

ACÚMULO DE FORRAGEM E MORFOGÊNESE DE *TRACHYPOGON PLUMOSUS* SOB DIFERENTES NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

FORAGE ACCUMULATION AND MORPHOGENESIS OF *TRACHYPOGON PLUMOSUS* UNDER DIFFERENT LEVELS OF NITROGEN FERTILIZATION

Newton de Lucena COSTA¹; Anibal de MORAES²; Antônio Carlos Vargas MOTTA³;
Alda Lúcia Gomes MONTEIRO⁴; Paulo César de Faccio CARVALHO⁵;
Ricardo Augusto de OLIVEIRA⁶

1. Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Embrapa Roraima, Boa Vista, RR, Brasil. newton@cpafrr.embrapa.br; 2. Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Professor Associado II, UFPR, Curitiba, PR, Brasil; 3. Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Professor Adjunto, Departamento de Solos, UFPR, Curitiba, PR, Brasil; 4. Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Professor Adjunto, Departamento de Zootecnia, UFPR, Curitiba, PR, Brasil; 5. Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil; 6. Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo - UFPR, Curitiba, PR, Brasil.

RESUMO: O efeito da adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 200 kg N ha⁻¹) sobre o acúmulo de forragem e características morfológicas e estruturais de *Trachypogon plumosus* foi avaliado nos cerrados de Roraima. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições. A adubação nitrogenada proporcionou incrementos quadráticos na produção de matéria seca, teores de nitrogênio, taxas de aparecimento e alongamento foliar, número de folhas vivas/perfilho, comprimento final de folha e índice de área foliar, sendo os máximos valores estimados com a aplicação de 153,5 (2,849 kg ha⁻¹); 124,0 (23,97 g/kg); 155,4 (0,155 folha perfilho⁻¹ dia⁻¹); 116,1 (2,64 cm dia⁻¹ perfilho⁻¹); 147,0 (6,43 folhas perfilho⁻¹), 135,1 (19,04 cm) e 181,2 kg de N ha⁻¹ (2,56), respectivamente. A densidade populacional de perfilhos e a taxa de senescência foliar foram diretamente proporcionais às doses de nitrogênio, ocorrendo o oposto quanto à eficiência de utilização e a recuperação aparente do nitrogênio.

PALAVRAS-CHAVE: Folhas. Matéria seca. Perfilhamento. Senescência.

INTRODUÇÃO

Em Roraima, o fogo é uma prática comumente utilizada no manejo das pastagens nativas, pois apresenta baixo custo e fácil aplicação. Sua principal finalidade é a eliminação da biomassa seca acumulada e não consumida pelos animais durante o período de estiagem, proporcionando uma rebrota mais tenra, palatável e de melhor valor nutritivo. A queima incorpora todos os nutrientes não voláteis da biomassa, o que implica em aumento do pH e da fertilidade do solo, favorecendo o crescimento das pastagens. No entanto, a alta fertilidade é temporária, pois cerca de 97% do nitrogênio (N), 61% do fósforo (P), 76% do potássio (K) e 65% do cálcio (Ca) e magnésio (Mg) são transferidos para a atmosfera e apenas 21 a 34% do Mg, Ca, K e P e, 0,2% do N remanescem no solo sob a forma de cinzas (VALENCIA; HERNÁNDEZ, 2002). O N pode ser perdido por lixiviação, volatilização ou imobilização, um processo onde o nutriente torna-se inutilizável pela planta, sendo a sua deficiência apontada como uma das principais causas para a baixa produtividade biológica primária das pastagens nativas (BRAGA, 1998; COSTA et al., 2012).

As pastagens nativas, formadas quase que exclusivamente por gramíneas, necessitam de uma

fonte para a reposição do N (química ou biológica), com o objetivo de manter a sua produção de forragem e assegurar a obtenção de índices zootécnicos satisfatórios (GIANLUPPI et al., 2001; COSTA et al., 2011). O N é o principal nutriente para a manutenção da produtividade e persistência das gramíneas forrageiras, sendo constituinte das proteínas que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos que formam a estrutura do vegetal, além de maximizar as características morfológicas (taxas de aparecimento, expansão e senescência das folhas) e estruturais da gramínea (tamanho de folha, densidade de perfilho e número de folhas por perfilho). Nos solos deficientes em N, o crescimento e desenvolvimento da planta tornam-se lentos, a produção de perfilhos é negativamente afetada e o teor de proteína torna-se deficiente para o atendimento das exigências do animal (ALEXANDRINO et al., 2010; BRAMBILLA et al., 2012).

As gramíneas nativas, apesar de bem adaptadas aos solos ácidos e de baixa fertilidade dos cerrados, apresentam baixa produtividade, contudo mostram-se responsivas à melhoria do ambiente de produção, notadamente através da fertilização. Nos cerrados da Venezuela, Barger et al. (2002) constataram que o N e P foram os nutrientes mais limitantes à produtividade de forragem de

Trachypogon plumosus. Em pastagens de *Axonopus purpusii*, a aplicação conjunta de nitrogênio (100 kg de N ha⁻¹), fósforo (36 kg de P₂O₅ ha⁻¹) e potássio (60 kg de K₂O ha⁻¹) proporcionou incremento superior a 460% na produção de forragem (554 vs. 3.108 kg de MS ha⁻¹) (SARMIENTO et al., 2006). Em pastagens de *T. plumosus* + *Trachypogon vestitus*, Barger et al. (2002) constataram acréscimo de 71% no acúmulo de forragem com a aplicação de 100 kg de N ha⁻¹ (7.180 kg de MS ha⁻¹), comparativamente ao tratamento controle (4.200 kg de MS ha⁻¹).

