



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE
NITROGÊNIO EM PASTAGEM DE CAPIM-
ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*, SCHUM) CV.
PIONEIRO, NO NORTE DE MINAS GERAIS**

VIRGÍLIO JAMIR GONÇALVES MOTA

2008

VIRGÍLIO JAMIR GONÇALVES MOTA

**LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO EM
PASTAGEM DE CAPIM-ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*,
SCHUM) CV. PIONEIRO, NO NORTE DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semi-Árido, área de concentração Produção Vegetal, para obtenção do título de “Mestre.”

Orientador

Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior.

**UNIMONTES-MG
MINAS GERAIS - BRASIL
2008**

VIRGÍLIO JAMIR GONÇALVES MOTA

**LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO EM
PASTAGEM DE CAPIM-ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*,
SCHUM) CV. PIONEIRO, NO NORTE DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semi-Árido, para obtenção do título de “Mestre.”

APROVADA em 27 de maio de 2008.

Prof^a Dra. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – Unimontes

Prof. Dr. Flávio Gonçalves de Oliveira – UFMG

Pesq. Dr. Carlos Eugênio Martins – Embrapa

Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior
UNIMONTES
(Orientador)

UNIMONTES
MINAS GERAIS - BRASIL

Aos meus pais, João Venusto da Fonseca e Áurea Afonso Mota (*in memoriam*), pelo exemplo de vida, dedicação e fé em Deus.

Às minhas irmãs, Beth, Lourdes, Edmar, Geralda, Elaine e Airam, pela força, orações e carinho.

OFEREÇO

À minha esposa, Maria das Graças Mota Santos, que tanto amo, aos meus filhos Candice, Virgilinho, Marcela e Gracy, pelo apoio e carinho, pela corrente positiva e alegria da minha vitória na realização deste trabalho.

DEDICO

“Não deixe de fazer planos, saibam que eles são o presente de seu futuro. Semeie flores no jardim de sua vida. Um dia poderá se descobrir num mundo de flores.”

Juliano Mota Mourão

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade da vida e por me proporcionar mais esta vitória.

Aos meus pais (*in memoriam*), à minha esposa, aos meus filhos, às minhas irmãs, aos meus sobrinhos e a todos os meus amigos, por me mostrarem o melhor caminho a seguir, pelo grande incentivo, carinho e compreensão nos instantes de incertezas.

À Universidade Estadual de Montes Claros, em especial ao Departamento de Ciências Agrárias, pela oportunidade oferecida para a realização deste curso.

À Embrapa Gado de Leite, pelo apoio e implantação de grande parte deste projeto, imprescindível para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro por permitir a implantação do sistema de irrigação e aplicação de adubos.

Ao Professor Orientador Vicente Ribeiro Rocha Junior, pela valiosa orientação e ensinamentos.

À Professora Eleuza Clarete Junqueira de Sales, pela co-orientação força, apoio nas horas mais difíceis deste trabalho.

Ao Professor Sidnei Tavares dos Reis, pela orientação estatística.

Ao Professor Flávio Gonçalves de Oliveira, pela colaboração, aconselhamento e participação efetiva no desenvolvimento deste projeto, em especial na parte de irrigação, além da amizade e incentivo.

Aos Pesquisadores da Embrapa Gado de Leite, Dr. Carlos Eugênio Martins e Dr. Antônio Carlos Coser, pelo apoio, aconselhamento e incentivo.

A todos os Professores do Departamento de Ciências Agrárias pela amizade, apoio e experiências transmitidas.

Ao funcionário da UNIMONTES Fábio Aparecido José Vicente, pela ajuda e contribuição nos trabalhos de campo e laboratório.

Aos funcionários da Fazenda Experimental da UNIMONTES, Klevisson José da Silva e Valmir da Silva Medeiros, pelo apoio na condução do experimento.

Às acadêmicas, Sílvia Fernanda Walker, Rosiane Suelen Santos e Marcília Medrado Barbosa, pela grande ajuda, não medindo esforços para que os trabalhos fossem o mais perfeito possível. Aos colegas de curso e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o sucesso deste trabalho.

BIOGRAFIA

VIRGÍLIO JAMIR GONÇALVES MOTA, filho de João Venusto da Fonseca e Áurea Afonso Mota, natural da cidade de Montes Claros, Minas Gerais, nascido a 20 de abril de 1953.

Concluiu o curso de graduação em Engenharia Agrônômica em julho de 1978, na Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, Minas Gerais.

Em abril de 1979 ingressou na Fundação Rural Mineira, Colonização e Desenvolvimento Rural – RURALMINAS, como projetista, na área de Irrigação e Drenagem.

Em agosto de 1979 foi promovido a Chefe de Escritório da RURALMINAS, permanecendo nessa função até outubro de 1984.

No período de outubro de 1984 a Janeiro de 1987, atuou como Extensionista Local da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais – EMATER - MG.

No período de janeiro de 1987 a janeiro de 1989, foi Coordenador Regional de Irrigação e Drenagem da EMATER – MG.

De agosto de 1989 a Julho de 1990 foi Chefe do Departamento de Irrigação da VEMAPE – Veículos, Máquinas e Peças Ltda.

No período de Julho de 1990 a dezembro de 2000, foi Diretor Técnico da PLANAT – Planejamento Agropecuário, Agroindustrial e Assistência Técnica Ltda.

Em novembro de 1999, concluiu o curso de Pós-Graduação, Especialização em Irrigação e Drenagem, na Universidade Federal de Minas Gerais/Núcleo de Ciências Agrárias, na cidade de Montes Claros, Minas Gerais.

Ingressou na Universidade Estadual de Montes Claros em abril de 2002, como membro docente do Curso de Agronomia, no campus de Janaúba.

Em Março de 2006, iniciou o curso de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semi-Árido na Universidade Estadual de Montes Claros, com concentração em Produção Vegetal, defendendo dissertação em 27 de maio de 2008.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS E TABELAS.....	..i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1 Capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> Shum)	03
2.1.1 Origem, descrição morfológica e características agronômicas	03
2.1.2 O Capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> Chum) cultivar pioneiro.....	04
2.1.3 O Capim-elefante e o desempenho animal	05
2.2 Estacionalidade da produção de forragens	07
2.3 Utilização de insumos em pastagens.....	09
2.3.1 Irrigação	09
2.3.1.1 Métodos de irrigação	11
2.3.1.2 Manejo da irrigação	13
2.3.1.3 Efeito da irrigação na produção de plantas forrageiras	14
2.3.2 Adubação nitrogenada	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Localização e duração do experimento	21
3.2 Solo	22
3.3 Procedimentos experimentais	23
3.4 Irrigação	25
3.5 Colheita e processamento das amostras	26
3.6 Variáveis avaliadas	28
3.7 Análises estatísticas	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Altura de plantas do capim-elefante cv. Pioneiro	30
4.2 Número de perfilhos totais	34
4.3 Produção de matéria seca	37
4.4 Relação folha/caule do capim-elefante cv. Pioneiro.....	41
4.5 Proteína bruta (PB)	43

4.6 Fibra em detergente neutro (FDN)	48
4.7 Estacionalidade de produção	54
5. CONCLUSÕES	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

	PÁG.
TABELA 1 - Precipitação, insolação e temperaturas mínimas, médias e máximas durante o período experimental em Janaúba – MG.....	21
TABELA 2 - Características químicas do solo em amostras da área experimental nas camadas de 0–20 e 20–40 cm.....	22
TABELA 3 - Características físico-hídricas do solo: teor de água.....	22
FIGURA 1 - Representação esquemática do delineamento experimental.....	24
FIGURA 2 - Altura das plantas de capim-elefante cv. Pioneiro (m) em função das lâminas de irrigação aplicadas (% ET ₀), na época chuvosa.....	30
FIGURA 3 - Altura das plantas de capim-elefante cv. Pioneiro (m) em função das doses de N aplicadas (kg.ha ⁻¹ .ano), na época chuvosa.....	32
FIGURA 4 - Efeito das lâminas de irrigação sobre a altura de plantas de capim-elefante cv. Pioneiro, dentro de cada nível de nitrogênio, na época seca.....	33
FIGURA 5 - Efeito das lâminas de irrigação sobre a emissão de perfilhos totais (nº x 1000.ha ⁻¹), dentro de cada nível de nitrogênio, na época chuvosa.....	35
FIGURA 6 - Efeito das lâminas de irrigação sobre a emissão de perfilhos totais (nº x 1000.ha ⁻¹), dentro de cada nível de nitrogênio, na época seca.....	36
FIGURA 7 - Efeito das lâminas de irrigação sobre a produção de MS, dentro de cada nível de nitrogênio, na época chuvosa.....	37

FIGURA 8 -	Efeito das lâminas de irrigação sobre a produção de MS, dentro de cada nível de nitrogênio, na época seca.....	38
FIGURA 9 -	Efeito das lâminas de irrigação sobre a relação folha/caule, dentro de cada nível de nitrogênio, na época seca.....	42
FIGURA 10 -	Efeito das lâminas de irrigação, sobre os teores de PB do capim-elefante cv. Pioneiro, na época chuvosa.....	44
FIGURA 11 -	Efeito das doses de N, sobre os teores de PB do capim-elefante cv. Pioneiro, na época chuvosa.....	44
FIGURA 12 -	Efeito das lâminas de irrigação sobre os teores de PB, dentro de cada nível de nitrogênio, na época seca.....	47
FIGURA 13 -	Efeito das lâminas de irrigação, sobre os teores de FDN do capim-elefante cv. Pioneiro, na época chuvosa	49
FIGURA 14 -	Efeito das lâminas de irrigação, sobre os teores de FDN do capim-elefante cv. Pioneiro, na época seca.....	49
FIGURA 15 -	Efeito das doses de N, sobre os teores de FDN do capim-elefante cv. Pioneiro, na época chuvosa.....	51
FIGURA 16 -	Efeito das doses de N, sobre os teores de FDN do capim-elefante cv. Pioneiro, na época seca.....	51
FIGURA 17 -	Produção de matéria seca acumulada ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}$) na época chuvosa e na época seca com aplicação de diferentes lâminas de irrigação.....	55

RESUMO

MOTA, Virgílio Jamir Gonçalves. **Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) cv. pioneiro, no Norte de Minas Gerais.** 2008. 72 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semi-Árido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

O fornecimento de pastagem de boa qualidade em quantidade suficiente, durante todo o ano é o desejo da maioria dos pecuaristas do Norte de Minas Gerais. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de quatro doses de nitrogênio (100, 300, 500 e 700 kg.ha⁻¹.ano) e seis lâminas de irrigação (0%, 20%, 40%, 80%, 100% e 120% da evapotranspiração potencial de referência) sobre o rendimento forrageiro, densidade populacional de perfilhos, relação folha/caule, altura de plantas e teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro em *Pennisetum purpureum* Schum. cultivar Pioneiro, durante as épocas chuvosa e seca. O ensaio foi conduzido na Fazenda Experimental do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, janeiro de 2007 a janeiro de 2008. As doses de nitrogênio constituíram as parcelas e as lâminas de irrigação as subparcelas, segundo o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída pelas seis lâminas de irrigação, medindo seis metros de largura e 18 metros de comprimento, formando uma área de 108 m². Os blocos experimentais ou repetições foram constituídos das quatro doses de nitrogênio, sendo duas doses à direita da linha de aspersores (eixo) e duas do lado esquerdo. Como fonte de adubo nitrogenado utilizou-se a uréia, aplicada a lanço, parcelada em seis aplicações durante a fase experimental. O controle do teor de água e a definição do momento de irrigar foram estabelecidos através da curva de retenção de água no solo e da coleta de amostras do solo em várias profundidades para determinação da umidade pelo método gravimétrico, em uma das quatro subparcelas que foi irrigada com 100% da evapotranspiração potencial de referência, de cada bloco ou repetição. Quando o capim-elefante cv Pioneiro atingiu uma altura média de 1,50 m em uma das subparcelas, foram colhidas duas amostras de forragem/subparcela, sendo uma amostra para as avaliações da planta inteira e outra para avaliações da relação folha/caule. A altura das plantas, a produção de matéria seca, o número de perfilhos aumentaram linearmente com a aplicação das lâminas de irrigação,

¹ Comitê Orientador: Prof^o Vicente Ribeiro Rocha Junior – UNIMONTES (Orientador); Eleuza Clarete Junqueira de Sales – UNIMONTES; Carlos Eugênio Martins – Embrapa Gado de Leite

correspondentes a 0, 20, 40, 80, 100 e 120% da evapotranspiração potencial de referência, tanto na época seca quanto na chuvosa. Os teores de proteína bruta diminuíram linearmente com a aplicação das lâminas de água, em ambas as épocas estudadas. As lâminas de irrigação proporcionaram efeito quadrático ao teor de fibra em detergente neutro, com percentual máximo de 72,89 e 69,38%, quando foram aplicadas lâminas de 96,25 e 72,88% da evapotranspiração potencial de referência, nas épocas chuvosa e seca, respectivamente. Houve resposta significativa da relação folha/caule, somente na época seca, para aplicação de lâminas de água em interação com doses de nitrogênio, observando a menor relação, de 1,98, quando aplicou 65,5% da evapotranspiração potencial de referência com dose de 300 kg.ha⁻¹.ano de nitrogênio. A adubação nitrogenada influenciou positivamente a altura das plantas, em ambas as épocas, porém na época chuvosa, agindo independentemente da irrigação, teve o melhor comportamento quando foram aplicados 428,57 kg.ha⁻¹.ano de nitrogênio. O número de perfilhos e a produção de matéria seca tiveram comportamento linear positivo, quando foram aplicadas lâminas de irrigação em interação com doses de nitrogênio. Durante a época chuvosa, a adubação nitrogenada influenciou positivamente o teor de proteína bruta nas plantas de capim-elefante cv. Pioneiro, porém, na época seca foi observado comportamento inverso, quando em interação com lâminas de irrigação. O teor de fibra em detergente neutro diminuiu, tanto no período chuvoso quanto no seco, frente às doses de nitrogênio. A irrigação observada na época seca reduziu a estacionalidade na produção de matéria seca do capim-pioneiro, com produção de 42% da produção anual.

ABSTRACT

MOTA, Virgílio Jamir Gonçalves. **Irrigation depths and nitrogen doses on pasture elephant-grass (*Pennisetum purpureum*, Schum) cv. Pioneiro, in the North of Minas Gerais.** 2008. 72 p. Dissertation (Master's degree in Plant Production in the Semi-arid). Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG¹.

2

The purpose of this work was to evaluate the effect of four doses of nitrogen (100, 300, 500 and 700 kg.ha⁻¹.year) and six water depths (0% 20%, 40%, 80%, 100% and 120% of the reference evapotranspiration) on the forage yield, tillers population density, relationship leaf/stem, plants height and crude protein content and neutral detergent fiber in *Pennisetum purpureum* Schum cultivar Pioneiro, during the rainy and dry period. The essay was carried out at Experimental Farm of the Agrarian Sciences Department of the Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, in the period of January of 2007 to January of 2008. The doses of nitrogen constituted the parcels and the water depths the subparcels, according to the design in randomized blocks with four repetitions. Each experimental plot was constituted by six water depths, measuring 6 m of width and 18 m of length, forming an area of 108 m². The experimental blocks or repetitions were constituted by four levels of nitrogen, being two levels at the right of the sprinklers line (axis) and two at the left side. Broadcast urea was used as source of nitrogen fertilizer, parceled out in six investments during the experimental year. The water content and the irrigating moment were established through the soil-water retention curve and soil samples collection in the depths 0-20, 20-40 and 40-60 cm to determination of the water content by the gravimetric method. When the elephant grass reached a medium height of 1,50 m in one of the subparcels, two forage samples/ parcels were picked out, being one sample for the evaluations of the whole plant and other one for evaluations of the relationship leaf/stem. The height of the plants, the dry matter production, the tillers number increased lineally with the water depths application, corresponding to 0, 20, 40, 80, 100 and 120% of the reference evapotranspiration, as much in the dry period as in the rainy. The crude protein content decreased lineally with the water depths application in both studied periods. The water depths provided the neutral detergent fiber content, with maximum percentage of 72,89 and 69,38%, when were applied water depths of 96,25 and 72,88% of the reference evapotranspiration, in the rainy and dry periods, respectively. There was significant response from relationship

² Advisor committee: Prof^o Vicente Ribeiro Rocha Júnior. UNIMONTES (Adviser); Claret Eleuza Junqueira de Sales. UNIMONTES; Carlos Eugênio Martins. EMBRAPA.

leaf/stem, only in the dry period, for water depths application in interaction with doses of nitrogen, observing the smallest relationship, of 1,98; when applied 65,5% of the reference evapotranspiration with dose of 300 kg.ha⁻¹.year of nitrogen. The nitrogen fertilization influenced positively the plants height, in both periods; however, in the rainy period, acting independently of the irrigation, it had the best behavior when were applied 428,57 kg.ha⁻¹.year of nitrogen. The tiller number and the dry matter production had positive lineal behavior when water depths in interaction with doses of nitrogen were applied. During the rainy period, the nitrogen fertilization influenced the crude protein content positively on the plants of Pioneiro elephant grass, however, in the dry period inverse behavior was observed, when in interaction with water depths. The neutral detergent fiber content decreased, as much in the rainy period as in the dry one, face to the doses of nitrogen. The observed irrigation in the dry period reduced the seasonality in the production of the dry matter of the Pioneiro grass, with yield of 42% of the annual production.

1- INTRODUÇÃO

Atualmente, o grande desafio da ciência é o de manter a produção agropecuária em níveis tais que sustentem uma população em crescimento sem degradar o meio ambiente. A questão ambiental, hoje, não é apenas um detalhe do sistema de produção. A sustentabilidade dos sistemas brasileiros de produção de bovinos é prejudicada pela instabilidade das pastagens, que se tornam degradadas com poucos anos de uso pela sazonalidade da produção forrageira e por condições climáticas freqüentemente adversas.

