

CLÁUDIO MANOEL TEIXEIRA VITOR

ADUBAÇÃO NITROGENADA E LÂMINA DE ÁGUA NO
CRESCIMENTO DO CAPIM-ELEFANTE

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

CLÁUDIO MANOEL TEIXEIRA VITOR

ADUBAÇÃO NITROGENADA E LÂMINA DE ÁGUA NO
CRESCIMENTO DO CAPIM-ELEFANTE

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Aprovada: 09 de março de 2006.

Dr. Antônio Carlos Cóser
(Co-orientador)

Prof. Domício do Nascimento Júnior
(Conselheiro)

Prof. Augusto César de Queiroz

Dr. Domingos Sávio Queiroz

Prof. Dilermando Miranda da Fonseca
(Orientador)

DEDICO

À minha esposa Carolina Ferrão Huibers Vitor e à minha filha Laura Ferrão Huibers Vitor, por todo apoio necessário para a realização deste trabalho, por serem meu ponto de equilíbrio, meu porto seguro, minha vida, meu tudo.

Aos meus pais Márcio Vitor dos Santos e Ilza Maria Teixeira Vitor, pilares na sustentação harmoniosa de nossa família, pelos ensinamentos e exemplo de vida.

OFEREÇO

Aos meus irmãos, cunhados e sobrinhos, pela confiança e apoio e amor.

À minha sogra Dagmar Ferrão, pelo apoio irrestrito.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela criação de tudo, pela vida, pela fé e por ter me permitido mais esta vitória.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pela concessão de bolsa de estudo e pelo suporte financeiro para execução do trabalho.

À EMBRAPA Gado de Leite, por todo apoio fornecido, incluindo área, mão-de-obra e material, fundamentais para a realização deste trabalho.

Ao Professor e Orientador Dilermando Miranda da Fonseca, não só pela valiosa orientação profissional, mas principalmente pelos ensinamentos humanitários, transmitidos durante nossos seis anos de convivência sincera e harmoniosa.

Aos Pesquisadores da EMBRAPA Gado de Leite, Dr. Antônio Carlos Coser e Dr. Carlos Eugênio Martins, pela co-orientação e aconselhamento, pela participação intensa em todas as fases do projeto, mas acima de tudo, pela amizade, sinceridade e por terem sempre palavras de apoio e incentivo.

Ao Professor Domício do Nascimento Júnior, pelo aconselhamento, pela amizade, e por todo o valioso ensinamento transmitido durante os seis anos de pós-graduação.

Ao Professor José Ivo Ribeiro Júnior, pelo aconselhamento, pela amizade e pelas orientações relacionadas à estatística do experimento.

Ao Professor Augusto César de Queiroz e ao Pesquisador da EPAMIG Dr. Domingos Sávio Queiroz pelas participações na defesa desta tese, e pelas valiosas sugestões e correções realizadas.

Ao funcionário da EMBRAPA Gado de Leite Luciano Castro Dutra de Moraes, por toda ajuda nos trabalhos de campo e pelo companheirismo de todas as horas.

Às amigas Marcela Azevedo Magalhães e Ivanna Moraes de Oliveira, pela inestimável contribuição na condução do experimento.

Aos amigos “Ratinho”, Luciano Melo, Cláudio Mistura, Rodrigo “Sargento”, Juliana, Janaína, Dawson e Manuel pelo apoio, amizade, convívio e pela troca de conhecimentos.

Aos estagiários da EMBRAPA Gado de Leite pela ajuda na condução deste experimento.

A todos os professores do Curso de Pós Graduação em Zootecnia, pelos conhecimentos e pelas experiências transmitidas.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia pela convivência harmoniosa.

À Multipec Produtos e Serviços Ltda pela doação de todo o material utilizado na cerca elétrica do experimento.

Aos demais colegas de curso e a todos aqueles de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

CLÁUDIO MANOEL TEIXEIRA VITOR, filho de Márcio Vitor dos Santos e Ilza Maria Teixeira Vitor, nasceu em Belo Horizonte, Minas Gerais, em 18 de setembro de 1971.

Em janeiro de 2000 graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais.

Em março de 2002 concluiu o curso de Mestrado em Zootecnia, com concentração em Forragicultura e Pastagens, na Universidade Federal de Viçosa. No mesmo mês iniciou o curso Programa de Doutorado em Zootecnia na mesma instituição, com concentração em Forragicultura e Pastagens, defendendo tese em 09 de março de 2006.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - Capim-elefante	1
1.1.1 - Origem, descrição morfológica e características Agronômicas.....	1
1.1.2 - O capim-elefante e a produção de leite.....	2
1.1.3 - O capim-elefante e a produção de carne.....	3
1.2 - Estacionalidade da produção de forragens	4
1.3 - Irrigação de pastagens	6
1.3.1 - A água na irrigação.....	6
1.3.2 - Métodos de irrigação.....	7
1.3.3 - Manejo da irrigação.....	8
1.3.4 - Efeito da irrigação na produção e valor nutritivo de plantas forrageiras.....	9
1.4 - Adubação nitrogenada	10
2 – LITERATURA CITADA	14
CAPÍTULO I	19
Produção de matéria seca, número de perfilhos basais, altura da planta e cobertura do solo em pastagem de capim-elefante sob adubação nitrogenada e irrigação.....	19
RESUMO.....	19
ABSTRACT.....	21

1 - INTRODUÇÃO.....	23
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	26
2.1 - Local de realização e duração do experimento.....	26
2.2 - Solo da Área Experimental.....	27
2.3 - Procedimentos experimentais.....	27
2.4 - Irrigação.....	29
2.5 - Colheita e processamento das amostras.....	31
2.6 - Análises estatísticas.....	32
3 – RESULTADOS.....	33
3.1 - Produção de matéria seca acumulada.....	33
3.2 – Altura das plantas de capim-elefante.....	35
3.3 – Cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante.....	37
3.4 - Número de perfilhos basais.....	38
4 – DISCUSSÃO.....	41
4.1 - Produção de matéria seca acumulada.....	41
4.1.1 - Adubação nitrogenada.....	41
4.1.2 - Lâmina de água.....	43
4.2 - Altura das plantas de capim-elefante.....	45
4.2.1 - Adubação nitrogenada.....	45
4.2.2 - Lâmina de água.....	45
4.3 - Cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante.....	46
4.3.1 - Adubação nitrogenada.....	46
4.3.2 - Lâmina de água.....	47
4.4 - Número de perfilhos basais.....	48
4.4.1 - Adubação nitrogenada.....	48
4.4.2 - Lâmina de água.....	49
5 – CONCLUSÕES.....	51
6 – LITERARURA CITADA.....	52

CAPÍTULO II.....	57
Teores de proteína bruta, FDN e DIVMS das plantas de capim-elefante com adubação nitrogenada e irrigação.....	57
RESUMO.....	57
ABSTRACT.....	58
1 - INTRODUÇÃO.....	59
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	61
2.1 - Colheita e processamento das amostras.....	61
3 – RESULTADOS.....	63
3.1 - Proteína bruta.....	63
3.2 - Fibra em detergente neutro.....	64
3.3 - Digestibilidade “in vitro” da matéria seca.....	65
4 – DISCUSSÃO.....	67
4.1 - Proteína Bruta.....	67
4.1.1 - Adubação nitrogenada.....	67
4.1.2 - Lâmina de água.....	68
4.2 - Fibra em detergente neutro.....	69
4.2.1 - Adubação nitrogenada.....	69
4.2.2 - Lâmina de água.....	70
4.3 - Digestibilidade “in vitro” da matéria seca.....	71
4.3.1 - Adubação nitrogenada.....	71
4.3.2 - Lâmina de água.....	72
5 – CONCLUSÕES.....	73
6 – LITERATURA CITADA.....	74

RESUMO

VITOR, Cláudio Manoel Teixeira Vitor, D.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2006. **Adubação nitrogenada e lâmina de água no crescimento do capim-elefante.** Orientador: Dilermando Miranda da Fonseca. Co-orientador: Antônio Carlos Coser. Conselheiros: Carlos Eugênio Martins, Domício do Nascimento Júnior e José Ivo Ribeiro Júnior.

O ensaio foi conduzido no Campo Experimental de Coronel Pacheco – MG, no período de 07 de outubro de 2003 a 06 de janeiro de 2005, a fim de avaliar o efeito de quatro doses de nitrogênio (100, 300, 500 e 700 kg/ha de N) e seis lâminas de água (0, 20%, 40%, 80%, 100% e 120% da evapotranspiração) sobre a produção de matéria seca, densidade populacional de perfilhos basais, altura das plantas, percentagem de solo coberto por plantas de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum), teor de proteína bruta, teor de FDN e DIVMS das plantas de capim-elefante durante os períodos seco e chuvoso. As doses de nitrogênio constituíram as parcelas e as lâminas de água as subparcelas, segundo o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. A dimensão de cada subparcela experimental foi de 3 m de largura e 6 m de comprimento, com área de 18 m². Cada parcela experimental foi formada pelas seis lâminas de água, medindo 6 m de largura por 18 m de comprimento, com área de 108 m², onde foram aplicadas as doses de nitrogênio 100, 300, 500 ou 700 kg/ha de N. Como fonte de adubo nitrogenado, utilizou-se a uréia, aplicada a lanço, parcelada em seis aplicações durante o período experimental. As irrigações foram efetuadas de acordo com a umidade do solo a 60 cm de profundidade, a qual era monitorada semanalmente, por meio de tensiômetros, dispostos estrategicamente na área experimental, em todas as repetições, na parcela que recebeu 300 kg/ha de N e subparcela irrigada com 100 % da evapotranspiração. Quando o capim-elefante atingiu 1,60 m em uma das parcelas, foi colhida uma amostra de forragem em cada subparcela. A produção de matéria seca acumulada no ano experimental e durante o período chuvoso aumentou linearmente tanto em relação às doses

de N quanto às lâminas de água aplicadas. Durante o período seco, a produção do capim-elefante aumentou linearmente com as doses de N, mas teve um comportamento quadrático com as lâminas de água aplicadas. A contribuição do período seco para a produção acumulada de matéria seca (kg/ha) do ano todo não alterou muito entre os tratamentos sem irrigação e com irrigação, mostrando que está técnica não alterou a estacionalidade da produção do capim-elefante. Foi observada resposta linear da altura das plantas de capim-elefante em função das doses de N aplicadas e em função das lâminas de água aplicadas tanto no ano experimental, quanto nos períodos seco e chuvoso. A cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante durante o ano experimental sofreu influência linear somente das lâminas de água aplicadas, não respondendo às doses de N. No período seco não houve resposta à aplicação de adubo nitrogenado, sendo a cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante influenciada de forma quadrática pelas lâminas de água aplicadas. Já no período chuvoso a cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante não sofreu influência da adubação nitrogenada nem das lâminas de água aplicadas. Durante o ano experimental e durante o período seco, o número de perfilhos basais emitidos pelas plantas de capim-elefante aumentou linearmente com as doses de N e lâminas de água aplicadas, e durante o período chuvoso sofreu influência linear das lâminas de água aplicadas, não respondendo à adubação nitrogenada. O teor de proteína bruta das lâminas foliares mais pseudocolmo das plantas de capim-elefante aumentou linearmente com as doses de N tanto no ano experimental quanto nos períodos seco e chuvoso, não sendo influenciado pelas lâminas de água aplicadas. O teor de fibra em detergente neutro nas lâminas foliares mais pseudocolmo das plantas de capim-elefante foi influenciado negativamente pelas doses de N durante o ano experimental e no período seco, sendo influenciado positivamente pelas lâminas de água aplicadas no período chuvoso. O teor de digestibilidade “in vitro” da matéria seca das lâminas foliares mais pseudocolmo das plantas de capim-elefante respondeu de forma quadrática ao aumento das doses de N apenas no ano experimental e no período seco, não sendo influenciado pelas lâminas de água aplicadas. No período seco a DIVMS não foi influenciada por nenhuma das variáveis estudadas.

