

EFICIÊNCIA DO NITROGÊNIO, PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO DO CAPIM-ANDROPOGON SOB IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO[#]

NITROGEN USE EFFICIENCY, YIELD AND COMPOSITION OF ANDROPOGON-GRASS UNDER IRRIGATION AND FERTILIZATION

Magalhães, J.A.^{1A}, Carneiro, M.S. de S.^{2A}, Andrade, A.C.³, Pereira, E.S.^{2B}, Souto, J.S.⁴, Pinto, M.S. de C.⁵, Rodrigues, B.H.N.^{1B}, Costa, N. de L.⁶ e Mochel Filho, W. de J.E.⁷

¹Embrapa Meio-Norte. Parnaíba, Piauí. Brasil. ^Aavelar@cpamn.embrapa.br; ^Bbraz@cpamn.embrapa.br

²Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, Ceará. Brasil. ^Amsocorro@ufc.br; ^Belzania@hotmail.com

³Universidade Estadual do Piauí/Campus Parnaíba. Parnaíba, Piauí. Brasil. acandrade4@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Campina Grande. Patos, Paraíba. Brasil. jacob_souto@yahoo.com.br

⁵Universidade Estadual da Paraíba. Catolé do Rocha. Paraíba. Brasil. caldaspinto2000@yahoo.com.br

⁶Embrapa Roraima. Doutorando UFPR. Curitiba, Paraná. Brasil. newton@cpafrr.embrapa.br

⁷UFC, UFPB e UFRPE. williammochel@yahoo.com.br

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Andropogon gayanus. FDA. FDN. Proteína bruta. Relação folha/colmo. Tanque Classe A.

ADDITIONAL KEYWORDS

ADF. *Andropogon gayanus*. Class A evaporation. Crude protein. Leaf/stem ratio. NDF.

RESUMO

Foram avaliados os efeitos de diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio sobre a produção, eficiência do uso do nitrogênio e composição bromatológica do capim-andropogon (*Andropogon gayanus*'Planaltina'). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, num esquema fatorial 2x4, com três repetições; sendo dois níveis de irrigação (50% e 80% da evaporação do Tanque Classe A, ECA) e quatro níveis de N (200, 400, 600 e 800 kg/ha/ano) aplicados na forma de uréia e fracionados em função do número de cortes (16,7; 33,3; 50,0 e 66,7 kg de N/ha/mês). As lâminas de irrigação aplicadas apresentaram comportamentos semelhantes em relação à produtividade de matéria seca total, de folhas e colmos. A lâmina de 80% de ECA proporcionou menor relação folha/colmo. A adubação nitrogenada influenciou positivamente a produtividade de matéria seca total, de folhas e colmos, no entanto, diminuiu a relação folha/colmo e a eficiência de utilização do nitrogênio. Os teores de proteína bruta das folhas e colmos não foram

influenciados pelas lâminas de irrigação aplicadas, mas aumentou linearmente com a adubação nitrogenada. Os teores de FDN e FDA apresentaram influência negativa da maior lâmina de irrigação. A irrigação de 50% de ECA, associada à aplicação de 800 kg de N/ha/ano, apresentou os melhores resultados, considerando-se a produtividade, relação folha/colmo, composição bromatológica e a possibilidade de economia de água, com conseqüente redução nos custos de produção da forragem.

SUMMARY

The effects of different irrigation levels and nitrogen rates on the dry matter (DM) yield, nitrogen use efficiency and bromatological composition of andropogon grass (*Andropogon gayanus*'Planaltina') were evaluated. The experiment consisted in a completely randomized block design, with three repetitions, with 2x4 factorial arrangement, being two irrigation levels (50% and 80% of evaporation of the Class A evaporation: ECA) and four N levels (200, 400, 600 and 800 kg/ha/year) applied as urea, divided in function of the cuts number (16.7, 33.3, 50.0 e 66.7 kg/ha/month).

[#]Parte da tese apresentada pelo primeiro autor ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (UFC, UFPB e UFRPE).

The water supply applied presented similar behaviors in relationship to the total dry matter productivity, leaves and stems. The water supply of 80% ECA provided the smaller leaf/stem ratio. The nitrogen fertilization influenced positively the total dry matter productivity, leaves and stems productivities however, the leaf/stem ratio and nitrogen use efficiency decreased. The crude protein contents of leaves and culms were not affected by water supply, but were increased by N fertilization. The NDF and ADF contents were negatively influenced by the largest water supply. The 50% of ECA irrigation presented the best results, associated to the application of 800 kg of N/ha/year, considering the productivity, bromatological composition and the possibility of economy of water, with consequent reduction in the costs of herbage production.

INTRODUÇÃO

Cultivado nos mais variados ecossistemas, o capim-andropogon (*Andropogon gayanus* 'Kunth.') é uma gramínea forrageira perene, ereta, que apresenta grande importância para pecuária brasileira, devido a sua elevada produção de fitomassa e boa resistência a seca, além de apresentar características agrônômicas desejáveis, como tolerância ao fogo, adaptabilidade a solos ácidos e de baixa fertilidade natural, boa aceitabilidade pelos animais e bom teor de proteína bruta (Costa *et al.*, 2001).

Nas regiões tropicais, devido às condições climáticas, as plantas forrageiras apresentam acentuada estacionalidade que reflete na produção pecuária. Durante o período chuvoso, devido a alta disponibilidade e bom valor nutritivo, observa-se um desempenho satisfatório dos animais. Já na época de estiagem, ocorre o oposto e, como conseqüência há perda de peso ou redução drástica na produção de leite. Estes efeitos são mais expressivos na região Nordeste do Brasil.