Dentre as diversas gramíneas forrageiras que compõem as pastagens nativas dos cerrados de Roraima, *Trachypogon plumosus* é uma das mais importantes, constituindo entre 80 e 90% da sua composição botânica, notadamente nas áreas planas e não inundáveis (GIANLUPPI et al., 2001). A gramínea apresenta ciclo perene, hábito de crescimento cespitoso, plantas com 40 a 60 cm de altura e folhas pilosas. No entanto, são escassas as pesquisas sobre os efeitos da melhoria do ambiente de produção sobre o potencial produtivo e as alterações em suas características morfológicas e

estruturais, visando à proposição de práticas de manejo mais sustentáveis. Neste trabalho foram avaliados os efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção de forragem e características morfológicas e estruturais de *T. plumosus*, nos cerrados de Roraima.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Roraima, localizado em Boa Vista, em uma pastagem nativa em que *Trachypogon plumosus* representava 95% de sua composição botânica, durante o período de maio a setembro de 2011. O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo, textura média, com as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20 cm: pH_{H2O}= 4,8; P = 1,8 mg/kg; Ca + Mg= 0,95 cmol_c.dm⁻³; K= 0,01 cmol_c.dm⁻³; Al= 0,61 cmol_c.dm⁻³; H+Al= 2,64 cmol_c.dm⁻³ e SB= 0,91 cmol_c.dm⁻³. Os dados de precipitação e temperatura, durante o período experimental, foram coletados através de pluviômetro e termômetro instalados na área experimental (Tabela 1).

Tabela 1. Precipitação, temperaturas mínimas, máximas e médias e radiação solar registradas durante o período experimental. Boa Vista, Roraima. 2011

Meses	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)			Radiação Solar MJ/m ²
		Mínima	Máxima	Média	
Maio	692,9	23,0	30,8	26,9	376,9
Junho	383,8	22,7	31,7	27,2	381,8
Julho	389,2	22,2	32,1	27,1	432,4
Agosto	234,8	23,8	32,9	28,4	458,8
Setembro	105,4	22,9	32,4	27,7	471,2

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de N (0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹), aplicados sob a forma de ureia. O tamanho das parcelas foi de 2,0 x 3,0 m, sendo a área útil de 2,0 m². A aplicação do N foi parcelada em duas vezes, sendo metade quando da roçagem da pastagem, ao início do experimento, e metade decorridos 45 dias.

Os acúmulos de forragem foram estimados através de cortes mecânicos, realizados a uma altura de 5 cm acima do solo. O material colhido foi separado em vivo e senescido, colocado para secar em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas e, posteriormente, pesado para determinação da produção de matéria seca (MS) e moagem em peneira com malha de 5,0 mm para análise dos teores de N. Durante o período experimental foram realizados três cortes a intervalos de 45 dias.

A eficiência de utilização do nitrogênio (EUN) foi determinada relacionando-se o rendimento de MS com a dose de N aplicada. Os teores de N foram determinados pelo método micro-Kjeldahl. As quantidades extraídas de N foram obtidas por meio da multiplicação da concentração do N pela produção de forragem. A recuperação aparente de nitrogênio (RAN) foi calculada pela fórmula: $N_{Rec.} = 100 \times N \text{ extraído pelas plantas fertilizadas} - N \text{ extraído pelas plantas não fertilizadas} \div \text{dose de N aplicada}$. O nível crítico de nitrogênio (NCN) foi determinado pela metodologia proposta por Lemaire e Salette (1984), para gramíneas C₄, através da fórmula: $NCN = 3,6 MS^{(0,34)}$, o qual estima a curva de diluição do N, em função do acúmulo de MS. O índice de nutrição nitrogenada (INN) foi obtido pela razão entre o teor de N na MS e o NCN, sendo considerado satisfatório quando o resultado é igual ou superior a 1,0 (LEMAIRE; GASTAL, 1997).

Para determinação das características morfológicas e estruturais foram selecionadas quatro touceiras por parcela e marcados três perfilhos por touceira, utilizando-se fios coloridos. As avaliações foram realizadas a intervalos de três dias, quando se computava o aparecimento, o alongamento e a senescência de folhas. O número de folhas vivas (NFV) foi obtido pela contagem das folhas verdes não senescentes do perfilho. A taxa de alongamento foliar (TAIF) e a taxa de aparecimento de folhas (TApF) foram calculadas dividindo-se o comprimento acumulado de folhas e o NFV, respectivamente, pelo período de rebrota. O comprimento final da folha (CFF) foi determinado pela divisão do alongamento foliar total do perfilho pelo seu número de folhas. A taxa de senescência foliar (TSF) foi obtida dividindo-se o comprimento das folhas que se apresentavam de coloração amarelada ou necrosada pela idade de rebrota. Para o cálculo da área foliar, em cada idade de rebrota foram coletadas amostras de folhas verdes completamente expandidas, procurando-se obter uma área entre 200 e 300 cm², sendo estimada com o auxílio de um planímetro ótico eletrônico (Li-Cor, modelo LI-3100C). Posteriormente, as amostras foram levadas à estufa com ar forçado a 65°C até atingirem peso constante, obtendo-se a MS foliar. A área foliar específica (AFE) foi determinada através da relação entre a área de folhas verdes e a sua MS (m²/g MS foliar). O índice de área foliar (IAF) foi determinado a partir do produto entre a MS total das folhas verdes (g de MS/m²) pela AFE (m²/g de MS foliar). A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi estimada com o uso de armações metálicas de 0,25 m² (50 x 50 cm), alocadas em quatro pontos ao acaso em cada parcela, sendo computados todos os perfilhos vivos, em cada idade de rebrota.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão considerando o nível de significância de 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico SISVAR. Para se estimar a