A avaliação de alternativas de produção de forragens é mais um imperativo dentro do contexto de desenvolvimento sustentável, baseando-se no uso mais intensivo e racional de forrageiras de alta produtividade e qualidade, que respondam economicamente à fertilização e à irrigação, reduzindo o custo de produção de leite e a estacionalidade da produção de forragem. Além do aspecto econômico, a utilização mais racional das pastagens auxilia na preservação dos recursos renováveis e permite a produção de leite e carne sob condições mais naturais.

O processo de intensificação da produção de leite e carne implica no uso de forrageiras com alta capacidade de produção de matéria seca. Dentre essas, destaca-se o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) como 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 possibilidade de aumento de produtividade e redução da área explorada com sua utilização para pastejo direto em sistemas rotativos com a utilização de insumos, tais como água e adubação.

A deficiência hídrica na maior parte do ano nas condições do semi-árido torna-se um grande obstáculo para produção de forragens.

O uso da irrigação nestas condições torna-se uma técnica imprescindível para reduzir a deficiência na produção de forragem no período de deficit hídrico e dos veranicos. Diversos autores já constataram efeitos significativos da irrigação sobre a produtividade de forrageiras tropicais (DOURATO-NETO *et al.*, 2002; GARGANTINI *et al.*, 2005; SOUZA, 2003).

A irrigação de áreas implantadas com forrageiras pressupõe que outros insumos, além da água, sejam providos, a fim de não restringir o potencial de produção da espécie cultivada (VITOR, 2006). Dentre esses insumos, destaca-se o nitrogênio, devido ao efeito positivo que exerce sobre a produtividade das gramíneas tropicais (FERREIRA, 2002; MARCELINO *et al.*, 2003; VILELA *et al.*, 2004a; VILLELA *et al.*, 2004 b). Assim, a eficiência da adubação nitrogenada (kg de matéria seca produzida/kg de nitrogênio aplicado) em função da irrigação, é uma variável importante a ser considerada nos sistemas de produção a pasto. As possibilidades de êxito na produção animal aumentam significativamente, quando se utilizam forrageiras de alto potencial de produção, desde que tenham suas exigências nutricionais e de manejo atendidas.

O conhecimento da necessidade de água e a frequência de irrigação em pastagem de capim-elefante cultivada no Norte de Minas Gerais poderá trazer grandes benefícios para os pecuaristas da região. Há escassez de informações sobre o comportamento do capim-elefante cv. Pioneiro, especificamente ao que concerne à nutrição mineral de plantas e à irrigação, visando a 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 de irrigação (0%, 20%, 40%, 80%, 100% e 120% da evapotranspiração de referência) sobre o rendimento forrageiro, densidade populacional de perfilhos, altura de plantas, relação folha/caule, teores de PB e FDN em *Pennisetum purpureum* Schum, cv. Pioneiro, durante as épocas das chuvas e seca, no Norte de Minas Gerais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Shum)

2.1.1 Origem, descrição morfológica e características agronômicas

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Sshum) é originário da África tropical, crescendo largamente na Índia e América do Sul. Foi descoberto em 1905 pelo Coronel Napier e introduzido no Brasil em 1920, vindo de Cuba. Atualmente, encontra-se difundido em quase todas as regiões brasileiras (ALCÂNTARA e BUFARAH, 1983; RODRIGUES *et al.*, 2001).

Apresenta uma grande variabilidade genética, com características variáveis de rendimento, fotoperíodo, perfilhamento, relação folha/colmo e qualidade como forragem. A seleção de variedades de alto rendimento e qualidade, visando fundamentalmente seu uso como forragem animal, tem sido o principal objetivo dos estudos com essa cultura (URQUIAGA *et al.*, 2004).

Sua descrição original é datada de 1827, no entanto sofreu modificações ao longo do tempo. Atualmente, a espécie *Pennisetum purpureum* pertence à família *Gramineae*, sub-família *Panicoideae*, tribo *Paniceae*, gênero *Pennisetum* L. Rich e espécie *P. purpureum* Schumacher (TCACENCO e BOTREL, 1997).

Planta perene, cespitosa, formando grandes touceiras, muito altas, geralmente com até três metros de altura, podendo atingir 5 metros, às vezes curvadas pelo próprio peso. Grandes panículas terminais, cilíndricas e compactas, com raque pubescente, espiguetas isoladas ou em grupos de 2-5, guarnecidas por cerdas. Os colmos podem chegar a três centímetros de espessura na base, muito resistentes. Formam-se até 20 entrenós, geralmente lisos e glabros, podendo ocorrer alguma pilosidade pouco abaixo da panícula; coloração amarelada, às vezes com pigmentação avermelhada; serosidade epicuticular e nós intumescidos. O sistema basal apresenta rizomas de até 25 cm de

comprimento e raízes fibrosas. As folhas com lâminas de 30 a 90 cm de comprimento e até 2,5 cm de largura; nervuras medianas, provocando depressão na face ventral e proeminência na dorsal; geralmente áspera nas duas faces e nas margens, coloração verde ou verde-azulada, fosca, com tons purpurescentes. Bainhas lisas e glabras ou ásperas e pilosas na face ventral. A inflorescência apresenta panículas cilíndricas, compactas, com 8 a 30 cm de comprimento por 1,5 a 3 cm de espessura, eretas com longas hastes na parte terminal dos colmos e de seus ramos; cerdas de coloração variável: esverdeada, amarelada, castanha ou purpurescente. Em cada grupo de espiguetas geralmente apenas uma é fértil ([INSTITUTO HORUS, 2005](#)).

O capim-elefante pode ser encontrado desde o nível do mar até 2.200 metros de altitude, sendo mais adaptado a altitudes de até 1500 metros. Suporta temperaturas variando de 18 a mais de 30°C, sendo em torno de 24°C a temperatura ideal. Dependendo da cultivar, pode suportar até geadas.

Vegeta em regiões quentes e úmidas com precipitação anual acima de 1.000 mm, porém o mais importante é sua distribuição ao longo do ano, por ser uma forrageira estacional, onde 70 a 80% da produção ocorre no período das águas (VITOR, 2006).

O capim-elefante adapta-se a vários tipos de solo, no entanto não tolera os mal drenados e sujeitos a inundações. É exigente em nutrientes, não tolerando pH baixo e teores elevados de alumínio no solo. A falta de água, a baixa temperatura e a pouca luminosidade são limitantes ao crescimento do capim-elefante, causando estacionalidade da produção (ALCÂNTARA e BUFARAH, 1983; BOTREL *et al*, 1991; JACQUES, 1994).

2.1.2 O Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) cultivar Pioneiro

O capim-elefante cultivar Pioneiro foi desenvolvido especificamente para uso sob a forma de pastejo; tem como características sua rapidez de crescimento pós-pastejo, grande capacidade de lançamento de perfilhos aéreos e basais, rápida expansão do diâmetro da touceira, ocupando os espaços vazios da pastagem, resultando em maior cobertura do solo e maior disponibilidade de forragem, possui excelente poder germinativo das estacas, possibilitando assim, a implementação de pastagem sem falhas, além da boa aceitabilidade pelos animais (PEREIRA, 1997).

Santos (2003), avaliando o potencial produtivo e a composição química de cinco gramíneas tropicais [(*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Pioneiro, *P. purpureum* Schum cv. Mott; *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça, *P. maximum* Jacq cv. Tanzânia e *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf. cv. Marandu)], constatou que o *Pennisetum purpureum* Schum, cultivar Pioneiro apresentou maior produção de MS (7,35 t/ha/35 dias), quando comparado aos cultivares Mott (5,28 t/ha/35 dias) e Tanzânia (5,23 t/há em 35 dias), não diferindo dos demais. O cultivar Pioneiro apresentou, também, o maior teor de PB dentre todas as gramíneas avaliadas.

Haddade *et al.* (2005), avaliando morfogênese e estruturação de quatro genótipos de capim-elefante (Napier, Cameroon, Pioneiro e CNPGL 91 F27 05), concluíram que o capim-elefante cv. Pioneiro destaca-se, em relação aos demais genótipos, quanto ao lançamento de folhas e emissão de perfilhos.

Costa (2006), avaliando capim-elefante cultivar Pioneiro sob pastejo rotativo, obteve produções de 10 e 12 litros de leite/vaca/dia, com lotação de 5 vacas por hectare e ganhos de peso entre 800 e 1.000g/animal/dia.

2.1.3 O capim-elefante e o desempenho animal

Nos últimos anos, a pastagem de capim-elefante tem sido muito utilizada pelos pecuaristas em decorrência do seu alto potencial produtivo e da sua qualidade capaz de transformar suas elevadas produções de forragem, levando em consideração as condições edafoclimáticas favoráveis, em leite e carne, reduzindo sobremaneira os custos de produção.

Cóser, Martins e Cardoso (2001) conseguiram 11,2 e 10,9 kg/vaca/dia e 7.738 e 8.535 kg/ha na estação chuvosa para tratamentos com altura de resíduo de 70 a 100 cm de altura e 100 a 130 cm, respectivamente, e no período das secas 11,1 e 11,0 kg/vaca/dia, respectivamente.

Na região do Semi-Árido Mineiro, sob condições de irrigação, do capim-elefante tem-se conseguido produções de leite de 30.000 kg/ha.ano, com taxa de lotação média ultrapassando sete vacas/ha, e produtividade superior a 13 kg/vaca/dia, conforme descrito por Cruz Filho *et al.* (1996).

Segundo Magalhães *et al.* (2005), em condições dos Tabuleiros Costeiros do Piauí, até 8 kg/dia de leite, aproximadamente, podem ser obtidos de vacas mantidas exclusivamente em pastagens de capim-elefante, desde que adubadas e irrigadas no período seco.

O capim-elefante é considerado a espécie com maior potencial de produção, encontrando-se na literatura referência de produção de até 80 toneladas de matéria seca por ha, por ano (DERESZ e MOZZER,1994; SANTOS, 1995), com base nos dados disponíveis, concluem que o capim-elefante pode proporcionar altos ganhos por área, principalmente devido à sua elevada capacidade de suporte e aos bons ganhos de pesos proporcionados.

Em pesquisa realizada na Fazenda Experimental da EPAMIG em Leopoldina – MG, na estação chuvosa, Erbesdobler (2002) concluiu que o capim-elefante possibilitou ganhos satisfatórios de peso por animal e por hectare, em uma carga animal próxima a cinco novilhos, em fase de engorda, por hectare e pressões de pastejo de 4,0 a 7,8 kg de matéria verde seca por 100 kg de

peso vivo. Verificou também que quatro horas de pastejo diário garantiram consumo próximo à manutenção para uma pressão de pastejo de 4,0 a 7,8 kg de matéria verde seca por 100 kg de peso vivo.

São encontrados na literatura ganhos médios diários de peso de 900 g/animal.dia sob lotação rotacionada e 500 g/animal.dia com capim picado. Sob lotação contínua, Aita (1995) avaliou novilhos no Rio Grande do Sul, verificando ganhos em peso de 928 g/animal.dia e 774 kg/há; e Almeida *et al.* (2000), trabalhando também com lotação contínua, com quatro ofertas de forragem (kg/ha de massa seca de lâminas verdes), observaram que a oferta de 11,3% do PV/dia maximizou o desempenho animal com 1,06 kg/dia de ganho médio diário, e assegurou ganhos por área de 5,6 kg/ha.dia, sem comprometimento da sustentabilidade da pastagem.

2.2 Estacionalidade da produção de forragens

As pastagens tropicais são as principais fontes de alimentação na pecuária bovina brasileira e isso tem contribuído para a produção de carne e leite a custos competitivos. Contudo, no Brasil, principalmente nas épocas de seca, há uma baixa disponibilidade de forragem das pastagens, obrigando o produtor suplementar o seu rebanho para manter uma boa produção, elevando desta forma, o custo de produção (ALVIM *et al.*, 1986).

A alta produtividade de forragem na época chuvosa e baixa na seca é definida como estacionalidade de produção e tem sido alvo de vários estudos, em decorrência da grande importância nos sistemas de produção animal a pasto.

De acordo com Corsi e Martha Júnior (2004), a produção estável de matéria seca (MS) é uma das características mais desejadas pelos produtores em relação à planta forrageira. A melhor distribuição da produção durante o ano faz com que menores variações no desempenho e lotação animal, em pastagens,

sejam observadas. Além desse aspecto, reduz-se a necessidade de conservação de forragens para a alimentação do rebanho durante o período seco e frio do ano (inverno).

Os principais fatores envolvidos na estacionalidade são: características fisiológicas da planta forrageira, deficiência hídrica, radiação solar (qualidade e intensidade), fotoperíodo e temperatura (MEDEIROS *et al.*, 2002).

Embora a radiação solar e a temperatura do ar sejam igualmente importantes para a produção de biomassa, as mesmas possuem funções distintas na ecofisiologia vegetal. A radiação é a fonte de energia que é convertida em biomassa vegetal e a temperatura está associada à eficiência dos processos metabólicos envolvidos nessa conversão, alterando o desempenho das várias enzimas (BONHOMME, 2000; VILLA NOVA *et al.*, 2004a).

Para as regiões de clima temperado, os fatores de maior importância são a luz e a temperatura seguidas pela umidade (VAN SOEST, 1994). Para as regiões tropicais, os fatores temperatura e a deficiência hídrica, são os mais importantes, limitando a produção de forragem (MACDOWELL, 1972).

A temperatura, interfere significativamente na estacionalidade de produção das forrageiras, pois caso o limite inferior seja alcançado ou ultrapassado (temperatura base inferior), bem como o limite superior (temperatura base superior), o efeito é a redução drástica ou a paralisação do desenvolvimento vegetativo das plantas (RODRIGUES *et al.*, 1993).

A temperatura base superior (TB) da maioria das espécies forrageiras tropicais está situada entre 30 e 35°C e, geralmente, não é ultrapassada por muito tempo nas regiões produtoras brasileiras. Já a temperatura base inferior (Tb) situa-se entre 12 e 16°C, de acordo com a forrageira considerada, e temperaturas inferiores a essas ocorrem em diversas regiões produtoras no País (VILLA NOVA *et al.*, 1999; VILLA NOVA *et al.*, 2004b).

No caso da irrigação, o fator água deixaria de ser limitante no desenvolvimento das forrageiras, ficando apenas a luminosidade e a temperatura como os principais fatores determinantes da estacionalidade. Em regiões de baixas temperaturas, como as de grandes altitudes e de latitudes elevadas, não se espera que a irrigação tenha efeito satisfatório quanto à estacionalidade de produção. Todavia, o período de utilização das pastagens poderá ser aumentado com a utilização estratégica da irrigação, fazendo a aplicação correta da água na interface das estações, quando há luminosidade e temperatura ideais para o crescimento das forrageiras (VITOR, 2006). Botrel, Alvim e Xavier (1991), em trabalhos conduzidos no CNPGL/EMBRAPA, localizado no município de Coronel Pacheco – MG, concluíram que a irrigação teve efeito positivo na produção de forragem de sete cultivares de capim-elefante avaliado, no entanto, não alterou substancialmente a estacionalidade dessa produção, o que é comprovado por Vitor (2006). Já Alencar (2007), trabalhando com seis gramíneas tropicais, submetidas a seis diferentes lâminas de água e quatro diferentes doses de nitrogênio, no Leste de Minas Gerais, onde a temperatura média do mês mais frio do ano está acima de 18°C e a média máxima em torno de 29°C, observou que praticamente não houve ocorrência de estacionalidade, uma vez que os capins produziram em média, no outono/inverno, 46% da produção total anual.

2.3 Utilização de insumos em pastagens

2.3.1 Irrigação

A água é o componente essencial da vida, já que dela dependem todos os seres vivos. Com toda essa importância, espera-se que todos os povos do mundo dêem a atenção que este recurso merece. É de se esperar que os seres humanos saibam como utilizar a água, que procurem manter seus reservatórios

naturais e salvaguardar sua pureza, evitando a poluição dos mananciais, o desmatamento, o assoreamento dos rios, o mau uso da irrigação e do solo, dentre tantas outras ações irresponsáveis do homem.

De fato, o futuro da espécie humana e de muitas outras espécies pode ficar comprometido a menos que haja uma melhora significativa na administração dos recursos hídricos.

A água vem se tornando cada vez mais escassa à medida que a população, a indústria e a agricultura se expandem. Embora os usos da água variem de país para país, a agricultura é a atividade que mais consome água. Cerca de 70% do consumo de água são utilizados na agricultura, 22% na indústria e 8% no consumo domiciliar. Isso não deveria ser um problema, já que 71% da superfície da terra é composta por água, porém desta totalidade 97,4% correspondem aos oceanos e mares, 1,98% geleiras, 0,59% subterrâneas, 0,03% lagos e rios e 0,001% atmosfera. Isso quer dizer que, de cada mil litros de água, 974 são de água salgada; 19,8 são de geleiras; 5,9 estão sob o solo e somente 0,3 está disponível imediatamente ao homem (SILVA *et al.*, 2003).

O Brasil é um país privilegiado, no que diz respeito à distribuição mundial de água, pois detém 11,6% da água doce superficial, sendo que deste total 70% estão localizados na região amazônica. Porém a distribuição de água para atender a população brasileira também é desigual, visto que os 30% destinados à outras regiões são para atender uma população de 93% de todo o país (UNIVERSIDADE DA ÁGUA, 2006)

Os valores de água consumida no mundo devem ser analisados com muito critério, pois segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, 2000), somente 1/6 da área mundial cultivada é irrigada, a qual é responsável por 2/5 da produção de alimentos. Sem contar que, a água é imprescindível em cultivos na entressafra, quando os riscos de perda da produção são elevados devido ao déficit hídrico (VITOR, 2006).

Portanto, não pode ignorar o uso da irrigação, pois quando utilizada com critério e racionalidade é uma prática que traz grandes benefícios à agricultura, e, conseqüentemente à oferta expressiva de alimentos às populações brasileira e mundial (ALENCAR, 2002).

É necessário ressaltar que o uso da irrigação ainda pode ser melhorado, principalmente em sua eficiência e manejo adequado, o que trará como conseqüência a menor quantidade de água utilizada.

