



Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante no período seco do ano no norte de Minas Gerais

Virgílio Jamir Gonçalves Mota¹, Sidnei Tavares dos Reis¹, Eleuza Clarete Junqueira de Sales¹,
Vicente Ribeiro Rocha Júnior¹, Flávio Gonçalves de Oliveira², Sílvia Fernanda Walker³,
Carlos Eugênio Martins⁴, Antônio Carlos Cósier⁴

¹ Departamento de Ciências Agrárias da UNIMONTES.

² Núcleo de Ciências Agrárias da UFMG.

³ Acadêmica do Curso de Zootecnia da UNIMONTES.

⁴ Embrapa CNPGL.

RESUMO - Neste trabalho avaliou-se durante o período seco do ano o efeito de quatro doses de nitrogênio (100, 300, 500 e 700 kg.ha⁻¹.ano) e de seis lâminas d'água (0, 20, 40, 80, 100 e 120% da evapotranspiração de referência) sobre o rendimento forrageiro, a densidade de perfilhos, a relação folha/colmo, a altura de plantas e os teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Como fonte de adubo nitrogenado utilizou-se ureia, aplicada a lanço. O controle do nível de água e a definição do momento de irrigar foram estabelecidos com base na curva de retenção de água no solo e no teor de água, pelo método gravimétrico de amostras de solo. As lâminas d'água e as doses de nitrogênio aumentaram linearmente a altura das plantas, a produção de matéria seca e a densidade de perfilhos, mas diminuíram os teores de PB. A irrigação teve efeito quadrático no teor FDN, cujo percentual máximo, 69,38%, foi observado quando foi aplicada lâmina d'água de 72,88% da evapotranspiração. A adubação nitrogenada reduziu linearmente o teor de FDN. A menor relação folha/colmo obtida foi de 1,98 quando aplicada lâmina d'água de 65,5% da evapotranspiração com a dose de 300 kg.ha⁻¹.ano de nitrogênio. As lâminas d'água associadas às doses de nitrogênio elevam a produção de MS de 2.539,08 kg/corte para 6.445,72 kg/corte, diminuindo o efeito da estacionalidade de produção do capim-elefante "pioneiro" no norte de Minas Gerais.

Palavras-chave: estacionalidade, evapotranspiração, lâmina d'água, nitrogênio

Irrigation depth and nitrogen doses on elephant-grass pastures during the dry season in the north of Minas Gerais State

ABSTRACT - This work aimed to evaluate the effect of four levels of nitrogen (100, 300, 500 and 700 kg.ha⁻¹.year) and six water depth (0, 20, 40, 80, 100 and 120% of the reference evapotranspiration) on the forrage yield, tillers density, relationship leaf/stem, plants height and crude protein content and neutral detergent fiber of the elephant grass (*Pennisetum purpureum*, Schum), during the dry period. The experimental design was a random block split plot design with four replications. Broadcast urea was used as source of nitrogen fertilizer. The water level control and the definition of the irrigating moment were established based on the soil-water retention curve and on the water level by the gravimetric method in soil samples. Water depth and nitrogen levels increased linearly the plants height, dry matter production and tillers density, however, they decreased the crude protein content. Irrigation had a quadratic effect irrigation on NDF content, with maximum percentage of 69.38%, when water depth of 72.88% of the evapotranspiration was applied. Nitrogen fertilization decreased linearly the NDF content. The lowest leaf/stem relation (1.98) was obtained with a combination of 65% evapotranspiration and 300 kg.ha⁻¹.year of nitrogen. Water depth associated to N levels increase dry matter yield from 2539.08 kg/cut to 6445.72 kg/cut, showing a decrease of the seasonality effect of elephant grass "pioneiro" production in northern Minas Gerais.

Key Words: evapotranspiration, nitrogen, seasonality, water depth

Introdução

O processo de intensificação da produção de leite e carne implica no uso de forrageiras com alta capacidade de produção de matéria seca. Entre essas forrageiras,

destaca-se o capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), uma das mais adaptadas a esse tipo de exploração, devido ao seu elevado potencial produtivo e bom valor nutritivo. O interesse por essa gramínea aumentou ainda mais nos últimos 20 anos, quando se constatou a

Recebido em 9/5/2008 e aprovado em 14/5/2009.

Correspondências devem ser enviadas para: virgilio.mota@unimontes.br

possibilidade de aumentar a produtividade e reduzir a área explorada com sua utilização para pastejo direto em sistemas rotativos com a utilização de insumos, como água e adubação.

O uso da irrigação nas condições de semiárido é uma técnica imprescindível para reduzir a deficiência na produção de forragem no período de déficit hídrico. Diversos autores já constataram efeitos significativos da irrigação sobre a produtividade de forrageiras tropicais (Dourato-Neto et al., 2002; Souza et al., 2005; Gargantini et al., 2005).