A produção sazonal de forragem é um fenômeno que ocorre na maioria das espécies tropicais, sendo determinado, principalmente, pelas limitações de luz, disponibilidade de água e temperatura (Maldonado *et al.*,

1997). Entretanto, o norte do Piauí, região próxima da linha do Equador, apresenta menores variações de temperatura durante o ano, cuja estacionalidade é causada, principalmente, pela irregularidade da precipitação pluvial.

Uma das alternativas para se evitar que as gramíneas tropicais tenham sua produtividade de forragem reduzida pelo efeito da escassez ou ausência de chuvas seria através da irrigação.

Comparando a produtividade de gramíneas com e sem irrigação, Viana *et al.* (2005) relataram que gramíneas mantidas sob sequeiro, a produção de biomassa das forrageiras foi afetada pelo déficit hídrico imposto às plantas, com reduções de 46% no *Pennisetum purpureum* 'Pioneiro', 54% na *Brachiaria brizantha* 'Marandu' e 50% no *Panicum maximum* 'Tanzânia', em relação ao tratamento irrigado.

No entanto, na utilização de irrigação de pastagens, a fim de não restringir o seu potencial de produção são necessários outros insumos, além de água. Dentre estes, destaca-se o uso da adubação nitrogenada, devido ao efeito positivo do nitrogênio sobre a produtividade das gramíneas forrageiras, além de estimular o crescimento de tecidos novos, com altos teores de proteína bruta e baixos de fibra em detergente neutro (FDN) e lignina (Euclides, 1995).

As respostas das plantas forrageiras à irrigação e adubação nitrogenada variam conforme o potencial genético das gramíneas, a frequência de corte e as condições edafoclimáticas. Objetivou-se com essa pesquisa avaliar os efeitos de diferentes lâminas de irrigação e das doses de N sobre a produtividade, eficiência do uso do nitrogênio e composição bromatológica do capim *Andropogon gayanus* 'Planaltina' nas condições ecológicas de Parnaíba, Piauí.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Embrapa Meio-Norte, em Parnaíba,

CAPIM-ANDROPOGON SOB IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO

Piauí (latitude de 3°5' Sul, longitude de 41°47' Oeste e altitude de 46,8 m), durante o período de agosto a dezembro de 2007. O clima é do tipo AW', segundo classificação de Köppen, com ventos moderados e umidade relativa do ar de moderada a alta. A precipitação anual média é de 1300 mm e o período chuvoso se concentra nos meses de janeiro a junho.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura média, fase caatinga litorânea de relevo plano e suave ondulado, e no início do experimento apresentou as seguintes características químicas: MO= 15,28 g/kg; pH (H₂O)= 5,48; P= 13,45 mg/dm³; K= 0,04 cmol_c/dm³; Ca= 1,51 cmol_c/dm³; Mg= 0,44 cmol_c/dm³; Na= 0,16 cmol_c/dm³; Al= 0,01 cmol_c/dm³; H+Al= 1,25 cmol_c/dm³; S= 2,14 cmol_c/dm³; CTC= 3,40 cmol_c/dm³; V= 63,04% e percentagem de saturação por alumínio, m= 0,69%.

O capim-andropogon (*Andropogon gayanus* 'Planaltina') foi implantado no início do período chuvoso de 2005, aplicando o equivalente a 50 kg/ha de P₂O₅, na forma de superfosfato triplo, 40 kg/ha de K₂O, na forma de cloreto de potássio em fundação e 45 kg/ha de nitrogênio na forma de uréia, parcelados em duas aplicações, uma por ocasião do plantio e outra decorridos 30 dias.

Em agosto de 2007 foi iniciada a pesquisa. Os tratamentos consistiram na aplicação de duas lâminas de irrigação (sendo uma lâmina equivalente à reposição de 50% e outra de 80% da evaporação do Tanque Classe A - ECA) e quatro doses de nitrogênio (equivalente a 200, 400, 600 e 800 kg de N/ha/ano), num delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x4, com três repetições. As parcelas experimentais mediam 3x8 m, definindo-se uma área central de 2x7 m, como área útil para coleta de dados, sendo realizados um corte de uniformização (agosto) e quatro cortes para coleta de dados a cada 30 dias e a 20 cm acima do solo.

A adubação nitrogenada, na forma de uréia, foi aplicada a lanço (após cada corte) e de acordo com as quantidades estabelecidas nos tratamentos (16,7; 33,3; 50,0 e 66,7 kg/mês), além da aplicação de K₂O, equivalente a 80% da dose de nitrogênio na forma de cloreto de potássio (13,4; 26,7; 40,0 e 53,4 kg/mês). Durante o período experimental foram aplicados 66,8; 133,2; 200,0 e 266,8 kg de N/ha, e 53,4; 106,8; 160,0 e 213,6 de K/ha, respectivamente.

O manejo da irrigação foi baseado na reposição de 50% e 80% da evaporação do Tanque Classe A, adotando-se um turno de rega de três dias. Foi utilizado um sistema de aspersão convencional fixo, de baixa pressão e vazão. O espaçamento entre linhas laterais e entre aspersores foi de 12x12 m. Durante o período experimental os valores das lâminas totais de irrigação aplicadas nos tratamentos dos níveis de irrigação (50 e 80% da evaporação do Tanque Classe A), foram de 471,99 mm e 755,18 mm, respectivamente.

Em cada corte do capim-andropogon foram coletadas amostras, que depois de separadas em folha (lâmina foliar) e colmo (colmo+bainha) e pesadas em balança eletrônica. Em seguida, foram submetidas à pré-secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C até peso constante, para estimativa da relação folha/colmo, da produtividade de matéria seca (MS) e das análises químico-bromatológica. Os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), foram determinados segundo metodologias descritas em Silva e Queiroz (2002). A digestão para obtenção da FDN e FDA foi realizada em aparelho de digestão de fibra (modelo Tecnal TE-149, similar ao Ankon). As amostras foram colocadas em saquinhos de tecido de TNT 100 mm, com tamanho de 25 cm², selados, sendo que em cada um foi depositado 0,5 g de massa pré-seca moída em peneira 1 mm.