2.3.1.1 Métodos de irrigação

Existem várias maneiras de disponibilizar a água às plantas por meio de métodos ou sistemas de irrigação. Alguns métodos são mais adequados a um determinado tipo de cultura, levando-se em conta o espaçamento de plantio, tipos de solos, topografia, exigência de água, sistema radicular da planta, porte da planta, tipos de crescimentos, dentre outros.

Em conseqüência, deve-se selecionar o sistema de irrigação mais adequado para certa condição e para atender aos objetivos desejados. O processo de seleção requer análise detalhada das condições apresentadas (cultura, solo e topografia), em função das exigências de cada sistema de irrigação, de forma a permitir a identificação das melhores alternativas (ANDRADE e BRITO, 2007).

Com a expansão rápida da agricultura irrigada no Brasil, muitos problemas têm surgido em conseqüência do desconhecimento das diversas alternativas de sistemas de irrigação, conduzindo a uma seleção inadequada do melhor sistema para uma determinada condição. Esse problema tem causado o insucesso de muitos empreendimentos, com conseqüente frustração de agricultores com a irrigação e, muitas vezes, degradação dos recursos naturais.

O método de irrigação é a forma pela qual a água pode ser aplicada às culturas. Basicamente, são quatro os métodos de irrigação: superfície, aspersão,

localizada e subirrigação. Para cada método, há dois ou mais sistemas de irrigação que podem ser empregados. A razão pela qual há muitos tipos de sistemas de irrigação é a grande variação de solo, clima, culturas, disponibilidade de energia e condições socioeconômicas para as quais o sistema de irrigação deve ser adaptado (ANDRADE e BRITO, 2007)

Os métodos de irrigação por superfície, também chamados de não pressurizados, são aqueles onde a água é conduzida por gravidade sobre a superfície do solo até o local da aplicação, com exigência de áreas sistematizadas ou sulcos em nível. Já nos métodos de irrigação pressurizados, a água é conduzida em tubulações sob pressão até o local de aplicação. Deste método faz parte a irrigação por aspersão e a irrigação localizada (SOARES e OLIVEIRA, 2001). No método da irrigação por aspersão, jatos de água lançados ao ar caem sobre a cultura na forma de chuva. Os principais métodos de irrigação por aspersão são: aspersão convencional, autopropelido, pivô central, deslocamento linear e lepa (ANDRADE e BRITO, 2007).

Segundo Christofidis (2001), a área irrigada no Brasil tem a seguinte distribuição: 50% inundação, 21% pivô central, 9% carretel enrolador (autopropelido), 14% aspersão convencional e 6% localizada.

No Brasil, o método de irrigação mais utilizado para pastagem é o de aspersão convencional, o qual é dividido em sistemas móveis e sistemas fixos (ALENCAR, 2007). O sistema de irrigação móvel ou portátil tem sua tubulação distribuída sobre a superfície da área a ser irrigada, sendo que pelo menos parte dela, as tubulações secundárias e/ou laterais, serão deslocadas lateralmente à tubulação principal, a qual quase sempre é fixa para que toda a área seja totalmente irrigada, dependendo logicamente do número necessário de dias para irrigar toda a área e da lâmina de água exigida. Nos sistemas fixos, toda a tubulação do conjunto de irrigação é fixa, capaz de irrigar toda a área sem fazer

qualquer mudança de posição na tubulação (BERNARDO *et al.*, 2006). Em alguns sistemas fixos, as tubulações são permanentemente enterradas.

2.3.1.2 Manejo da irrigação

O uso eficiente da água de irrigação visando à máxima produção e uma boa qualidade de um determinado produto agrícola requer elevados conhecimentos das inter-relações entre solo-água-planta-atmosfera e manejo de irrigação. Para isso as características físico-hídricas do solo, características agronômicas da cultura e as condições climáticas da região devem ser minuciosamente conhecidas (BERNARDO *et al.*, 2006).

A evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}) e o coeficiente da cultura (K_c) são fatores que determinam a necessidade de água das culturas. O coeficiente da cultura (K_c) é definido pela divisão da ET_{pc} pela ET_o, onde a ET_o é a evapotranspiração potencial de referência. A evapotranspiração potencial de referência (ET_o) é definida como sendo a evapotranspiração de uma cultura hipotética que cobre todo o solo, em crescimento ativo, sem restrição hídrica nem nutricional, com altura média de 0,12 m, albedo de 0,23 e resistência da superfície de 70s.m⁻¹. Já a evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}) é a evapotranspiração de determinada cultura quando há ótimas condições de umidade e nutriente no solo, de modo a permitir a produção potencial desta cultura no campo. O valor de K_c varia conforme a cultura e com o seu período de desenvolvimento (BERNARDO *et al.*, 2006).

O controle da umidade e o momento de irrigar podem ser estabelecidos por intermédio de análise da curva de retenção da água no solo, que fornece a capacidade de campo e o ponto de murchamento no solo em questão, concomitantemente com o uso de tensiômetros, que é um método direto para

determinação da tensão de água no solo e indireto para determinação da porcentagem de água no solo (VITOR, 2006).

2.3.1.3 Efeito da irrigação na produção de plantas forrageiras

Rassini (2004), avaliando as condições climáticas da região de São Carlos (SP) e as características fenológicas de seis gramíneas forrageiras, constatou que as pastagens possuem um período de 65 a 70 dias de estacionalidade de produção, durante o ano, em que, mesmo satisfazendo as condições hídricas da planta forrageira, não há produção de matéria seca.

A influência da irrigação na época seca sobre a produção de matéria seca de sete cultivares de capim-elefante foi estudada na Embrapa Gado de Leite. Concluiu-se que o fornecimento de água durante essa época do ano mostrou efeito positivo sobre a produção de forragem, mas reduziu muito pouco a estacionalidade de produção (CÓSER e MARTINS, 2005).

Botrel *et al.* (1991), avaliando o efeito da irrigação, durante o período da seca, no município de Coronel Pacheco, MG, sobre a produção de forragem, teor de PB, digestibilidade da matéria orgânica, e perfilhamento aéreo e basal de sete cultivares de capim-elefante, chegaram à conclusão que a irrigação teve efeito positivo na produção de forragem de todas as cultivares, porém a estacionalidade desta produção foi pouco afetada. De maneira geral, a irrigação aumentou o perfilhamento basal e não teve efeito sobre o perfilhamento aéreo e sobre a qualidade da forragem produzida.

Lopes *et al.* (2005), também avaliando o efeito da irrigação na disponibilidade de matéria seca em pastagens de capim-elefante, cv. Napier, em

Viçosa, MG, comprovaram que o manejo adequado da irrigação juntamente com adubação não foram suficientes para promoverem incremento significativo na disponibilidade de matéria seca do capim-elefante na época seca, em razão principalmente, das baixas temperaturas ocorridas no período. Entretanto, o uso da irrigação, apesar de não eliminar o efeito da estacionalidade de produção, permitiu uma antecipação do período de crescimento das plantas, quando a temperatura não foi limitante, aumentando significativamente a disponibilidade de forragem ao longo do ano, além de assegurar a estabilidade da produção no verão.

Em um outro trabalho sobre a avaliação do efeito da irrigação sob a produção de forragem de duas cultivares de capim-elefante, Maldonado *et al.* (1997) verificou-se que houve um aumento linear na produção de matéria seca (MS) de ambas as cultivares em função das lâminas de água na época seca, e uma resposta quadrática na época chuvosa. Contudo, quando se aplicou uma lâmina de 120% da evapotranspiração, a produção das duas cultivares foi reduzida, podendo ser decorrente do excesso de umidade, falta de aeração do solo e da possível lixiviação de nutrientes.

Palieraqui *et al.* (2006), estudando a influência da irrigação sobre a disponibilidade, a composição química, a digestibilidade e o consumo dos capins Mombaça (*Panicum maximum*, Jacq.) e Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum), concluíram que as produções de MS total e de MS verde do capim-elefante, cv. Napier foram superiores às do capim Mombaça, sem diferença detectável para a produção de MS foliar e que a irrigação aumenta a disponibilidade de ambas as forrageiras.

A utilização da irrigação em três gramíneas forrageiras, capim Pioneiro (*Pennisetum purpureum*), Marandu (*Brachiaria brizantha*) e Tanzânia (*Panicum maximum*), em área de cerrado, elevou a produção de MS com maior intensidade no período seco (VILELA *et al.*, 2004a). Bernardino *et al.* (2004), estudando a

influência da irrigação sobre a produção e a qualidade de quatro forrageiras no período chuvoso do ano, concluíram que o uso da irrigação durante períodos de veranico eleva, em até 24%, a produção acumulada das forrageiras, em comparação ao tratamento não irrigado.

Alencar (2007) estudando as aplicações de seis lâminas de água em capins Pioneiro (*Pennisetum purpureum*), Marandu (*Brachiaria brizantha*), Mombaça (*Panicum maximum*), Tanzânia (*Panicum maximum*), Xaraés (*Brachiaria brizantha*) e Estrela-africana (*Cynodon nlemfuensis*), no Leste de Minas Gerais, constatou que lâminas médias de água aplicadas na estação outono/inverno proporcionam, em geral, aumento na produtividade de matéria seca e verde, aumento na cobertura do solo e redução no teor de matéria seca. Por outro lado, na estação primavera/verão as lâminas de água aplicadas não afetaram a produtividade de matéria seca, todavia proporcionaram aumento no teor de matéria seca e da cobertura do solo e redução na produtividade de matéria verde e na altura de planta.

Para se ter resultados positivos com a irrigação de pastagens tropicais, a temperatura ambiente não pode estar abaixo de 15°C, sendo este o fator ambiental que mais limita a resposta da planta forrageira à irrigação. A luminosidade só influencia em 10% a produção de forragem. A melhor resposta ocorre no verão, quando a temperatura é alta, possibilitando aumentos de 20 a 30% na produção de forragem. Nos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul, a produção no inverno é em média 50% da do verão. Nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Bahia e Tocantins é possível manter no inverno até 70% da lotação do verão. Em São Paulo, a lotação chega a cair 60%, possibilitando a manutenção de 40% da taxa de lotação alcançada no verão (AGUIAR, 1998).

A irrigação utilizada de forma eficiente e criteriosa pode ser mais uma alternativa, visando o aumento da produção animal a pasto, pois permite

significativos aumentos na produção forrageira, principalmente no verão, quando as temperaturas mínimas não são limitantes ao desenvolvimento do capim-elefante (LOPES *et al.*, 2003).

2.3.2 Adubação nitrogenada

Dentre os diversos elementos essenciais ao desenvolvimento e crescimento das plantas, destaca-se o nitrogênio, pelas suas funções relevantes na produção e síntese de aminoácidos. Apresenta-se também em quantidades insuficientes em todos os nossos solos, estando predominantemente ligado aos compostos orgânicos (98% do total). Como componente essencial da proteína, encontra-se nos resíduos de plantas, de animais e de microorganismos. Essa forma orgânica, em que predominantemente se encontra no solo, tem a necessidade de que haja mineralização para sua liberação e absorção pelas plantas, o que envolve a participação de microorganismos e compreende as fases de proteólise e amonificação. Como proteólise entende-se a liberação do N orgânico contido nas proteínas e, em última análise, de aminoácidos do solo (MARTINS e FONSECA, 1994).

O nitrogênio é constituinte da estrutura de proteínas e de ácidos nucléicos. É absorvido pelas raízes na forma de nitrato e amônio. Enquanto a maior parte do amônio tem de ser incorporada aos compostos orgânicos nas raízes, o nitrato é móvel no xilema, podendo ser armazenado nos vacúolos das raízes ou das folhas. Porém, para o nitrato ser incorporado aos compostos orgânicos, necessita ser reduzido à amônia, mediado pelas enzimas nitrato redutase e nitrito redutase. A atividade da enzima nitrato redutase é reduzida drasticamente em plantas deficientes em molibdênio (PRADO, 2005).

Quando as quantidades de nitrogênio não são suficientes para suprir as necessidades das plantas, o crescimento destas é retardado, sendo mobilizado

das folhas mais velhas e translocado para as partes em crescimento, aparecendo, por conseguinte a clorose e senescência das folhas mais velhas (PRADO, 2005).

Com o suprimento elevado de nitrogênio a proporção de N-solúvel, aminoácidos, amidas e nitrato tendem a elevar-se, principalmente nas folhas, não significando necessariamente aumento no teor de proteínas, mas aumento no teor de N total e de “proteína bruta” (LUPINACCI, 2002).

O aumento na produtividade do capim-elefante é decorrente, dentre outras causas, do aumento da fertilidade do solo, sendo o nitrogênio fator preponderante na modulação das respostas às adubações (MARTINS e FONSECA, 1994).

Andrade *et al.* (2000), trabalhando com adubação nitrogenada e potássica sobre capim-elefante, cv. Napier, concluíram que houve aumento na produção de MS quando se usaram os dois tipos de adubação. Houve aumento no teor de PB usando adubação nitrogenada e, diminuição, usando adubação potássica. O rendimento da PB aumentou linearmente com doses de nitrogênio e potássio. A relação folha/colmo decresceu com a adubação potássica. Já os teores de potássio aumentaram com a adubação potássica e diminuíram com a adubação nitrogenada.

Conforme Amaral Filho (2005), o aumento nas doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg/ha de N), em cobertura, na cultura do milho, utilizando o nitrato de amônio, promoveram acréscimo no teor de N foliar, na estimativa do teor de clorofila, no número de grãos por espiga, na massa de 1000 grãos, na produtividade e no teor de proteína nos grãos de milho.

Um fator decisivo na qualidade e produtividade das pastagens é a adubação, principalmente a nitrogenada, pois segundo Fernandes e Rossiello (1986), as gramíneas tropicais, particularmente as do grupo C₄, têm alta capacidade fotossintética, usam água eficientemente, e respondem ao nitrogênio com altas taxas de crescimento.

Gargantini *et al.* (2005) avaliando a melhor combinação de irrigação e adubação nitrogenada para produção de capim Mombaça, na região Oeste do Estado de São Paulo, no período de outubro a maio, concluíram que irrigações suplementares variando de 73 a 114% da ETo e adubações de 83 a 100 kg de N.ha⁻¹, por intervalos médios de descanso de 33 dias, são os mais recomendadas. Entretanto no período de junho a setembro, devem ser realizadas irrigações suplementares de 150% da ETo e aplicações de 50 kg de N.ha⁻¹, por intervalos médios de descanso de 56 dias.

Três doses de nitrogênio (100, 200 e 400 kg.ha⁻¹.ano de N) associados a três doses de potássio (50, 100 e 200 kg.ha⁻¹.ano de K₂O) em capim-elefante, cv. Napier foram avaliados por Andrade *et al.* (2003). A adubação nitrogenada influenciou positivamente a produção de MS da lâmina foliar na estação chuvosa. Os teores de FDN e FDA reduziram com a aplicação de potássio na estação chuvosa. De maneira geral, a adubação nitrogenada aumentou a relação lâmina/colmo e os teores de PB do capim-elefante.

Segundo Vitor (2006), em lavouras de grãos, a eficiência do uso de N é medida pela razão entre a quantidade de N aplicado pela quantidade de grãos produzidos. Em pastagem, essa eficiência é análoga, ou seja, quantidade de MS produzida por quilograma de N aplicado em uma mesma área. No entanto, a eficiência bioeconômica da adubação nitrogenada em pastagens depende da conversão do N em forragem, da eficiência do consumo dessa forragem pelo animal, ou seja, a eficiência do pastejo e da eficiência da transformação da forragem em produto animal (kg MS/kg de ganho de peso vivo, GPV). O resultado destas três eficiências dita a eficiência da transformação do N em produto animal (kg de GPV/kg de N aplicado). Para haver um GPV, haverá um consumo de insumos e produtos, os quais terão um custo (preço), determinando assim a eficiência bioeconômica da adubação nitrogenada.

Alguns trabalhos mostram que as gramíneas forrageiras respondem linearmente à aplicação de N para produção de MS (FAGUNDES *et al.*, 2006, MOREIRA *et al.*, 2005, VITOR, 2002). Porém, quanto maiores as doses de N aplicados, menores são os lucros, podendo a relação custo/benefício ser muito elevada, reduzindo assim a eficiência da adubação nitrogenada em pastagens. Além disso, o uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados pode causar danos ao meio ambiente, como a acidificação dos solos, liberação de gases que causam o efeito estufa, eutroficação de lagoas e açudes, e à saúde humana pela contaminação de mananciais hídricos por nitrato (VITOR, 2006).

Rocha *et al.* (2001) avaliando a digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS), os teores de fibra em detergente ácido (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) nos capins Coastcross (*Cynodon dactylon*), Tifton 68 (*Cynodon sp*) e Tifton 85 (*Cynodon sp*) submetidos a quatro doses de N (0, 100, 200 e 300 kg.ha⁻¹), na forma de sulfato de amônia, no município de Lavras, MG, observaram que a DIVMS e a FDA não foram influenciados pela adubação nitrogenada. Porém, o nitrogênio promoveu decréscimos nos teores médios de FDN. O que foi confirmado por Gomide e Costa (1984) quanto à digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS) do capim-Colonião (*Panicum maximum*). Já o capim-Jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) respondeu positivamente com a aplicação de 20 kg.ha⁻¹ de N por corte, não apresentando respostas a doses mais elevadas. Resposta diferente foi obtida por Minson (1973) avaliando duas doses de N (125 e 500 kg. ha⁻¹) em *Chloris gayana*, *Digitaria decumbens* e *Pennisetum clandestinum*, verificando incremento médio de 2,2 unidades percentuais na digestibilidade da MS para a dose mais elevada de N.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e duração do experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Campus de Janaúba da Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, situada no Município de Janaúba, região Norte do Estado de Minas Gerais, inserida na área mineira do Semi-árido brasileiro e na micro-região da Serra Geral de Minas. As coordenadas geográficas são de 15°47'50" latitude sul e 43°18'31" longitude oeste, a altitude de 516 metros e o clima é o tropical mesotérmico com chuvas irregulares, ocasionando longos períodos de seca. A fase experimental foi de janeiro de 2007 a janeiro de 2008. Os dados meteorológicos durante a condução do experimento se encontram na Tabela 1.

