Ciência Animal
Brasileira**, v.8, n.4, p.609-620, 2007b.

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.

SUGIYAMA, S.; YONEYAMA, M.;
TAKAHASHI, N.; GOTOH, K. Canopy
structure and productivity of *Festuca
arundinaceae* Schreb, swards during
vegetative and reproductive growth.
Grass and Forage Science, v.40, n.1,
p.49-55, 1985.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia
Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed,
2004. 719p.

VILELA, H.; GOMIDE, J.A.;
MAESTRI, M. Efeito da idade da planta
ao primeiro corte e dos intervalos entre
cortes sobre o rendimento forrageiro,
teor de carboidratos solúveis na base da
planta, índice de área foliar e
interceptação da luz em aveia
forrageira. **Revista Brasileira de
Zootecnia**, v.7, n.1, p.79-83, 1978.

YIN, C.; PANG, X.; CHEN, K. The
effects of water, nutrient availability
and their interaction on the growth,
morphology and physiology of two
poplar species. **Environmental and
Experimental Botany**, v.67, n.1, p.196-
203, 2009.

Data de recebimento: 28/09/2009

Data de aprovação: 30/08/2010