A relação folha/colmo e a composição bromatológica foram obtidas através da média de quatro cortes, e para a produ-

tividade de MS total, produtividade de folhas, produtividade de colmos e a eficiência do uso de nitrogênio, foram utilizados os valores da soma dos quatro cortes. Os dados foram submetidos à análise de variância para observação da existência ou não de interação adubação nitrogenada x lâminas de irrigação, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As equações de regressão foram obtidas isolando-se cada lâmina de irrigação em função das doses de nitrogênio. Os dados amostrados foram analisados utilizando-se o software estatístico Assistat (Silva e Azevedo, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeitos significativos ($p > 0,05$) das lâminas de irrigação sobre a produtividade MS do capim-andropogon (tabela I). Neste experimento era esperada resposta positiva das lâminas de irrigação sobre a produtividade de MS, pois conforme Aguiar *et al.* (2005), ocorreram acréscimos de 28 a 41% na produtividade de MS do capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*) irrigado durante estações de verão e outono, quando as condições de temperatura e luminosidade ambientais foram favoráveis ao crescimento das plantas. Assim a região norte do Piauí, onde foi conduzido este estudo, possui condições climáticas semelhantes em todo o ano, ou seja, a temperatura e radiação solar não são fatores limitantes, mas sim a

precipitação pluvial.

Nas mesmas condições ecológicas, Rodrigues *et al.* (2005) não observaram influência das lâminas de irrigação aplicadas na produção de MS dos capins tifton 85, tanzânia (*Panicum maximum*) e pioneiro (*Pennisetum purpureum*). Os autores ressaltaram que nas condições de solos arenosos dos tabuleiros litorâneos, a aplicação de lâminas elevadas de irrigação pode ter induzido a perda de água por percolação profunda, não permitindo que os excedentes de umidade fossem aproveitados pelo sistema radicular das gramíneas em ganhos de produtividade de MS, o que pode explicar a inexistência de diferenças significativas entre os tratamentos de irrigação utilizados. Ademais, apesar do capim-andropogon apresentar certa tolerância ao déficit hídrico, a disponibilidade de água no solo é um dos principais fatores responsáveis pela produção de matéria seca das gramíneas forrageiras, mesmo quando as condições de temperatura e luz são favoráveis. Vale ressaltar que, segundo Melo *et al.* (2004), fisicamente, o solo dos tabuleiros litorâneos do Piauí apresenta, em média, 85,63% de areia, 5,35% de silte e 9,03% de argila até 120 cm de produtividade, além de baixa capacidade de retenção de água, com reflexos negativos na produção de matéria seca.

Os dados de produtividade de matéria seca ajustaram-se às equações de regressão lineares ($p < 0,05$) no nível de irrigação 50%

Tabela I. Produtividade de matéria seca (t/ha) do capim *Andropogon gayanus* 'Planaltina', sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada (N). (Dry matter productivity of *Andropogon gayanus* 'Planaltina' under irrigation levels and nitrogen fertilization).

Lâminas de irrigação	Doses de N (kg/ha/ano)				Médias	Equação de regressão	R ²	CV(%)
	200	400	600	800				
50% de ECA	11,24	13,11	19,19	16,63	15,04 ^A	y = 9,486257+0,033383*N	0,65	15,63
80% de ECA	12,68	15,17	18,35	17,75	15,98 ^A	y = 11,439108+0,027427*N	0,83	13,48
CV (%)	13,49							

Nas colunas, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey, $p < 0,05$. * $p < 0,05$.

CAPIM-ANDROPOGON SOB IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO

($y = 9,486257 + 0,033383 * N$; $R^2 = 0,65$) e 80% ($y = 11,439108 + 0,027427 * N$; $R^2 = 0,83$) da ECA (evaporação do Tanque Classe A) em função das doses de nitrogênio. Tais equações evidenciam que a adubação nitrogenada, independentemente da lâmina de irrigação, tende a promover o crescimento das plantas, aumentando a área fotossintética e, conseqüentemente, implicando em maiores produções de MS.

Estes resultados corroboram com as afirmações de Novo e Camargo (2002), para os quais, as pastagens tropicais podem responder linearmente à adubação nitrogenada até o nível de 800 kg/ha de N, podendo variar de acordo com o potencial genético das diferentes espécies, com a freqüência de cortes e com as condições climáticas. Sánchez *et al.* (1985), trabalhando com *Pennisetum clandestinum* também reportaram efeitos lineares de níveis crescentes de adubação nitrogenada sobre a produtividade de MS. No entanto Alencar (2007), após trabalhar com seis gramíneas (*P. purpureum* 'Pioneiro', *C. nlenfluensis* 'Estrela', *P. maximun* 'Tanzânia e Mombaça', e *Brachiaria brizantha* 'Marandu e Xaraés') irrigadas e adubadas com níveis de 100 a 700 kg de N/ha/ano, concluiu que a adubação

nitrogenada não proporcionou aumento na produtividade de matéria seca dos capins estudados.

Independentemente da adubação nitrogenada, as lâminas de irrigação testadas não propiciaram efeitos significativos ($p > 0,05$) sobre a produção de folhas. Embora, a menor lâmina de irrigação tenha reduzido em 6,78% a produção de lâminas foliares (**tabela II**). Dentro das lâminas, a análise de regressão revelou efeito linear positivo ($p < 0,05$) apenas na menor lâmina ($y = 6,255777 + 0,016062 * N$; $R^2 = 0,97$). A produção de MS de folhas é uma característica importante para o crescimento das forrageiras, visto que a folha é o componente mais fotossinteticamente ativo da planta (Parsons *et al.*, 1983).