ABSTRACT

VITOR, Cláudio Manoel Teixeira Vitor, D.S., Universidade Federal de Viçosa, March 2006. **Doses of nitrogen and water sheet in the elephant grass growth.** Adviser: Dilermando Miranda da Fonseca. Co-orientador: Antônio Carlos Coser. Committee members: Carlos Eugênio Martins, Domício do Nascimento Júnior and José Ivo Ribeiro Júnior.

The research was conducted at the Experimental Field of Coronel Pacheco – MG, from October 7th, 2003 to January 6th, 2005, in order to evaluate the effects of four doses of nitrogen (100, 300, 500 e 700 kg/ha of N) and six water sheet (0, 20%, 40%, 80%, 100% e 120% of evapotranspiration) over the production of dry matter, populational density of basal tiller, plants height, percentage of soil covered by elephant grass plants (*Pennisetum purpureum*, Schum), crude protein and NDF tenors, and IVDMD of elephant grass plants during the dry and rainy periods. The nitrogen doses were the plots and the water sheet constituted the subplots, according to the complete randomized blocks experiment with four repetitions. The size of each experimental subplot was 3 m wide and 6 m long, with an area of 18 m². Each experimental plot was formed by six water sheet, measuring 6 m wide by 18 m long, with an area of 108 m², in which the doses of nitrogen 100, 300, 500 or 700 kg/ha of N were applied. As the source of nitrogenized compost, urea was used, manually thrown, divided into six applications during the experimental period. The irrigations were conducted according to the soil humidity at 60 cm deep, which was monitored weekly, using a tension meter, placed strategically in the experimental area, in every repetition, in the plot which received 300 kg/ha of N and subplot irrigated with 100% of evapotranspiration. When the elephant grass reached 1, 60 m in one of the plots, it was harvested one sample of fodder from each subplot. The production of dry matter accumulated in the experimental year and during the rainy period increased linearly as much as related to the doses of N as related to the applied water sheets. During the

dry period, the production of elephant grass increased linearly with the doses of N, but it had a quadratic behavior with the applied water sheets. The contribution of the dry period to the accumulated production of dry matter (kg/ha) of the entire year did not differ much between the treatments without irrigation and with irrigation, demonstrating that this technique did not alter the seasonal growth of the elephant grass production. It was observed a linear response of the elephant grass plant height related to the doses of N applied and related to the applied water sheets as much as in the experimental year, as in the dry and rainy periods. The soil covered by the elephant grass plants suffered linear influence just from the applied water sheets during the experimental year, not responding to the doses of N. In the dry period, there was no response to the application of doses of N, but the soil covered by the elephant grass plants were influenced in a quadratic way by the applied water sheets. In the rainy period, the soil covered by the elephant grass plants did not suffer any influence either by the doses of N or by the applied water sheets. During the experimental year and during the dry period, the amount of basal tillers released by the elephant grass plants increased linearly with doses of N and the applied water sheets, and during the rainy period suffered linear influence from the applied water sheets, not responding to the doses of N. The crude protein tenor of the leaves blade plus pseudoculm of the elephant grass plants increased linearly with the doses of N as much as in the experimental year as in the dry and rainy periods, not being influenced by the applied water sheets. The neutral detergent fiber tenor in the leaves blade plus pseudoculm of the elephant grass plants was negatively influenced by the doses of N during the experimental year and in the dry period, being positively influenced by the applied water sheets applied in the rainy period. The “in vitro” dry matter digestibility of the leaves blade plus pseudoculm of the elephant grass plants responded in a quadratic way to the increase of the doses of N just in the experimental year and in the dry period, not being influenced at all by the applied water sheets. The IVDMD was not influenced by any of the studied variables in the dry period.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Capim-elefante

1.1.1 - Origem, descrição morfológica e características agronômicas

O capim-elefante é originário do continente Africano, mais especificamente da África Tropical, entre 10°N e 20°S de Latitude, tendo sido descoberto em 1905 pelo Coronel Napier. Espalhou-se por toda África e foi introduzido no Brasil em 1920, vindo de Cuba. Hoje, encontra-se difundido em quase todas as regiões brasileiras (Rodrigues et al., 2001).

Sua descrição original data de 1827, entretanto 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).

É uma gramínea perene, de hábito de crescimento cespitoso, atingindo de 3 a 5 metros de altura com colmos eretos dispostos em touceira aberta ou não, os quais são preenchidos por um parênquima suculento, chegando a 2 cm de diâmetro, com entrenós de até 20 cm. Possui rizomas curtos, folhas com inserções alternadas, de coloração verde escura ou clara, que podem ser pubescentes ou não, chegando a alcançar 10 cm de largura e 110 cm de comprimento. As folhas apresentam nervura central larga e esbranquiçada, bainha lanosa, invaginante, fina e estriada, lígula curta, brancacenta e ciliada. Sua inflorescência é uma panícula primária e terminal, sedosa e contraída, ou seja, com ráceros espiciformes em forma de espiga, podendo ser solitária ou aparecendo em conjunto no mesmo colmo. A panícula tem, em média, 15 cm de comprimento, formada por espiguetas envolvidas por um tufo de cerdas de

tamanhos desiguais e de coloração amarelada ou púrpura. Apresenta abundante lançamento de perfilhos aéreos e basilares, podendo formar densas touceiras, apesar de não cobrirem totalmente o solo (Alcântara & Bufarah, 1983; Deresz, 1999).

O capim-elefante pode ser encontrado desde o nível do mar até 2.200 metros, sendo mais adaptado à altitudes de até 1.500 metros. Suporta temperaturas variando de 18 a mais que 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 70-80% de sua produção ocorre no período das águas.

Possui baixa tolerância à seca, podendo atravessar o período seco com baixa produção. Apresenta alta eficiência fotossintética, ou seja, é difícil de se saturar, mesmo em ambientes com elevada radiação. Adapta-se a diferentes tipos de solo, com exceção dos solos mal drenados, sujeitos a inundações. É encontrado em barrancas de rios, regiões úmidas e orlas de floresta. Deve ser cultivado em terrenos com declives de até 25% devido ao seu baixo controle da erosão do solo. Existem relatos de produções de 300 toneladas de matéria verde por hectare, mas a média nacional encontra-se bem abaixo desta. É uma espécie exigente em relação aos nutrientes, não tolera baixo pH e alumínio no solo. Propaga-se por via vegetativa, utilizando-se colmos, pois poucas sementes são viáveis. (Alcântara & Bufarah, 1983; Jacques, 1994).

1.1.2 - O capim-elefante e a produção de leite

A resposta animal é, sem dúvida, a característica mais confiável para determinação do potencial de uma forrageira sob pastejo. A eficiência de conversão da forragem em produtos animais depende da quantidade e qualidade de produção da pastagem.

Trabalhos sobre produção de leite em pastagem de capim-elefante são encontrados em quantidades reduzidas, principalmente os de longa duração. Segundo Deresz & Mozzer (1997), vacas de leite com produção média de 7 kg/dia de leite foram mantidas em pasto de capim-elefante nas águas,

enquanto na seca receberam 20 kg de cana com 1% de uréia, na Embrapa Gado de Leite. Outros autores relatam produções de até 13 kg/vaca.dia de leite somente com pastejo de capim-elefante no período chuvoso (Deresz et al., 1994 e Fonseca et al., 1998).

Em sistemas de produção em que se utiliza o capim-elefante sob condições de irrigação, tem-se conseguido produções de leite superiores a 30.000 kg/ha.ano, com taxa de lotação média ultrapassando sete vacas/ha, e produtividade acima de 13 kg/vaca.dia, obtidas na Região Norte de Minas Gerais, conforme relatos de Cruz Filho et al. (1996).

O potencial de produção do capim-elefante, em função de sua qualidade, é em torno de 10 kg/dia de leite, o que corroboram os trabalhos de Silva et al. (1994), Deresz et al. (1996), Cóser et al. (1998). Entretanto, deve ser ressaltado que apesar destes níveis de produção proporcionados pelo capim-elefante, os autores citados observaram em média, produções entre 5.000 e 8.000 kg/ha de leite em uma estação de pastejo, pela elevada taxa de lotação animal em pastagens com essa forrageira.

1.1.3 - O capim-elefante e a produção de carne

Com relação ao ganho de peso ou à produção de carne utilizando o capim-elefante, Sollenberger et al. (1988) obtiveram ganhos diários de peso vivo (PV) de 900 a 1.100 g, durante três anos, com taxa de lotação de 3,2 a 4,0 UA/ha. Já Vicente-Chandler et al. (1983) verificaram ganhos em peso por hectare de 650 a 1.350 kg, quando aumentaram a adubação NPK, mantendo ganhos individuais de 550 g/dia e aumentando a taxa de lotação. No Brasil, Deresz & Mozzer (1997), em 145 dias de pastejo no período das águas, avaliando taxas de lotação de 3,0 a 5,0 UA/ha, constataram maiores ganhos diários (741 g/animal.dia de PV) e por unidade de área (430 kg/ha.ano de PV) na taxa de lotação de 4,0 UA/ha.

São encontrados na literatura ganhos médios diários de 900 g/animal.dia sob lotação rotacionada e 500 g/animal.dia com capim picado. Sob lotação contínua, poucos trabalhos estão disponíveis, como o de Aita (1995), que avaliou novilhos, no Rio Grande do Sul, verificando ganhos em peso de 928 g/animal.dia e 774 kg/ha. Almeida et al. (2000), também trabalharam sob

lotação contínua, com quatro ofertas de forragem (kg/ha de massa seca de lâminas verdes) e 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.

1.2 - Estacionalidade da produção de forragens

As forrageiras tropicais, na grande maioria das pastagens brasileiras, apresentam uma característica marcante que é a estacionalidade de produção, fator apontado como um dos principais responsáveis pelos baixos índices de produtividade alcançados (Rolim, 1994).

Ademais, vários fatores climáticos ocorrem conjuntamente influenciando o crescimento das plantas: precipitação pluvial, umidade relativa do ar, temperatura, radiação solar, vento, nebulosidade e outros. Dentre estes, os de maior relevância são a precipitação pluvial, a temperatura e a radiação solar, sendo que a ordem de importância varia de um local para outro e entre as estações do ano.

Para as regiões de clima temperado, os fatores de maior importância são a luz e a temperatura, seguidos pela umidade (Van Soest, 1994). Para os trópicos e subtropicais (30°S - 30°N), a temperatura e a deficiência hídrica são os principais fatores limitantes da produção de forragens (MacDowell, 1972).

Devido às dimensões continentais, o Brasil apresenta regiões muito diferenciadas quanto aos fatores climáticos responsáveis pela estacionalidade, e também quanto à intensidade desta diferença entre as produções dos períodos mais e menos favoráveis. Também, dentro de cada região, existem localidades com condições climáticas muito contrastantes em razão, principalmente, dos fatores latitude e altitude. Nas regiões mais ao norte (Norte, Nordeste e parte das regiões Centro-Oeste e Sudeste), mais próximas da linha do equador e, portanto, apresentando menores variações de temperatura durante o ano, a estacionalidade é função, principalmente, da irregularidade da precipitação pluvial. Já nas regiões de latitudes mais elevadas (região Sul e parte das regiões Sudeste e Centro-Oeste), o principal fator climático responsável pela estacionalidade de produção das forrageiras é a ocorrência

de baixas temperaturas de inverno, que praticamente paralisam o crescimento das forrageiras tropicais.

Trabalho apresentado por Medeiros et al. (2002) propõe um método para estimar os valores de temperatura base inferior, que é a temperatura que limita o desenvolvimento de uma determinada espécie em gramíneas tropicais, utilizando o conceito de unidade fototérmica (conceito que associa fotoperíodo à temperatura, proposto por Villa Nova et al., 1983). Os autores estimaram que a temperatura base para o capim-elefante é de 13°C. Esse valor é semelhante a outros dados citados na literatura e explica porque a maior parte da produção desta espécie ocorre no período chuvoso.

A determinação da temperatura base para várias espécies poderia auxiliar no zoneamento climático das plantas forrageiras e também na determinação das espécies e regiões mais recomendadas para implantação de sistemas irrigados. O método proposto no trabalho de Medeiros et al. (2002) tem apresentado resultados bastante consistentes. Além disso, é possível encontrar na literatura dados para várias espécies que podem ser utilizados para esse cálculo. A elaboração de um zoneamento para as espécies forrageiras, à semelhança do que tem sido feito para culturas agrícolas, auxiliaria muito o desenvolvimento da pecuária nacional.