resposta dos parâmetros avaliados às doses de nitrogênio, a escolha dos modelos de regressão baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste “t”, de Student, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As produções de MS foram afetadas (P<0,05) pela adubação nitrogenada, sendo a relação quadrática e a dose de máxima eficiência técnica estimada em 153,5 (2.849 kg de MS ha⁻¹) (Figura 1). Rippstein et al. (2001) para *T. vestitus*, gramínea nativa dos cerrados da Colômbia e Cunha et al. (2001), em pastagens nativas do Rio Grande do Sul, constataram efeitos lineares da adubação nitrogenada sobre o acúmulo de forragem com a aplicação de até 150 e 200 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. Scheffer-Basso et al. (2010), em pastagens de *Paspalum pauciciliatum*, verificaram que a aplicação de 50 kg de N ha⁻¹ resultava em incrementos superiores a 250% na produtividade de forragem da gramínea (3.523 vs. 1.022 kg de MS ha⁻¹), enquanto que Siewerdt et al. (1995), para pastagens nativas com predominância de *Paspalum notatum*, *P. distichum*, *P. modestum* e *Axonopus compressus*, estimaram máxima produção com a aplicação de 453 kg de N ha⁻¹ (10.133 kg de MS ha⁻¹). Costa et al. (2011), em pastagens de *T. vestitus*, não fertilizadas e submetidas a diferentes períodos de descanso, constataram acúmulos de 1.672; 1.844 e 2.149 kg de MS ha⁻¹, respectivamente para 35, 49 e 63 dias, as quais corresponderam a 58; 64 e 75% da máxima produção obtida neste trabalho, evidenciando a resposta da gramínea à melhoria de fertilidade do solo. A adubação nitrogenada ao reduzir a respiração de manutenção e estimular a de crescimento - diretamente proporcional ao conteúdo proteico da planta e responsável pela produção de novos compostos orgânicos - contribui positivamente para o maior acúmulo de biomassa (GASTAL et al., 2010).

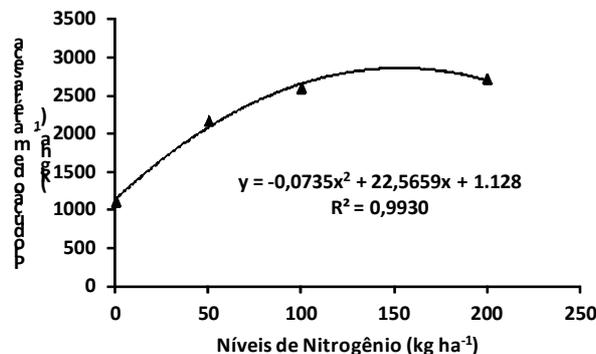


Figura 1. Produção de matéria seca de *Trachypogon plumosus*, em função da adubação nitrogenada.

Os teores de N responderam de forma quadrática à adubação nitrogenada e o máximo valor foi estimado com a aplicação de 124,0 kg de N ha⁻¹ (23,97 g/kg) (Figura 2). Os teores de N, independentemente dos níveis de adubação nitrogenada avaliadas, foram inferiores ao sugerido por Jeuffroy et al. (2002) como adequado para a manutenção da capacidade de fixação de carbono e, conseqüentemente da produtividade biológica primária da gramínea (30 g/kg). Considerando-se que teores de N inferiores a 11,2 g/kg são limitantes para que ocorra uma adequada fermentação ruminal, implicando em menor consumo voluntário, redução na digestibilidade da forragem e balanço nitrogenado negativo, a gramínea atenderia, satisfatoriamente, aos requerimentos mínimos dos ruminantes, independentemente do nível de adubação nitrogenada. A relação entre MS e teor de N foi ajustada ao modelo exponencial de regressão ($Y = 26,325.e^{(0,1993 x)}$ - $R^2 = 0,8057$), evidenciando o

efeito de diluição de seus teores, em função do maior acúmulo de MS com o aumento dos níveis de adubação nitrogenada. Para Gastal e Lemaire (2002) este comportamento decorre da maior proporção de material estrutural e de reservas com o crescimento da planta, os quais contêm baixas concentrações de N, além da não uniformidade da distribuição do N entre as folhas em função do nível de radiação solar recebida no interior do dossel. Os teores de N, para todas as doses de N, ficaram abaixo do nível crítico proposto por Lemaire e Salette (1984), implicando em INN insuficiente para atender ao requerimento da gramínea por N, pois a razão entre o teor de N na MS e o NCN foi inferior a 1,0. A absorção de N pode ter sido reduzida pela baixa disponibilidade de P, a qual limita o suprimento de energia para a fase fotoquímica da fotossíntese e, posteriormente os processos de carboxilação do CO₂ (BARGER et al., 2002; GASTAL; LEMAIRE, 2002)

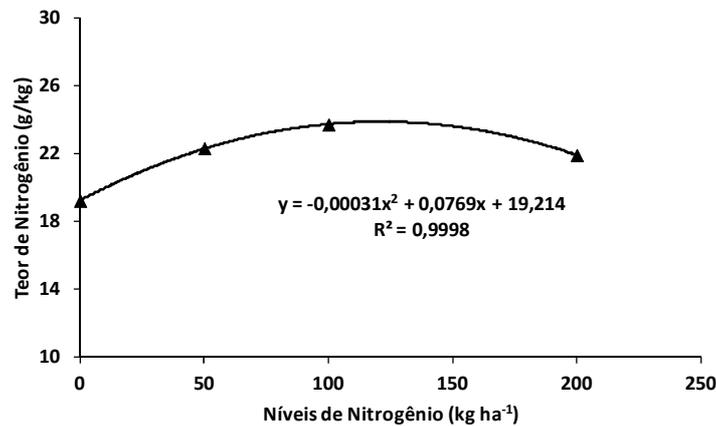


Figura 2. Teor de nitrogênio de *Trachypogon plumosus*, em função da adubação nitrogenada.