A irrigação de áreas implantadas com forrageiras pressupõe que o provimento de outros insumos, além da água, é necessário para não restringir o potencial de produção da espécie cultivada (Vitor et al., 2009). Entre esses insumos, destaca-se o nitrogênio, por seu efeito positivo na produtividade das gramíneas tropicais (Marcelino et al., 2003). Assim, a eficiência da adubação nitrogenada aliada a irrigação é uma variável importante a ser considerada nos sistemas de produção a pasto, particularmente no semiárido de Minas Gerais, onde são escassas as pesquisas sobre o comportamento do capim-elefante cv “pioneiro”, visando ampliar a disponibilidade de forragem e reduzir a estacionalidade na produção.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de quatro doses de nitrogênio (100, 300, 500 e 700 kg/ha) e seis lâminas d’água (0, 20, 40, 80, 100 e 120% da evapotranspiração de referência) sobre o rendimento forrageiro, a densidade populacional de perfilhos, a altura de plantas, a relação folha/colmo e os teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro em *Pennisetum purpureum* Schum, cultivar pioneiro, durante o período seco.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de abril de 2007 a setembro de 2008 na Fazenda Experimental do Câmpus de Janaúba da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, situada em Janaúba, região norte do estado de Minas Gerais, inserida no semiárido brasileiro e na microrregião da Serra Geral de Minas. As coordenadas geográficas são

15°47'50" latitude Sul e 43°18'31" longitude oeste, a altitude de 516 m. O clima é tropical mesotérmico, quase megatérmico, em função da altitude, subúmido e semiárido, com chuvas irregulares, ocasionando longos períodos de seca (Tabela 1).

O experimento foi instalado em área plana, estabelecida com capim-elefante, cv. pioneiro, desde março de 2006 sobre solo vermelho-amarelo distrófico com textura argilosa (Tabela 2).

O delineamento experimental foi o em blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Foram avaliadas quatro doses de nitrogênio (100, 300, 500 e 700 kg.ha⁻¹.ano de N) nas parcelas e seis lâminas d’água (0, 20, 40, 80, 100 e 120% da evapotranspiração) nas subparcelas. As lâminas d’água foram aplicadas por meio de um sistema de aspersão em linha (*line source sprinkler system*), composto por apenas uma linha de aspersores de impacto, espaçados em 6 m um do outro e com diâmetro molhado de 30 m. Como a precipitação decresce com o aumento da distância (sentido transversal) da linha de aspersores, as lâminas de irrigação foram aplicadas em faixas paralelas à linha dos aspersores (Figura 1).

As subparcelas experimentais tiveram uma área de 18 m², com 3 m de largura, no sentido perpendicular à linha de aspersores (eixo), e 6 m de comprimento no sentido paralelo. Assim, cada parcela experimental era formada pelas seis lâminas d’água, medindo 6 m de largura por 18 m de comprimento, com área de 108 m², e recebeu uma das doses de nitrogênio (100, 300, 500 ou 700 kg de N).

A fonte de adubo nitrogenado utilizado foi a ureia, aplicada a lanço em cada parcela, fracionada em seis aplicações por ano, entretanto o período estudado foi o seco, de abril a setembro de 2008. Juntamente com a ureia foi aplicado o cloreto de potássio na dosagem de 333,84 kg.ha⁻¹.ano (200 kg.ha⁻¹ de K₂O), durante o período experimental.

Como observado na análise química, não houve necessidade de correção do pH do solo da área experimental (Tabela 2).

As irrigações foram feitas de acordo com o teor de água do solo na camada de 0 a 60 cm de profundidade, ou seja,

Tabela 1 - Precipitação, insolação e temperaturas mínima, média e máxima durante o período experimental

Mês	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)			Insolação (horas/dia)
		Mínima	Média	Máxima	
Abril	6,3	20,61	26,5	32,4	8,8
Maio	9,6	18,2	24,8	31,3	9,2
Junho	0,0	16,5	23,3	30,1	9,2
Julho	0,0	14,8	21,7	28,6	9,0
Agosto	0,0	15,7	22,0	28,3	9,6
Setembro	0,0	16,7	23,5	30,3	10,1

Fonte: EPAMIG, 2008.

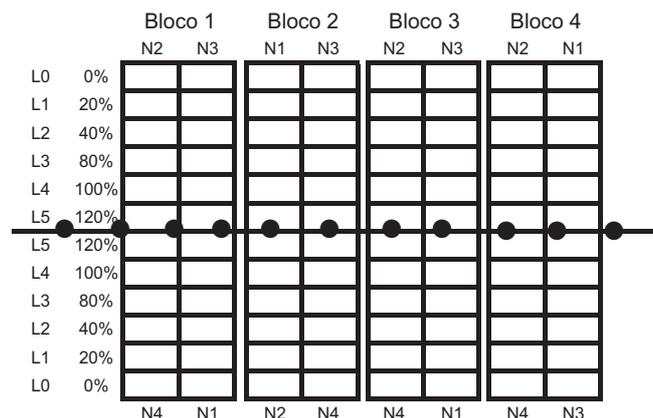


Figura 1 - Representação esquemática do delineamento experimental.

quando esta camada atingia 50% da água total disponível na parcela de controle L4 (100% da evapotranspiração). O controle da umidade e a definição do momento de irrigar foram estabelecidos por meio das características físico-hídricas do solo (armazenamento de água e limites de umidade superior, ou capacidade de campo, e inferior, ou ponto de murcha permanente) e da coleta periódica de amostras do solo (a cada 30 dias) nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, para determinação do teor de água pelo método gravimétrico (Hillel, 1980) e para cálculo da lâmina de irrigação para que o solo retornasse à condição de máximo armazenamento (capacidade de campo).

A lâmina de irrigação aplicada na subparcela de controle foi estabelecida pela equação: $L = ((CC - Ps)/10) \times Dap \times Pr$; em que: L = lâmina d'água aplicada (mm); CC = teor de água na capacidade de campo (% em peso); Ps = teor de água do solo estabelecida para o momento de irrigar (% em peso), correspondente a 50% da água total disponível no solo; Dap = densidade aparente do solo (g/cm^3); Pr = profundidade efetiva do sistema radicular (cm).

Para medição da lâmina d'água aplicada, foram instaladas linhas de pluviômetros espaçados de 3,0 metros entre si, perpendicularmente à linha de aspersores.