Com o uso da irrigação, o fator água deixa de ser o fator mais limitante para o crescimento das forrageiras, de modo que a estacionalidade de produção passa a ser função apenas da disponibilidade da radiação solar e, principalmente, da temperatura. Em locais de maior latitude e, ou, altitude, onde ocorrem quedas mais acentuadas das temperaturas durante o inverno, não se deve esperar que a irrigação seja capaz de equacionar totalmente o problema da estacionalidade de produção. Entretanto, o período de utilização de uma pastagem pode ser aumentado com a prática da irrigação estratégica, que consiste em irrigar a pastagem nas interfaces das estações, quando há luminosidade e temperatura adequadas ao crescimento da planta forrageira.

1.3 - Irrigação de pastagens

1.3.1 - A água na irrigação

A água é um dos bens mais preciosos e importantes atualmente, por ser imprescindível para a sobrevivência das populações. Contudo, com o crescimento demográfico e o desenvolvimento industrial e tecnológico acelerados, as poucas fontes disponíveis estão comprometidas ou correndo risco de deteriorização. A poluição dos mananciais, o desmatamento, o assoreamento dos rios, o uso inadequado de irrigação, a impermeabilização do solo, entre tantas outras ações do homem, são responsáveis pela contaminação e 'morte' da água.

A água, de fato, não deveria ser problema para um planeta em que, 71% da superfície são compostos exatamente por água. O problema é que a quase totalidade dessa imensa massa líquida corresponde a oceanos, mares e geleiras. De toda a massa líquida do planeta, 97,4% correspondem aos oceanos e mares. Da parcela restante, 1,98% são geleiras quase inacessíveis. O que sobra está distribuído entre águas subterrâneas (0,59%), rios e lagos (0,03%) e a atmosfera (0,001%). Em outras palavras, isso quer dizer que, de cada mil litros de água, 974 litros são de água salgada, 19,8 litros formam geleiras, 5,9 litros estão sob o solo e somente 0,3 litros estão ao alcance imediato do homem (Silva et al., 2003).

Ainda segundo os mesmos autores, a distribuição dessa já reduzida parcela de água na superfície é também muito desigual. Nesse contexto de má distribuição, o Brasil é um país parcialmente privilegiado. Tem a seu favor o fato de abrigar 15% (1.300.000 km³) da água doce do mundo. No entanto, essa vantagem em relação à maioria dos países é mal distribuída pelo território. Cerca de 80% do volume total de água doce concentra-se na Região Amazônica, a menos habitada do País, enquanto os 20% restantes são, mais uma vez mal distribuídos entre 93% da população.

Do total de água consumida, 80% correspondem à agricultura, 15% à indústria e somente 5% ao consumo direto da população.

Esses valores devem ser analisados com critério, pois segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO,

2000), apenas 1/6 da área mundial cultivada é irrigada, sendo responsável por 2/5 da produção de alimentos. Além disso, a água é imprescindível em cultivos na entressafra, onde os riscos no processo de produção são elevados por causa do déficit hídrico. Sem a irrigação, as perdas em produção variam com a intensidade e a duração desse estresse, dependendo do estágio de desenvolvimento da planta.

Portanto, críticas dirigidas ao uso da irrigação, pelo gasto elevado de água e energia, conferindo-lhe a imagem de ineficiente, pode levar ao inadequado entendimento por parte da coletividade. É necessário mostrar que se trata de uma técnica de grande valia para viabilizar a produção de alimentos em quantidades suficientes para sustentar a crescente população mundial, mediante condições propícias ao desenvolvimento ideal das plantas, que naturalmente consomem quantidades elevadas de água. Efetivamente, deve-se ressaltar que a técnica de irrigação contribui para proporcionar ofertas expressivas de alimentos às populações brasileira e mundial (Alencar, 2002).

Entretanto, é verdade que a quantidade de água utilizada pela irrigação atualmente é maior que a quantidade realmente necessária, devido à baixa eficiência dos sistemas que vêm sendo utilizados.

1.3.2 - Métodos de irrigação

A aplicação da água no solo pode ser feita por meio de diversos métodos de irrigação, com o objetivo de fornecer às espécies vegetais a umidade ideal para seu desenvolvimento.

Os métodos de irrigação podem ser divididos em pressurizados e não-pressurizados. Nos pressurizados, a água é conduzida em tubulações sob pressão até o ponto de aplicação. Estão incluídos, nessa categoria, os métodos de irrigação por aspersão, em que a água é aspergida na atmosfera, caindo em forma de chuva artificial, e os métodos de irrigação localizada, em que a água é aplicada diretamente sobre a região radicular com baixa intensidade e alta frequência. Já nos não-pressurizados, ou nos de irrigação por superfície, a água é conduzida por gravidade sobre a superfície do solo até o ponto de aplicação, exigindo áreas sistematizadas e com declividades de zero a seis por cento, de acordo com o tipo de irrigação (Soares & Oliveira, 2001).

A irrigação por aspersão tem sido um dos métodos mais difundidos atualmente. Talvez tenha concorrido para isso o elevado grau de uniformidade de aplicação de água, a facilidade de manejo, a elevada eficiência do sistema, a facilidade para eliminar os perigos de erosão, a possibilidade de seu emprego nas mais diversas topografias e tipos de solos e a possibilidade de aplicação de fertilizantes e defensivos (Alencar, 2002).

Dentre os sistemas de irrigação por aspersão, uma opção é a irrigação por aspersão convencional semifixo de baixa pressão, que é um sistema em que as linhas principais, secundárias e laterais são em quantidades suficientes para irrigar toda a área, mas funciona um determinado número de aspersores por vez, de acordo com o turno de rega, sendo os aspersores de pressão de serviço baixa. A condução de água da moto bomba até os aspersores é efetuada por meio das tubulações de diversos tipos de materiais, como aço zincado, alumínio e PVC rígido (Alencar, 2002).

Segundo o mesmo autor, esse é um sistema que, quando comparado com o sistema de irrigação por aspersão tipo pivô central, apresenta maior independência tecnológica, menor custo de implantação e de utilização, maior otimização do uso da água e da energia, e entre outras vantagens, melhor uniformidade de aplicação da água no solo.

Seja qual for o método de irrigação a ser utilizado, recomendações de lâmina de água e de frequência de irrigação sem critérios, podem possibilitar redução nos rendimentos a curto prazo, por efeito de excesso ou escassez de água e, ao longo do tempo, por efeito de drenagem deficiente, salinização e problemas de excesso de umidade durante operações de preparo do solo.

1.3.3 - Manejo da irrigação

Em geral, as lâminas de água líquida e bruta e a frequência de irrigação são calculadas a partir das características físico-hídricas do solo, das características agronômicas da cultura e das condições climáticas. Normalmente, as necessidades de água das culturas são definidas em função dos dados de evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}) e do coeficiente da cultura (K_c), definido de acordo com a equação $k_c = ET_{pc}/ET_o$, onde ET_o é a evapotranspiração potencial de referência (Bernardo, 2002). O controle da

umidade e a definição do 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 uso de tensiômetros, que é um método direto para a determinação da tensão de água no solo e indireto para determinação da porcentagem de água no solo.

1.3.4 - Efeito da irrigação na produção e valor nutritivo de plantas forrageiras

Botrel et al. (1991) avaliaram o efeito da irrigação durante o período seco sobre a produção de forragem, o teor de proteína bruta (PB), a digestibilidade da matéria orgânica e o perfilhamento aéreo e basal de sete cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) e verificaram que a irrigação teve efeito positivo em todas as cultivares de capim-elefante, mas a estacionalidade dessa produção foi pouco afetada. O perfilhamento basal foi aumentado pela irrigação, entretanto, o perfilhamento aéreo e a qualidade da forragem produzida não foram influenciados.

De forma semelhante, Maldonado et al. (1997) avaliaram o efeito da irrigação sob a produção de forragem de duas cultivares de capim-elefante, verificando aumento linear da produção de matéria seca (MS) das duas cultivares em função das lâminas de água no período seco, e uma resposta quadrática no período chuvoso, mostrando que na maior lâmina aplicada (120% da evapotranspiração) a produção das duas cultivares foi reduzida, o que pode ser decorrente do excesso de umidade, da falta de aeração do solo e da possível lixiviação de nutrientes.

A influência da irrigação sobre a produção de MS de três gramíneas forrageiras, Pioneiro (*Pennisetum purpureum*), Marandu (*Brachiaria brizantha*) e Tanzânia (*Panicum maximum*), foi avaliada, em área de Cerrado, por Vilela et al., (2004a). A irrigação elevou a produção anual das três espécies estudadas, com maior intensidade no período seco. Da mesma forma, Bernadino et al. (2004) estudaram a influência da irrigação sobre a produção e a qualidade de quatro forrageiras no período chuvoso do ano. O uso da irrigação durante períodos de veranico resultou na elevação, em até 24%, na produção acumulada das forrageiras, em comparação ao tratamento não irrigado.

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. Dentre esses insumos, destaca-se o uso da adubação nitrogenada, devido ao efeito positivo que exerce sobre a produtividade das gramíneas tropicais (Fernandez et al., 1989; Ferreira, 2002; Werner, 1986). Assim, a eficiência da adubação nitrogenada (kg de matéria seca produzida/kg de nitrogênio aplicado) em função da irrigação, é uma variável a ser considerada nos projetos de pesquisa sobre irrigação de áreas implantadas com forrageiras.

A esse respeito, Marcelino et al. (2003), estudando o efeito da disponibilidade de água e da adubação nitrogenada em áreas cultivadas com Tifton 85 (*Cynodon dactylon*), observaram que a maior eficiência do uso do nitrogênio (N) foi obtida na condição de maior umidade do solo. Em Planaltina, na região dos Cerrados, a eficiência da adubação nitrogenada em cultivos de Tifton 85 (*Cynodon dactylon*) e de Marandu (*Brachiaria brizantha*), foi incrementada em 37% com o uso da irrigação (Vilela et al., 2004a e b).

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 (Gomide, 1994), de forma a poderem crescer em ritmo acelerado e rebrotar vigorosamente após desfolhações sucessivas.

1.4 - Adubação nitrogenada

O N é o principal componente do protoplasma, depois da água. A proteína protoplasmática tem função catalítica além de orientar o metabolismo celular. Atua ainda em diversos processos metabólicos, fazendo parte da constituição de hormônios, e interfere diretamente no processo fotossintético além da sua participação na constituição da molécula de clorofila (Sallisbury & Ross, 1969).

As plantas, de modo geral, absorvem o N pelo sistema radicular a partir da solução do solo. O N pode ser absorvido nas formas de íons inorgânicos, como nitrato e amônio (Marschner, 1995) ou na forma orgânica como uréia e aminoácidos (Persson & Nasholm, 2003).

Além do N proveniente de absorção radicular, as plantas podem utilizar N endógeno para seu desenvolvimento. Segundo Lemaire & Millard (1999), o armazenamento ocorre quando o C ou N podem ser remobilizados de um tecido e depois utilizados para o crescimento ou manutenção de outro. Os autores destacam ainda a existência de dois tipos de armazenamento: reciclagem e formação de reserva. A reciclagem é uma consequência da renovação de tecidos na planta e normalmente envolve um “estoque” metabolicamente ativo. Já a formação de reservas envolve a deposição de N ou C em organelas como vacúolos ou amiloplastos.

Dos nutrientes considerados essenciais ao desenvolvimento das plantas, o N é o que promove os maiores aumentos de produção de matéria seca. A resposta das plantas forrageiras à adubação com N é bastante variada.