A EUN e a RAN foram inversamente proporcionais às doses utilizadas (Tabela 2). Tendências semelhantes foram constatadas por Siewerdt et al. (1995) para pastagens de *Paspalum* spp. (28,8; 21,7 e 17,1 kg de MS/kg de N e 45,6; 41,2 e 36,8%, respectivamente para 100, 200 e 300 kg de N ha⁻¹). Os valores registrados neste trabalho foram superiores aos reportados por Lajús et al. (1996) em pastagens nativas do Rio Grande do Sul (20,2 e 18,6 kg de MS/kg de N e 17 e 16%, respectivamente para 100 e 200 kg de N ha⁻¹). Townsend (2008), avaliando os efeitos da adubação nitrogenada (0, 60, 180 e 360 kg de N/ha/ano) em *Paspalum notatum* cv. André da Rocha constatou máxima produção de forragem com a aplicação de 239 kg de N ha⁻¹, contudo, as maiores EUN foram atingidas sob níveis de fertilização entre 80 e 160 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹. Primavesi et al. (2004) verificaram

que a RAN de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross foi inversamente proporcional às doses de N, contudo os maiores valores foram obtidos com a utilização de nitrato de amônio (75; 68 e 45%), comparativamente à ureia (52; 46 e 37%), respectivamente para 50, 100 e 200 kg de N ha⁻¹. A EUN e a RAN são afetadas pelas espécies forrageiras, estágio de desenvolvimento das plantas, doses aplicadas e seu fracionamento, frequência de utilização das pastagens, fatores ambientais e fertilidade do solo. Reduções na EUN e RAN podem estar associadas a perdas de N por lixiviação, volatilização de NH₃ e desnitrificação, notadamente com a utilização de elevadas doses de N e sob condições de alta umidade do solo (MAGALHÃES, et al, 2012).

Tabela 2. Nível crítico de nitrogênio (NCN)¹, índice de nutrição nitrogenada (INN), eficiência de utilização de nitrogênio (EUN) e recuperação aparente de nitrogênio (RAN) de *Trachypogon plumosus*, em função da adubação nitrogenada.

Níveis de N (kg ha ⁻¹)	NCN (g/kg)	INN (Teor de N/NCN)	EUN (kg de MS/kg de N)	RAN (%)
0	34,9	0,55	---	---
50	27,7	0,80	43,1 a	52,6 a
100	26,0	0,91	25,9 b	39,6 b
200	25,6	0,85	13,6 c	18,8 c

- Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (P>0.05) pelo teste de Tukey; 1. N_{crítico} de nitrogênio = 3,6.MS^(-0,34)

A relação entre adubação nitrogenada e o NFV foi ajustada ao modelo quadrático de regressão e o máximo valor obtido com a aplicação de 147,0 kg de N ha⁻¹ (6,43 folhas perfilho⁻¹) (Figura 3). Os valores obtidos foram superiores aos reportados por Costa et al. (2011) para pastagens de *T. vestitus* submetidas a diferentes frequências de pastejo (4,9; 5,7 e 6,4 folhas perfilho⁻¹, respectivamente aos 35, 49 e 56 dias de rebrota). Para Garcez Neto et al. (2002), o principal efeito do N sobre o NFV seria o aumento na duração de vida das folhas (DVF). A ação do N estaria associada à manutenção de maior capacidade fotossintética, por períodos mais longos, sem que ocorra remobilização interna significativa

do N das folhas mais velhas. Patês et al. (2007) verificaram que o NFV de *P. maximum* cv. Tanzânia foi inversamente proporcional às doses de N aplicadas (0; 15; 33 e 50 mg N/kg solo), como consequência da priorização da produção de maior número de perfilhos, em detrimento ao de folhas perfilho⁻¹, mecanismo que favorece o acúmulo de forragem. No entanto, Machado et al. (2013) não constataram efeito significativo da adubação nitrogenada (100 kg ha⁻¹) sobre o NFV de *Andropogon lateralis*, *Aristida laevis* e *Axonopus affinis*, gramíneas nativas do Sul do Brasil, comportamento que foi compensado pela maior DVF.

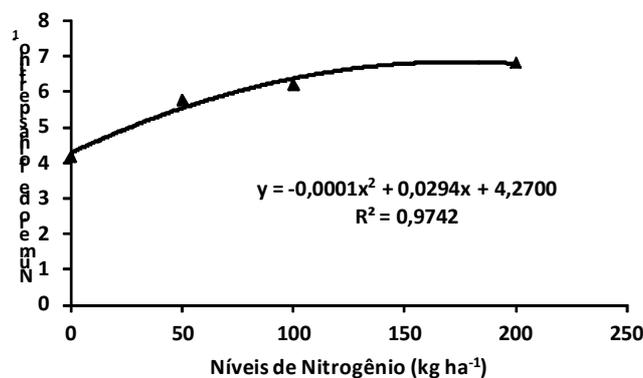


Figura 3. Número de folhas perfilho⁻¹ de *Trachypogon plumosus*, em função da adubação nitrogenada.

Os efeitos da adubação nitrogenada sobre a TApF, TAIF e CFF foram quadráticos e os máximos valores obtidos, respectivamente, com a aplicação de 155,4 (0,155 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹); 116,1 (2,64 cm dia⁻¹ perfilho⁻¹) e 135,1 kg de N ha⁻¹ (19,04 cm) (Figura 4). Em condições nutricionais limitantes, a estratégia para a manutenção do crescimento seria a economia de assimilados, iniciada pelo comprometimento do perfilhamento, passando pela redução no CFF e no período de vida da folha (NABINGER; PONTES, 2001; CUNHA et al., 2011; CABRAL et al, 2012). A correlação entre rendimento de MS e TApF (r = 0,9676; P=0,0019) e

de TEF (r = 0,9517; P=0,0021) foram positivas e significativas. A TApF, TAIF e o CFF obtidas neste trabalho foram superiores às reportados por Costa et al. (2011) para pastagens de *T. vestitus*, não fertilizadas, durante o período chuvoso, que estimaram 0,139 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹, 1,89 cm dia⁻¹ perfilho⁻¹ e 17,7 cm, para plantas aos 49 dias de rebrota. A TAIF explicou em 93% os incrementos nos rendimentos de MS da gramínea, em função da adubação nitrogenada. Da mesma forma, Petry et al. (2005) constataram efeito quadrático da adubação nitrogenada (0, 50, 100, 150 e 200 mg N/kg solo) sobre a TApF, TAIF e CFF de *P. maximum* cv.