A produção de colmos foi influenciada ($p < 0,05$) pelas lâminas de irrigação. A lâmina de 80% de ECA apresentou produção de colmos 39,44% a mais que a lâmina de 50% de ECA, evidenciando efeito positivo da água no desenvolvimento e maturidade das plantas. Todavia, maiores produções de colmo poderão afetar o valor nutritivo da pastagem, pois, conforme observaram Cavalcanti Filho *et al.* (2008), os ruminantes em pastejo consomem mais folhas. Por outro

Tabela II. Produtividade de matéria seca (MS) de folhas (PMSF) e colmos (PMSC) do capim *Andropogon gayanus* 'Planaltina', sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada (N). (Dry matter productivity the leaves and stem of *Andropogon gayanus* 'Planaltina' under irrigation levels and nitrogen fertilization).

Lâminas de irrigação	Doses de N (kg/ha/ano)				Médias	Equação de regressão	R ²	CV(%)
	200	400	600	800				
PMSF (t/ha)								
50% de ECA	7,23	8,66	9,20	10,62	8,9 ^A	$y = 6,255777 + 0,016062 * N$ Sem ajuste	0,97	16,88
80% de ECA	7,92	9,24	10,84	10,30	9,6 ^A			
CV (%)	15,44							
PMSC (t/ha)								
50% de ECA	2,70	3,37	4,14	4,21	3,6 ^B	$y = 2,285501 + 0,007944 * N$	0,92	8,08
80% de ECA	3,54	4,59	6,27	5,71	5,0 ^A	$y = 2,935469 + 0,010924 * N$	0,98	14,84
CV (%)	13,49							

Nas colunas, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey, $p < 0,05$. * $p < 0,05$.

Tabela III. Eficiência do uso do nitrogênio (kg de MS/kg de N) pelo capim *Andropogon gayanus* 'Planaltina', sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada (N). Parnaíba, Piauí. (Efficiency of use the nitrogen (kg of DM/kg of N) of *Andropogon gayanus* 'Planaltina' under irrigation levels and nitrogen fertilization).

Lâminas de irrigação	Doses de N (kg/ha/ano)				Médias	Equação de regressão	R ²	CV(%)
	200	400	600	800				
50% de ECA	168,7	98,0	96,0	62,4	106,3 ^A	Y= 186,500196 - 0,481415**N	0,85	16,21
80% de ECA	190,3	113,8	91,7	66,6	115,6 ^A	Y= 213,943652 - 0,590045**N	0,90	15,42
CV (%)	14,8							

Nas colunas, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey, p<0,05. **p<0,01.

lado, a menor disponibilidade de água no solo reduziu o crescimento e atrasou o desenvolvimento do colmo, produzindo mais folhas.

Dentro de lâminas de irrigação, ocorreram efeitos lineares da adubação nitrogenada (p<0,05) sobre a produção de colmos, tanto na lâmina de irrigação de 50% de ECA (y= 2,285501 + 0,007944*N; R²=0,92), quanto na lâmina de irrigação de 80% de ECA (y= 2,935469 + 0,010924*N; R²=0,98), demonstrando que adubação nitrogenada não promove apenas alongamento de folhas e perfilhamento, mas também o alongamento de colmo, que conseqüentemente, antecipa a maturidade da planta, e que poderá afetar o consumo de animais em pastejo, sendo a parte da planta que apresenta altos teores de FDN e lignina.

Os resultados deste experimento estão de acordo com os relatados por Silva *et al.* (2005) que, trabalhando em casa de vegetação, evidenciaram efeitos lineares positivos de dosagens de nitrogênio sobre a produção folhas e colmos do capim *B. brizantha* 'Marandu'. Entretanto, em Jaboticabal, Vantini *et al.* (2001) não encontraram efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção foliar e de colmos do capim-andropogon, devido às condições climáticas (baixa luminosidade, temperatura e precipitação).

Com relação à eficiência do uso do nitrogênio (EUN), embora não tenha sido

observadas diferenças (p>0,05) entre lâminas de irrigação (**tabela III**), constatou-se que a menor lâmina de irrigação foi 8,78% menos eficiente na utilização do nitrogênio em relação a maior lâmina de irrigação (p>0,05), indicando que esta variável sofre pouca influência da disponibilidade de água no solo, conforme observaram Dias Filho *et al.* (1992), quando trabalharam com *P. maximum* 'Tobiatã' na presença de estresse hídrico.

Dentro de lâminas, foi observado efeito linear negativo (p<0,01) da adubação nitrogenada sobre a EUN, tanto na menor lâmina aplicada (y= 186,500196 - 0,481415**N; R²= 0,85), como na maior lâmina aplicada (y= 213,943652 - 0,590045**N; R²=0,90). O processo que contribuiu para a redução na eficiência de utilização foram as perdas de nitrogênio (principalmente por lixiviação), que se tornam cada vez maiores com o aumento da dose de adubo nitrogenado. Possibilidade também descrita por Rodrigues *et al.* (2007), quando utilizaram 100 a 550 kg de N/ha na adubação dos capins tangola (*Brachiaria* spp.) e digitaria (*Digitaria* sp.), nas mesmas condições edafoclimáticas. Para Carambula (1977), a eficiência de utilização do nitrogênio depende das espécies forrageiras e variedades, estágio de desenvolvimento das plantas, doses aplicadas e seu fracionamento, frequência de utilização, fatores ambientais e fertilidade do solo.