TABELA 1. Precipitação, insolação e temperaturas mínimas, médias e máximas, durante o período experimental em Janaúba –MG

Mês	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)			Insolação (hora)
		Mínima	Média	Máxima	
Janeiro	121,3	21,0	26,6	32,2	6,3
Fevereiro	277,1	20,5	25,4	30,2	6,0
Março	15,0	20,3	26,6	32,8	9,8
Abril	6,3	20,6	26,5	32,4	8,8
Maió	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
Outubro	0,0	19,9	26,4	32,9	9,3
Novembro	122,5	21,5	27,4	33,2	9,5
Dezembro	49,0	20,3	25,6	30,8	7,8
Janeiro	94,7	20,7	26,3	31,9	6,8
Total	695,5				
Média		19,0	25,1	31,2	8,6

Fonte: EPAMIG, 2008.

3.2 Solo

O experimento foi instalado em uma área plana, a qual já estava ocupada com capim-elefante cv. Pioneiro desde março de 2006, cujo solo é classificado como Vermelho-Amarelo distrófico com textura argilosa. As características químicas desse solo em amostras retiradas nas camadas de 0-20cm e de 20-40cm são representadas na Tabela 2.

TABELA 2. Características químicas do solo em amostras da área experimental nas camadas de 0-20 e 20-40 cm

Camada (cm)	pH H ₂ O	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H+Al	Al ⁺³	SB	T	Na ⁺	V (%)	P	K ⁺
		(cmol _c /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

As características físico-hídricas do solo, nas camadas de 0-20, 20-40 e 40-60 cm de profundidade são mostradas na Tabela 3, com a finalidade de determinar o teor de água do mesmo pelo método de gravimétrico de Hillel (1980).

TABELA 3. Características físico-hídricas do solo: teor de água

Profundidade (cm)	Potencial (kPa)				Dap (g)
	-10	-30	-100	-500	
0-20	0,166	0,141	0,119	0,096	20,6
20-40	0,150	0,138	0,105	0,092	22,1
40-60	1,147	0,135	0,102	0,099	22,4

3.3 Procedimentos experimentais

O capim-elefante cv. Pioneiro foi avaliado com quatro doses de nitrogênio (100, 300, 500 e 700 kg.ha⁻¹.ano de N) e seis lâminas de irrigação (0, 20, 40, 80, 100 e 120% da evapotranspiração potencial de referência).

As doses de nitrogênio constituíram as parcelas, e as lâminas de água as subparcelas, segundo o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, conforme mostra a Figura 1.

As lâminas de água foram originadas pelo perfil de distribuição originado a partir de um eixo fixo de aspersores. O sistema utilizado foi o de aspersão com distribuição dos aspersores em linha, denominado “Line Source Sprinkler System”, conforme metodologia descrita por Silva *et al.* (1981). Este sistema foi desenvolvido para fins experimentais, consistindo na aproximação entre aspersores instalados em uma linha no centro da área experimental (eixo), de tal maneira a se ter grande sobreposição dos jatos de água. Como os aspersores estão em uma única linha no centro da área e os mesmos muito próximos um do outro, ou seja, seis metros, houve maior precipitação junto a eles, e um gradiente decrescente ao longo da direção perpendicular à linha de tubulação, caminhando para os extremos, sendo este efeito denominado “Distribuição Triangular da Precipitação”.

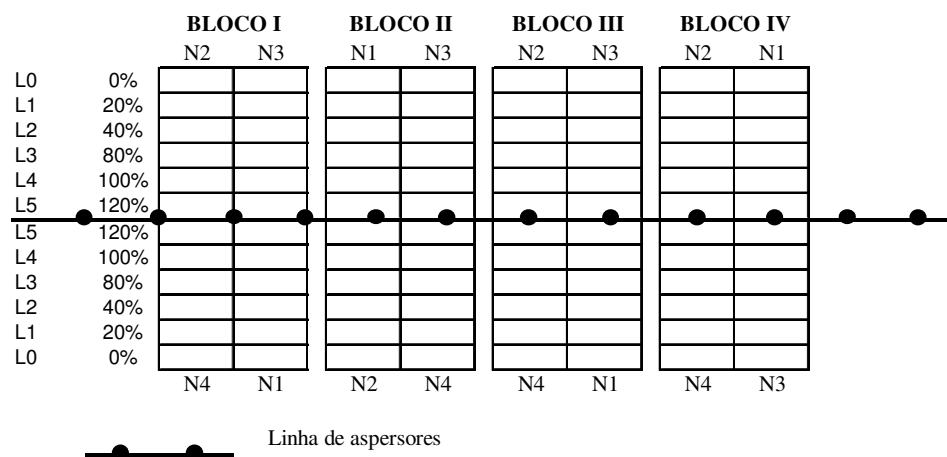


FIGURA 1 – Representação esquemática do delineamento experimental

As subparcelas experimentais, dispostas perpendicularmente à linha de aspersores, permitem a obtenção de lâminas de água diferenciadas, ou seja, à medida que for em direção ao sentido oposto a esta linha de aspersores, menor será a lâmina de água aplicada.

Os aspersores utilizados foram do tipo rotativo, com um diâmetro molhado de aproximadamente 30 metros, espaçados em seis metros um do outro, vazão de 1980 L/hora, pressão de 25 m.c.a (metros de coluna de água) e altura de dois metros do solo.

As subparcelas experimentais tiveram uma área de 18 m², sendo três metros de largura, no sentido perpendicular à linha de aspersores (eixo), e seis metros de comprimento, no sentido paralelo; portanto, a subparcela correspondente a lâmina cinco estava de zero a três metros de distância da referida linha dos aspersores; a correspondente a lâmina quatro estava de três a seis metros; a correspondente a lâmina três estava de seis a nove metros; a correspondente a lâmina dois de nove a 12 metros; a correspondente à lâmina um de 12 a 15 metros e finalmente a lâmina zero que estava distante de 15 a 18

metros, nos níveis de irrigação 120, 100, 80, 40, 20 e 0% da evapotranspiração potencial de referência, respectivamente. Assim, cada parcela experimental era formada pelas seis lâminas de água, medindo seis metros de largura por 18 metros de comprimento, com área de 108 m², e recebeu uma das doses de nitrogênio, 100, 300, 500 ou 700 kg/ha de N, conforme a Figura 1.

A fonte de adubo nitrogenado utilizado foi a uréia, aplicada a lanço em cada parcela, fracionada em seis aplicações, durante o período experimental, isto é, nos meses de fevereiro, abril, maio, julho, setembro e novembro de 2007, logo após cada corte. Juntamente com a uréia foi adicionado o cloreto de potássio na dosagem de 200 kg.ha⁻¹ de K₂O.

Não houve necessidade de correção do pH do solo da área experimental, de acordo com a análise química mostrada na Tabela 2.

Na data de 09/02/07 foi feito um corte de uniformização em toda a área experimental, rebaixando o capim a uma altura de 20 cm acima do solo, e, logo após este, foi realizada a primeira adubação de cobertura.

3.4 Irrigação

As irrigações foram efetuadas de acordo com o teor de água do solo até 60 cm de profundidade (80% das raízes do capim-elefante *cv.* Pioneiro estão até 50 cm de profundidade), quando esta atingia 50% da sua água total disponível na parcela de controle L4 (100% da evapotranspiração potencial de referência). O controle do teor de água e definição do momento de irrigar foram estabelecidos utilizando-se das características físico-hídricas do (Tabela 3) e da coleta de amostras do solo nas profundidades de 0-20, 20-40, 40-60 cm para determinação do teor de água pelo método gravimétrico (HILLEL, 1980).

A lâmina de irrigação foi aplicada na subparcela de controle estabelecida pela equação nº 1.

$$L = ((CC - Ps)/10) \times Dap \times Pr \quad (1)$$

Onde L é a lâmina de água aplicada (mm); CC é o teor de água na capacidade de campo (% em peso); Ps é a umidade do solo estabelecida para o momento de irrigar (% em peso), correspondente a 50% da água total disponível no solo; Dap é a densidade aparente do solo (g/cm³) e Pr é a profundidade efetiva do sistema radicular (cm), que conforme observação foi de 50 cm. Para a medição da lâmina d'água aplicada foram instaladas linhas de pluviômetros espaçados de três metros entre si, perpendiculares à linha de aspersores.

Simultaneamente ao monitoramento da umidade do solo, foram coletados dados meteorológicos diários a partir de um termômetro de máxima e mínima, instalado dentro da casa de bombas do sistema de irrigação da área experimental e de coletores pluviométricos instalados estrategicamente dentro das parcelas experimentais (um pluviômetro para cada subparcela) e através de dados fornecidos pela estação meteorológica da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado Minas Gerais – EPAMIG, em Janaúba.

Com os dados meteorológicos e a latitude local, determinou-se a ET₀ (evapotranspiração potencial de referência) por meio da equação de Hargreaves (equação 2):

$$ET_0 = (T_{med} + 17,8) 9,38 \times 10^{-4} R_a 0,408 (T_{max} - T_{min})^{1/2} \quad (2)$$

Onde T_{med} é a temperatura média local em graus Celcius; R_a a radiação no topo da atmosfera em MJ.m⁻².dia⁻¹; T_{max} a temperatura máxima local em graus Celcius e T_{min} a temperatura mínima local em graus Celcius.

3.5 Colheita e processamento das amostras

A coleta das amostras foi controlada por meio da realização de medições periódicas da altura média das plantas dentro das subparcelas. Quando o capim atingia uma altura de 1,50 m em uma das parcelas ou subparcelas, era colhida

uma amostra de forragem em cada subparcela, delimitada por uma unidade amostral metálica, de forma quadrada com dimensões de 1,0 x 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 um resíduo de 60 cm acima do solo, simulando assim o pastejo. Essa técnica de simulação do pastejo consiste em colher manualmente a forragem, com características semelhantes às que seriam apreendidas pelos animais dentro de cada piquete, geralmente lâmina foliar e colmo.

O material colhido era pesado, para determinar a produção de matéria verde passível de ser consumida, e, contados os perfilhos totais. Deste material retiraram-se duas amostras, com aproximadamente 1,0 kg cada que foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados, os quais foram encaminhados ao laboratório.

No laboratório, uma das amostras era totalmente picada, acondicionada em saco de papel, identificada, pesada e levada a uma estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, por 72 horas. Da outra amostra, separavam-se as folhas dos colmos, os quais eram picados e posteriormente acondicionados em sacos de papel, pesados, identificados e levados, também, à estufa de circulação forçada de ar a 60 °C por 72 horas.

Após a secagem, as amostras foram pesadas novamente, moídas em peneiras 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.

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

Todo procedimento descrito anteriormente era repetido toda vez que o capim-elefante atingia 1,50 m de altura em uma das parcelas e isto ocorreu nos dias 29/03/2007, 22/05/2007, 27/07/2007, 25/09/2007, 13/11/2007 e 08/01/2008.

Para analisar os dados, foram consideradas as épocas das chuvas e da seca. Os dados do período chuvoso correspondem às avaliações realizadas nos dias 29/03/2007, 13/11/2007 e 08/01/2008 e os do período seco nos dias 22/05, 27/07 e 25/09/2007.

3.6 Variáveis avaliadas

Para estudar a influência das lâminas de água, doses de nitrogênio e das épocas do ano sobre o capim-elefante cv. Pioneiro, 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/caule, os teores de proteína bruta (PB) e a fibra em detergente neutro (FDN).

O teor de PB foi determinado segundo o método micro Kjeldhal (AOAC, 1990) e a FDN pelo método descrito por Van Soest et al. (1991).

3.7 Análises estatísticas

Foi utilizado o programa SAS (SAS Institute, 2000) para auxiliar na análise estatística dos dados coletados. As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância e, quando significativa, os dados foram submetidos ao estudo da regressão a 5% de probabilidade, conforme o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + Li + Nj + LN_{ij} + Bk + e_{ijk}.$$

Onde Y_{ijk} é a observação referente à lâmina de água “i” na dose de nitrogênio “j” submetido ao bloco “k”, μ é a média populacional, Li é o efeito da percentagem da lâmina de água “i”, com $i=1,\dots,6$; Nj é o efeito da dose de

nitrogênio “j”, com $j=1,\dots,4$; LN_{ij} é o efeito da interação lâmina de água e dose de nitrogênio, B_k é o efeito do bloco “k”, com $k=1,\dots,4$ e e_{ijk} é o erro experimental independente associado a todas as observações que, por hipótese, tem distribuição normal, média zero e variância σ^2 .

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Altura de plantas de capim-elefante cv. Pioneiro

Observou-se resposta linear da altura de plantas do capim pioneiro em função das lâminas de irrigação ($P < 0,01$), quando aplicadas isoladamente, sem interação com a adubação nitrogenada (Figura 2).

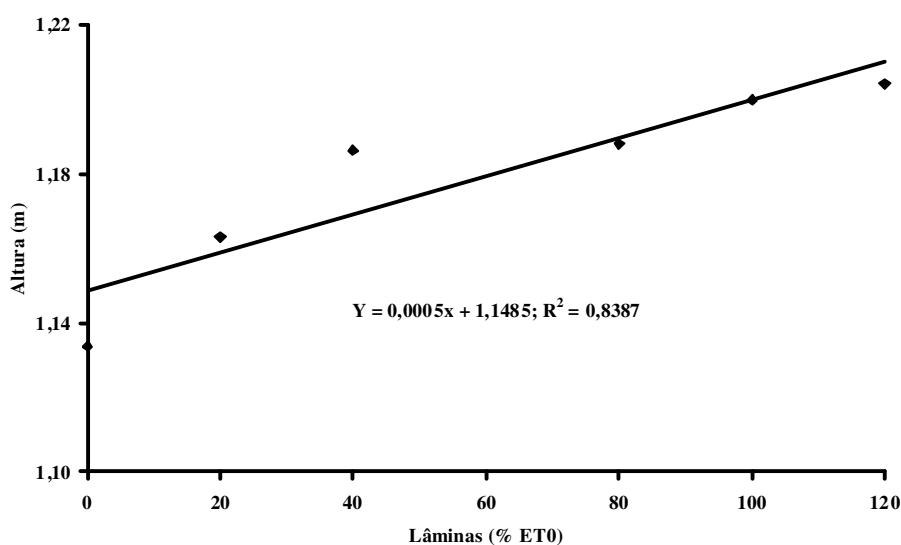


FIGURA 2. Altura das plantas de capim-elefante cv. Pioneiro (m) em função das lâminas de irrigação aplicadas (% ET0), na época chuvosa

A deficiência de água para as plantas segundo Lecoecur e Sinclair (1996), causa um impacto significativo no crescimento e desenvolvimento das mesmas. Os processos morfológicos e fisiológicos das plantas, que são dependentes da turgescência dos tecidos, são particularmente sensíveis à redução da disponibilidade de água no solo. Daí a resposta positiva à irrigação observada na altura do capim Pioneiro, tanto na época chuvosa quanto na seca, visto que quanto maior a lâmina de água aplicada, maior foi a altura da forrageira.

Foi observado durante toda a fase experimental que as plantas que atingiram a altura de corte estipulada de 1,50 m foram aquelas que estavam situadas nas subparcelas que receberam uma maior lâmina de água, ao passo que as que se situavam naquelas subparcelas que recebiam menores lâminas não atingiam esta altura. Esta resposta sugere que o uso racional da irrigação leva as plantas de capim-elefante cv. Pioneiro a atingir uma altura de corte mais rapidamente, reduzindo sobremaneira o seu ciclo de crescimento, podendo com isso aumentar o número de pastejo por ano.

Canto *et al.*(2001) observaram, em capim tanzânia, aumentos lineares nos valores de massa de forragem em função da altura do dossel. Mello *et al.* (2002) verificaram também relações positivas entre altura de plantas e produção de matéria seca e de lâminas foliares por área, estudando o capim-elefante, indicando que, para essa gramínea, plantas mais altas e produtivas tendem a apresentar maior produção de folhas.

No caso da aplicação de doses crescentes de nitrogênio (100, 300, 500 e 700 kg.ha⁻¹.ano), no período chuvoso, foi observada resposta quadrática para a altura de plantas, ou seja, houve um ponto de máxima aplicação de nitrogênio para uma máxima altura da planta equivalente a 428,57 kg.ha⁻¹.ano, a partir daí, para qualquer acréscimo na dosagem de nitrogênio, foi observada uma diminuição na altura da planta, conforme mostra a figura 3.

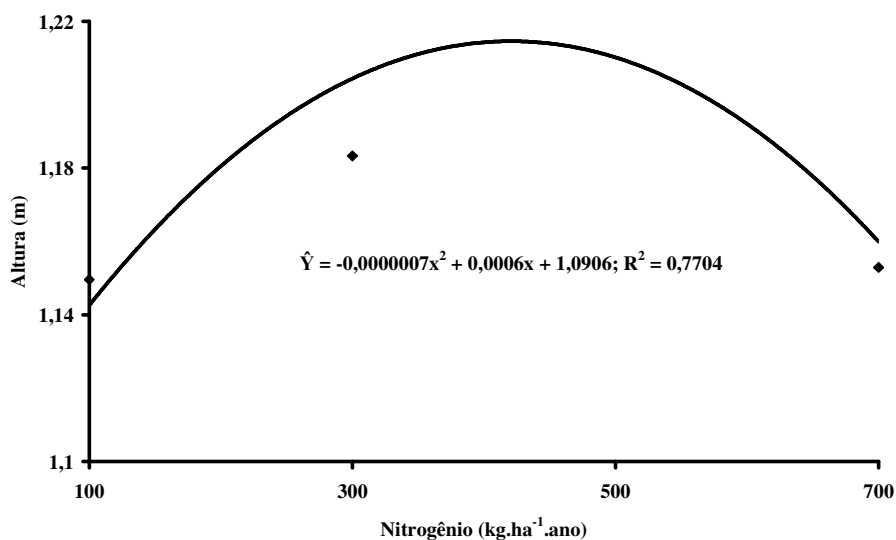


FIGURA 3. Altura das plantas de capim-elefante cv. Pioneiro (m) em função das doses de N aplicadas (kg.ha⁻¹.ano), na época chuvosa

Corsi (2004) ressalta que plantas forrageiras tropicais são capazes de responder linearmente a níveis de até 600 kg.ha⁻¹.ano. Vicente-Chandler *et al.* (1959), Peres-Infante (1970) e Olsen (1972) afirmaram também que, de uma maneira geral, as maiores respostas para aplicação de fertilizantes nitrogenados em gramíneas tropicais são encontradas com dosagens de 400 e 500 kg.ha⁻¹ de N.