Mombaça, estimando valores máximos com a aplicação de 73; 121 e 103 mg N/kg solo, respectivamente. Em pastagens de *Andropogon lateralis*, gramínea nativa do sul do Brasil, Bandinelli et al. (2003) estimaram maiores TApF e TAIF com a aplicação de 100 kg de N ha⁻¹ (0,085

folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ e 0,66 cm dia⁻¹ perfilho⁻¹), comparativamente ao tratamento controle (0,065 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ e 0,47 cm dia⁻¹ perfilho⁻¹) ou a aplicação de 200 kg de N ha⁻¹ (0,076 folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹ e 0,63 cm dia⁻¹ perfilho⁻¹).

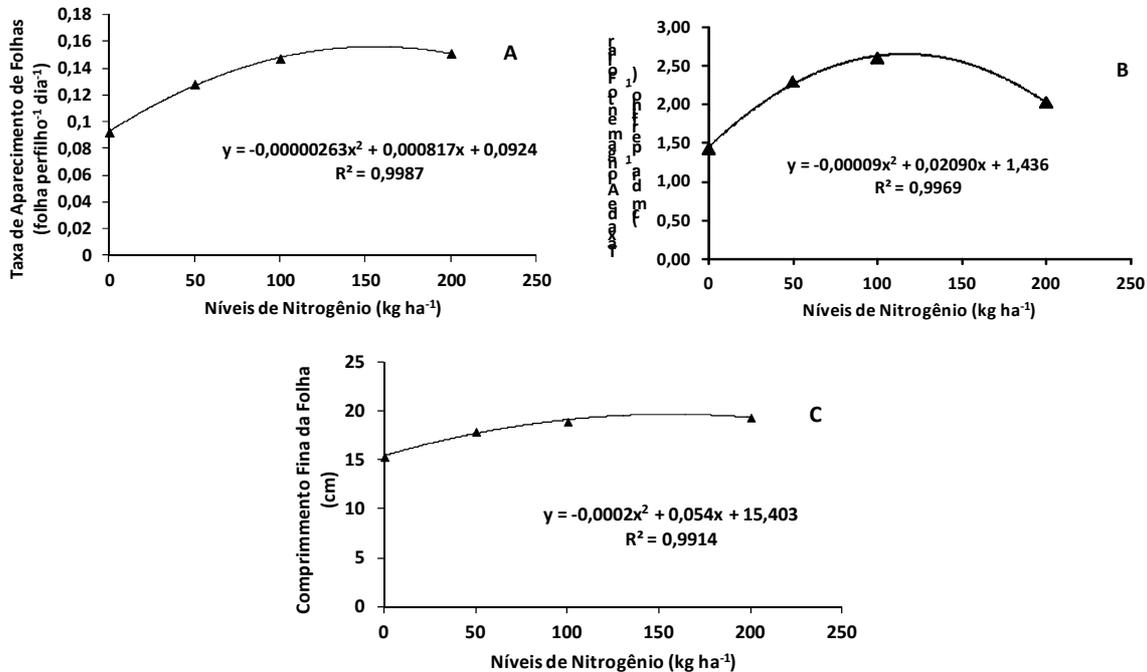


Figura 4. Taxa de aparecimento de folhas (A), taxa de alongamento foliar (B) e comprimento final da folha (C) de *Trachypogon plumosus*, em função da adubação nitrogenada.

O papel do suprimento de N sobre a TApF pode ser analisado como resultado da combinação simultânea de vários fatores, como altura de bainha, alongamento foliar e temperatura. A taxa à qual as folhas se alongam altera o padrão de aparecimento de lâminas foliares, em função da modificação do tempo gasto pela folha, desde sua iniciação no meristema até o seu aparecimento acima do pseudocolmo formado pelas folhas mais velhas (DURU; DUCROCQ, 2000; CUNHA et al., 2011). Para Garcez Neto et al. (2002), a TAIF, ao responder positivamente ao suprimento de N, seria o principal agente modificador da TApF. Folhas sucessivas aparecendo em níveis de inserção próximos, mas sob elevadas taxas de alongamento, suportadas pelo suprimento adicional de N, estabeleceriam maior TApF. Em gramíneas, o alongamento foliar está restrito a uma zona na base da folha em expansão protegida pelo pseudocolmo, local ativo e de grande demanda por nutrientes, onde o N atua como principal responsável pela divisão e expansão celular. Segundo Fagundes et al. (2006b), as TApF e TAIF apresentam correlação

negativa, indicando que quanto maior a TApF, menor será o tempo disponível para o alongamento. Neste trabalho a correlação entre estas duas variáveis foi positiva e significativa ($r = 0,939$; $P < 0,01$), possivelmente, como consequência da utilização de condições ambientais favoráveis, as quais permitiram que as plantas expressassem seu máximo potencial de crescimento. Grant et al. (1981), em azevém (*Lolium perenne* L.), observaram que a TAIF foi positivamente correlacionada com a quantidade de folhas verdes remanescentes no perfilho após a desfolhação, sendo o tamanho do perfilho o principal responsável pelo período de expansão foliar.