A adubação nitrogenada provoca maior crescimento relativo da parte aérea que do sistema radicular, como se deduz do trabalho de Brouwer (1962). Segundo esse autor, quando o N é o fator limitante do crescimento, ocorre na planta acúmulo de carboidratos, tanto na parte aérea como no sistema radicular, já que esses carboidratos não podem ser usados na formação de novos tecidos nem no crescimento. Desse modo, o N absorvido tenderia a reagir com os carboidratos do sistema radicular, beneficiando este em detrimento da parte aérea. Quando a disponibilidade de N aumenta, mais ele chega à parte aérea, possibilitando o uso de carboidratos na síntese de proteínas e no crescimento. Conseqüentemente, menos carboidratos são translocados para o sistema radicular e, dessa forma, o crescimento das raízes é menor que o da parte aérea.

Em lavouras de grãos, a eficiência de uso do N é medida pela razão entre kg de N aplicado/tonelada de grãos produzidos. Em pastagem, essa eficiência pode ser calculada de maneira semelhante, pela razão entre kg de massa seca (MS) de forragem produzida/kg de N aplicado. Contudo, a eficiência bioeconômica da adubação nitrogenada em pastagens depende da eficiência de conversão do N em forragem, da eficiência com que a forragem produzida é consumida pelo animal (eficiência de pastejo) e da eficiência com que a forragem consumida é convertida em produto animal (kg MS/kg de ganho de pelo vivo, GPV). O resultado destas três eficiências parciais define a eficiência de conversão do N em produto animal (kg GPV/kg N aplicado) que,

quando associada com a relação de troca entre preços de insumos e produtos, determina a eficiência bioeconômica da adubação nitrogenada de pastagens.

Alguns resultados comprovam que as gramíneas forrageiras apresentam resposta linear à aplicação de N para produção de matéria seca (Fagundes et al., 2005; Moreira et al., 2005; Vitor, 2002). Todavia, quanto maiores as doses de N aplicadas, menores são os ganhos em produção, podendo a relação custo/benefício ser muito elevada, reduzindo a eficiência da adubação nitrogenada em pastagens. Além disso, o uso indiscriminado de fertilizantes nitrogenados eleva o custo de produção e pode causar danos ao ambiente pela acidificação do solo, liberação de gases que causam o efeito estufa, eutroficação de lagoas e açudes, e à saúde humana pela contaminação de mananciais hídricos por nitrato.

O uso de adubo nitrogenado determina aumento no teor de PB na forragem, porém, os máximos rendimentos em PB alcançam-se com doses maiores que aquelas necessárias para produzir altos rendimentos de MS (Semple, 1974). Em contrapartida, tem-se observado que baixas doses de N não chegam a provocar aumento nos teores de PB e, nesta situação, o efeito é sobre o aumento da produção de MS.

Paciullo et al. (1998) avaliaram características morfofisiológicas do capim-elefante anão sob cinco doses de N e duas alturas de corte. Concluíram que a eficiência de resposta ao N foi de 21,38 kg de MS/kg de N aplicado, independentemente da altura.

Em trabalho realizado no Estado de São Paulo com *Cynodon dactylon* cv. Coastcross, Primavesi et al. (2001) confirmaram o alto potencial de resposta ao N desta gramínea. A produção de MS em cinco cortes aumentou de cerca de quatro t/ha nos tratamentos com P (100 kg/ha de P_2O_5), K (260 kg/ha de K_2O) e micronutrientes (30 kg/ha de FTE BR-12), para quase 19 t/ha quando foram aplicados adicionalmente 1.000 kg/ha de N. A eficiência de uso do N, expressa em termos de kg de MS produzida por kg de N aplicado diminuiu com o aumento da dose desse nutriente, entretanto, mesmo com as doses mais altas, ainda atingiu cerca de 13 a 14 kg MS/kg de N.

Os efeitos da adubação nitrogenada sobre a digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) de gramíneas são inconsistentes. Minson (1973), avaliando duas doses de N (125 e 500 kg/ha) em *Chloris gayana*, *Digitaria*

decumbens e *Pennisetum clandestinum* verificou incremento médio de 2,2 unidades percentuais na digestibilidade da MS para a dose mais elevada de N. Já Gomide & Costa (1984) não observaram efeito da adubação nitrogenada sobre a DIVMS do capim-colonião (*Panicum maximum*). Entretanto, o capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa*) respondeu positivamente apenas com a aplicação de 20 kg/ha de N por corte, não apresentando respostas às doses mais elevadas. Algumas das diferenças na DIVMS das plantas adubadas com N deve-se à interação do adubo com outros fatores, como a idade da planta. O N, ao estimular o crescimento rápido das plantas, possibilita corte mais freqüente e, desse modo, a colheita de plantas forrageiras mais tenras e de mais alta DIVMS (Noller & Rhykerd, 1974).

As fontes de N usadas em adubação de pastagens, quando o fertilizante é aplicado a lanço sobre as plantas e/ou solo, podem apresentar diferentes eficiências. A uréia, o adubo nitrogenado sólido mais consumido no mundo, está sujeito a perdas de N por volatilização de NH_3 quando aplicado na superfície do solo (Terman, 1979). Resíduos vegetais sobre o solo, comuns em pastagens, geralmente apresentam alta atividade da urease (Costa, 2001), o que causa aumento na velocidade e intensidade das perdas de NH_3 . No Brasil, perdas de N na forma de NH_3 variando de 15 a mais de 40% do N aplicado na forma de uréia foram observadas em áreas de cana-de-açúcar coberta com cerca de 12 t/ha de resíduos (Cantarella et al., 1999). A eficiência agrônômica da uréia, expressa em porcentagem da produção obtida com a mesma dose de N usada, tende a diminuir com o aumento da dose porque as respostas ao N obedecem à lei dos incrementos decrescentes. A magnitude das perdas de NH_3 é altamente afetada pelas condições climáticas, especialmente a umidade do solo. A água é importante não só para dissolver e propiciar a hidrólise da uréia, mas também porque a evaporação da água do solo ajuda a levar os gases de NH_3 para a atmosfera. Dessa forma, estando o solo úmido antes da aplicação da uréia, espera-se que maiores perdas de N ocorram e, por outro lado, melhores resultados são obtidos quando chove ou irriga o solo após a aplicação da uréia.

Essa pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar os efeitos de diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio em pastagem de capim-elefante sobre a produção e o valor nutritivo da forragem.

2 – LITERATURA CITADA

- AITA, V. **Utilização de diferentes pastagens de estação quente na recria de bovinos de corte.** 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. 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. 293-313, 2002.
- ALMEIDA, E.X.; MARASCHIN, G.; HARTHMANN, O.E.L. 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.
- 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. **Manual de irrigação.** 6.ed. – Viçosa: Imprensa Universitária, 656p., 2002.
- BOTREL, M.A.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. Efeito da irrigação sobre algumas características agronômicas de cultivares de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.10, p.1731-1736, 1991.
- BROUWER, R. Distribution of dry matter in the plant. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.10, p.361-376, 1962.
- CANTARELLA, H.; ROSSETO, R.; BARBOSA, W. et al. Perdas de nitrogênio por volatilização da amônia e resposta da cana-de-açúcar à adubação nitrogenada, em sistema de colheita de cana sem queima prévia. CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 7., Londrina, 1999. **Anais...** Álcool Subpr., Londrina, p.82-87,1999.

- COSÉR, 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. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu:SBZ, p.501-503, 1998.
- COSTA, M.C.G. **Eficiência agrônômica de fontes nitrogenadas na cultura da cana-de-açúcar em sistema de colheita sem despalha e fogo.** 2001, 79p, Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2001.
- CRUZ FILHO, A. B. da; CÓSER, A. C.; PEREIRA, A. V. **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., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.200, 1996.
- DERESZ, F. **Utilização do capim-elefante sob pastejo rotativo para produção de leite e carne.** Juiz de Fora, Embrapa-CNPGL, 29p, 1999. (Circular técnica 54).
- DERESZ, F.; CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E. 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.; FERNANDES, A M.; MATOS, L.L. et al. Utilização de soja grão crua na alimentação de vacas leiteiras de alta produção. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.1, p.113-124, 1996.
- 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, Juiz de Fora:Embrapa-Gado de Leite, p.189-208, 1997.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A. et al. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Revista da Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.4, p.397-403, 2005.
- FONSECA, D.M.; SALGADO, L.T.; QUEIROZ, D.S. et al. Produção de leite em pastagem de capim-elefante sob diferentes períodos de ocupação dos piquetes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.848-856, 1998.
- 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.
- FERNANDEZ, D.; PARETAS, J.J.; FONSECA, E. Influencia de la fertilización con nitrógeno y la frecuencia de corte en bermuda cruzada 1 (coast-cross

1) con riego e sin él. 1. Rendimento e economia. **Pastos y Forrajes**, Matanzas, v.12, n.1, p. 41-55, 1989.

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 de Doutorado - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2002.

GOMIDE, J.A. Formação e utilização de capineira de capim-elefante. In: CARVALHO, M.M., ALVIM, M.J., XAVIER, D.F. (Eds.). **Capim-elefante: produção e utilização**. Coronel Pacheco, MG: Embrapa-CNPGL. p.81-115, 1994.

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.215-24, 1984.

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

LEMAIRE, G.; MILLARD, P. An ecophysiological approach to modelling resource fluxes in competing plants. **The Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.50, n.330, p.29-37, 1999

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

MALDONADO, H.; DAHER, R.F.; PEREIRA, A.V. et al. Efeito da irrigação na produção de matéria seca do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) em Campos dos Goytacazes, RJ. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Juiz de Fora, 1997. **Anais...** Juiz de Fora:SBZ, 1997.

MARCELINO, K.R.A.; VILELA, L.; LEITE, G.G. et al. Manejo da adubação nitrogenada e de tensões hídricas sobre a produção de matéria seca e índice de área foliar de Tifton 85 cultivado no Cerrado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.2, p.268-275, 2003.

MARCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. New Cork: Academia Press, 874p, 1995.

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.

- MINSON, D.J. The digestibility and voluntary intake of six tropical grasses. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.8, p.413-418, 1973.
- MOREIRA, L.M.; FONSECA, D.M.; VITOR, C.M.T. 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.
- NOLLER, C.H.; RHYKERD, C.L. Relation of nitrogen fertilization and chemical composition of forage to animal health and performance. In: MAYS, D.A. Forage fertilization. Madison: **Crop Science Society of America**, cap.17, p.363-393, 1974.
- PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; GUIMARÃES, K. R. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. I. Rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Universidade Federal de Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1069-1075, 1998.
- PERSSON, J.; NASHOLM, T. Regulation of amino acid uptake by carbon and nitrogen in *Pinus sylvestris*. **Planta**, n.217, p.309-315, 2003.
- PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; PRIMAVESI, A.C. et al. **Adubação com uréia em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross sob manejo rotacionado**: eficiência e perdas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 42p, 2001. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular Técnica, 30).
- RODRIGUES, L.R.A.; MONTEIRO, F.A.; RODRIGUES, T.J.D. 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.
- ROLIM, F.A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: A.M. PEIXOTO *et al.* (eds.). **Pastagens:fundamentos da exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 2.ed. p. 533-565, 1994.
- SALLISBURY, F.B.; ROSS, C. **Plant physiology**. Califórnia: Wadworth Publishing Company, 500p, 1969.
- SEMPLE, A.T. **Avances em pasturas cultivadas y naturales**. 1ª ed. Ed. Hem. Sur. Buenos Aires, Argentina, 504p, 1974.
- SILVA, D.S.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, A.C. Pressão de pastejo em pastagem de capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum*, Schum cv. Mott): 2. Efeito sobre o valor nutritivo, consumo de pasto e produção de leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.**, v.23, n.3, P. 453-464, 1994.
- SILVA, A.M.; MELLO, C.R.; OLIVEIRA, P.M. Gestão e manejo de recursos hídricos em áreas de pastagens – Aspectos técnicos e legais. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 4. 2003. **Anais...** Lavras:UFLA, p.1-47, 2003.