Os dados mostram que, para a altura de plantas, a melhor eficiência de utilização do nitrogênio ocorre até a dosagem de 428,57 kg.ha⁻¹.ano.

Resultados análogos a este foram obtidos por Siewerdt *et al.* (1995), estudando o efeito da adubação nitrogenada em pastagens naturais no Rio Grande do Sul, quando obtiveram a máxima produção de MS na aplicação de 453 kg.ha⁻¹ de N, partindo da premissa que plantas de gramíneas forrageiras com

alturas mais elevadas têm maior produção de matéria seca (CANTO *et al.*, 2001 e MELLO *et al.*, 2002).

Não foi observado efeito significativo na altura das plantas, na mesma época chuvosa, quando se aplicaram as quatro doses de N (100, 300, 500 e 700 kg.ha⁻¹.ano) em interação com as lâminas de água (0, 20, 40, 80, 100 e 120 % da ET0).

Durante a época seca, quando foram aplicadas as lâminas de água em interação com as doses de N, houve uma resposta linear para a altura das plantas às quatro doses de N utilizadas (P<0,05) (Figura 4).

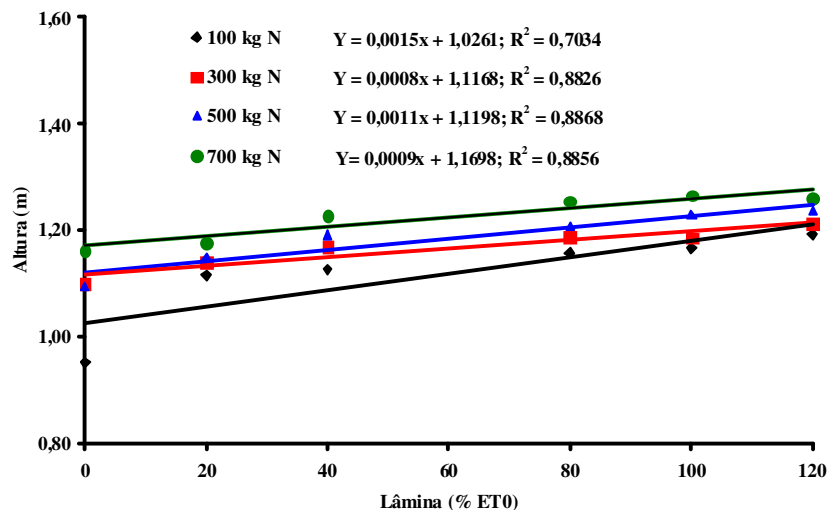


FIGURA 4. Efeito das lâminas de irrigação sobre a altura de plantas de capim-elefante cv. Pioneiro, dentro de cada nível de nitrogênio, na época seca

A interação da irrigação com aplicação de adubação nitrogenada durante a época seca, com resposta linear positiva na altura do capim-elefante cv. Pioneiro, 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 uma alternativa viável, pois apresenta bons resultados quanto à escassez de alimento na época seca. Alencar (2001) obteve resultados expressivos na região de Governador Valadares-MG, onde as temperaturas de inverno também não são limitantes ao crescimento das plantas tropicais, 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.

Um outro dado importante foi ressaltado por Santos *et al.* (2003) em seu trabalho em Recife, PE, avaliando a produtividade e a composição química de cinco gramíneas tropicais em seis cortes, *Pennisetum purpureum* Schum. cv. Pioneiro, *P. purpureum* Schum. cv. Mott, *Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça, *P. maximum* Jacq. cv. Tanzânia, *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf. cv. Marandu que, excetuando a *Brachiaria brizantha*, os cultivares que apresentaram maiores alturas apresentaram também maiores produtividades de MS. Os cultivares Mombaça, Pioneiro, Mott, Tanzânia e Maradu apresentaram alturas 1,35 m, 1,25 m, 1,08 m, 1,00 m e 0,85 m para produção de MS em 175 dias de 28,15 t, 36,75 t, 26,40 t, 26,15 t e 27,50 t, respectivamente.

O aumento da altura das plantas de capim-elefante cv. Pioneiro está de acordo também com o trabalho de Pereira *et al.* (1966), estudando o efeito da irrigação e adubação em 13 gramíneas, na época seca de duas regiões de Minas Gerais, Prudente de Moraes, na região central do Estado e Viçosa, na Zona da Mata Mineira, observaram que houve aumentos de 209 e 176% em cada Região, na produção de MS.

4.2 Número de perfilhos totais

Durante as épocas das chuvas e seca, o número de perfilhos totais emitidos pelas plantas de capim-elefante cv. Pioneiro aumentou linearmente quando se aplicaram as seis lâminas de irrigação em interação com os quatro níveis de N ($P < 0,01$).

A Figuras 5 mostra que quando foi aplicado 500 kg.ha⁻¹.ano de N associado à lâmina correspondente a 120% da ET₀, na época chuvosa, obteve-se o maior número de perfilhos.

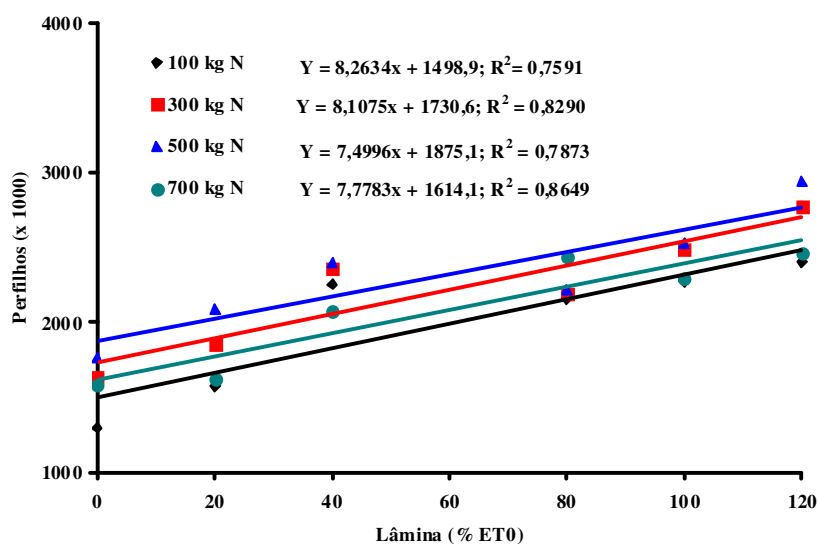


FIGURA 5. Efeito das lâminas de irrigação sobre a emissão de perfilhos totais (nº x 1000.ha⁻¹), dentro de cada nível de nitrogênio, na época chuvosa

A Figuras 6 mostra que quando foi aplicado 500 kg.ha⁻¹.ano de N associado a uma lâmina correspondente a 120% da ET₀, no período seco, obteve-se o maior número de perfilhos.

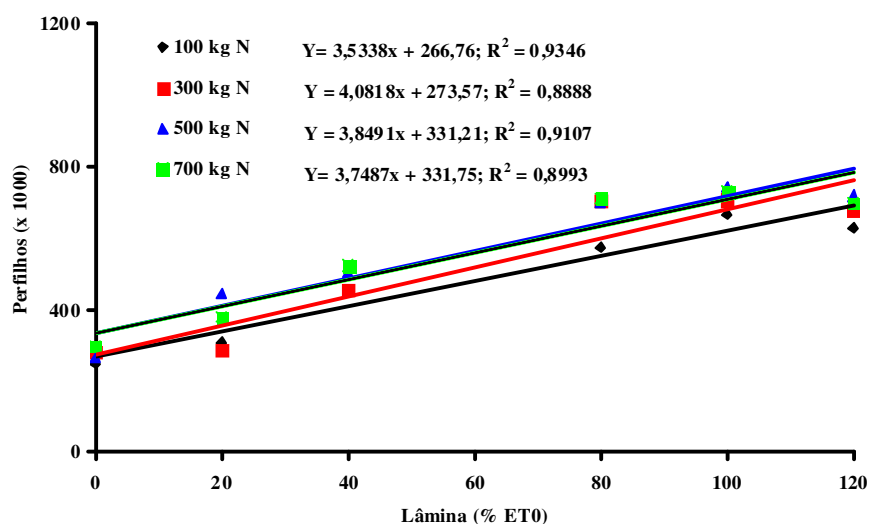


FIGURA 6. Efeito das lâminas de irrigação sobre a emissão de perfilhos totais ($n^{\circ} \times 1000 \cdot ha^{-1}$), dentro de cada nível de nitrogênio, na época seca

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 afirmação confirma a expectativa deste trabalho e a resposta linear positiva do número de perfilhos em relação às lâminas de água aplicadas, tanto na época chuvosa quanto na época seca, corroborando os resultados encontrados por Vitor (2006), que estudou o comportamento do capim-elefante cv. Napier frente a adubação nitrogenada e lâmina de água. Botrel *et al.* (1991), estudando os efeitos da irrigação sobre alguns cultivares de capim-elefante também encontraram um maior perfilhamento com a aplicação de água no sistema.

Vilela *et al.* (2005), pesquisando morfogênese e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross em diferentes estações de crescimento, observaram que o número de perfilhos não variou com a estação, apresentando valor médio de $2.770/m^2$.

O resultado obtido no atual trabalho, talvez tenha sido em função das altas taxas de radiação solar e temperaturas elevadas observadas no local de condução do experimento, além da estrutura do dossel do capim-elefante, o qual é formado por touceiras, não cobrindo totalmente a área de pastagem, pois se esperava um número maior de perfilhos na época seca, contrariando o trabalho de Vilela *et al* (2005), citado anteriormente.

4.3 Produção de matéria seca (MS)

A produção de MS, tanto na época chuvosa quanto na época seca, aumentou linearmente em função da aplicação das lâminas de irrigação e das doses de N ($P < 0,05$). A maior produção de MS por corte, na época chuvosa, foi de 7.917,17 kg (Figura 7). Na época seca, a produção máxima de MS foi de 5.448,28 kg/corte (Figura 8).

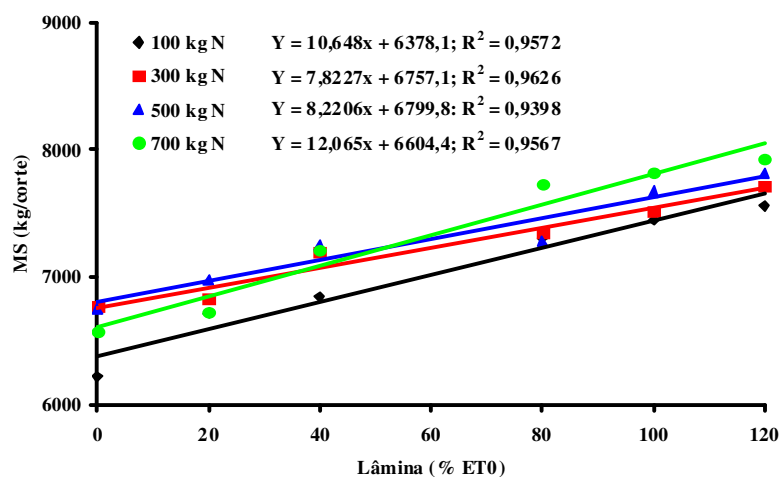


FIGURA 7. Efeito das lâminas de irrigação sobre a produção de MS, dentro de cada nível de nitrogênio, na época chuvosa

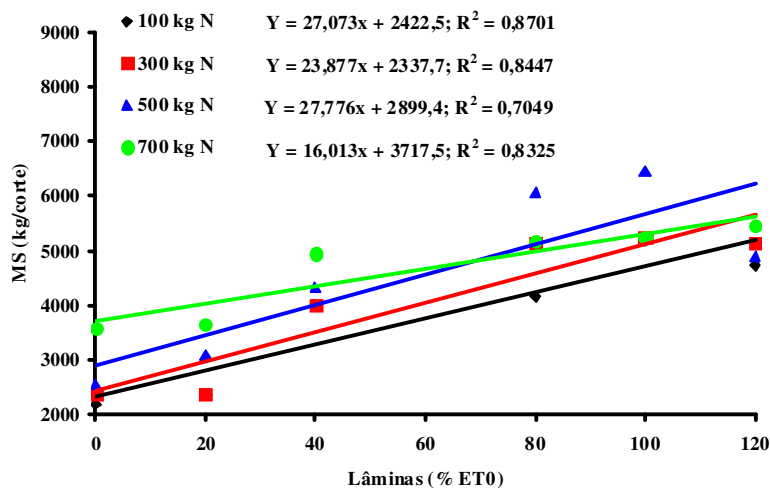


FIGURA 8. Efeito das lâminas de irrigação sobre a produção de MS, dentro de cada nível de nitrogênio, na época seca

A produção média/corte de MS do capim-elefante cv. Pioneiro na época chuvosa foi superior à da época seca. Isso provavelmente ocorreu devido às melhores condições de temperatura e luminosidade existentes nessa época do ano e que tem efeitos positivos no crescimento das espécies cultivadas, pois segundo Vitor (2006), em áreas de regiões de baixas latitudes e baixas altitudes, que existem água disponível, no caso irrigação, ficaria somente a temperatura e a luminosidade como limitantes da produção.

Na melhor condição observada para MS, lâmina correspondente a 120% da ET0 e aplicação de 700 kg.ha⁻¹.ano de N, houve um acréscimo de 27% na sua produção, quando comparada com a produção da pior condição, lâmina correspondente a 0% da ET0 associado a aplicação de 100 kg.ha⁻¹.ano, na época chuvosa. Na época seca o acréscimo foi de 194,2%, comparando a melhor

condição, 100% da ETO associados a 500 kg.ha⁻¹.ano, com a pior condição, 0% da ETO associado a 100 kg.ha⁻¹.ano. Estes resultados também foram constatados por Maldonado *et al.* (1997) avaliando o efeito da irrigação sob a produção de forragem de duas cultivares de capim-elefante, quando constatou um aumento linear na produção de matéria seca (MS) de ambas as cultivares em função das lâminas de água no período seco.

Vilela *et al.* (2004a) verificaram que a utilização da irrigação em três gramíneas forrageiras, capim Pioneiro (*Pennisetum purpureum*), Marandu (*Brachiaria brizantha*) e Tanzânia (*Panicum maximum*), em área de cerrado, elevou a produção de MS com maior intensidade na época seca. Resultado semelhante também foi obtido por Alencar (2007) estudando a aplicação de lâminas de irrigação em sete gramíneas forrageiras, dentre elas o capim-elefante cv. Pioneiro, no Leste de Minas Gerais.

As precipitações mínimas verificadas entre os meses de junho a setembro (Tabela 1) e a falta de umidade nas subparcelas que não receberam lâminas de irrigação fizeram com que as produções destas subparcelas fossem bastante prejudicadas, pois segundo Aguiar (1998), para se ter resultados positivos com a irrigação de pastagens tropicais, a temperatura ambiente não pode estar abaixo de 15°C, sendo este o fator ambiental que mais limita a resposta da planta forrageira à irrigação. A luminosidade só influencia em 10% a produção de forragem. Como neste estudo as temperaturas médias mínimas estão muito próximas deste patamar, esperavam-se então, menores produções de MS. A produtividade média observada, da MS total do capim-elefante cv. Pioneiro, foi de 39.825,89 t.ha⁻¹.ano (Figura 17), sendo bem superior ao potencial produtivo encontrado na literatura, que é de 20 t.ha⁻¹.ano (JANK *et al.*, 2005, PEDREIRA e TONATO, 2006). Isto talvez se deva ao fato, de que os vários fatores responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento das plantas estivessem em condições ótimas, como clima, adubação e umidade do solo,

entre outros. É bom enfatizar que existem referências na literatura, com produção de MS do capim-elefante de até 80 t.ha⁻¹.ano (DERESZ e MOZZER, 1994). Produção de 7,35 t/ha em 35 dias de MS para o capim-elefante cv. Pioneiro, foi encontrada por Santos (2003).

Como já foi citada anteriormente, a maior produção de MS do capim-elefante cv. Pioneiro teve comportamento linear com os níveis de lâminas de irrigação, porém, Lourenço (2004), avaliando o capim-tanzânia, no município de Piracicaba, SP, submetido a diferentes lâminas de água e adubação nitrogenada, observou que, independentemente da aplicação de N, a produtividade máxima de MS foi obtida com lâmina de irrigação entre 75 e 100% da ET₀. Esse mesmo autor verificou, também, que quanto maior a quantidade de N aplicada, mais significativo o efeito da deficiência hídrica na produção de forragem do capim-tanzânia; ou seja, quanto mais intensificado o sistema de produção, maior será a redução na produtividade quando ocorre deficiência de água no solo. Diante disso, o uso da prática da irrigação, quando bem conduzida, torna-se uma alternativa altamente viável ao pecuarista.