CAPIM-ANDROPOGON SOB IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO

De forma isolada, foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) para os efeitos das lâminas de irrigação sobre relação folha/colmo, que foram inversamente proporcionais às lâminas aplicadas (**tabela IV**). A melhor resposta foi obtida pela lâmina de irrigação de 50% de ECA, 2,52 de relação folha/colmo, representando uma superioridade de 38,36% quando comparada a 1,95 obtida com aplicação da lâmina de irrigação de 80% de ECA. Os resultados evidenciaram que a maior disponibilidade de água no solo deve ter promovido antecipação na maturidade das plantas, promovendo alongamento das hastes, com conseqüências negativas na qualidade da forragem. Os resultados deste experimento são superiores aos reportados por Rodrigues *et al.* (2006) quando trabalhou com esta gramínea, cortada a cada 35 dias, recebendo lâminas de 50 e 80% de ECA, cujas médias foram, respectivamente, 1,46 e 1,21.

A adubação nitrogenada provocou efeito linear negativo ($p < 0,01$) na relação folha/colmo ($y = 2,367645 - 0,009998 \cdot N$; $R^2 = 0,80$), observado na maior lâmina de irrigação, possivelmente em virtude do alongamento do colmo, fato também destacado por Castagnara *et al.* (2011). A relação folha/colmo (F/C) é uma característica importante na previsão do valor nutritivo da forrageira. Para Benedetti (2002), a relação folha/colmo é um dos principais parâmetros para a alimentação de ruminantes, mais importante

que a disponibilidade de MS, uma vez que estão nas folhas os maiores teores de nutrientes. Pinto *et al.* (1994), indicaram a relação F/C igual a 1,0 como limite crítico para qualidade das forrageiras. Neste experimento, todos os níveis de irrigação e nitrogênio aplicados atenderam esta exigência.

As lâminas de irrigação não alteraram os teores de PB das folhas, cujas médias obtidas as foram 9,45 e 8,92% ($p < 0,05$), respectivamente, para 50 e 80% de ECA (**tabela V**). Nos colmos, as médias foram 4,57 e 4,17% ($p < 0,05$). Estes resultados estão próximos aos relatados por Camarão *et al.* (1988) que observaram teores de proteína bruta de 9,9% na folha; 6,1% em colmo e 8,5 na planta inteira do capim-andropogon, com 30 dias de idade.

Trabalhando com capim-tanzânia, utilizando turnos de rega de um, quatro e sete dias e lâminas de irrigação para restabelecer 50, 75 e 100% da disponibilidade total de água no solo, Cunha *et al.* (2007) evidenciaram que o teor de PB foi maior quanto menor foi a quantidade de água aplicada, indicando, provavelmente, um menor crescimento da gramínea, resultando em menor alongamento do colmo e maior valor protéico. Comportamento também observado neste trabalho, que tanto o colmo quanto a folha apresentaram maiores teores de proteína bruta quando receberam 50% de ECA, provavelmente, devido à maior concen-

Tabela IV. Relação folha/colmo do *Andropogon gayanus* 'Planaltina', sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada (N). (Leaf/culms ration of *Andropogon gayanus* 'Planaltina' under irrigation levels and nitrogen fertilization).

Lâminas de irrigação	Doses de N (kg/ha/ano)				Médias	Equação de regressão	R ²	CV(%)
	200	400	600	800				
50% de ECA	2,70	2,64	2,22	2,51	2,52 ^A	Sem ajuste	-	19,58
80% de ECA	2,25	2,02	1,72	1,79	1,95 ^B	Y = 2,367645 - 0,009998**N	0,80	7,49
CV (%)	14,81							

Nas colunas, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey, $p < 0,01$. ** $p < 0,01$.

Tabela V. Teores de proteína bruta (PB) em folhas e colmos do capim *Andropogon gayanus* 'Planaltina', sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada (N). (Content of crude protein (CP) in leaves and stems of the *Andropogon gayanus* 'Planaltina' under effect of different irrigation levels and nitrogen fertilization).

Lâminas de irrigação	Doses de N (kg/ha/ano)				Médias	Equação de regressão	R ²	CV(%)
	200	400	600	800				
Folhas (% de PB)								
50% de ECA	8,50	8,79	9,97	10,53	9,45 ^A	$y = 7,637800 + 0,043585 * N$	0,95	8,16
80% de ECA	8,11	8,55	8,89	10,11	8,92 ^A	$y = 7,335732 + 0,038043 * N$	0,90	5,29
CV (%)	6,87							
Colmos (% de PB)								
50% de ECA	3,77	4,57	4,91	5,03	4,57 ^A	$y = 3,543191 + 0,02475795 * N$	0,87	12,74
80% de ECA	3,53	3,63	4,29	5,25	4,17 ^A	$y = 2,721469 + 0,035014 * N$	0,89	8,93
CV (%)	10,52							

Nas colunas, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey, $p < 0,05$.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

tração de nutrientes na planta sob menor lâmina de água aplicada.

A análise de regressão indicou efeito linear positivo ($p < 0,05$ e $p < 0,01$) dos níveis crescentes de nitrogênio sobre os teores de proteína bruta das folhas nas lâminas de irrigação de 50% ($y = 7,637800 + 0,043585 * N$; $R^2 = 0,95$) e 80% da ECA ($y = 7,33573286 + 0,03804389 * N$; $R^2 = 0,90$), e dos colmos com lâmina de irrigação de 50% de ECA ($y = 3,543191 + 0,024757 * N$; $R^2 = 0,87$) e 80% de ECA ($y = 2,721469 + 0,035014 * N$; $R^2 = 0,89$). A adubação nitrogenada (75 a 675 kg de N/ha/ano) também promoveu incrementos, de forma linear, nos teores de PB da planta inteira, folha e colmo do *P. maximum* 'Aruana' (Souza *et al.*, 2008). Efeitos similares foram reportados por Mistura *et al.* (2007), quando auferiram os teores de proteína bruta nas folhas de capim-elefante, durante o período chuvoso e sob efeito da aplicação de 100 a 400 kg/ha de nitrogênio.