- SOARES, A.A.; OLIVEIRA, R.A. **Irrigação por superfície**. Brasília: ABEAS, 89p, 2001. (Módulo 3 da série Engenharia e Manejo da Irrigação de Irrigação).
- SOLLENBERGER, L.E.; PRINE, G.M.; OCUMPAUGH, W.R. et al. **Dwarf elephant grass: a high quality forage for the subtropics and tropics**. Gainesville: University of Florida, 18p, 1988. (Circular, 5-356).
- TCACENCO, F.A.; BOTREL, M.A. Identificação e avaliação de acessos e cultivares de capim-elefante. In: CARVALHO, M.M., ALVIN, 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.
- TERMAN, G.L. Volatization losses of nitrogen as ammonia from surface-applied fertilizers, organic amendments, and crop residues. **Advance Agronomy**, v.31, p.189-223, 1979.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p, 1994.
- VICENTE-CHANDLER, J.; CARO-COSTAS, R.; ABRUÑA, F. et al. **Producción y utilización intensiva de las forrajeras en Puerto Rico**. Rio Piedras:Univ. Puerto Rico, 226p, 1983. (Boletín 271).
- 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.
- VILLA NOVA, N.A.; CARRETEIRO, M.V.; SCARDUA, R. Um modelo para avaliação do crescimento de cana-de-açúcar (*Sacharum spp.*) em termos da ação combinada do fotoperíodo e da temperatura média do ar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2, Campinas, 1983. **Proceedings**. Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia; Instituto Agrônomo de Campinas, p.31-48, 1983.
- 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.
- WERNER, J.C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 49p, 1986. (Boletim Técnico, 18).

CAPÍTULO I

Produção de matéria seca, número de perfilhos basais, altura da planta e cobertura do solo em pastagem de capim-elefante sob adubação nitrogenada e irrigação

RESUMO – O ensaio foi conduzido no Campo Experimental de Coronel Pacheco – MG, no período de 07 de outubro de 2003 a 06 de janeiro de 2005, a fim de avaliar o efeito de quatro doses de nitrogênio (100, 300, 500 e 700 kg/ha de N) e seis lâminas de água (0, 20, 40, 80, 100 e 120% da evapotranspiração) sobre a produção de matéria seca, altura das plantas, percentagem de solo coberto por plantas de capim-elefante e densidade populacional de perfilhos basais. As doses de nitrogênio constituíram as parcelas e as lâminas de água as subparcelas, segundo o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Como fonte de adubo nitrogenado, utilizou-se a uréia, aplicada a lanço, parcelada em seis aplicações durante o período experimental. As irrigações foram efetuadas de acordo com a umidade do solo a 60 cm de profundidade. Quando o capim-elefante atingiu 1,60 m em uma das parcelas, foi colhida uma amostra de forragem em cada subparcela. A produção de matéria seca acumulada no ano experimental e durante o período chuvoso aumentou linearmente tanto em relação às doses de N quanto às lâminas de água aplicadas. Durante o período seco, a produção do capim-elefante aumentou linearmente com as doses de N, mas teve um comportamento quadrático com as lâminas de água aplicadas. A contribuição do período seco para a produção acumulada de matéria seca (kg/ha) do ano todo não alterou muito entre os tratamentos sem irrigação e com irrigação, mostrando que esta técnica não alterou a estacionalidade da produção do capim-elefante. Foi observada resposta linear da altura das plantas de capim-elefante em função das doses de N aplicadas e em função das lâminas de água aplicadas tanto no ano experimental, quanto nos períodos seco e chuvoso. A cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante durante o ano experimental sofreu influência linear somente das lâminas de água aplicadas, não respondendo às doses de N. No período seco não houve resposta à aplicação de adubo nitrogenado, sendo a cobertura do solo pelas plantas de

capim-elefante influenciada de forma quadrática pelas lâminas de água aplicadas. No período chuvoso a cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante não sofreu influência da adubação nitrogenada nem das lâminas de água aplicadas. Durante o ano experimental e durante o período seco, o número de perfilhos basais emitidos pelas plantas de capim-elefante aumentou linearmente com as doses de N e lâminas de água aplicadas, e durante o período chuvoso sofreu influência linear das lâminas de água aplicadas, não respondendo à adubação nitrogenada.

Dry matter production, amount of basal tillers, plant height and soil cover in elephant grass pasture under nitrogen doses and irrigation

ABSTRACT – The research was conducted at the experimental field of Coronel Pacheco – MG, from October 7th, 2003 to January 6th, 2005, in order to evaluate the effect of four doses of nitrogen (100, 300, 500 and 700 kg/ha of N) and six water sheets (0, 20, 40, 80, 100 and 120% of evapotranspiration) over the dry matter production, plants height, percentage of soil covered by elephant grass plants and populational density of basal tillers. The nitrogen doses constituted the plots and the water sheets constituted the subplots, according to the complete randomized blocks experiment with four repetitions. Urea as used as the source of nitrogen, manually thrown, divided into six applications during the experimental period. The irrigations were made according to the soil humidity at 60 cm deep. When the elephant grass reached 1,60 m in one of the plots, it was harvested one sample of fodder from each subplot. The production of dry matter accumulated in the experimental year and during the rainy period increased linearly as much as related to the doses of N as related to the applied water sheets. During the dry period, the production of elephant grass increased linearly with the doses of N, but it had a quadratic behavior with the applied water sheets. The contribution of the dry period to the accumulated production of dry matter (kg/ha) of the entire year did not differ much between the treatments without irrigation and with irrigation, demonstrating that this technique did not alter the seasonal growth of the elephant grass production. It was observed a linear response of the elephant grass plant height related to the doses of N applied and related to the applied water sheets as much as in the experimental year, as in the dry and rainy periods. The soil covered by the elephant grass plants suffered linear influence just from the applied water sheets during the experimental year, not responding to the doses of N. In the dry period, there was no response to the application of doses of N, but the soil covered by the elephant grass plants were influenced in a quadratic way by the applied water sheets. In the rainy period, the soil covered by the elephant grass plants did not suffer any influence either by the doses of N or by the applied water sheets. During the experimental year and during the dry period, the amount of basal tillers released by the elephant grass plants increased linearly

with doses of N and the applied water sheets, and during the rainy period suffered linear influence from the applied water sheets, not responding to the doses of N.

1 - INTRODUÇÃO

Nas pastagens tem-se a forma mais prática e econômica de alimentação de bovinos, constituindo a base de sustentação da pecuária no Brasil. Sabe-se, entretanto, que os resultados econômicos que vêm sendo obtidos pela maioria dos pecuaristas do nosso país, com a produção de bovinos em pastagem, podem ser considerados modestos tendo em vista o seu grande potencial.

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) é uma das espécies forrageiras tropicais que vem se destacando como componente da produção de carne e leite no Brasil, pelo seu elevado potencial de produção e qualidade da forragem. É uma gramínea perene, originária da África e largamente utilizada em função de sua alta capacidade de produção. Propaga-se principalmente de forma vegetativa e apresenta elevado índice de utilização entre as forrageiras tropicais como capineira ou em pastejo rotativo.

Os fatores climáticos mais relevantes a influenciar o crescimento das plantas são a precipitação pluvial, a temperatura e a radiação solar, sendo que a ordem de importância varia de um local para outro e entre as estações do ano.

A estacionalidade da produção constitui um fenômeno que ocorre com a maioria das espécies forrageiras tropicais, sendo determinado, principalmente, pelas limitações de fatores climáticos, bem como pela concentração energética da planta para o estágio reprodutivo. Assim, uma elevada redução na produção forrageira durante o período de inverno é característica marcante na pecuária de corte e de leite na região da Zona da Mata de Minas Gerais, com reflexos negativos sobre a produção animal. Destaca-se entre os fatores responsáveis pela redução da produção forrageira nessa região, a ocorrência de um longo período com baixa intensidade de chuvas e baixas temperaturas durante os meses de maio a setembro na região. Ghelfi Filho (1972) obteve, em cultivo de

capim-elefante cv. Napier irrigado, a produção total anual de cerca de 23.000 kg/ha de MS, que se distribuiu em 76% no verão e 24% no inverno.

A escolha de técnicas para equacionar o problema decorrente da estacionalidade da produção das plantas forrageiras deve ser coerente com o nível tecnológico da exploração pecuária, diferindo principalmente pela necessidade de intensificação de uso das pastagens. Assim, a adoção de técnicas de intensificação do processo seria crescente em consequência do conhecimento técnico e utilização do sistema de produção.

Neste contexto, a irrigação tem sido apontada como uma das estratégias reguladoras da produção e como instrumento para diminuir o efeito da estacionalidade nas pastagens. Resposta quanto ao uso da irrigação para modificação da produção de matéria seca, parece estar mais ligado às condições climáticas presentes no momento do experimento e frequência de irrigação, do que relacionados às características das espécies de gramíneas usadas.

A irrigação associada ao manejo adequado do pasto e a utilização de fertilizantes, explorando o potencial produtivo das espécies forrageiras tropicais, podem promover aumento significativo na produtividade animal, diluindo os custos fixos do sistema de produção (Rolim, 1994).

Um dos fatores do manejo de pastagens que tem provocado aumento nos índices de produtividade na propriedade e melhoria no desempenho econômico tem sido o uso de adubos nitrogenados. Quando a planta cresce num ambiente que não apresenta fatores limitantes para seu desenvolvimento (fertilidade do solo ou climáticos) a resposta à aplicação de adubos nitrogenados é aumentada (Jarvis, 1998).

Entretanto, o uso da adubação nitrogenada estimulando o crescimento das plantas, pode elevar os níveis de perdas se não forem usadas máquinas eficientes para colheita e armazenamento da forragem, ou manejo adequado do pastejo com aumento na taxa de lotação na pastagem. A produção intensiva de forragem ainda pode provocar na planta níveis de exigências em nutrientes mais elevados, no tempo e em quantidade, devido às maiores exportações de nutrientes das áreas de pastagens, através do produto animal (Corsi, 1994).

O maior benefício do nitrogênio (N) vem principalmente de seu efeito positivo sobre o peso dos perfilhos, unidade vegetativa básica, que apresentam folhas maiores, de maior área foliar específica (Wilman & Pearse, 1984).

Para Nabinger & Medeiros (1995) a disponibilidade de N é o fator dominante que controla os processos de crescimento e desenvolvimento da planta, traduzido sobretudo pela maior rapidez de formação das gemas axilares e de iniciação dos perfilhos correspondentes, mas esta iniciação só se manifesta enquanto o índice de área foliar não passar de um valor crítico, alterando a quantidade de luz que chega às gemas mais tardias. Desta forma, os fatores do meio que podem ser favoráveis ao perfilhamento, quando a cobertura vegetal está pouco desenvolvida, podem ter efeito negativo quando a cobertura vegetal está bem desenvolvida porque o índice de área foliar aumenta e conseqüentemente a competição pela luz entre perfilhos. Um déficit de N aumenta o número de gemas dormentes enquanto o nível de nutrição nitrogenada permite o máximo perfilhamento.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da irrigação e das doses de N sobre a produção de matéria seca, altura das plantas, percentagem de solo coberto por plantas de capim-elefante e da densidade populacional de perfilhos basais durante os períodos seco e chuvoso.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Local de realização e duração do experimento

O ensaio foi conduzido no Campo Experimental de Coronel Pacheco – MG, pertencente à Embrapa Gado de Leite, situado a 21° 35” Latitude Sul e a 43° 15” Longitude Oeste, a 435 m de altitude. A região, sob a influência da Mata Atlântica, apresenta clima do tipo Cwa, segundo classificação de Köppen: inverno moderadamente frio e verão quente, com estação chuvosa e seca bem definidas. O período experimental foi de 07 de outubro de 2003 a 06 de janeiro de 2005. Os dados climáticos do período experimental se encontram na Tabela 1.