Simultaneamente ao monitoramento do teor de água do solo, foram coletados dados meteorológicos diários por meio de um termômetro de máxima e mínima, instalado

dentro da casa de bombas do sistema de irrigação da área experimental, coletores pluviométricos instalados estrategicamente dentro das parcelas experimentais e utilizando-se dados fornecidos pela estação meteorológica da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado Minas Gerais – EPAMIG, em Janaúba, Minas Gerais.

O momento da coleta das amostras foi controlado por meio de medições periódicas da altura média das plantas dentro das subparcelas. Quando o capim atingiu uma altura de 1,50 m em uma das subparcelas, foi colhida uma amostra de forragem em cada subparcela, delimitada por uma unidade amostral metálica, de forma quadrada e com dimensões de $1,0 \times 1,0$ m ($1,0$ m²).

Dentro do quadro amostral, foi medida a altura das plantas, as quais foram colhidas em dois locais diferentes de cada subparcela, deixando resíduo de 60 cm acima do solo, simulando o pastejo. De acordo com a literatura (Nascimento et al., 2008; Lima & Deminicis, 2008), resíduos mais elevados do capim-elefante aumentaram a produção de MS e a porcentagem de lâmina foliar.

O material colhido foi pesado para determinação da produção de matéria verde passível de ser consumida e contagem dos perfilhos totais. Desse material, retiraram-se duas amostras de aproximadamente 1,0 kg, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, os quais foram encaminhados ao laboratório de análise de alimentos do Departamento de Ciências Agrárias da UNIMONTES.

No laboratório uma das amostras foi totalmente picada, acondicionada em sacos de papel, identificada, pesada e levada para estufa de circulação forçada de ar a 55°C, por 72 horas. Da outra amostra foram separadas lâminas foliares dos colmos para determinação da relação folha/colmo. Os colmos eram picados e posteriormente acondicionados em sacos de papel, pesados, identificados e levados, também à estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas.

Após a secagem, as amostras foram pesadas novamente, processadas em moinho com peneira de 1 mm, guardadas em saquinhos plásticos e identificadas para posterior análise químico-bromatológica. As avaliações de composição químico-bromatológicas foram realizadas no Laboratório da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, Campus de Janaúba.

Tabela 2 - Características químicas do solo da área experimental nas camadas de 0-20 e 20-40 cm

Camada (cm)	pHH ₂ O	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H+Al	Al ⁺³	SB	T	Na ⁺	V (%)	P	K ⁺
		(cmolc/dm ³)		(mg/dm ³)							
0 - 20	6,0	2,2	0,7	3,6	0,2	3,3	6,9	-	47	6,0	147
20 - 40	6,1	3,7	1,0	2,6	0,1	4,9	7,4	-	65	3,9	68

SB = soma de bases; T = capacidade de troca catiônica a pH 7; V = saturação por bases.

Depois da amostragem, a área experimental foi roçada deixando um resíduo de 60 cm, com posterior retirada do material roçado.

Todo o procedimento descrito anteriormente foi repetido toda vez que o capim-elefante atingia 1,50 m de altura em uma das parcelas e isso ocorreu nos dias 22/5/2007, 27/7/2007, 25/9/2007.

Para estudar a influência das lâminas d'água e das doses de nitrogênio, foram realizadas diversas determinações ao longo do período experimental. Durante esse período, determinaram-se: a produção de forragem (matéria seca), o número de perfilhos totais/ha, a altura de plantas, a relação folha/colmo e os teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro. O teor de proteína bruta foi determinado segundo o método micro Kjeldhal (AOAC, 1990) e o de fibra em detergente neutro, pelo método descrito por Van Soest et al. (1991).

As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância e, quando significativa, os dados foram submetidos ao estudo da regressão a 5% de probabilidade com auxílio do programa SAS (SAS Institute, 2000).

Resultados e Discussão

Houve interação ($P < 0,05$) das lâminas d'água com as doses de nitrogênio que resultou em resposta linear positiva para a altura das plantas (Figura 2a).

A resposta da altura do capim-elefante "pioneiro", frente à aplicação das lâminas d'água em combinação com as doses de nitrogênio está de acordo com a afirmativa de Lopes et al. (2005) de que a irrigação de pastagens, principalmente em regiões onde as temperaturas de inverno não são limitantes ao crescimento das plantas, é alternativa viável, pois apresenta bons resultados para a escassez de alimento no período seco. Alencar (2001) obteve resultados expressivos nestas regiões, com taxa de lotação próxima de 10 UA/ha e ganhos de peso vivo na faixa de 1 kg/dia, inclusive durante o período seco. Segundo esse mesmo autor, pastagens adubadas e irrigadas têm potencial para altas taxas de lotação nos trópicos, entre 6,0 e 9,9 UA/ha.

Durante o período experimental, o número de perfilhos totais emitidos pelas plantas de capim-elefante "pioneiro" aumentou linearmente com a aplicação de seis lâminas d'água associados aos quatro níveis de nitrogênio ($P < 0,01$). Quando foram aplicados 500 kg.ha⁻¹.ano de N associados à lâmina correspondente a 120% da evapotranspiração, obteve-se o maior número de perfilhos, superior ao obtido com a aplicação da dose de 700 kg.ha⁻¹.ano de N associada à mesma lâmina d'água (Figura 2b).