Considerando que o nível mínimo de proteína nos alimentos deve ser de 7% para que não ocorra redução no consumo e na digestão da forragem, devido a inadequados níveis de nitrogênio para os microrganismos do rúmen (Minson, 1984), neste

experimento, independentemente das lâminas de irrigação e dos níveis de nitrogênio aplicado, os teores de PB das folhas do capim-andropogon foram superiores a este nível, exceto para os registrados nos colmos. Vale destacar, que os ruminantes em pastejo preferem folhas a colmos e materiais senescentes (Carvalho *et al.*, 2001).

Os teores de FDN das folhas foram influenciados pela interação ($p < 0,05$) entre lâminas de irrigação e doses de N (tabela VI). Os menores e maiores teores foram observados na utilização das doses de 400 e 800 kg de N/ha/ano, associadas à lâmina de 80% de ECA, cujas respectivas médias foram 67,54 e 70,66%. A análise de regressão apresentou diferenças estatísticas apenas para as folhas, na lâmina de irrigação de 80% de ECA, revelando linearidade positiva para os níveis de nitrogênio aplicados ($y = 66,850252 + 0,050276 * N$; $R^2 = 0,66$). Tais resultados revelam a existência de sinergismo entre os níveis crescentes de nitrogênio e a maior lâmina de irrigação, pois o principal mecanismo de absorção deste nutriente pela planta é através de fluxo de massa, isto é, quanto mais água for absorvida pelas plan-

CAPIM-ANDROPOGON SOB IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO

tas, mais nitrogênio da solução de solo será absorvido (Epstein, 1975), que poderá acelerar o crescimento fisiológico da folha, causando aumento nos constituintes da parede celular para sustentação, principalmente na nervura foliar, conforme destacou Mistura *et al.* (2007).

Para Corsi (1984), o nitrogênio reduz os teores de FDN, pois estimula o crescimento de tecidos novos, que têm menos constituintes da parede celular. Todavia, segundo o mesmo autor, a aplicação de elevadas doses de nitrogênio, em condições climáticas favoráveis, pode antecipar a maturidade da planta, limitando o efeito benéfico da adubação nitrogenada sobre os teores de FDN. Segundo Euclides (1995), em gramíneas tropicais, valores de 55% de FDN são raros, superiores a 65% são comuns em tecidos novos e teores FDN entre 75 e 80% são encontrados em materiais de maturidade avançada. De acordo com Van Soest (1994), níveis superiores a 60% de FDN na MS correlacionam-se negativamente com o consumo de forragem.

Referindo-se aos teores de FDN dos colmos, estes não responderam à adubação nitrogenada, mas foram influenciados

($p < 0,01$) pelas lâminas de irrigação, cujas médias foram 70,72 e 79,41%, respectivamente para 50 e 80% de ECA, demonstrando que em condições de baixa disponibilidade de água no solo as plantas retardam o desenvolvimento dos tecidos de sustentação.

Para a variável FDA das folhas, a análise de variância detectou interação significativa ($p < 0,05$) entre lâminas de irrigação e os níveis de nitrogênio aplicados (**tabela VII**). Os maiores teores de FDA (37,58%) foram observados na aplicação de 200 kg de N/ha/ano na lâmina de 80% de ECA, porém este tratamento não diferiu das aplicações de 400 e 800 kg de N/ha/ano, nesta mesma lâmina de irrigação. Já os menores teores de FDA (33,60%) foram obtidos com aplicação de 600 kg de N/ha/ano associada à lâmina de 50% da ECA, que, nesta mesma lâmina de irrigação, apresentou semelhanças entre as demais aplicações.

A maior lâmina de irrigação aumentou significativamente ($p < 0,05$) os teores de FDA dos colmos, cujas médias foram 40,89 e 44,22%, respectivamente para 50 e 80% da ECA. Isto foi consequência do efeito positivo da irrigação sobre o crescimento das plantas, resultando num maior desen-

Tabela VI. Teores de fibra em detergente neutro (FDN) em folhas e hastes do capim *Andropogon gayanus* 'Planaltina', sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada (N). (Content of neutral detergent fiber (NDF) in leaves and stems of the *Andropogon gayanus* 'Planaltina' under effect of different irrigation levels and nitrogen fertilization).

Lâminas de irrigação	Doses de N (kg/ha/ano)				Médias	Equação de regressão	R ²	CV(%)
	200	400	600	800				
Folhas (% de FDN)								
50% de ECA	69,74 ^{Aa}	70,14 ^{Aa}	68,54 ^{Aa}	68,65 ^{Ab}	69,27	Sem ajuste $y = 66,850252 + 0,05027617 * N$	-	1,75
80% de ECA	68,41 ^{Aab}	67,54 ^{Bb}	69,15 ^{Aab}	70,66 ^{Ab}	68,24		0,66	1,27
CV (%)	1,54							
Colmos (% de FDN)								
50% de ECA	73,41	69,92	70,75	68,81	70,72 ^B	Sem ajuste	-	3,12
80% de ECA	79,19	80,04	79,36	79,07	79,41 ^A	Sem ajuste	-	1,54
CV (%)	2,31							

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,01$). * $p < 0,05$.

Tabela VII. Teores (%) de fibra em detergente ácido (FDA) em folhas e hastes do capim *Andropogon gayanus* 'Planaltina', sob efeito de irrigação e adubação nitrogenada (N). (Content of acid detergent fiber (ADF) in leaves and stems of the *Andropogon gayanus* 'Planaltina' under effect of different irrigation levels and nitrogen fertilization).