Tabela 1 – Precipitação pluvial total e temperaturas mínima, média e máxima durante o período experimental em Coronel Pacheco - MG

Mês	Precipitação (mm)	Temperatura (°C)		
		Temperatura mínima	Temperatura média	Temperatura máxima
Outubro/03	154,7	15,9	21,9	27,9
Novembro/03	325,8	18,2	23,3	28,4
Dezembro/03	283,0	19,7	24,7	29,6
Janeiro/04	349,5	19,4	24,0	28,5
Fevereiro/04	440,4	19,4	24,0	28,7
Março/04	215,4	18,4	23,6	28,8
Abril/04	162,9	18,4	23,0	27,5
Mai/04	31,4	14,9	20,1	25,3
Junho/04	39,2	12,1	18,1	24,0
Julho/04	33,9	12,5	17,9	23,2
Agosto/04	0,2	12,5	17,9	23,2
Setembro/04	1,7	14,1	21,7	29,4
Outubro/04	87,3	17,2	22,3	27,3
Novembro/04	194,0	17,9	23,0	28,1
Dezembro/04	538,4	19,6	23,9	28,2

2.2 - Solo da Área Experimental

O experimento foi instalado em área levemente inclinada (6,3% de inclinação), implantado com capim-elefante cv. Napier há aproximadamente 10 anos, cujo solo é classificado como aluvião eutrófico de textura argilosa. As características químicas deste solo em amostras retiradas nas camadas de 0-20 cm e de 20-40 cm são apresentadas na Tabela 2.

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

Camada	pH H ₂ O	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H+Al	Al ⁺³	SB	CTC a pH 7,0	V	Na ⁺	P	K ⁺
	1:2,5	cmol _c /dm ³						%	mg/dm ³		
0-20 cm	5,0	2,1	0,5	4,3	0,1	2,9	7,2	40	32	6,5	51
20-40 cm	5,1	1,6	0,3	3,0	0,1	2,0	5,0	40	12	1,0	16

2.3 - Procedimentos experimentais

O capim-elefante foi avaliado com quatro doses de nitrogênio (100, 300, 500 e 700 kg/ha de N) e seis lâminas de água (0, 20, 40, 80, 100 e 120% da Evapotranspiração).

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

As lâminas de água foram originadas das diferentes distribuições de água a partir do eixo dos aspersores. Para isto, foi utilizado o sistema de irrigação por aspersão com distribuição dos aspersores em linha (“Line Source Sprinkler System”), conforme metodologia descrita por Silva et al. (1981). Este sistema foi desenvolvido para fins experimentais e consiste na aproximação entre os aspersores instalados numa tubulação localizada no centro da área experimental, de modo a se obter grande sobreposição dos jatos de água. A sobreposição dos jatos de água e o arranjo dos aspersores em uma única linha promovem maior precipitação junto à linha de aspersores, e um gradiente decrescente ao longo da direção perpendicular à linha de tubulação, sendo este efeito denominado “Distribuição Triangular da Precipitação”.

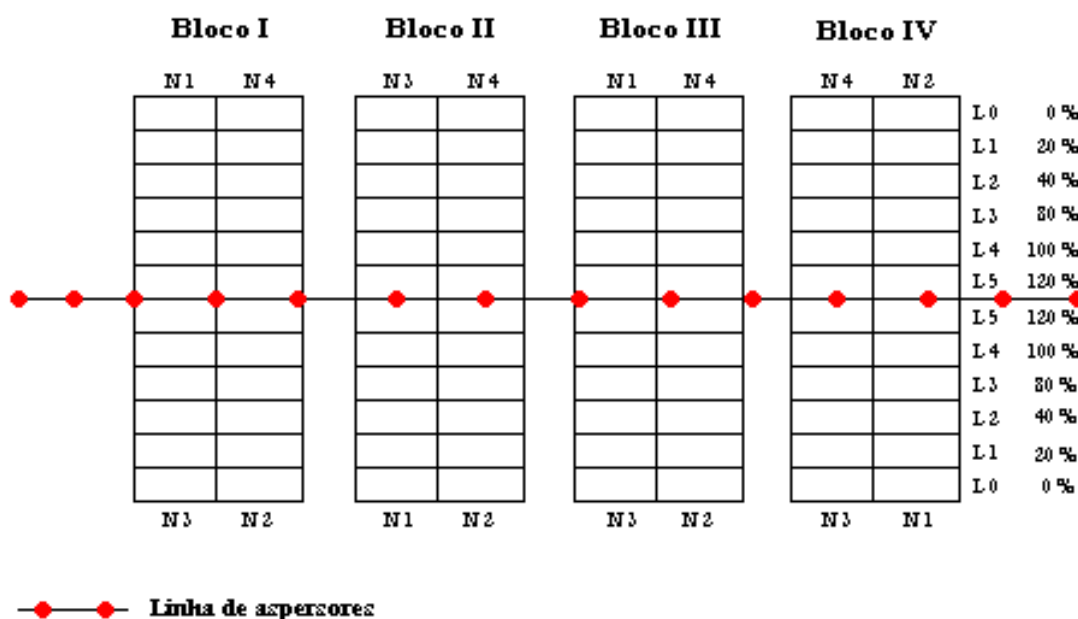


Figura 1 - Representação esquemática do delineamento experimental

A localização das subparcelas experimentais ao longo da direção perpendicular à linha de aspersores permite a obtenção de diferentes lâminas aplicadas, simulando, deste modo, diferentes níveis de irrigação realizados por um sistema convencional de aspersão. Os aspersores foram espaçados de seis metros com um diâmetro molhado de aproximadamente 30 metros.

As subparcelas experimentais foram localizadas à distância de: 0-3, 3-6, 6-9, 9-12, 12-15 e 15-18 m da linha de aspersores, nos níveis de irrigação 120, 100, 80, 40, 20 e 0% da evapotranspiração, respectivamente. Assim, a dimensão de cada subparcela experimental foi de 3 m de largura e 6 m de comprimento, com área de 18 m². Portanto, cada parcela experimental foi formada pelas seis lâminas de água, medindo 6 m de largura por 18 m de comprimento, com área de 108 m², e recebeu uma das doses de nitrogênio 100, 300, 500 ou 700 kg/ha de N, conforme Figura 1.

Como fonte de adubo nitrogenado, utilizou-se a uréia, aplicada a lanço, parcelada em seis aplicações durante o período experimental (10/2003, 11/2003, 03/2004, 05/2004, 08/2004 e 11/2004). Juntamente com a uréia foi adicionado cloreto de potássio na dose de 333,33 kg/ha.ano (200 kg/ha.ano de K₂O).

No dia 07 de outubro de 2003 foi realizado um corte geral de uniformização nas plantas de capim-elefante da área experimental. Uma semana depois foi feita a correção do solo, com a aplicação de 0,1 t/ha de calcário dolomítico (PRNT 100%), a lanço, espalhado uniformemente por toda a área, o que correspondeu à metade da dose recomendada para o caso de incorporação total do calcário na camada de 0 a 20 cm de profundidade, e foram aplicados 50 kg/ha de P_2O_5 , utilizando-se 250 kg/ha de superfosfato simples.

2.4 - Irrigação

A partir do corte de uniformização foram realizadas cinco irrigações, nos dias 05/02/2004, 01/07/2004, 11/08/2004, 25/08/2004 e 08/09/2004 (Figura 2). Estas irrigações foram efetuadas de acordo com a umidade do solo a 60 cm de profundidade, a qual era monitorada semanalmente, por meio de tensiômetros, dispostos estrategicamente na área experimental, em todas as repetições, na parcela que recebeu 300 kg/ha de N e subparcela irrigada com 100 % da evapotranspiração. A irrigação era realizada quando a quantidade de água no solo atingia 50% do total disponível, ou o potencial matricial de água no solo foi de 50 kPa, evitando dessa forma, perdas significativas na produção em função do déficit hídrico. A correspondência entre os valores da tensão hídrica observada nos tensiômetros e a umidade do solo da área experimental, foi estabelecida por meio da análise da curva de retenção da água no solo.

A lâmina de água aplicada foi dada pela equação: $L = CC - Os/10 (Dap \times Pr)$, onde L é a lâmina de água necessária (mm); CC a capacidade de campo; Os o teor de umidade do solo, no momento de irrigar; Dap a densidade aparente (g/cm^3) e Pr a profundidade efetiva do sistema radicular (cm). A medição da lâmina de água aplicada foi feita por coletores, utilizando dois para cada parcela.

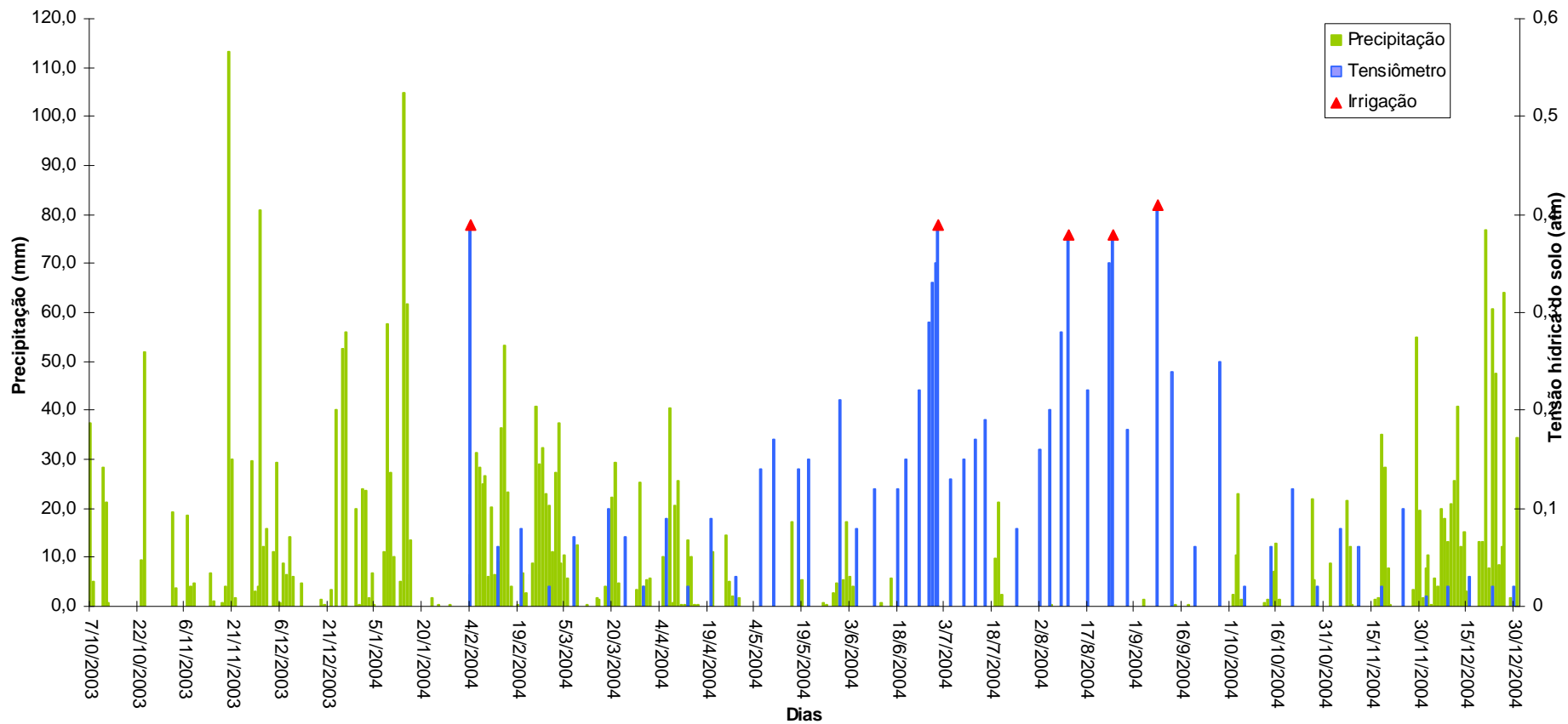


Figura 2 – Precipitação (mm) em todo o ano experimental, tensão hídrica (atm) medida através dos tensiômetros e irrigações realizadas durante o período experimental.

2.5 - Colheita e processamento das amostras

Através de medições periódicas da altura média das plantas nas parcelas, foi controlado o momento das amostragens. Quando o capim-elefante atingiu 1,60 m em uma das parcelas, foi colhida uma amostra de forragem em cada subparcela, delimitada por uma unidade amostral metálica, de forma retangular e tamanho 1,0 x 0,5 m (0,5 m²).

Dentro do quadro amostral foram medidas a altura das plantas, o número total de perfilhos basilares e a percentagem de solo coberto pelas plantas de capim-elefante, quando então foi colhida a forragem através da técnica de simulação de pastejo, deixando um resíduo de mais ou menos 80 cm. Esta técnica consiste em colher, manualmente, forragem com características semelhantes à que seria apreendida pelos animais de cada piquete, geralmente lâmina foliar e parte do pseudocolmo.