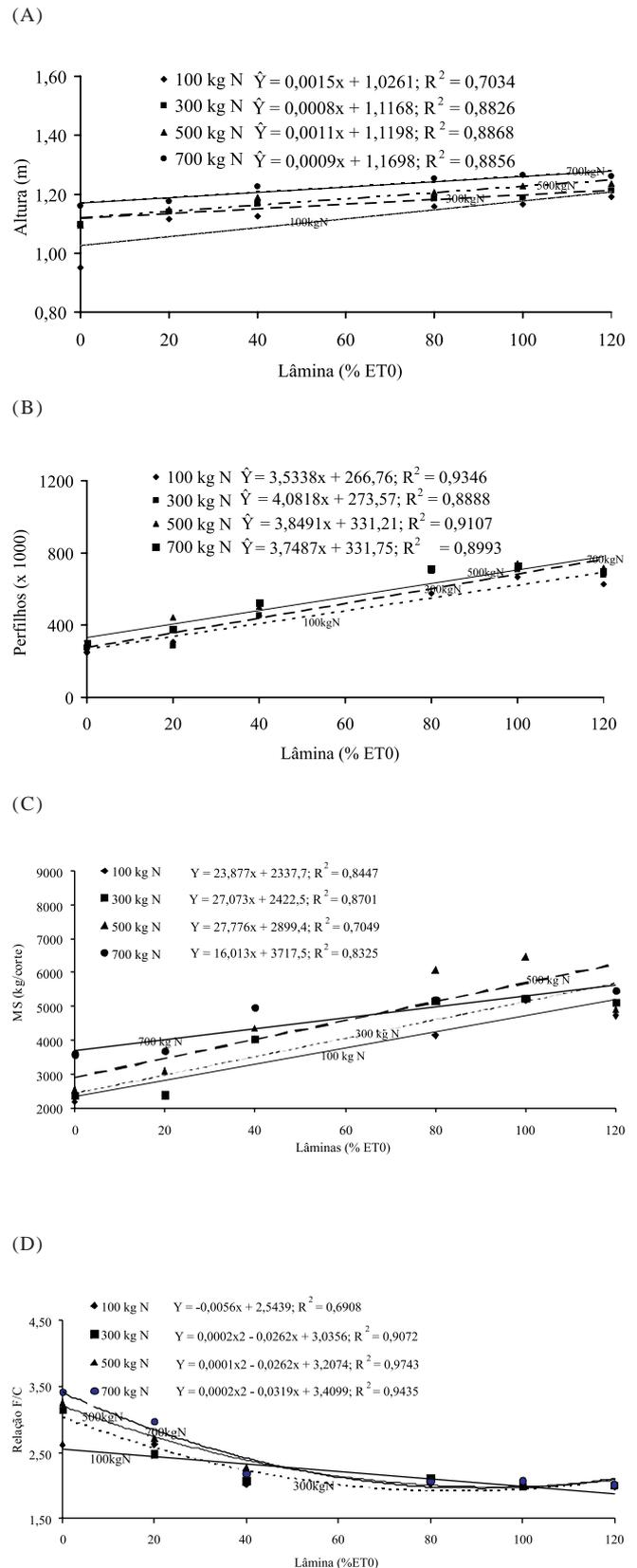


Figura 2 - Altura de plantas (A), emissão de perfilhos totais (B), produção de matéria seca (C) e relação folha/colmo (D) de capim-elefante "pioneiro" adubado com nitrogênio em combinação a lâminas d'água.

As maiores produtividades foram obtidas com o maior número de perfilhos/unidade de área, altura da planta, ou a combinação dos dois atributos (Ferraris, 1979). Essa observação confirmou a expectativa inicial deste trabalho, e a resposta linear positiva do número de perfilhos em relação às lâminas d'água aplicadas, está de acordo com os resultados encontrados por Vitor et al. (2009), que estudaram a resposta do capim-elefante à adubação nitrogenada e à aplicação de lâminas d'água. Botrel et al. (1991) estudaram os efeitos da irrigação sobre alguns cultivares de capim-elefante e também encontraram maior perfilhamento com a aplicação de água no sistema.

Vitor et al. (2009), adotando resíduo de 0.80 m, obtiveram número médio de perfilhos no período chuvoso (48,60 perfilhos /0,5 m²) menor que no período seco (59,18 perfilhos/0,5 m²), possivelmente em resposta à menor altura de plantas, pois, no período chuvoso, as plantas atingiram maiores alturas e, conseqüentemente, aumentou o índice de área foliar, causando alteração no ambiente luminoso dentro do dossel. Vários trabalhos destacam essa relação negativa entre densidade e tamanho de perfilhos (Bircham & Hodgson, 1983; Matthew et al., 1995; Sbrissia & Silva, 2008).

Observou-se interação entre as doses de nitrogênio e as lâminas d'água para a produção de matéria seca ($P < 0,05$) (Figura 2c), que aumentou linearmente de acordo com as lâminas d'água e as doses de nitrogênio, atingindo o maior valor (6.445,72 kg) quando foi aplicada lâmina de irrigação de 100% da evapotranspiração com 500 kg.ha⁻¹.ano de N e o pior (2.539,08 kg), com a aplicação de 0% da evapotranspiração e dose de 100 kg.ha⁻¹.ano de N. Diante desses resultados, foi obtido acréscimo de 39,49% na produção de MS. Resultado semelhante foi encontrado por Maldonado et al. (1997), que avaliaram o efeito da irrigação sob a produção de forragem de duas cultivares de capim-elefante e verificaram aumento linear na produção de matéria seca (MS) de ambas as cultivares.