Outros trabalhos mostraram, que as gramíneas forrageiras respondem linearmente à aplicação de N para produção de MS (FAGUNDES *et al.*, 2006, MOREIRA *et al.*, 2005, VITOR, 2002 e 2006). Martins e Fonseca (1994), destacam que o aumento de produtividade do capim-elefante é decorrente, dentre outros fatores, do aumento da fertilidade do solo, sendo o nitrogênio elemento preponderante na modulação das respostas às adubações. Prado (2005) afirma que, quando as quantidades de nitrogênio são insuficientes, a planta tem o crescimento retardado, causado pela mobilização deste elemento das folhas mais velhas para as partes em crescimento, aparecendo como consequência a clorose e senescência das folhas mais velhas. Um outro fator para explicar o aumento linear na produção de MS em capim-elefante cv. Pioneiro é que as gramíneas

tropicais, particularmente as do grupo C4, têm alta capacidade fotossintética, usam água eficientemente e respondem à adubação nitrogenada com altas taxas de crescimento (FERNANDES e ROSSIELLO, 1986).

Como pode ser observada na Figura 8, a produção de MS foi maior quando se aplicaram 500 kg.ha⁻¹.ano de N do que quando foram aplicados 700 kg.ha⁻¹.ano durante a época seca, ao passo que durante a época chuvosa, a maior produção foi alcançada com a dose de 700 kg/ha⁻¹.ano de N (Figura 7). Portanto, a adubação nitrogenada, dentro desses níveis, na época seca foi mais eficiente do que a da época das águas, visto que houve uma produção por corte de 12,90 kg de MS para cada quilograma de N aplicado, ao passo que na época chuvosa foi de 11,3 kg de MS para cada quilograma aplicado de N.

4.4 Relação folha/caule do capim-elefante cv. Pioneiro

Na época chuvosa, tanto a aplicação da lâmina de irrigação quanto a aplicação de adubação nitrogenada, agindo isoladamente ou em interação, não afetaram o comportamento da relação folha/caule ($P > 0,05$).

Durante a época seca, a relação folha/caule teve um comportamento linear negativo ($P < 0,01$), quando se aplicou lâminas de irrigação associadas à dose de 100 kg.ha⁻¹.ano de N, mas para as doses de 300, 500 e 700 kg.ha⁻¹.ano, foi verificado efeito quadrático ($P < 0,05$).

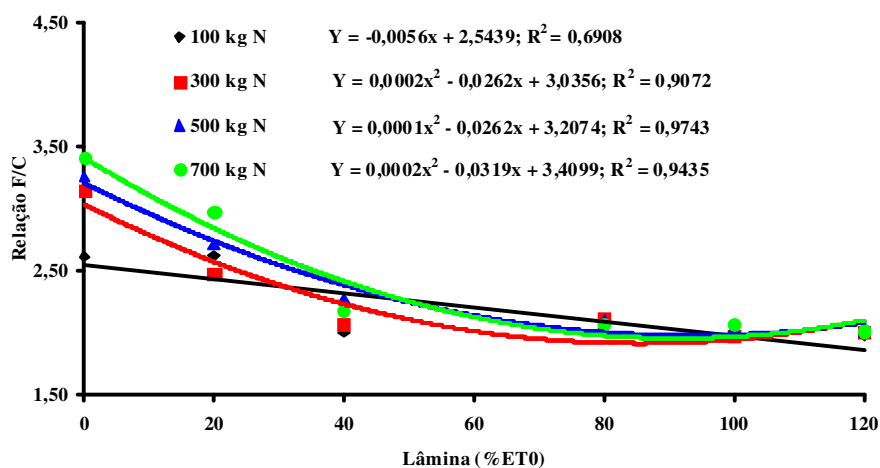


FIGURA 9. Efeito das lâminas de irrigação sobre a relação folha/caule, dentro de cada nível de nitrogênio, na época seca

A menor relação folha/caule do capim-elefante cv. Pioneiro, durante a época seca, foi obtida quando se aplicou uma lâmina de água de 65,5% da ET0 associada à dose de 300 kg.ha⁻¹.ano de N; pois neste ponto verificou-se a menor relação folha/caule, que foi em torno de 2,18 (Figura 9).

Resultado contraditório foi obtido por Lopes *et al.* (2005) estudando também o capim-elefante, no município de Viçosa, MG, não obtendo resposta significativa da relação folha/caule com a aplicação de adubação nitrogenada e potássica, mesmo com a utilização da irrigação, durante os meses de abril a setembro de 1999, atribuindo a ausência de significância às baixas temperaturas, em torno de 12,2°C (média das mínimas), e a falta de luminosidade, nesta época do ano na região de Viçosa-MG.

A significância do comportamento linear negativo, verificada neste trabalho para a relação folha/caule em função das lâminas de irrigação aplicadas, durante a época seca, quando aplicou 100 kg.ha⁻¹.ano de N; e quadrático, quando

aplicou 300, 500 e 700 kg.ha⁻¹.ano de N, talvez seja explicado pelo clima do município de Janaúba, o qual pode ser melhor do que o clima de Viçosa-MG para o crescimento do capim-elefante.

Lopes *et al.* (2005) obtiveram resultados significantes quando avaliaram a relação folha/caule durante todo o primeiro ano da fase experimental (abril/1999 a março/2000). As menores relações folha/caule foram obtidas quando aplicaram as maiores doses de nutrientes sob irrigação.

O comportamento quadrático da relação folha/caule para as doses 300, 500 e 700 kg.ha⁻¹.ano associadas às lâminas de irrigação, pode ter sido em decorrência do aumento nas concentrações de N no solo, causando rápido alongamento do colmo em detrimento ao aumento na disponibilidade de lâminas foliares. Esse alongamento dos colmos provoca a elevação do meristema apical, colocando-o em posição de alta vulnerabilidade ao pastejo, além de provocar redução na relação lâmina/caule, contribuindo para diminuição do valor nutritivo da planta forrageira (ANDRADE e GOMIDE, 1971).

4.5 Proteína bruta (PB)

Durante a época chuvosa os teores de PB do capim-elefante cv. Pioneiro diminuiram linearmente ($P < 0,05$) à medida que aumentava as lâminas de água, quando aplicadas isoladamente (Figura 10). O efeito da aplicação isolada das doses de N proporcionou um comportamento linear ($P < 0,01$), todavia de forma inversa, ou seja, à medida que aumentava a dose de N, os teores de PB também aumentavam (Figura 11).

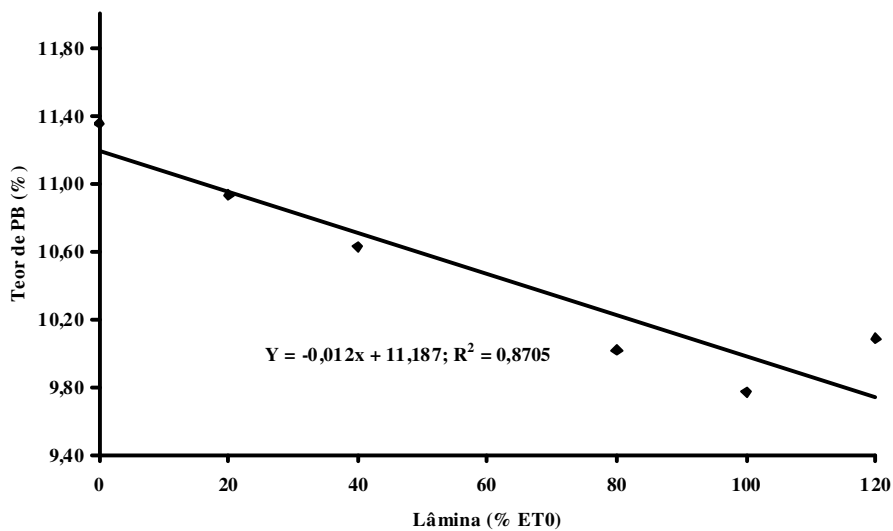


FIGURA 10. Efeito das lâminas de irrigação sobre os teores de PB do capim-elefante cv. Pioneiro, na época chuvosa

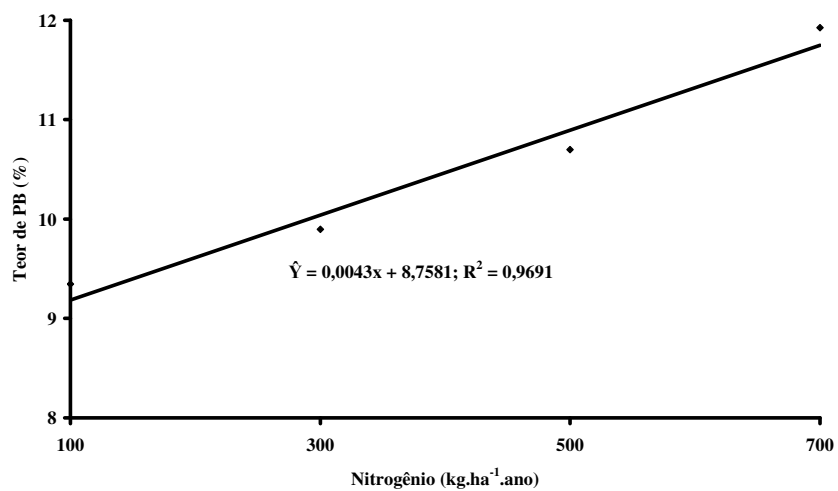


FIGURA 11. Efeito das doses de N sobre os teores de PB do capim-elefante cv. Pioneiro, na época chuvosa

A queda significativa no teor de PB do capim-elefante cv. Pioneiro, frente à aplicação crescente de lâminas de água, verificada na época chuvosa, foi também observada por Lopes *et al.* (2005) estudando o efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim-elefante. Esta tendência está de acordo com as afirmações de Botrel *et al.* (1991) de que, sob condições climáticas favoráveis, o teor médio de PB das pastagens irrigadas pode reduzir em até 30%, quando comparado ao das não irrigadas, associando assim, que altas taxas de crescimento sob condições de irrigação promovem diluição dos compostos protéicos na forragem produzida. Rego *et al.* (2001) estudando capim-tanzânia, também observaram que incrementos na altura do pasto promoveram redução no teor de PB e aumentos nos teores de FDA e de FDN de lâminas foliares.

Resposta contraditória foi encontrada por Guelfi Filho (1972), quando o teor de PB do capim-elefante cv. napier foi maior com o aumento da lâmina de água aplicada. Vitor (2006) e Marcelino *et al.* (2002b) não obtiveram respostas significativas na concentração de PB em função da irrigação.

A resposta linear positiva do teor de PB, em função das doses crescentes de N, já era esperado, pois segundo Lupinacci (2002), o suprimento elevado de nitrogênio aumenta o teor de N total e de proteína bruta. Vários outros relatos de comportamentos semelhantes têm sido verificados na literatura, como Mistura (2004), Vitor (2006), Paciullo (1997), dentre outros, que ao estudarem capim-elefante, verificaram que, tanto na época chuvosa quanto na seca, o teor de PB aumentou com o aumento da adubação nitrogenada. Este aumento pode ter sido em decorrência do comportamento do nitrogênio nas plantas que após sua absorção é reduzido na forma amoniacal e, combinado nas cadeias orgânicas transforma em ácido glutâmico, o qual é precursor de diferentes aminoácidos, dos quais cerca de 20 são usados na formação de proteínas (VAN RAIJ, 1991).

Neste trabalho, as doses de nitrogênio aplicadas na época chuvosa aumentaram linearmente os teores de PB, porém, da mesma forma, diminuíram a eficiência de utilização de nitrogênio (E.U.N). Observou-se que a aplicação das doses de 100, 300, 500 e 700 kg.ha⁻¹.ano de N proporcionaram E.U.N de 0,095%.kg⁻¹ de N, 0,033%.kg⁻¹ de N, 0,021%.kg⁻¹ de N e 0,017%.kg⁻¹ de N, respectivamente. No entanto, durante a época seca, os teores de PB diminuíram com a aplicação das lâminas de irrigação em interação com as doses de N, tendo como consequência a diminuição ainda maior da E.U.N. Efeitos semelhantes foram observados por Rocha *et al.* (2001) estudando a adubação nitrogenada em gramíneas tropicais, no município de Lavras, MG.

Essa diminuição da eficiência da utilização de nitrogênio verificada neste trabalho, talvez tenha acontecido em decorrência das perdas, haja vista que para Carvalho e Saraiva (1987) existem perdas de N toda vez que o aplica no solo, sendo as mais comuns por volatilização, desnitrificação e, principalmente a lixiviação.

Houve interação das lâminas de água aplicadas com as doses de nitrogênio, durante o período seco, tendo os teores de PB diminuído à medida que aumentava as lâminas de água aplicadas ($P < 0,01$), dentro de cada dose de N (Figura 12).

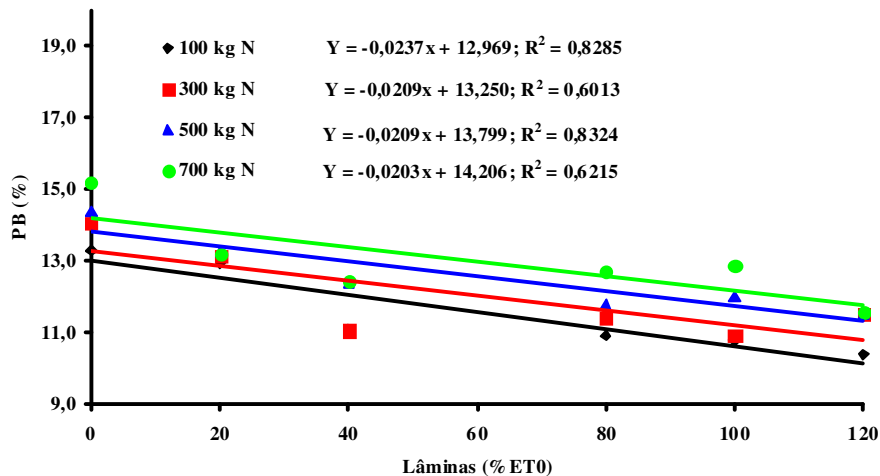


FIGURA 12. Efeito das lâminas de irrigação sobre os teores de PB, dentro de cada nível de nitrogênio, na época seca

A resposta linear negativa da PB do capim-elefante cv. Pioneiro, na época seca, em relação às lâminas de irrigação aplicadas em interação com doses crescentes de N, também foram observadas por Mistura *et al.* (2007) na planta inteira de capim-elefante, em áreas irrigadas na época seca, atribuindo este fato ao 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 na época seca, resultando em resposta negativa.

Observando a resposta linear negativa da PB, frente à aplicação isolada (sem interação com N) das lâminas de água e a resposta linear positiva desta mesma PB frente à aplicação das doses de N (sem interação com irrigação), ambas na época chuvosa, ficou evidenciado que os efeitos causados por essas lâminas de água, no período seco, mascararam os efeitos causados pela adubação nitrogenada. Corroborando o que foi observado por Botrel *et al.*

(1991) irrigando sete cultivares de capim-elefante, quando houve uma tendência de a irrigação causar uma redução, em torno de 30%, nos teores médios de PB, associando que as mais altas taxas de crescimento observadas sob condições irrigadas promovem diluição dos compostos protéicos na forragem produzida. Isso pode ser observado também na Figura 12, que mostra que o maior teor de PB foi na lâmina de água correspondente a 0% da ET₀, associada à dose de 700 kg.ha⁻¹.ano de N.

4.6 Fibra em detergente neutro (FDN)

Durante as estações das águas e das secas, os teores de FDN tiveram um comportamento quadrático ($P < 0,05$) mediante aplicações isoladas de lâminas de irrigação. Foi observado o maior teor de FDN (72,26%), quando foi aplicada uma lâmina de correspondente a 96,25% da ET₀, na época chuvosa; na época seca o maior teor de FDN (69,03%) foi observado quando se aplicou uma lâmina correspondente a 72,88% da ET₀ (Figuras 13 e 14).

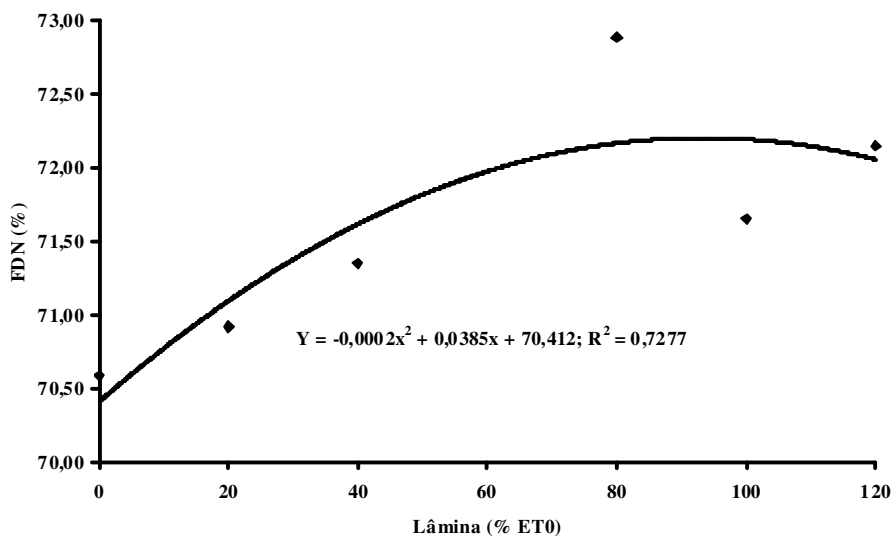


FIGURA 13. Efeito das lâminas de irrigação sobre os teores de FDN do capim-elefante cv. Pioneiro, na época chuvosa

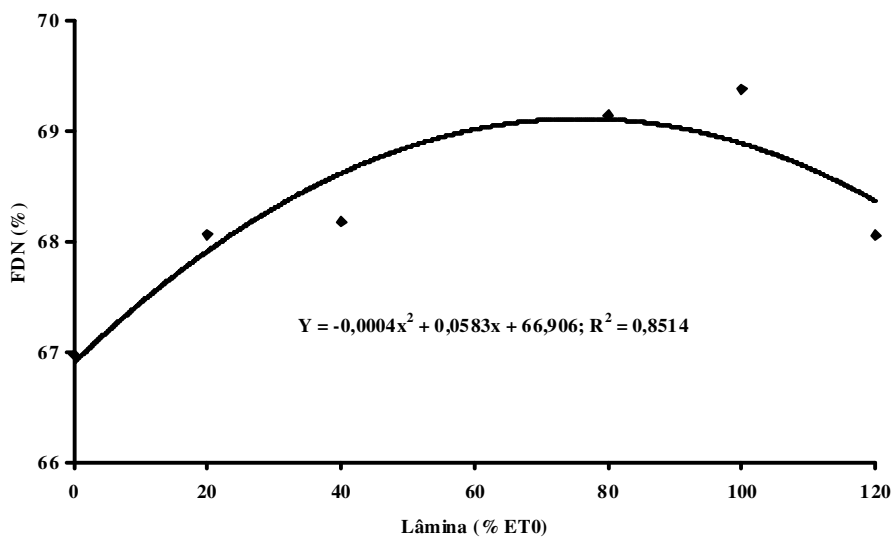


FIGURA 14. Efeito das lâminas de irrigação sobre os teores de FDN do capim-elefante cv. Pioneiro, na época seca

Este efeito quadrático observado para os teores FDN, em resposta à aplicação das lâminas de água, difere de alguns trabalhos encontrados na literatura. Vitor (2006), por exemplo, não observou nenhuma resposta no teor de FDN do capim-elefante cv. Napier, em função das seis lâminas de irrigação aplicadas, nem na época seca nem na época chuvosa, bem como durante toda a fase experimental. Já Lopes *et al.* (2005) observaram que a irrigação associada a altas doses de adubação nitrogenada e potássica aumentaram o teor de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de lâminas foliares de capim-elefante.