O IAF respondeu de forma quadrática à adubação nitrogenada e o máximo valor foi registrado com a aplicação de 181,2 kg de N ha⁻¹ (2,56) (Figura 5). Como o IAF representa a síntese das características morfogênicas e estruturais da gramínea, ele reflete o balanço dos processos que determinam a oferta (fotossíntese) e a demanda (respiração, acúmulo de reservas, síntese e senescência de tecidos) de fotoassimilados, que

estabelecem o ritmo de crescimento da pastagem (NABINGER; PONTES, 2001; ALEXANDRINO et al., 2010). O N ao alterar a estrutura e composição morfológica da pastagem, decorrente do maior número de folhas verdes por perfilho, proporciona aumentos nas taxas de aparecimento e alongamento de folhas, com reflexos positivos em seu comprimento final, resultando em maior IAF e,

consequentemente na eficiência de absorção luminosa e capacidade fotossintética do relvado (LEMAIRE, 1997). Os valores registrados foram superiores aos reportados por Costa et al. (2012) para pastagens de *T. vestitus*, submetidas a diferentes frequências de corte (1,21; 1,65 e 2,23, respectivamente para 28, 35 e 42 dias de rebrota).

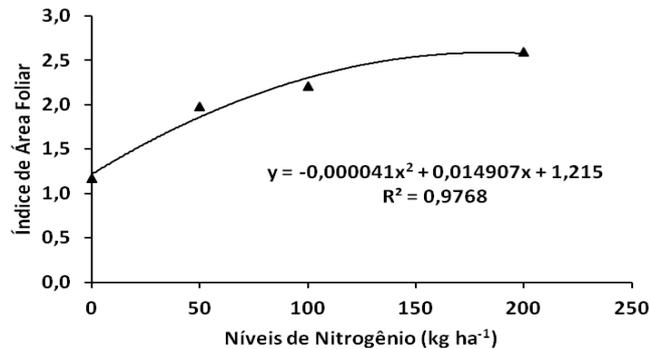


Figura 5. Índice de área foliar de *Trachypogon plumosus*, em função da adubação nitrogenada.

A adubação nitrogenada afetou positiva e linearmente ($P < 0,05$) a DPP (Figura 6). A correlação entre produção de MS e DPP foi positiva e significativa ($r = 0,9821$; $P = 0,0017$), a qual explicou em 97% os incrementos verificados nos rendimentos de forragem da gramínea, em função da adubação nitrogenada. Patês et al. (2007), independentemente da adubação fosfatada (0 e 90 kg de P_2O_5 ha⁻¹), constataram incrementos significativos na DPP de *P. maximum* cv. Tanzânia com a aplicação de até 50 mg N/kg solo, enquanto que Garcez Neto et al. (2002) estimaram máximo potencial de perfilhamento de *P. maximum* cv. Mombaça com a aplicação de 175,5 mg N/kg solo. Segundo Fagundes et al. (2006a,b), o N interfere intensamente na ativação dos tecidos meristemáticos (gemmas axilares); seu déficit aumenta o número de gemmas dormentes, enquanto que o adequado suprimento permite o máximo perfilhamento da gramínea. O perfilhamento constitui característica estrutural fortemente influenciada por fatores nutricionais, ambientais e de manejo, os quais definem as características morfológicas, que, por

sua vez, são determinantes para a resposta morfológica das plantas forrageiras (GARCEZ NETO et al., 2002). A produção de novos perfilhos é, normalmente, um processo contínuo e acelerado pela desfolhação da planta em decorrência da melhoria do ambiente luminoso na base do dossel (maior razão da radiação vermelha:vermelha distante), sendo controlada por dois fatores principais: o suprimento de energia para a fotossíntese e o número e atividade de pontos de crescimento (GASTAL; LEMAIRES, 2002). Neste contexto, cortes realizados a 5,0 cm acima do solo favoreceram o perfilhamento da gramínea, independentemente da altura das plantas quando da desfolhação (33,7; 42,4; 46,8 e 49,1 cm, respectivamente para 0, 50, 100 e 200 kg de N ha⁻¹). Como os perfilhos individuais têm duração de vida limitada e variável, em função de fatores bióticos e abióticos, a sua população pode ser mantida por contínua reposição dos perfilhos mortos, sendo este mecanismo o ponto-chave para a perenidade das gramíneas (CABRAL et al., 2012).

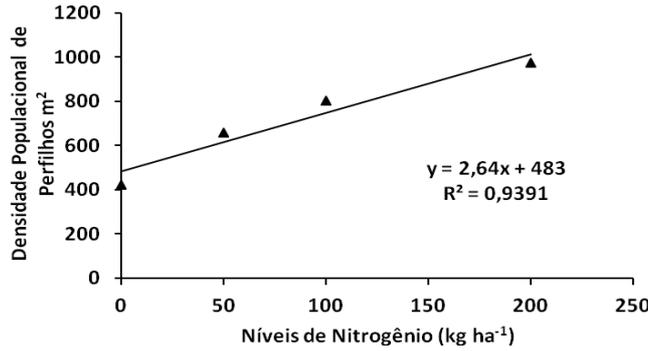


Figura 6. Densidade populacional de perfilhos de *Trachypogon plumosus*, em função da adubação nitrogenada.

A TSF foi positiva e linearmente afetada pela adubação nitrogenada (Figura 7). A adubação nitrogenada ao acelerar o fluxo de tecidos da gramínea por meio de maiores TApF, TAIF, CFF e IAF, reduz a disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa na porção inferior da planta, propiciando condições favoráveis ao processo de senescência foliar, em função direta ao nível de sombreamento estabelecido (GASTAL et al., 2010). Na ausência de adubação as plantas permaneceram mais tempo com suas folhas vivas em detrimento da expansão de novas folhas, ou seja, o processo de senescência foi acelerado com aumento das doses de N, reduzindo a DVF, como consequência da maior renovação de tecidos nas plantas (MARTUSCELLO et al., 2005). Bandinelli et al. (2003) constataram que as TSF de *A. lateralis* foram diretamente proporcionais aos níveis de N (0,169; 0,194 e 0,197 cm dia⁻¹ perfilho⁻¹, respectivamente para 0, 100 e 200 kg de N ha⁻¹). Os valores registrados foram inferiores aos reportados por Costa et al. (2011) para *T. vestitus*, durante o período chuvoso, que estimaram TSF de 0,211 e 0,238 cm dia⁻¹ perfilho⁻¹, para plantas aos 42 e 56