A produção de 6.445,72 kg/corte de MS, se extrapolada para 19.337,16 kg em três cortes durante o período experimental (seco), estaria muito próxima ao potencial produtivo encontrado na literatura, que é de 20 t.ha⁻¹.ano (Jank et al., 2005, Pedreira & Tonato, 2006), possivelmente pelo fato de que os fatores responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento das plantas no norte de Minas Gerais, mesmo neste período do ano, estavam em condições ótimas, como: clima, adubação e umidade do solo. Existem relatos na literatura de produção de MS do capim-elefante de até 80 t.ha⁻¹.ano (Santos, 1995, citado por Erbesdobler, 2002; Deresz & Mozzer, 1994), como a de 7,35 toneladas de

MS/ha em 35 dias para o capim-elefante "pioneiro", encontrada por Santos (2003).

Lourenço (2004) avaliando o capim-tanzânia no município de Piracicaba, São Paulo, submetido a diferentes lâminas d'água e adubação nitrogenada, observou que, independentemente da aplicação de nitrogênio, a produtividade máxima de MS foi obtida com lâmina de irrigação entre 75 e 100% da evapotranspiração. Esse mesmo autor verificou também que, quanto mais intensificado o sistema de produção, maior a redução na produtividade em caso de deficiência de água no solo.

Outros trabalhos comprovam que as gramíneas forrageiras respondem linearmente à aplicação de nitrogênio para produção de MS (Fagundes et al., 2006; Moreira et al., 2005; Vitor et al., 2009). Isso foi facilmente explicado por Martins & Fonseca (1994) quando afirmaram que o aumento de produtividade do capim-elefante é decorrente, entre outros fatores, do aumento da fertilidade do solo e que o nitrogênio é elemento fundamental na modulação das respostas às adubações. De acordo com Prado (2005), quando as quantidades de nitrogênio são insuficientes, a planta tem o crescimento retardado, em decorrência da mobilização desse elemento das folhas mais velhas para as partes em crescimento, ocasionando clorose e senescência das folhas mais velhas. Outro fator para explicar o aumento linear na produção de MS em capim-pioneiro é que as gramíneas tropicais, particularmente as do grupo C4, tem alta capacidade fotossintética, usam água eficientemente e respondem à adubação nitrogenada com altas taxas de crescimento (Fernandes & Rossiello, 1986).

A maior produção de MS com a aplicação de 500 kg.ha⁻¹.ano de N e lâmina de 100% da evapotranspiração, em comparação à aplicação de 700 kg.ha⁻¹.ano associada a 120% da evapotranspiração, pode estar associada ao excesso de umidade no solo, ocasionando falta de aeração ou lixiviação dos nutrientes, como explicado por Maldonado et al. (1997).

Houve efeito de interação lâminas de água × doses de nitrogênio para a relação folha/colmo (Figura 2d), que teve comportamento linear negativo ($P < 0,01$) quando se aplicaram lâminas d'água na parcela correspondente à dose de 100 kg.ha⁻¹.ano de N e efeito quadrático ($P < 0,05$) nas parcelas correspondentes às doses de 300, 500 e 700 kg.ha⁻¹.ano de N. O ponto de relação mínima verificado foi 1,98, quando se aplicou lâmina correspondente a 65,5% da evapotranspiração na dose de 300 kg.ha⁻¹.ano (Figura 2d).

Resultado contraditório foi obtido por Lopes et al. (2005) em pesquisa com capim-elefante no município de

Viçosa, Minas Gerais. Esses autores não obtiveram resposta significativa da relação folha/colmo à aplicação de adubação nitrogenada e potássica, mesmo com a utilização da irrigação, durante o período de abril a setembro de 1999 e atribuíram esse resultado à ausência de significância às baixas temperaturas, em torno de 12,2°C (média das mínimas), e à falta de luminosidade na região neste período do ano.

A significância do comportamento linear negativo neste trabalho para a relação folha/colmo em função das lâminas de água aplicadas, quando aplicado 100 kg.ha⁻¹.ano de N e quadrático, quando aplicou 300, 500 e 700 kg.ha⁻¹.ano de N, talvez seria explicada pelo clima do município de Janaúba, que pode ser melhor para o crescimento do capim-elefante que o clima de Viçosa. As temperaturas médias mínimas e a insolação do município de Janaúba (Tabela 1) no período experimental são bem superiores às verificadas no trabalho de Lopes et al. (2005). Esses mesmos autores obtiveram resultados significativos quando avaliaram a relação folha/colmo durante todo o primeiro ano do período experimental (abril/1999 a março/2000). As menores relações folha/colmo foram observadas quando aplicaram as maiores doses de nutrientes sob irrigação.

O comportamento quadrático negativo da relação folha/colmo nas doses 300, 500 e 700 kg.ha⁻¹.ano de N pode estar relacionado ao aumento nos níveis de nitrogênio no solo associados às lâminas d'água, causando rápido alongamento do colmo, em detrimento à disponibilidade de lâminas foliares. As plantas que receberam doses mais elevadas de nitrogênio e maiores lâminas d'água atingiram a altura de corte de 1,5 m mais rapidamente que as adubadas com doses menores e irrigadas com menores lâminas no mesmo intervalo de corte, determinando a colheita e amostragem em toda a área experimental (Figura 2). Esse alongamento dos colmos provoca elevação do meristema apical, colocando-o em posição de alta vulnerabilidade ao pastejo, além de provocar redução na relação lâmina/colmo, contribuindo para diminuição do valor nutritivo da planta forrageira (Andrade & Gomide, 1971).

Os teores de PB diminuíram linearmente à medida que aumentaram as lâminas d'água em cada dose de nitrogênio (P<0,01) (Figura 3). Menor relação folha/colmo resulta em menores teores de PB (Alcântara, 1986; Laredo & Minson, 1973; Queiroz Filho et al., 2000; Van Soest, 1983).