Efeito linear negativo foi encontrado por Costa *et al.* (2003) estudando a produção e composição química da forragem de alfafa (*Medicago sativa* L.) cv. Crioula em função da umidade do solo, entre março/1997 e abril/1998, constatando que houve diminuição no teor de FDN da alfafa quando submetida à irrigação. Isso, possivelmente, foi associado ao maior intervalo de corte (51 dias), nessa época. O cultivo de alfafa irrigada apresenta plantas mais altas, com número maior de hastes por coroa, com conseqüente maior produção de MS, por acelerar o crescimento da planta, modificando fisiologicamente a relação folha/haste em relação à alfafa não irrigada (COSTA *et al.*, 2003).

Para o caso do atual estudo, em que para lâminas de água acima de 95,25 % e 72,88% da ET₀, nas épocas chuvosa e seca, respectivamente, o teor de FDN decrescia, talvez isto possa ser atribuído ao fato de que quando a aplicação de água é excessiva pode ocorrer lixiviação dos nutrientes (BERNARDO *et al.*, 2006), com conseqüente retardamento da maturação e, portanto, menor teor de FDN.

As doses de N aplicadas causaram efeitos lineares negativos ($P < 0,05$) nos teores de FDN, ou seja, quanto maior a dose aplicada de N, menor o teor de FDN, para ambas as estações avaliadas (Figuras 15 e 16).

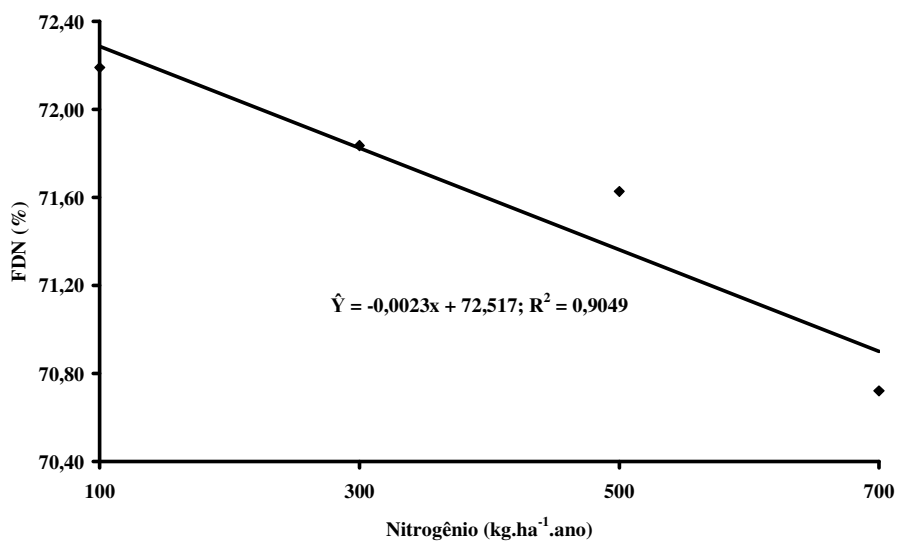


FIGURA 15. Efeito das doses de N sobre os teores de FDN do capim-elfante cv. Pioneiro, na época chuvosa

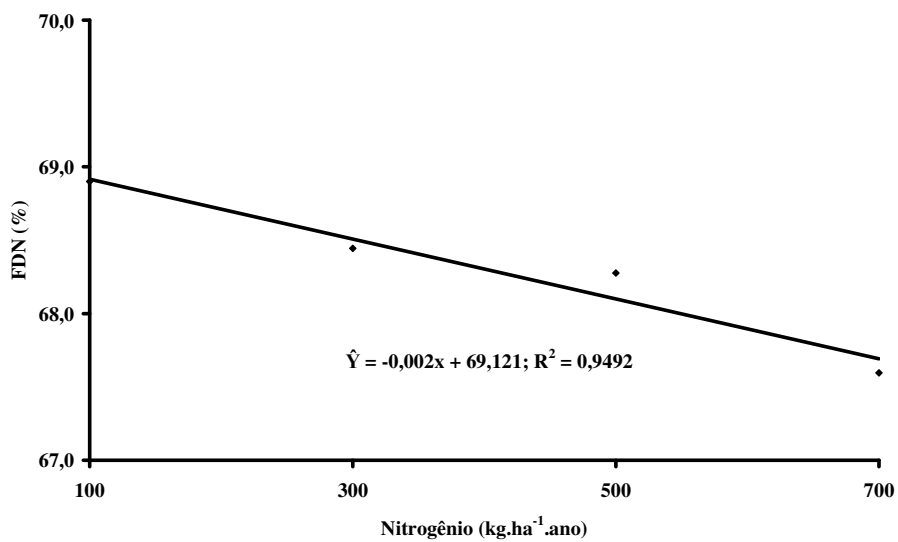


FIGURA 16. Efeito das doses de N sobre os teores de FDN do capim-elfante cv. Pioneiro, na época seca

O decréscimo do teor de FDN com a aplicação de doses crescentes de N, durante todo o ano e, na época seca, também foi observado por Vitor (2006) estudando capim-elefante cv. Napier. Isso pode ter sido em decorrência de que a adubação nitrogenada pode estimular o crescimento de tecidos novos das plantas, os quais possuem menores teores de carboidratos estruturais na MS, reduzindo o percentual de FDN (CORSI, 1984).

Trabalhos com respostas contraditórias também têm sido encontrados na literatura, Rocha *et al.* (2002), por exemplo, estudando a adubação nitrogenada em gramíneas do gênero *Cynodon*, obtiveram resultado linear positivo da FDN em resposta a doses crescentes de N. Dias *et al.* (1997) também obtiveram acréscimo na FDN de 0,0068, 0,0120 e 0,0053%, respectivamente, para cada kg de N aplicado nos capins Transvala, Suázi e Coast-cross, no município de Lavras, MG. No entanto, Vitor (2006) não obteve resposta significativa da FDN frente às doses de nitrogênio, durante a época chuvosa, atribuindo a isso a aceleração da maturidade da planta, quando se encontra em condições climáticas favoráveis associadas à aplicação de N, limitando o efeito benéfico deste sobre os valores da FDN.

Os teores de FDN do capim-elefante de 72,19 a 70,7%, na época chuvosa e de 68,9 a 67,6% na época seca, da menor para a maior dose aplicada de nitrogênio, respectivamente, observados neste trabalho, estão dentro do limite da maioria dos trabalhos pesquisados, pois de uma maneira geral, gramíneas forrageiras tropicais possuem teores de FDN superiores a 55%. Valores situados entre 65 a 75% são comuns em tecidos novos e teores superiores a 75%, normalmente são encontrados em frações com maturidade mais avançada (EUCLIDES, 1995; TEIXEIRA e ANDRADE, 2000).

Teores de FDN na matéria seca interferem diretamente na digestibilidade dos ruminantes, ou seja, quanto mais alto o teor de FDN, menor

será a digestibilidade dos ruminantes (VAN SOEST, 1994). Queiroz *et al.* (2000) observaram que os mais altos teores de FDN e mais baixos teores de PB, encontrados no capim-jaraguá em comparação ao capim-setária e capim-elefante, justificaram a mais baixa digestibilidade.

Não houve interação significativa nos teores de FDN para o efeito a aplicação de lâminas de água com as doses de N ($P > 0,05$) em nenhuma das épocas avaliadas.

Foi observado um comportamento inverso dos teores de FDN em comparação com a relação folha/caule, isto é, à medida que aumentava as lâminas de irrigação aumentava os teores de FDN, até o ponto máximo, quando se aplicaram as lâminas correspondentes a 96,25% e 72,88% da ET₀ para as épocas chuvosa e seca, respectivamente; ao passo que a relação folha/caule diminuía com o aumento das lâminas de água em interação com nitrogênio, até a relação mínima de 2,18. Exceção foi verificada na relação folha/caule, na aplicação crescente de lâminas de água associadas a 100 kg.ha⁻¹.ano de N, quando foi observado um comportamento linear negativo. Portanto, foi verificado que à medida que aumenta a quantidade de água diminui a relação folha/caule e aumenta os teores de FDN na MS até certo ponto (equação quadrática).

Lopes *et al.* (2005), em seu trabalho de irrigação e adubação de capim-elefante, entre os meses de abril/2000 a março/2001, observaram que a irrigação aumentou a relação folha/caule e a adubação nitrogenada associada à potássica diminuiu esta relação, quando na presença da irrigação, não obtendo resposta quando o capim-elefante não foi irrigado. Nesta mesma época, estes mesmos autores observaram que a FDN aumentava significativamente com o uso da irrigação, não obtendo resposta mediante o incremento da adubação nitrogenada e potássica. Vitor (2006) observou valores decrescentes de FDN com doses crescentes de N, durante toda a fase experimental e na época seca.

O aumento da FDN, até o ponto de máxima resposta, quando foram aplicadas as lâminas de 96,25% e 72,88% da ET0, nas épocas chuvosa e seca respectivamente, a diminuição da PB, em ambas as épocas, a diminuição da relação folha/caule até o ponto mínimo de 2,18, quando aplicou-se 65,5% da ET0, na época seca, em interação com adubação nitrogenada e o decréscimo linear da relação folha/caule, verificada com aplicação das lâminas de irrigação com dose 100kg.ha⁻¹.ano de N, estão de acordo com vários trabalhos encontrados na literatura (VASQUEZ, 1965; BOTREL *et al.*, 1991; LOPES *et al.*, 2005, VITOR, 2006).

4.7 Estacionalidade de produção

A produção de MS teve resposta linear positiva, tanto na época chuvosa quanto na seca, com as lâminas de irrigação aplicadas associadas às doses de N, aumentando a produção acumulada durante toda a fase experimental. A produção de 16.570,09 kg de MS durante a época seca, utilizando irrigação e adubação nitrogenada, foi em torno de 42% da produção acumulada anual, de 39.825,89 kg considerando a melhor situação para as duas épocas estudadas, ou seja, quando foi aplicada a lâmina de 100% da ET0 com 700 kg.ha⁻¹.ano de N durante a época seca, e 120% da ET0 com 500 kg.ha⁻¹.ano de N durante a época chuvosa (Figura 17). Quando não foi utilizada a irrigação e aplicou 100 kg.ha⁻¹.ano de N, a produção de MS durante a época seca foi de apenas 8.010,82 kg, representando 20,12% da produção acumulada anual, evidenciando a estacionalidade de produção do capim-elefante cv. Pioneiro sem irrigação e com dose baixa de N.

Resultado semelhante foi observado por Alencar (2007) avaliando seis gramíneas forrageiras em Governador Valadares-MG, quando obteve uma produção média de MS, para todos os capins, de 37% da produção total

anual, durante o período outono/inverno, sem irrigação, e de 46% no mesmo período com irrigação.

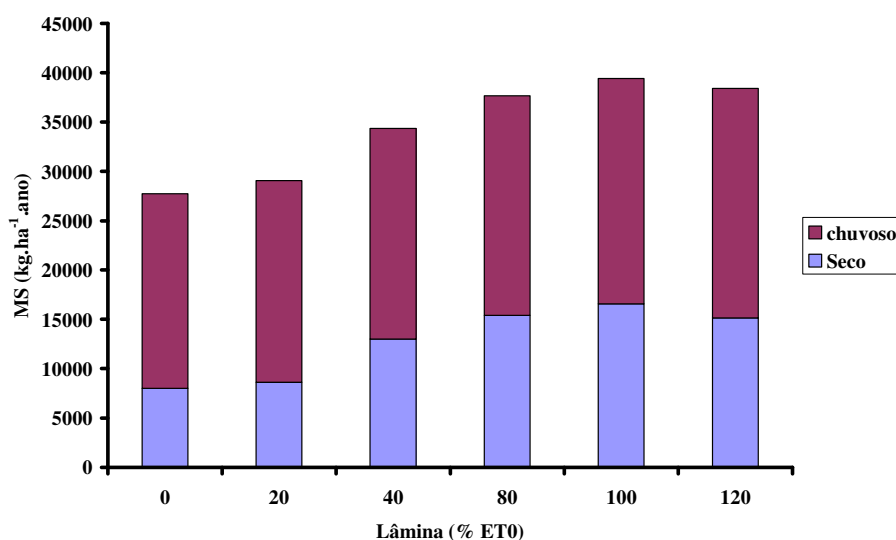


FIGURA 17. Produção de matéria seca acumulada (kg.ha⁻¹.ano) na época chuvosa e na época seca com aplicação de diferentes lâminas de irrigação

A produção em torno de 8.010 kg.ha⁻¹ e 16.570 kg.ha⁻¹ de MS, durante a época seca, nas lâminas 0% da ET0 associada a 100 kg.ha⁻¹.ano de N e 100% da ET0 associada a 700 kg.ha⁻¹.ano de N, respectivamente, e de 19.733,66 kg.ha⁻¹ e 23.255,80 kg.ha⁻¹ de MS, durante a época chuvosa, nas lâminas 0% da ET0 com dose de 100 kg.ha⁻¹.ano de N e 120% da ET0 com dose de 500 kg.ha⁻¹.ano de N, respectivamente, também confirmam a estacionalidade de produção do capim-elefante cv. Pioneiro na ausência de umidade e nitrogênio no solo.

Vitor (2006), apesar de ter obtido respostas à aplicação de lâminas crescentes de irrigação, tanto na época seca quanto na chuvosa, observou que

não houve grandes mudanças na estacionalidade de produção do capim-elefante cv. Napier, na região de Coronel Pacheco-MG, uma vez que a contribuição da época seca para a produção acumulada de MS (kg/ha) de toda a fase experimental não alterou muito entre os tratamentos com e sem irrigação.

Outros trabalhos, como os de Botrel *et al.* (1991), no município de Coronel Pacheco, MG, sobre a produção de forragem, bem como o trabalho de Lopes *et al.* (2005), em Viçosa-MG, estudando capim-elefante, demonstraram que a irrigação teve efeito positivo na produção de forragem, durante todo o ano, porém, a estacionalidade desta produção foi pouco afetada, atribuindo a isso as baixas temperaturas ocorridas no inverno nestas localidades.

Os dados deste trabalho confirmam que o efeito da irrigação associada à adubação nitrogenada, como manejo complementar para o aumento da produção de capim-pioneiro, na época seca, pode compensar, provavelmente, o efeito negativo causado pelas longas estiagens ocorridas no Norte de Minas Gerais.

5. CONCLUSÕES

As lâminas de água aplicadas em complementação à precipitação pluviométrica influenciaram positivamente a altura das plantas, número de perfilhos e produção de matéria seca, e negativamente o teor de proteína bruta em ambas as épocas estudadas.

A irrigação e a adubação nitrogenada não alteraram a relação folha/caule, na época chuvosa. Na época seca, a irrigação associada à dose de 100 kg.ha⁻¹ de N diminuiu linearmente a relação folha/caule.

A menor relação folha/caule (2,18) foi verificada com a aplicação de uma lâmina de água correspondente a 65,5% da ET₀, associada à dose de 300 kg.ha⁻¹.ano de N.

Na época das águas, independente da irrigação, a maior altura do capim-elefante cv. Pioneiro (1,23 m) foi proporcionado com a dose de 428,57 kg.ha⁻¹.ano de N, equivalente à máxima eficiência física obtida.

O número de perfilhos e a produção de MS foram influenciados positivamente com a aplicação das doses de nitrogênio em interação com as lâminas de água.

A PB foi influenciada positivamente pela adubação nitrogenada e negativamente pela irrigação durante a época chuvosa, porém, na época seca, foi influenciada negativamente quando em interação com as lâminas de água.

Os teores de FDN diminuíram, tanto na época chuvosa quanto na seca, frente às doses de N.

A irrigação associada à adubação nitrogenada, observada na época seca, foi eficiente em reduzir a estacionalidade na produção de MS do capim-elefante cv. Pioneiro, com produção de 42% (16.570 kg.ha⁻¹.ano) da produção total de 39.825,89 kg.ha⁻¹.ano.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. P. A irrigação de forragem no Brasil. **Revista Tecnologia e Treinamento**. 1998. Disponível em:

<<http://www.tecnologiaetreinamento.com.br/sessao.php?go=materiastecnicas&mat=0221>>. Acesso em: 16 nov. 2007.

AITA, V. **Utilização de diferentes pastagens de estação quente na recria de bovinos de corte**, Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 1995. 103p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia - Universidade Federal de Santa Maria, 1995.

ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas e leguminosas**. São Paulo, Editora Nobel, 2ª ed., 150p, 1983.