dias de rebrota, respectivamente. A senescência é um processo natural que caracteriza a última fase de desenvolvimento da folha, iniciada após sua completa expansão, cuja intensidade se acentua progressivamente com o aumento da área foliar, em decorrência do sombreamento das folhas superiores sobre as inseridas na porção inferior do colmo, as quais têm sua capacidade fotossintética reduzida (FAGUNDES et al., 2006b). Apesar do efeito negativo sobre a qualidade da forragem, a senescência representa importante processo fisiológico no fluxo de tecidos da gramínea, pois cerca de 50% do carbono e 80% do N podem ser reciclados das folhas senescentes e utilizados para a produção de novos tecidos foliares (CARRÈRE et al., 1997; LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000; SANTOS et al., 2009). Em pastagens de *T. plumosus*, Medina (1982) constatou remobilização interna de 64% do N das folhas senescentes para as em expansão, enquanto que Silva e Haridasan (2007), para diversas gramíneas nativas do cerrado, estimaram eficiências de retranslocação de 34,9; 68,4; 86,9 e 42,2%, respectivamente para N, P, K e Mg.

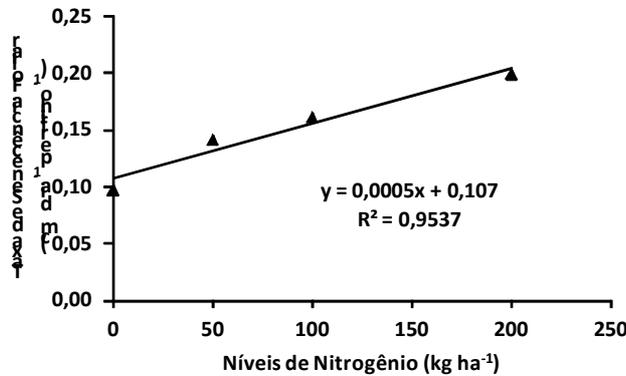


Figura 7. Taxa de senescência foliar de *Trachypogon plumosus*, em função da adubação nitrogenada.

CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada afeta positivamente o rendimento de forragem, as taxas de aparecimento e alongamento foliar, os teores de nitrogênio e o perfilhamento de *Trachypogon plumosus*. O

processo de senescência foliar da gramínea foi acelerado com o aumento das doses de nitrogênio. A eficiência de utilização e a recuperação aparente de nitrogênio são inversamente proporcionais às doses de nitrogênio.

ABSTRACT: The effect of nitrogen fertilization (0, 50, 100 and 200 kg N ha⁻¹) on forage production and morphogenetic and structural characteristics of *Trachypogon plumosus* was evaluated in the Roraima's savannas. The experimental design was in randomized blocks with three replicates. Nitrogen fertilization promoted quadratic increase in the dry matter (DM) yield, nitrogen contents, leaf appearance rate, leaf elongation rate, number of live leaves/tiller, final leaf length and leaf area index; maximum values were estimated with application of 153.5 (2,849 kg ha⁻¹); 124.0 (23.97 g/kg); 155.4 (0.155 leaf tiller⁻¹ day⁻¹); 116.1 (2.64 cm day⁻¹ tiller⁻¹); 147.0 (6.43 leaves tiller⁻¹); 135.1 (19.04 cm) and 181.2 kg N ha⁻¹, (2.56), respectively. Tiller population density and leaf senescence rate were directly proportional to nitrogen levels, and the opposite occurred for efficiency of utilization and apparent nitrogen recovery.

KEYWORDS: Dry matter. Leaves. Tillering. Senescence.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E.; VAZ, R. G. M. V.; SANTOS, A. C. Características da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o seu estabelecimento submetida a diferentes doses de nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia v. 26, n. 6, p. 886-893, 2010.
- BANDINELLI, D. G.; QUADROS, F. L. F.; GONÇALVES, E. N.; ROCHA, M. G. Variáveis morfológicas de *Andropogon lateralis* Nees submetido a níveis de nitrogênio nas quatro estações do ano. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 71-76, 2003.
- BARGER, N. N.; DANTONIO, C. M.; GHNEIM, T.; BRINK, K.; CUEVAS, E. N. Nutrient limitation to primary productivity in a secondary savanna in Venezuela. **Biotropica**, Oxford. v. 34, n. 4, p. 493-501, 2002.
- BRAGA, R. M. **A agropecuária em Roraima: considerações históricas, de produção e geração de conhecimento**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 1998. 63p. (Embrapa Roraima. Documentos, 1).
- BRAMBILLA, D. M.; NABINGER, C.; KUNRATH, T. R.; CARVALHO, P. C. F.; CARASSAI, I. J.; CADENAZZI, M. Impact of nitrogen fertilization on the forage characteristics and beef calf performance on native pasture overseeded with ryegrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 3, p. 528-536, 2012.
- CABRAL, W. B.; SOUZA, A. L. S.; ALEXANDRINO, E.; TORAL, F. L. B.; SANTOS, J. N.; CARVALHO, M. V. P. Características estruturais e agronômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 4, p. 846-855, 2012.
- CARRÈRE, P.; LOUAULT, F.; SOUSSANA, J. F. Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 34, p. 333-348, 1997.
- COSTA, N. de L.; GIANLUPPI, V.; MORAES, A. Produtividade de forragem e morfogênese de *Trachypogon vestitus* em diferentes idades de rebrota nos cerrados de Roraima. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 42, p. 935-948, 2011.
- COSTA, N. de L.; GIANLUPPI, V.; MORAES, A. Morfogênese de *Trachypogon vestitus* submetido à queima, nos cerrados de Roraima. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 13, n. 1, p. 41-48, 2012.