Observação contrária foi feita por Lupinacci (2002), que afirmaram que o suprimento elevado de nitrogênio aumenta os teores de nitrogênio e proteína bruta.

Vitor et al. (2009) e Pacciullo et al. (1998) observaram que, no capim-elefante, tanto no período chuvoso quanto no seco, o teor de proteína bruta aumentou de acordo com

a adubação nitrogenada, quando aplicada isoladamente (sem interação com a irrigação).

Reposta linear negativa da proteína bruta do capim-elefante às lâminas d'água aplicadas em interação com doses crescentes de nitrogênio, também foram observadas por Mistura et al. (2007) na planta inteira de capim-elefante em áreas irrigadas no período seco. A este fato atribui-se o maior crescimento das plantas, o qual resultou em maiores acúmulos de colmos nos resíduos de plantas acima da altura do pasto pós-pastejo (0,80 m acima do nível do solo). Esse excesso de colmo influenciou a composição da amostra no período seco, resultando em resposta negativa, semelhante à observada neste experimento.

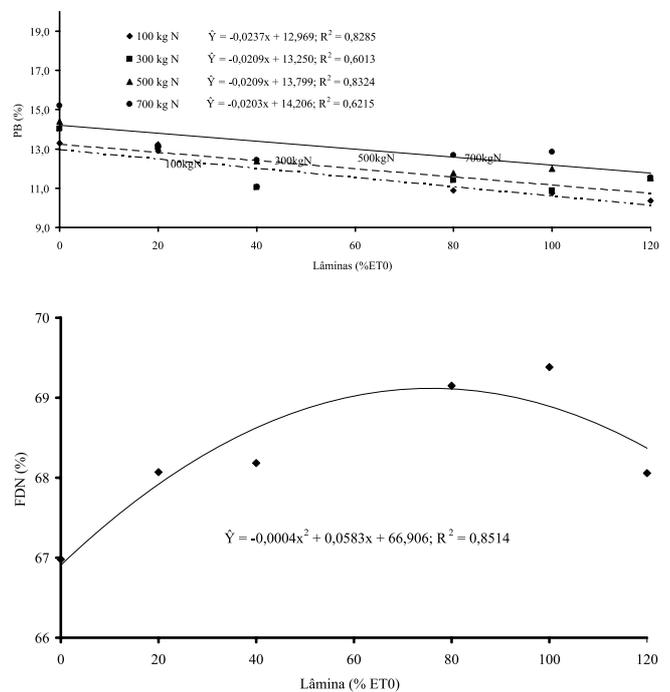


Figura 3 - Efeito das lâminas de água sobre os teores de PB e FDN em cada dose de nitrogênio.

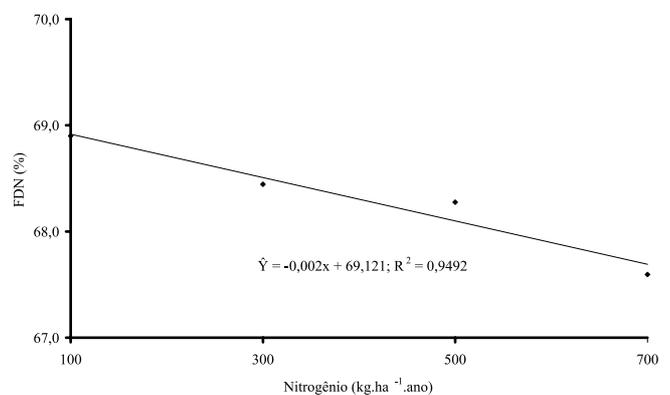


Figura 4 - Teores de fibra em detergente neutro (FDN) do capim-elefante "pioneiro".

Não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre a aplicação de lâminas d'água e as doses de nitrogênio para os teores de fibra em detergente neutro, no entanto, isoladamente, as lâminas d'água tiveram efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre essa variável, cujo maior valor (69,38) foi observado quando se aplicou uma lâmina correspondente a 72,88% da evapotranspiração de referência (Figura 4). Esse efeito quadrático das lâminas d'água sobre os teores de fibra em detergente neutro difere de alguns relatos encontrados na literatura. Vitor et al. (2009), por exemplo, não observaram nenhuma resposta no teor de fibra em detergente neutro do capim-elefante a seis lâminas d'água aplicadas, nem no período seco nem no período chuvoso. Lopes et al. (2005), no entanto, observaram que a irrigação associada a altas doses de nitrogênio e potássio aumentou os teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido de lâminas foliares de capim-elefante.

Neste estudo, como o teor de fibra em detergente neutro diminuiu quando aplicadas lâminas d'água superiores a 72,88% da evapotranspiração, talvez isso possa ser atribuído ao fato de que, quando a aplicação de água é excessiva para determinada cultura, pode ocorrer lixiviação dos nutrientes (Bernardo et al., 2006), com consequente retardamento da maturação e redução do teor de fibra em detergente neutro.

As doses de nitrogênio aplicadas causaram efeitos lineares negativos ($P < 0,05$) nos teores de fibra em detergente neutro, ou seja, quanto maior a dose aplicada de nitrogênio, menor o teor de fibra em detergente neutro do capim-elefante "pioneiro" (Figura 4). Esse decréscimo do teor de fibra em detergente neutro com a aplicação de nitrogênio também foi observado por Vitor et al. (2009) no capim-elefante e pode estar relacionado ao fato de que a adubação nitrogenada pode estimular o crescimento de tecidos novos das plantas, os quais possuem menores teores de carboidratos estruturais na matéria seca, reduzindo o percentual de fibra em detergente neutro (Corsi, 1984).