ALENCAR, C. A. B. Pastagem e cana-de-açúcar, irrigadas por aspersão de baixa pressão. SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: 2001. P. 233-242.

ALENCAR, C. A. B. Defendendo a irrigação por aspersão semifixa de baixa pressão, em pastagens irrigadas. In: VILELA, D. *et al.* (Eds.). **O agronegócio do leite e políticas públicas para o seu desenvolvimento sustentável**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, p.1288-1295, 2002.

ALENCAR, C. A. B. **Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio, na Região Leste de Minas gerais**, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2007. 121p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.

ALMEIDA, E. X. *et al.* Oferta de forragem de capim-elefante anão ‘Mott’ e o rendimento animal. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p.1288-1295, 2000.

ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A.; NOVELLY, P. E. Produção de gramíneas tropicais e temperadas, irrigadas na época seca. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 15, n. 5, p. 384-392, 1986.

AMARAL FILHO, J. P. R. *et al.* Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v. 29, p.467-473, 2005.

ANDRADE, A. C. *et al.* Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 1589-1595, 2000.

ANDRADE, A. C. *et al.* Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), cv. Napier, **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. Edição Especial, p.1643-1651, 2003.

ANDRADE, C. L. T. de; BRITO, R. A. L. Métodos de Irrigação. Embrapa Milho e Sorgo, 2007. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/imetodos.htm>>. Acesso em: 22 set. 2007.

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 ANALITICAL CHEMIST. **Official methods of anysis**. 15. ed., Arlington: [s.n.], 1990. 117p.

BERNARDINO, M. L. A.; VIANA, M. C. M.; PINTO, H. C. et al. Avaliação de gramíneas forrageiras sob sistema irrigado e de sequeiro no norte de Minas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD ROM.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8ª ed.- Viçosa: Ed. UFV, 625p., 2006.

BONHOMME, R. Bases and limits to using 'degree.day' units. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.13, n.1, p.1-10, 2000.

BOTREL, M. A.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. Efeito da irrigação sobre algumas características agronômicas de cultivares de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 10, p.1731-1736, 1991.

CARVALHO, M. M.; SARAIVA, O. F. Resposta do capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv.) a aplicações de N, em regime de cortes. *Rev. Soc. Bras. Zoot.*, v. 16, n. 5. p. 442-454, 1987.

CANTO, M. W. C. *et al.* Efeito da altura do capim-tanzânia diferido nas características da pastagem no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.4, p.1186-1193, 2001.

CHRISTOFIDIS, D. Prática de irrigação no mundo. **Revista Item**, Brasília, n. 49, p. 8-13, 2001.

CORSI, M. **Effects of nitrogen rates and harvesting intervals on dry matter production, tillering and quality of the tropical grass *Panicum maximum***, JACQ. 1984. 125P. Dissertation (Doctor of Philosophy) – The Ohio State University, Ohio, 1984

CORSI, M. **Curso de Pós-Graduação em Manejo da Pastagem**. Uberaba: [s.n], 2004, 97 p.

CORSI M.; MARTHA JUNIOR, G. B. **Manejo de pastagens para produção de carne e leite em pastagens de *Cynodon***. In: CORSI, M (Ed): Curso de Pós-Graduação em Manejo da Pastagem, Uberaba: Faculdades Associadas de Uberaba – FAZU, 2004.

COSTA, C. *et al.* Produção e composição química da forragem de alfafa em função do teor de umidade do solo. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 215-222, 2003.

COSTA, N. L, *et al.* Manejo de capineira sob pastejo. **Jornal Agrosoft Brasil**, 2006.

CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E. Potencial de produção de forrageiras. **Jornal O Leite**, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpq.embrapa.br/jornaleite/artigo.php?id=15>>. Acesso em: 16 nov. 2007.

CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; CARDOSO, F. P. N. Produção de leite em pastagem de capim-elefante submetida a duas alturas de resíduo pós-pastejo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n.2, p.417-423, 2001.

CRUZ FILHO, A. B. da. *et al.* Produção de leite a pasto usando capim-elefante: dados de transferência de tecnologia no Norte de Minas Gerais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., Fortaleza, 1996. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 1, p.504-506, 1996.

DERESZ, F. *et al.* **Utilização do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) na produção de leite.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS DE PASTAGEM, Campinas, CBNA, p.183-199, 1994.

DERESZ, F.; MOZZER, O. L. Produção de leite em pastagem de capim-elefante. In: CARVALHO *et al.* (Eds.) **Capim-elefante: produção e utilização.** 2ª ed. Revisada, Brasília: Embrapa-SPI, Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA-CNPGL, p.195-215, 1994.

DIAS, P. F. *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 abr. 2008.

DOURATO-NETO, D. *et al.* Manejo da irrigação de pastagens, in: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 19, Piracicaba. **Anais do 19º Simpósio sobre Manejo de Pastagens.** Piracicaba: FEALQ, 2002, p.189-216.

ERBESDOBLER, E. D. *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**, Viçosa, v. 31, n. 5, 2002.

EUCLIDES, V. P. B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. P. 245-273.

FAGUNDES, J. L. *et al.* 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, Jan-Fev. 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, p.92-123. 1986.

FERRARIS, R. Agronomics studies on elephant grass as an agro-industrial crop. **IN: AUSTRALIAN DIVISION OF CHEMICAL TECHNOLOGY RESEARCH REVIEW.** 1978-1979. Melbourne: CSIRO, 1979. P.10-22.

FERREIRA, E. **O destino do nitrogênio derivado da liteira de plantas forrageiras e das excretas de bovinos em sistemas de pastagens tropicais.** Rio de Janeiro, RJ: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2002. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2002.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Databases (FAOSTAT), FAOSTAT Agriculture Data, 2000. Obtido via base de dados FAOSTAT. 1960-1999.

GARGANTINI, P. E. *et al.* Irrigação e adubação nitrogenada em capim mombaça na região Oeste do Estado de São Paulo. Escrito para apresentação no XV Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem. 16 a 21 de outubro de 2005, Terezina, PI.

GOMIDE, J. A.; COSTA, G. G. Adubação nitrogenada e consorciação de capim-colonião e capim-jaraguá. II Efeito de níveis de nitrogênio sobre a composição mineral e digestibilidade da matéria seca das gramíneas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 13, n. 2, p.215-224, 1984.

GHELFI FILHO, H. **Efeito da irrigação sobre a produtividade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*):** Piracicaba-SP, Escola Superior Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo. 1972, 77p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, 1972.

HADDADE, I. R. *et al.* Morfogênese e estruturação vegetativa em quatro genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 57, n. 6, p.811-819, 2005.

HILLEL, D. **Applications of soil physics.** New York: Academic Press, 1980. 35p.

INSTITUTO HÓRUS DE DESENVOLVIMENTO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL / THE NATURE CONSERVANCY. *Pennisetum purpureum*. 2005. Disponível em: http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/Pennisetum_purpureum.htm
> Acesso em: 02 set. 2007.

JACQUES, A. V. A. **Caracteres morfo-fisiológicos e suas aplicações como manejo**. In: CARVALHO, M. M., ALVIM, M. J., SAVIER, D. F. (Eds.). Capim-elefante: produção e utilização. Coronel Pacheco: Embrapa-Gado de Leite, p.31-47, 1994.

JANK, L. *et al.* Opções de novas cultivares de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 226, p. 26-35, 2005.

LECOEUR, J.; SINCLAIR, R.T. Field pea transpiration and leaf growth in response to soil water deficits. **Crop Sci.** n.36, p.331-335, 1996.

LOPES, R. S. *et al.* Disponibilidade de matéria seca em pastagens de capim-elefante irrigadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.6, p. 1388-1394, 2003.

LOPES, R. S. *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, p20-29, 2005.

LOURENÇO, L. F. **Avaliação da produção de capim-tanzânia em ambiente protegido sob disponibilidade variável de água e nitrogênio no solo**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2004. 77 f. Dissertação (Mestrado).

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**: Piracicaba-SP, Escola Superior “Luiz de Queiroz”- Universidade de São Paulo. 2002, 160p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, 2002.

MACDOWELL, R. G. **Improvement of livestock production in warm climates**. San Francisco: Freeman, 711p. 1972.

MAGALHÃES, J. A. *et al.* Comportamento produtivo e reprodutivo de vacas mestiças mantidas em pastejo de capim-elefante, em Parnaíba – Piauí. 2005. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigo.php?id=257>>. Acesso em: 15 set. 2007.

MALDONADO, H. *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, Juiz de Fora, 1997. **Anais...**Juiz de Fora: SBZ, 1997.

MARCELINO, K. R. A *et al.* Influência de nitrogênio e tensões hídricas sobre o valor nutritivo do tifton-85 (*Cynodon spp.*) cultivado no cerrado. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002b. CD ROM.

MARCELINO, K. R. A *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. **Ver. Bras. de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 268-275, 2003.

MARTINS, C. E.; FONSECA, D. M. da. Manejo de solo e adubação de pastagem de capim-elefante. In: PASSOS, L. P., CARVALHO, L. A., MARTINS, C. E. (Eds.), SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 2, Juiz de Fora, 1994. **Anais...** Coronel Pacheco, MG: EMBRAPA-CNPGL, p.82-115, 1994.

MEDEIROS, H. R.; PEDREIRA, C. G. S.; VILLA NOVA, N. A. Temperatura base de gramíneas forrageiras estimada através do conceito de unidade fototérmica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

MELLO, A. C. L. *et al.* Caracterização e seleção de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 30-42, 2002.

MINSON, D. J. The digestibility and involuntary intake of six tropical grasses. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 8, p.413-418, 1973.

MINSON, D. J. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: HACKER, J. B. (Ed.) **Nutritional limits to animal production from pasture**. St. Lucia: Commonwealth agriculture Bureaus, p. 187-192, 1984.

MISTURA, C. **Adubação nitrogenada e irrigação em pastagem de capim-elefante**, Viçosa – MG, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 72p, Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.

MISTURA, C. *et al.* Efeito da adubação nitrogenada e irrigação sobre a composição químico-bromatológica das lâminas foliares e da planta inteira do capim-elefante sob pastejo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n.6, p. 1707-1714, 2007.

MOREIRA, L. M. *et al.* Renovação de pastagem degradada de capim-gordura com a introdução de forrageiras tropicais adubadas com nitrogênio ou em consórcios. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 442-453, 2005.

OLSEN, F. J. Effect of large applications of nitrogen fertilizer on the productivity and protein content of four tropical grasses in Uganda. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 49, n. 3, p. 251-260, 1972.

PACIULLO, D. S. C. **Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum*, Chum. Cv. Mott) ao atingir 80 a 120 cm de altura sob diferentes doses de nitrogênio**, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 60p, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.

PEDREIRA, C. G. S.; TONATO, F. Bases ecofisiológicas para manejo de gramíneas do gênero *Cynodon*. In: PEREIRA, O. G.; OBEID, J. A.; NASCIMENTO Jr.; FONSECA, D. M. (Eds.). **Manejo estratégico da pastagem**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. p.93-116.

PEREIRA, A. V. Nova variedade de capim-elefante é específico para pastejo. Coronel Pacheco: SNA, 1997. Disponível em: <<http://www.sna.agr.br/artigos/artitec-capim.htm>>. Acesso em: 22 fev. 2007.

PEREIRA, R. M. A. *et al.* Comparison of 10 grasses for cut green fodder in the cerrado in 1965. **Ceres**, v. 13, n. 74, p. 141-163, 1966.

PERES-INFANTE, F. Effect of cutting interval and nitrogen fertilizer in the productivity of eight grasses. **Revista Cubana Ciencia Agric.**, Havana, v. 4, n. 2, p. 137-148, 1970.

PRADO, R. de M. Nutrição da Cultura de Algodão. Jaboticabal: FCAV/Unesp. 2005. Disponível em: <http://www.nutricaoodeplantas.agr.br/site/culturas/algodao/index.php>. Acesso em: 21 fev. 2008.

QUEIRÓZ, D. S.; GOMIDE, J. A.; JOSE MÁRIA. Avaliação da Folha e do Colmo de Topo e Base de Perfilhos de Três Gramíneas Forrageiras. 1. Digestibilidade *in vitro* e Composição Química. **Rev. Bras. Zootec.** vol.29 no.1 Viçosa Jan./Fev. 2000.

RASSINI, J. B. Período de estacionalidade de produção de pastagens irrigadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 8, p.821-825, 2004.

REGO, F. C. A. *et al.* Qualidade do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia-1) manejado em diferentes alturas, sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. CD ROM. Forragicultura

ROCHA, G. P. *et al.* Digestibilidade e fração fibrosa de três gramíneas do gênero *Cynodon*. **Rev. Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 25, n. 2, p.408-416, 2001.

ROCHA, G. P. *et al.* Adubação nitrogenada em gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência Animal Brasileira**, v. 3, n. 1, p.1-9, jan./jun. 2002.

ROCHA, G. P.; EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A de. Nitrogênio na produção de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta de gramíneas tropicais. **Pastures Tropicales**, v. 22, n.1, 2001.

RODRIGUES, L. R. A.; MONTEIRO, F. A.; RODRIGUES, T. J. Capim-elefante. In: PEIXOTO, A. M., PEDREIRA, C. G. S., MOURA, J. V., FARIA, V. P. (Eds.), SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17, Piracicaba, 2001. 2ª edição. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.203-224, 2001.

RODRIGUES, T. J. D.; RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A. Adaptação de plantas forrageiras as condições adversas. In: FAVORETTO, V; RODRIGUES, L. R. A; REIS, R. A. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DE PASTAGENS, 2, 1993, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP-UNESP, 1993. p.17-61.

SANTOS, F. A. P. Manejo de pastagem de capim-elefante. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, S. C.; FARIA, V. P. (Eds). **Volumosos para bovinos**. 2 ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1995. p. 1-20.

SANTOS, M. V. F. dos. *et al.* Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, 2003.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT User's guide**. Cary, NC: STATS, 2000.

SIEWERDT, L.; NUNES, A. P.; SILVEIRA JUNIOR, P. Efeito da adubação nitrogenada na produção e qualidade da matéria seca de um campo natural de planossolo no Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. de AGROCIÊNCIA**, v. 1, n. 3, p. 157-162, 1995.

SILVA, M. A. *et al.* **Efeito da lâmina de irrigação e da adubação nitrogenada na produção de grãos de milho.** In: Pesquisa em irrigação no Trópico Semi-Árido: Solo, Água, Planta. Petrolina, 1981, p. 45-57. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 4).

SOARES, A. A.; OLIVEIRA, R. A. **Irrigação por superfície.** Brasília: ABEAS, 89P, 2001. (Módulo 3 da série Engenharia e Manejo de Irrigação).

SOUZA, E. M. **Efeitos da irrigação e adubação nitrogenada sobre a produção de matéria seca e qualidade da forragem de cultivares de *Panicum maximum* Jacq.** 2003, 60 f. Dissertação (Mestrado em Sistema de Produção Animal) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

TCACENCO, F. A.; BOTREL, M. A. Identificação e avaliação de acessos e cultivares de capim-elefante. In: CARVALHO, M. M., ALVIM, M. J., XAVIER, D. F. *et al.* (Eds.) **Capim-elefante: produção e utilização.** 2ª ed., revisada. Brasília: Embrapa-SPI e Juiz de Fora: Embrapa-Gado de Leite, p. 1-30, 1997.

TEIXEIRA, J. C.; ANDRADE, G. A. Carboidratos na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2, 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA. Cap.6, 2000.

UNIVERSIDADE DA ÁGUA (ONG). A água no planeta. 2006. Disponível em: (<http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=aguaplaneta.htm>) acesso em: 22 set. 2007.

URQUIAGA, S. C. *et al.* Capim Elefante: Uma Nova Fonte Alternativa de Energia Brasil. 2004. Disponível em <<http://www.valeverde.org.br/html/clipp2.php?id=1083&categoria=energia>>. Acesso em: 02 set. 2007.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação.** Piracicaba: Agronômica Ceres/POTAFOS, 343P, 1991.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p., 1994.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Anim. Sci.** v. 74, n.10, p. 3583-3597, 1991.

VASQUEZ, R. Effects of irrigation and nitrogen levels on the Yields of Guinea grass, Para grass, and Guinea grass-kudzu and Para grass-kudzu mixtures in Lajas Valley. **The Journal of Agricultura of the University of Puerto Rico**, v. 49, n. 4, p. 389-412, 1965

VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, S.; FIGARELLA, J. The effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on yield and composition of three tropical grasses. **Agronomy Journal**, Madison, v. 51, n. 4, p. 2202-2206, 1959.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; GUERRA, A. F. *et al* Produtividade do capim-marandu (*Brachiaria brizantha*) sob irrigação e adubação nitrogenada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004a. 1 CD ROM.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; GUERRA, A. F. *et al* Produtividade do capim-tifton-85 (*Cynodon spp.*) sob irrigação e adubação nitrogenada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004b. 1 CD ROM.

VILELA, D. *et al*. Morfogênese e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. *coastcross* em diferentes estações de crescimento. **Rev. Bras. Zootec.** v.34, n.6, Viçosa Nov./Dez. 2005

VILLA NOVA, N. A. *et al*. Modelo para a previsão da produtividade do capim elefante em função de temperatura do ar, fotoperíodo e frequência de desfolha. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.7, n.1, p.75-79, 1999.

VILLA NOVA, N. A. *et al*. Modelo de estimativa da produtividade de fitomassa seca e parte aérea de *Cynodon nlemfuënsis* L. cv. Florico em função da radiação solar. **Pastures Tropicales**, v. 26, n. 3, p. 56-61, 2004a.

VILLA NOVA, N. A. *et al*. Método alternativo para determinação da temperatura-base de espécies forrageiras. In: GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 2., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, v. 1, 2004b.

VITOR, C. M. T. **Renovação de pastagem degradada com introdução de gramíneas, leguminosa e adubação nitrogenada**, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 86p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.

VITOR, C. M. T. **Adubação nitrogenada e lâmina de água no crescimento do capim-elefante**, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 77p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.