Lâminas de irrigação	Doses de N (kg/ha/ano)				Médias	Equação de regressão	R ²	CV(%)
	200	400	600	800				
Folhas								
50% de ECA	35,37 ^{Ba}	34,8 ^{Ba}	33,60 ^{Ba}	34,28 ^{Ba}	34,52	Sem ajuste	-	3,00
80% de ECA	37,58 ^{Ab}	36,88 ^{Ab}	35,69 ^{Ab}	36,16 ^{Ab}	36,58	Sem ajuste	-	3,02
CV (%)	2,86							
Colmos								
50% de ECA	42,69	41,05	39,78	40,05	40,89 ^B	Sem ajuste $y = 45,130289 - 0,0217927 * N$	-	6,11
80% de ECA	44,77	44,58	43,66	43,87	44,22 ^A			
CV (%)	4,05							

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey (* $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$).

volvimento e, conseqüentemente, em sua maior produtividade de forragem. Com esse aumento na taxa de crescimento da planta, ocorre uma maior deposição de parede celular, que é necessária para a sua sustentação, porém, afeta a qualidade das gramíneas forrageiras.

A determinação da FDA representa a quantidade de fibra que não é digerível, correspondendo à porcentagem de lignina e celulose presente na planta, cujo teor deve estar em torno de 30% ou menos, pois estes níveis favorecem a digestibilidade do alimento (Nussio *et al.*, 1998). Neste trabalho, nas folhas, a média geral observada foi 35,55%, um pouco acima do recomendado. Esses resultados são comparáveis aos obtidos por Carneiro (1999) que observaram nas folhas do capim-andropogon teores de 34,16 e 35,56% de FDA, aos 28 e 42 dias de idade.

Dentro da maior lâmina foi observado efeito linear negativo ($y = 45,130289 - 0,021792 * N$; $R^2 = 0,75$), no entanto, diferem dos descritos por Souza *et al.* (2008) que encontrou efeitos quadráticos nos teores de FDA do colmo do capim *P. maximum* 'Aruana', com FDA máxima na dose 540,30

kg/ha de N correspondente a 38,85% de FDA em decorrência do maior desenvolvimento da planta. Contudo, Burton (1998) enfatizou que a adubação nitrogenada, além de aumentar a produção de MS, aumenta o teor de PB da forragem e, em alguns casos, diminuem o teor de fibra, contribuindo dessa forma para a melhoria da sua qualidade. Fato também destacado por Fabrício (2007), após pesquisar o *P. maximum* 'Tobiatã' sob efeito irrigação e doses crescentes de nitrogênio.

Neste trabalho, o aumento dos teores de FDA com a elevação das lâminas de irrigação observadas, principalmente nos colmos, 42,56% em média, seria resultado da lignificação do capim-andropogon, isto porque a água, juntamente com o nitrogênio, proporcionou maior crescimento da planta, necessitando de mudanças no tecido estrutural para manter a sua arquitetura.

CONCLUSÕES

Para condições ecológicas dos Tabuleiros Costeiros do Piauí, a reposição de 50% de ECA, associada à aplicação de 800 kg de N/ha/ano, apresentou os melhores resultados, considerando-se a produtividade

CAPIM-ANDROPOGON SOB IRRIGAÇÃO E ADUBAÇÃO

de MS composição bromatológica e a possibilidade de economia de água e adubo, com a conseqüente redução nos custos de produção da forragem.

BIBLIOGRAFIA

- Aguiar, A.P.A., Drumond, L.C.D., Fernandes, A.L.T., Felipini, T.M., Monteiro, E.S., Pontes, P.O. e Silva, A.M. 2005. Efeito da irrigação sobre a massa de forragem e a densidade da forragem em pastagens intensivas de capim Tifton 85. *FAZU Rev*, 2: 14-20.
- Alencar, C.A.B. 2007. Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio, na região leste de Minas Gerais. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 121 f.
- Benedetti, E. 2002. Produção de leite a pasto. Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. Salvador. 176 pp.
- Burton, G.W. 1998. Registration of Tifton 78 Bermuda grass. *Crop Sci*, 28: 187-188.
- Camarão, A.P., Braga, E. e Batista, H.A.M. 1988. Valor nutritivo do capim-andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth) em três idades. Boletim de Pesquisa, 94. Embrapa-Cpatu. Belém, PA.
- Carambula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo. 464 pp.
- Carneiro, M.S. de S. 1999. Adubação orgânica ou mineral e freqüências de corte na produção, composição e aspectos fisiológicos de *Andropogon gayanus* Kunth cv. Planaltina. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal. 119 f.
- Carvalho, P.C.F., Ribeiro, H.M.N. e Poli, C.H.E.C. 2001. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. Em: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38. Anais. SBZ. Piracicaba. pp. 853-871.
- Castagnara, D.D., Mesquita, E.E., Neres, M.A., Oliveira, P.S.R., Deminicis, B.B. e Bamberg, R. 2011. Valor nutricional e características estruturais de gramíneas tropicais sob adubação nitrogenada. *Arch Zootec*, 60: 931-942.
- Cavalcanti Filho, L.F.M., Santos, M.V.F., Ferreira, M. de A., Lira, M. de A., Modesto, E.M., Dubeux Junior, J.C.B., Ferreira, R.L.C. e Silva, M.J. de A. 2008. Caracterização de pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf. na Zona da Mata de Pernambuco. *Arch Zootec*, 57: 391-402.
- Corsi, M. 1984. Uréia como fertilizante na produção de forragem. Em: Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, 2. Anais. FEALQ. Piracicaba. pp. 275-308.
- Costa, N.L., Townsend, C.R., Magalhães, J.A. e Pereira, R.G. de A. 2001. Formação e manejo de pastagens de capim-andropogon em Rondônia. Embrapa Porto Velho. Rondônia. Recomendações Técnicas, 25. 2 pp.
- Cunha, F.F. da, Soares, A.A., Pereira, O.G., Mantovani, E.C., Sedyama, G.C. e Abreu, F.V. de S. 2007. Composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca do capim-tanzânia irrigado. *Bioscience*, 23: 25-33.
- Dias Filho, M.B., Corsi, M. and Cusato, S. 1992. Concentration uptake and use efficiency of N, P and K in *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiatã under water stress. *Pesqui Agropecu Bras*, 27: 381-387.
- Euclides, V.P. 1995. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. Simpósio Sobre Manejo da Pastagem, 12. Anais... FEALQ. Piracicaba. pp. 245-273.
- Epstein, E. 1975. Aquisição de nitrogênio. Em: Malavolta. Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas. EDUSP Livros Técnicos e Científicos. São Paulo. Rio de Janeiro. pp. 213-234.
- Fabrício, J.A. 2007. Produtividade e composição bromatológica do capim-Tobiatã em função da adubação NPK. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira. 56 f.
- Maldonado, H., Daher, F.R. e Pereira, A.V. 1997. Efeito da irrigação na produção de matéria seca do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) em Campos dos Goytacazes, RJ. Em: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34. Anais. SBZ. Juiz de Fora. Brasil. pp. 216-218.
- Melo, F.B., Cavalcante, A.C., Andrade Júnior, A.S. e Bastos, E.A. 2004. Levantamento detalhado dos solos da área da Embrapa Meio-Norte/UEP