Toda a massa verde colhida foi acondicionada em sacos plásticos, devidamente identificados, e levados para o laboratório onde foram pesadas. Em seguida foi retirada uma subamostra, novamente pesada, colocada em saco de papel identificado, e colocada em estufa a 60°C por 72 horas.

Após secagem, as subamostras foram pesadas novamente, moídas e guardadas em vidros com tampa e identificadas, para posterior análise.

Depois da amostragem na área experimental, foram colocadas algumas novilhas para consumirem o remanescente de forragem que não foi colhida, mantendo o pastejo até as plantas atingirem uma altura próxima de 80 cm.

Todo o procedimento descrito anteriormente foi repetido toda vez que o capim-elefante em uma das parcelas atingiu 1,60 m de altura, o que ocorreu nos dias 14/01/2004, 01/03/2004, 29/04/2004, 10/08/2004, 14/10/2004, 10/11/2004 e 06/01/2005.

Para análise dos dados, foram considerados dois períodos, o chuvoso correspondente às avaliações realizadas nos dias 14/01/2004, 01/03/2004, 29/04/2004, 10/11/2004 e 06/01/2005, e o seco nos dias e 10/08/2004 e 14/10/2004.

2.6 - Análises estatísticas

As análises estatísticas dos dados foram realizadas com o auxílio do programa SAEG, versão 8.0. As características avaliadas foram submetidas à análise de variância e posterior análise de regressão, com seleção de modelos lineares significativos até 10% de probabilidade pelo teste F, cujos coeficientes foram testados pelo teste t, separadamente. Para a realização da análise de regressão da produção de matéria seca, utilizou-se a soma da produção do ano todo, do período seco e do período chuvoso. Já para a análise de regressão das demais características (cobertura, número de perfilhos, altura), utilizou-se a média dos valores obtidos durante o ano todo, durante o período seco e período chuvoso.

3 – RESULTADOS

3.1 - Produção de matéria seca acumulada

A produção de matéria seca acumulada durante todo o período experimental aumentou linearmente em função das doses de N ($P < 0,10$) e das lâminas de água aplicadas ($P < 0,01$) (Figura 3). A maior produção acumulada foi de 29.049,04 kg/ha de MS na dose de 700 kg/ha de N e lâmina de água de 120% da evapotranspiração.

Também durante o período chuvoso, a produção do capim-elefante aumentou linearmente com as doses de N ($P < 0,10$) e com as lâminas de água aplicadas ($P < 0,05$) (Figura 3). A maior produção acumulada para este período foi de 21.128,43 kg/ha de MS, com a aplicação de 700 kg/ha de N e lâmina de irrigação que suprisse 120% da evapotranspiração do capim-elefante.

De acordo com a Figura 3 pode-se observar que os efeitos das doses de N e das lâminas de água aplicadas foram maiores durante o período chuvoso em relação a todo o período experimental.

Durante o período seco, a produção do capim-elefante aumentou linearmente com as doses de N ($P < 0,05$), mas teve um comportamento quadrático com as lâminas de água aplicadas ($P < 0,01$) (Figura 3). A maior produção acumulada de capim-elefante alcançada neste período foi 8.066,73 kg/ha de MS, alcançada com 700 kg/ha de N, e lâmina de água máxima estimada de 74,1% da evapotranspiração.

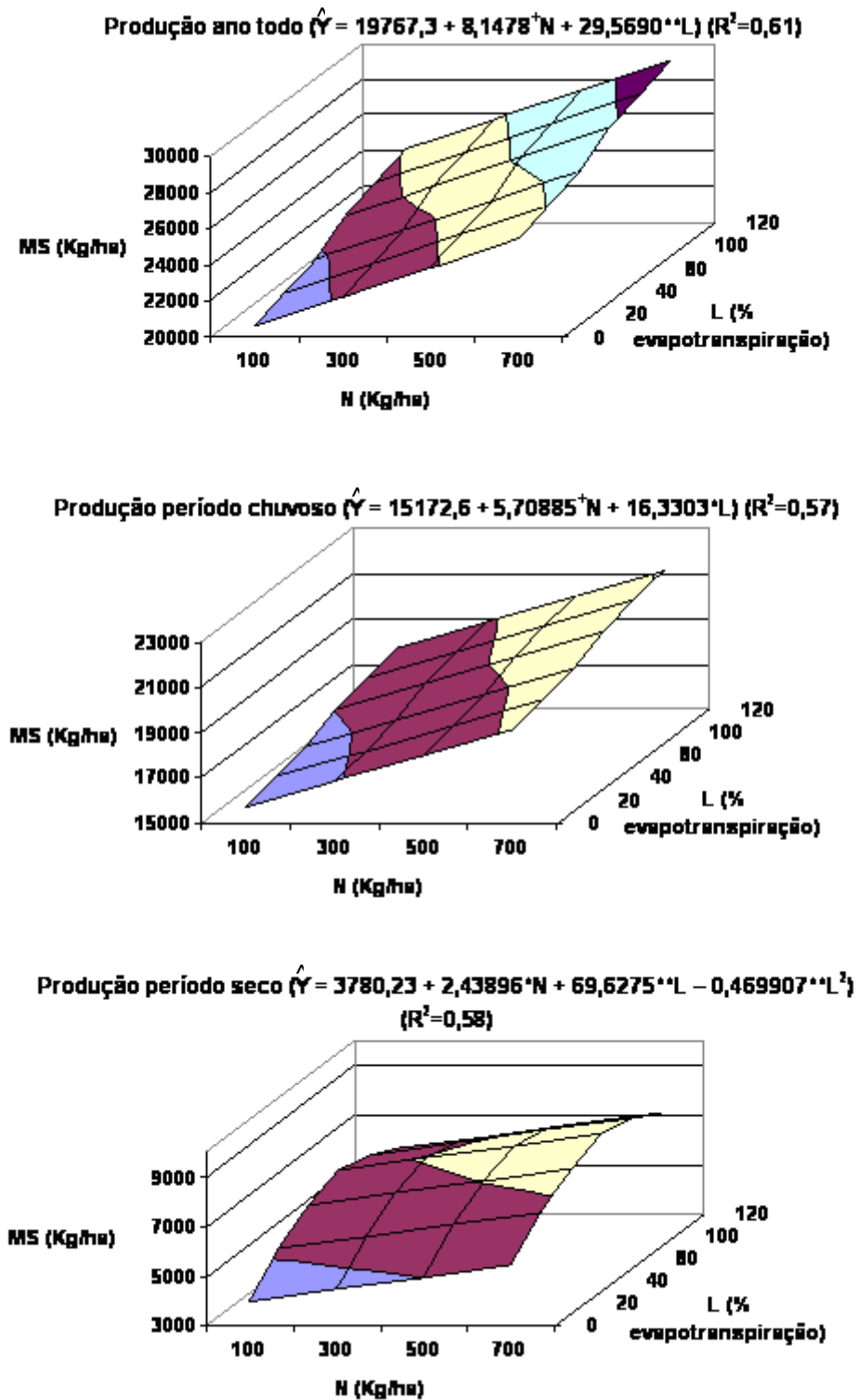


Figura 3 – Estimativa da produção de matéria seca acumulada (kg/ha de MS) em função das doses de N (kg/ha de N) e das lâminas de água aplicadas (% da evapotranspiração), durante todo o período experimental, no período chuvoso e seco.

Apesar de ter havido resposta à aplicação nos diversos níveis de irrigação tanto no período seco quanto no chuvoso, não houve grandes mudanças na estacionalidade de produção, isto é, a contribuição do período seco para a produção acumulada de matéria seca (kg/ha) de todo o período experimental não alterou muito entre os tratamentos sem irrigação e com irrigação (Figura 4).

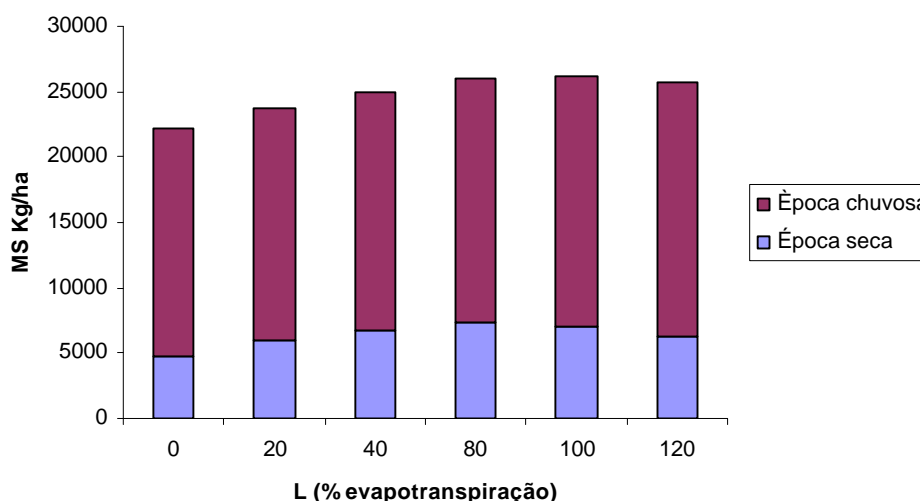


Figura 4 – Produção de matéria seca acumulada (kg/ha de MS) do período seco e do período chuvoso, nas diferentes lâminas de água.

3.2 – Altura das plantas de capim-elefante

Foi observada resposta linear da altura das plantas de capim-elefante em função das doses de N ($P < 0,01$) e lâminas de água aplicadas ($P < 0,001$), tanto em todo o período experimental, quanto nos períodos seco e chuvoso (Figura 5). Nestes casos, a maior altura é atingida com os maiores valores das doses de N e das lâminas de água aplicadas. Como se pode observar na Figura 5, os efeitos das doses de N e das lâminas de água aplicadas foram maiores no período seco, pelo fato dos mesmos intervalos destas variáveis provocarem maiores variações nos valores das alturas.