- CUNHA, M. K.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P.; SIEWERDT, F. Doses de nitrogênio e enxofre na Produção e qualidade da forragem de campo natural de Planossolo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 651-658, 2001.
- CUNHA, F. F.; RAMOS, M. M.; ALENCAR, C. A. B.; OLIVEIRA, R. A.; ARAÚJO, R. A. S.; CECON, P. R.; MARTINS, C. E.; CÓSER, A.C. Número de folhas do capim-xaraés em diferentes manejos e doses de adubação, intervalos de desfolha e estações anuais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 271-282, 2011.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. **Annals of Botany**, Oxford, v. 85, p. 645-653, 2000.
- FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, M. R. E.; LAMBERTUCCI, D.M. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 30-37, 2006a.
- FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; MORAIS, R. V.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; CASAGRANDE, D. R.; COSTA, L. T. Características morfológicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 21-29, 2006b.
- 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**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1890-1900, 2002.
- GASTAL, F.; DAWSON, L. A.; THORNTON, B. Responses of plant traits of four grasses from contrasting habitats to defoliation and N supply. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Amsterdam, v. 88, p. 245-258, 2010.
- GASTAL, F.; LEMAIRE, G. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 370, p. 789-799, 2002.
- GIANLUPPI, D.; GIANLUPPI, V.; SMIDERLE, O. **Produção de pastagens no cerrado de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2001. 4p. (Embrapa Roraima. Comunicado Técnico, 14).
- GRANT, S. A.; BERTHARM, G. T.; TORVELL, L. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 36, p. 155-168, 1981.
- JEUFFROY, M. H.; NEY, B.; OURRY, A. Integrated physiological and agronomic modelling of N capture and use within the plant. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 370, p. 809-823, 2002.
- LAJÚS, C. A.; SIEWERDT, L.; SIEWERDT, F. Campo natural de Planossolo: efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção de matéria seca, proteína bruta, teor e extração de macrominerais. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 2, n. 1, p. 45-50, 1996.
- LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997, p.117-144.
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. F. (Eds). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. London: CAB International, 2000. p. 265-288.

- LEMAIRE, G.; GASTAL, F. N uptake and distribution in plant canopies. In: LEMAIRES, G. (Ed.). **Diagnosis of nitrogen status in crops**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1997. p. 3-43.
- LEMAIRE, G; SALETTE, J. Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélèvement d'azote pour un peuplement de graminées fourragères. 1. Etude de l'effet du milieu. **Agronomie**, Paris, v. 4, p. 223-230, 1984.
- MACHADO, J. M.; ROCHA, M. G.; QUADROS, F. L. F.; CONFORIN, A. C. C.; SANTOS, A. B.; SICHONANY, M. J. O.; RIBEIRO, L. A.; ROSA, A. T. N. Morphogenesis of native grasses of Pampa Biome under nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 42, n. 1, p. 22-29, 2013.
- MAGALHÃES, J. A.; CARNEIRO, M. S. S.; ANDRADE, A. C.; PEREIRA, E. S. SOUTO, J. S.; PINTO, M. S. C.; RODRIGUES, B. H. N.; COSTA, N. de L.; MOCHEL FILHO, W. J. E. Eficiência do nitrogênio, produtividade e composição do capim-andropogon sob irrigação e adubação. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 61, n. 236, p. 1-12, 2012.
- MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P. M.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Características morfológicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1475-1482, 2005.
- MEDINA, E. Nitrogen balance in *Trachypogon* grasslands of central Venezuela. **Plant and Soil**, The Hague, v. 67, p. 305-314, 1982.
- NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 755-771.
- PATÊS, N. M. S.; PIRES, A. J. V.; SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C.; CARVALHO, G. G. P.; FREIRE, M. A. L. Características morfológicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1736-1741, 2007.
- PETRY, L.; MESQUITA, E. E.; NERES, M. A.; ARAÚJO, J. S.; SLAMORIA, G. A.; OLIVEIRA, M. D. E. Morfogênese de *Panicum maximum* cultivares Mombaça, Tanzânia e Millenium sob doses de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. 3p.
- PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A. G.; FREITAS, A. R.; VIVALDI, L. J. Adubação nitrogenada em capim-Coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2004.
- RIPPSTEIN, G.; ESCOBAR, G.; MOTTA, F. **Agroecologia y biodiversidad de los Llanos Orientales de Colombia**. Cali, Colombia: CIAT, 2001. 302p.
- SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M.; MONNERAT, J. P. I. S.; SILVA, S. P. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 650-656, 2009.
- SARMIENTO, G.; SILVA, M. P.; NARANJO, M. E.; PINILLOS, M. Nitrogen and phosphorus as limiting factors for growth and primary production in a flooded savanna in the Venezuelan Llanos. **Journal of Tropical Ecology**, London, v. 22, p. 203-212, 2006.
- SCHEFFER-BASSO, S. M.; FÁVERO, F.; CESARO, E. P.; JOURIS, C.; ESCOTEGUY, P. A. V. Preliminary evaluation of *Paspalum pauciciliatum*: seasonal production and nitrogen response. **ARS Veterinaria**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 53-59, 2010.

SIEWERDT, L.; NUNES, A. P.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Efeito da adubação nitrogenada na produção e qualidade da matéria seca de um campo natural de Planossolo no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 3, p. 157-162, 1995.

SILVA, J. S. O.; HARIDASAN, M. Acúmulo de biomassa aérea e concentração de nutrientes em *Melinis minutiflora* P.Beauv. e gramíneas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 337-344, 2007.

TOWNSEND, C. R. **Características produtivas de gramíneas nativas do gênero *Paspalum*, em resposta à disponibilidade de nitrogênio**. 2008. 254 f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Curso de Pós-graduação em Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

VALENCIA, H.; HERNÁNDEZ, L. The losses of nutrients by fire in a savanna vegetation of *Trachypogon*. **Revista de Biologia Tropical**, Caracas, v. 50, n. 3-4, p. 1013-1019, 2002.