MAGALHÃES ET AL.

- de Parnaíba. Embrapa Meio-Norte. Documentos, 89. 26 pp.
- Minson, D.J. 1984. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: Hacker, J.B. (Ed.). Nutritional limits to animal production from pasture. CAB. Farnham Royal. UK. pp. 167-182.
- Mistura, C., Fonseca, D.M., Moreira, L.M., Fagundes, J.L., Morais, R.V. de, Queiroz, A.C. de e Ribeiro Junior, J.I. 2007. Efeito da adubação nitrogenada e irrigação sobre a composição químico-bromatológica das lâminas foliares e da planta inteira de capim-elefante sob pastejo. *Rev Bras Zootecn*, 36: 1707-1714.
- Novo, A.L.M. e Camargo, A.C. de 2002. Manejo intensivo de pastagens. Em: Curso à Distância em Bovinocultura Leiteira. Módulo III. Manejo de pastagens. Instituto Fernando Costa. São Paulo.
- Nussio, L.G., Manzano, R.P. e Pedreira, C.G.S. 1998. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. Em: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 15. Anais. FEALQ. Piracicaba. pp. 203-242.
- Parsons, A.J., Leafe, E.L., Collet, B. and Stiles, W. 1983. The physiology of grass production under grazing. 1. Characteristics of leaf and canopy photosynthesis of continuously grazed swards. *J Appl Ecol*, 20: 117-136.
- Pinto, J.C., Gomide, J.A. e Maestri, M. 1994. Produção de matéria seca e relação folha/colmo de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. *Rev Bras Zootecn*, 23: 313-326.
- Rodrigues, B.H.N., Magalhães, J.A. e Lopes, E.A. 2005. Irrigação e adubação nitrogenada em três gramíneas forrageiras no Meio-Norte do Brasil. *Rev Ciênc Agron*, 36: 274-278.
- Rodrigues, B.H.N., Andrade, A.C., Magalhães, J.A. e Cavalcante, R.F. 2006. Produtividade do capim-mombaça (*Panicum maximum*) sob diferentes níveis de água e nitrogênio. Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 16. Anais. ANID. Goiânia. 6 pp.
- Rodrigues, B.H.N., Andrade, A.C., Magalhães, J.A. e Cecon, P.R. 2007. Produtividade dos capins tangola (*Brachiaria* spp.) e digitaria (*Digitaria* spp.) sob diferentes níveis de água e nitrogênio. Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 17. Anais. UFERSA. Mossoró.
- Sánchez, J.M., Coward, J.C., Sossa, R. e Lopez, C. 1985. Efecto de la fertilización nitrogenada en la época seca sobre producción y valor nutritivo del pasto kikuyo bajo pastoreo en el cantón de coronado. *Agron Costarric*, 9: 219-227.
- Silva, F.A.S.E. and Azevedo, C.A.V. 2006. A new version of the Assistat - Statistical assistance software. In: World Congress on Computers in Agriculture, 4. Anais. American Society of Agricultural Engineers. Orlando-FL. USA. pp. 393-396.
- Silva, D.J. e Queiroz, A.C. 2002. Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3ª ed. Imprensa Universitária. UFV. Viçosa. 235 pp.
- Silva, T.O., Santos, A.R. dos, Santos, J.H. da S. e Silva, J.O. da. 2005. Produção do capim Marandu submetido a doses de nitrogênio em um Latossolo Amarelo. *Agropecuária Técnica (UFPB)*. 26: 29-35.
- Souza, T.C., Mistura, C., Araujo, G.G.L. de, Lopes, R.S., Lima, A.R.S., Vieira, P.A.S. e Oliveira, F.A. de. 2008. Qualidade bromatológica do capim-aruaçu irrigado e adubado com nitrogênio. Em: Congresso Nordestino de Produção Animal, 5. Anais. SNPA. Aracaju. 1-3 pp.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press. Comstock Publ. Associates. London. 476 pp.
- Vantini, P.P., Rodrigues T. de J.D., Rodrigues, L.R. de A., Carneiro, M.S. de S. e Fernandes, A.C.F. 2001. Morfofisiologia de *Andropogon gayanus* Kunth sob adubação mineral e orgânica em três estratos verticais. *Acta Sci Anim Sci*, 23: 769-774.
- Viana, M.C.M., Queiroz, C.G.S., Lemos Filho, J.P., Andrade, C.L.T. e Purcino, H.M.A. 2005. Produção de biomassa e índice de área foliar em gramíneas forrageiras em sistema irrigado e de sequeiro, durante a estação seca. Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal. Anais. SBFV Recife. Brasil. pp. 1-3.