Trabalhos com respostas contraditórias também têm sido encontrados na literatura. Rocha et al. (2002) estudaram a adubação nitrogenada em gramíneas do gênero *Cynodon* e observaram resposta linear positiva da fibra em detergente neutro a doses crescentes de nitrogênio. Dias et al. (1997) verificaram aumento da fibra em detergente neutro de 0,0068; 0,0120 e 0,0053%, respectivamente, para cada kg de nitrogênio aplicado no capim transvala, suázi e coast-cross no município de Lavras, Minas Gerais.

Os teores de fibra em detergente neutro do capim-elefante observados neste trabalho, de 68,9 a 67,6% da menor para a maior dose de nitrogênio, respectivamente,

estão dentro do limite relatado na maioria dos trabalhos pesquisados, pois, de modo geral, gramíneas forrageiras tropicais possuem mais que 55% de fibra em detergente neutro. Entretanto, valores entre 65 e 75% são comuns em tecidos novos e valores superiores a 75% normalmente são encontrados em frações com maturidade mais avançada (Euclides, 1995; Teixeira & Andrade, 2000).

Teores de fibra em detergente neutro na matéria seca interferem diretamente na digestibilidade em ruminantes, ou seja, quanto mais altos, menor a digestibilidade do alimento (Van Soest, 1994). Queiroz Filho et al. (2000) observaram que os mais altos teores de fibra em detergente neutro e os mais baixos teores de proteína bruta encontrados no capim-jaraguá em comparação ao capim-setária e ao capim-elefante justificam a baixa digestibilidade.

Comportamento inverso ao da composição em fibra em detergente neutro foi observado para a relação folha/colmo, ou seja, à medida que as lâminas d'água aumentaram, os teores de fibra em detergente neutro também elevaram, até o ponto máximo de 69,38%, ao passo que a relação folha/colmo diminuiu, principalmente com a combinação com a adubação nitrogenada, até a relação mínima de 1,98. Exceção foi verificada para a relação folha/colmo com a aplicação crescente de lâminas d'água associadas a 100 kg.ha⁻¹.ano de nitrogênio, quando foi observado comportamento linear negativo. Assim, até certo ponto, conforme a quantidade de água aumenta, a relação folha/colmo diminui e os teores de fibra em detergente neutro na matéria seca aumentam. Considerando menor relação folha/colmo, espera-se maior proporção de parede celular conforme aumenta a idade fisiológica da planta (Euclides, 1995; Teixeira & Andrade, 2000).

Conclusões

A combinação de adubação nitrogenada com lâminas d'água aumenta a altura das plantas, o número de perfilhos e a produção de matéria seca do capim-elefante "pioneiro", mas promove redução dos teores de proteína bruta. Com o aumento das lâminas d'água, associadas à dose de 100 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, ocorre redução linear da relação folha/colmo, cujo menor valor (1/colmo,98) é verificado com a aplicação de lâmina d'água correspondente a 65,5% da evapotranspiração, associada à dose de nitrogênio de 300 kg.ha⁻¹.ano. Os teores de fibra em detergente neutro diminuem com aplicação de nitrogênio. As lâminas d'água associadas às doses de nitrogênio elevam a produção de matéria seca de 2.539,08 kg/corte para 6.445,72 kg/corte, diminuindo o efeito da estacionalidade da oferta de capim-elefante "pioneiro".

Agradecimentos

Ao CNPq, pelo apoio financeiro, e à FAPEMIG, pelo auxílio com bolsas.

Referências

- ALCÂNTARA, P.B. Origem das brachiarias e suas características morfológicas de interesse forrageiro: In: ENCONTRO PARA DISCUSSÃO SOBRE CAPINS DO GÊNERO BRACHIARIA, Nova Odessa, 1986. **Resumos...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. p.1-14.
- ALENCAR, C.A.B. Pastagem e cana-de-açúcar, irrigadas por aspersão de baixa pressão. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: 2001. p.233-242.
- ANDRADE, I.F.; GOMIDE, J.A. Curva de crescimento e valor nutritivo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) "A-146 Taiwan". **Revista Ceres**, v.8, n.100, p.431-447, 1971.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMIST - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington: 1990. 117p.
- BIRCHAM, J.S; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and forage Science**, v.38, p.323-331, 1983.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625p.
- BOTREL, M.A.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. Efeito da irrigação sobre algumas características agrônomicas de cultivares de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.10, p.1731-1736, 1991.
- CORSI, M. **Effects of nitrogen rates and harvesting intervals on dry matter production, tillering and quality of the tropical grass *Panicum maximum***, JACQ. 1984. 125f. Dissertation (Doctor in Philosophy) – The Ohio State University, Ohio.
- DERESZ, F.; MOZZER, O.L. Produção de leite em pastagem de capim-elefante. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. (Eds.) **Capim-elefante: produção e utilização**. 2.ed.rev. Brasília: Embrapa-SPI; Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p.195-215.
- DIAS, P.F.; ROCHA, G.P.; OLIVEIRA, A.I.G. et al. **Produtividade e qualidade de gramíneas forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada no final do período das águas**. Disponível em: <[http://www.atlas.sct.embrapa.br/.../60a4e512cb7956d38325668600718dc1/\\$FILE/pab06196.doc](http://www.atlas.sct.embrapa.br/.../60a4e512cb7956d38325668600718dc1/$FILE/pab06196.doc)>. Acesso em: 21/4/2008.
- DOURATO-NETO, D.; FANCELLI, A.L.; MULLER, M.S. Manejo da irrigação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 19., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p.189-216.
- ERBESDOBLER, E.D.; FONTES, C.A.A.; QUEIROZ, D.S. et al. Avaliação do consumo e ganho de peso de novilhos em pastejo rotacionado de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) cv. Napier, na estação chuvosa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2123-2128, 2002.
- EUCLIDES, V.P.B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.245-273.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MORAIS, R.V. et al. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.30-37, 2006.
- FERNANDES, M.S.; ROSSIELLO, R.O.P. Aspectos do metabolismo e utilização do nitrogênio em gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE CALAGEM E ADUBAÇÃO DE PASTAGENS, 1., Nova Odessa. **Anais...** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986. p.92-123.
- FERRARIS, R. **Agronomics studies on elephant grass as an agro-industrial crop**. Melbourne: CSIRO, Australian Division of Chemical Technology Research Review, 1979. p.10-22.
- GARGANTINI, P.E.; HERNANDEZ, F.B.T.; VANZELA, L.S. et al. Irrigação e adubação nitrogenada em capim mombaça na região Oeste do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 15., 2005, Teresina. **Anais...** Teresina, 2005. (CD-ROM).
- HILLEL, D. **Applications of soil physics**. New York: Academic Press, 1980. 35p.
- JANK, L.; VALLE, C.B.; PEREIRA, A.V. et al. Opções de novas cultivares de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v.28, n.226, p.26-35, 2005.
- LAREDO, M.A.; MINSON, D.J. The voluntary intake digestibility and retention time by sheep leaf and stem fractions of five grasses. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24, p.875-888, 1973.
- LIMA, E.S.; DEMINICIS, B.B. A importância de relação folha-colmo no cultivo de capim-elefante. **PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.2, n.14, Art. 199, 2008.
- LOPES, R.S.; FONSECA, D.M.; OLIVEIRA, R.A. et al. Efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.20-29, 2005.
- LOURENÇO, L.F. **Avaliação da produção de capim-tanzânia em ambiente protegido sob disponibilidade variável de água e nitrogênio no solo**. 2004. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- LUPINACCI, A.V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. 2002. 160f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MALDONADO, H.; DAHER, R.F.; FERREIRA, A.V. et al. Efeito da irrigação na produção de matéria seca do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) em Campos dos Goytacazes, RJ. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. (CD-ROM).
- MARCELINO, K.R.A.; VILELA, L.; LEITE, G.G. et al. Manejo da adubação nitrogenada de tensões hídricas sobre a produção de matéria seca e índice de área foliar de tifton 85 cultivado no cerrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.268-275, 2003.
- MARTINS, C.E.; FONSECA, D.M. Manejo de solo e adubação de pastagem de capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 2., 1994, Juiz de Fora. **Anais...** Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p.82-115.
- MATTHEW, C.; LEMAIRE, G.; SACKVILLE HAMILTON, N.R. et al. A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, v.76, p.579-587, 1995.
- MISTURA, C.; FONSECA, D.M.; MOREIRA, L.M. et al. Efeito da adubação nitrogenada e irrigação sobre a composição química-bromatológica das lâminas foliares e da planta inteira do capim-elefante sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1707-1714, 2007.
- MOREIRA, L.M.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JR., D. et al. Renovação de pastagem degradada de capim-gordura com a introdução de forrageiras tropicais adubadas com nitrogênio ou em consórcios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.442-453, 2005.
- NASCIMENTO, I.S.; MONKS, P.L.; SILVA, J.B. Efeito de corte outonais e hibernais sobre o desempenho produtivo do capim-elefante cv. cameroon. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.3, n.2, p.191-196, 2008.

- QUEIROZ, D.S.; GOMIDE, J.A.; MARIA, J. Avaliação da folha e do colmo de topo e base de perfilhos de três gramíneas forrageiras. 1. Digestibilidade *in vitro* e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.53-60, 2000.
- QUEIROZ FILHO, J.L.; SILVA, D.S.; NASCIMENTO, I.S. Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Roxo em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.69-74, 2000.
- PACCIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; RIBEIRO, K.G. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 1. rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1069-1075, 1998.
- PEDREIRA, C.G.S.; TONATO, F. Bases ecofisiológicas para manejo de gramíneas do gênero *Cynodon*. In: PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; NASCIMENTO JR., D. et al. (Eds.). **Manejo estratégico da pastagem**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. p.93-116.
- PRADO, R.M. [2005]. **Nutrição da cultura de algodão**. Jaboticabal: FCAV/Unesp Disponível em: <<http://www.nutricaoe plantas.agr.br/site/culturas/algodao/index.php>> Acesso em: 21/2/2008.
- ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. et al. Adubação nitrogenada em gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência Animal Brasileira**, v.3, n.1, p.1-9, 2002.
- SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR., J.C.B.; SILVA, M.C. et al. Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.821-827, 2003.
- SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.35-47, 2008.
- SOUZA, E.M.; ISEPON, O.J.; ALVES, J.B. et al. Efeitos da irrigação e adubação nitrogenada sobre a massa de forragem de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1146-1155, 2005.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS/STAT User's guide**. Cary: STATS, 2000.
- TEIXEIRA, J.C.; ANDRADE, G.A. Carboidratos na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2., 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. p.165-210.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Cornevalis: O & B. Books, 1983. 344p.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fibert and non-starch polysaccharides in relation to animal nutricion. **Journal of Animal Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VITOR, C.M.T.; FONSECA, D.M.; COSER, A.C. et al. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.435-442, 2009.