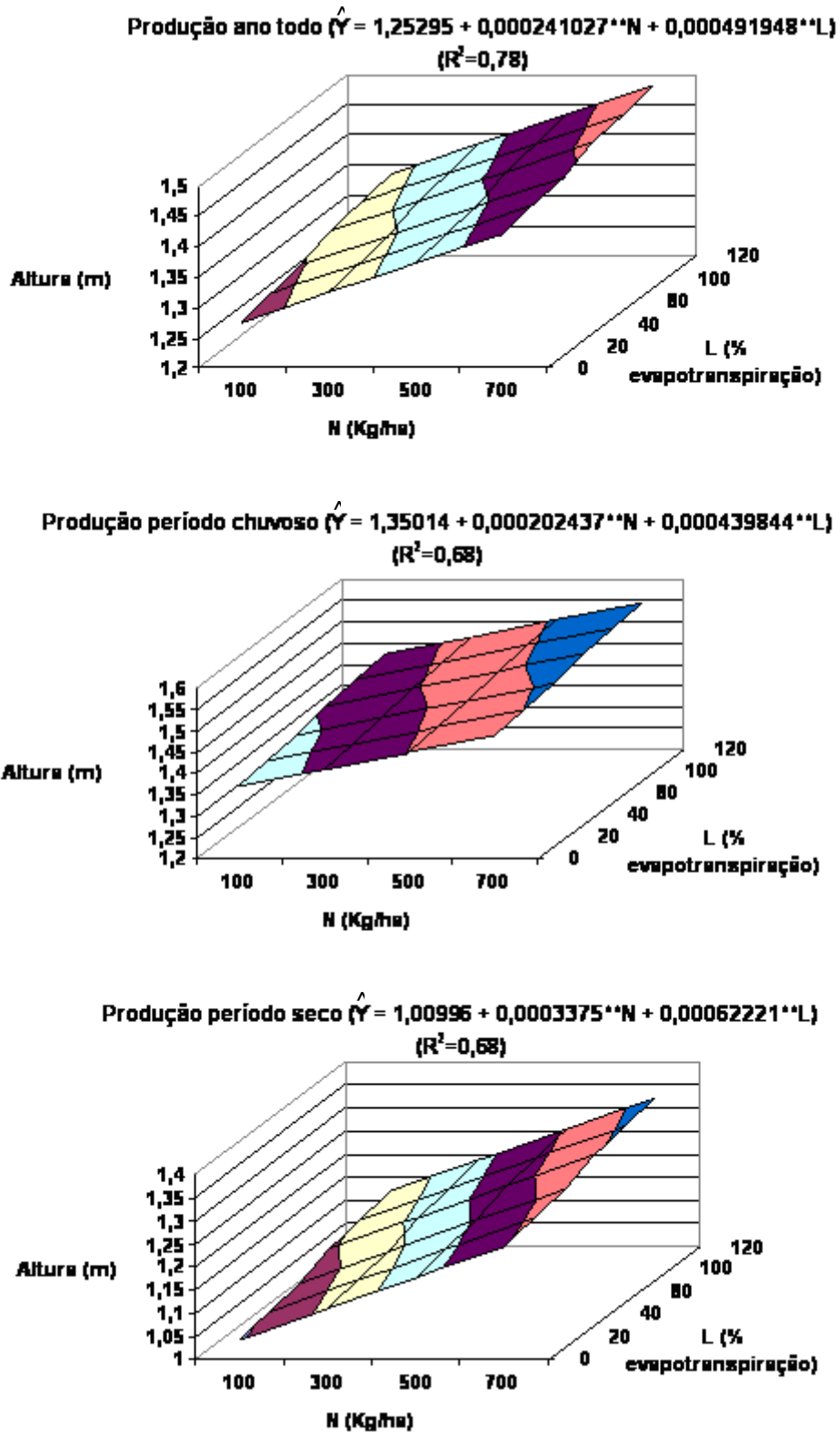


Figura 5 – Estimativa da altura das plantas de capim-elefante (m) em função das doses de N (kg/ha de N) e das lâminas de água aplicadas (% da evapotranspiração), durante todo o período experimental, período chuvoso e seco.

Como o corte do capim-elefante foi efetuado quando as plantas em uma das subparcelas do experimento atingiram a altura média de 1,60 m, os demais tratamentos estiveram sujeitos a variações na altura das plantas, o que foi claramente observado entre o período seco e chuvoso. A média de altura das plantas durante o período seco foi de 1,18 m enquanto no período chuvoso foi de 1,46 m.

3.3 – Cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante

A cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante durante todo o período experimental foi influenciada de forma linear somente pelas lâminas de água aplicadas ($P < 0,05$), não respondendo às doses de N ($P > 0,10$). Assim, aplicando-se a lâmina de 120% da evapotranspiração, conseguiu-se a melhor cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante, que foi de 42,79% (Figura 6).

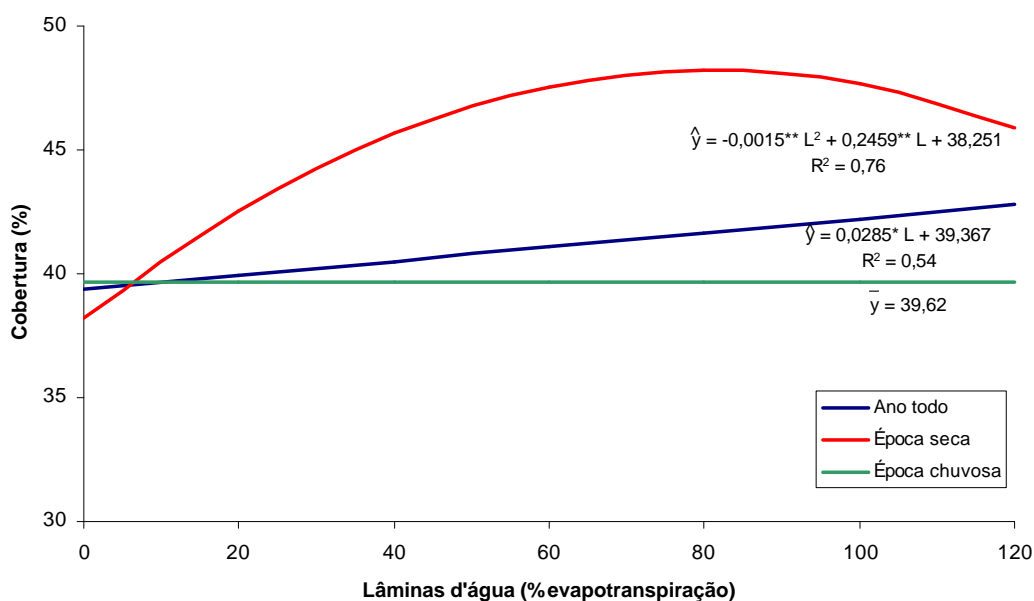


Figura 6 – Estimativa da cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante (%) em função das lâminas de água aplicadas, durante todo o período experimental, período seco e chuvoso.

No período seco, da mesma forma, não houve resposta à aplicação da adubação nitrogenada ($P>0,10$), sendo a cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante influenciada, de forma quadrática, apenas pelas lâminas de água aplicadas ($P<0,01$) (Figura 6), com a máxima cobertura estimada de 48,22%, obtida na lâmina de 81,07% da evapotranspiração.

Já no período chuvoso, a cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante não foi influenciada pela adubação nitrogenada ($P>0,10$) nem pelas lâminas de água aplicadas ($P>0,10$), sendo a cobertura média alcançada neste período de 39,62%.

3.4 - Número de perfilhos basais

Durante todo o período experimental, o número de perfilhos basais emitidos pelas plantas de capim-elefante aumentou linearmente com as doses de N ($P<0,05$) e lâminas de água aplicadas ($P<0,05$) (Figura 7), alcançando 56,76 perfilhos/ $0,5\text{m}^2$ quando foram aplicados 700 kg/ha de N e lâmina de água de 120% da evapotranspiração.

No período seco, o número de perfilhos também foi influenciado pelas doses de N ($P<0,05$) e pelas lâminas de água aplicadas ($P<0,01$) (Figura 7). Com a adubação de 700 kg/ha de N e aplicando 120% da evapotranspiração, foi alcançado também neste período o maior valor, 68,49 perfilhos/ $0,5\text{m}^2$.

Durante o período chuvoso, o número de perfilhos somente sofreu influência linear das lâminas de água aplicadas ($P<0,05$), não respondendo à adubação nitrogenada ($P>0,10$) (Figura 8). O resultado alcançado com a lâmina de água de 120% da evapotranspiração foi de 50,29 perfilhos/ $0,5\text{m}^2$.

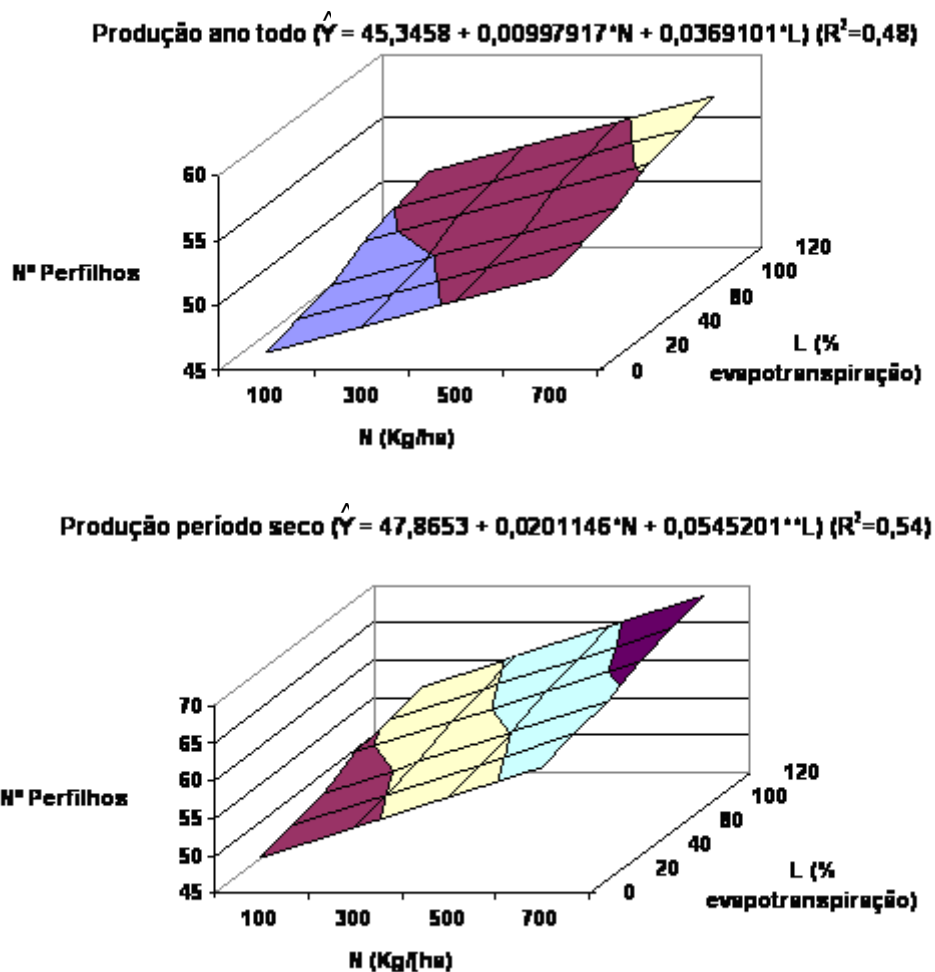


Figura 7 – Estimativa do número de perfilhos por 0,5 m² em função das doses de N (kg/ha de N) e das lâminas de água aplicadas (% da evapotranspiração), durante todo o período experimental e período seco.

Durante o período seco, as plantas de capim-elefante apresentaram um maior número médio de perfilhos/0,5 m², em compensação, a altura média dessas plantas foi menor. Já durante o período chuvoso, ocorreu o inverso, as plantas de capim-elefante apresentaram um menor número médio de perfilhos/0,5 m², compensados por uma maior altura média dessas plantas (Tabela 3).

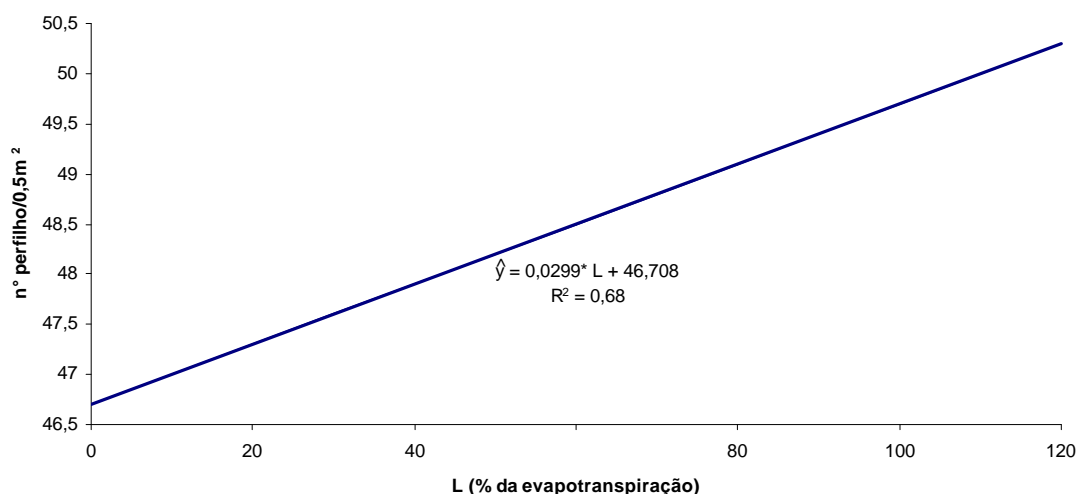


Figura 8 – Estimativa do número de perfis por 0,5 m² em função das lâminas de água aplicadas (% da evapotranspiração), durante o período chuvoso.

Tabela 3 – Altura (m) e número de perfis basais por 0,5 m² das plantas de capim-elefante, em função das lâminas de água aplicadas durante todo o período experimental, período chuvoso e seco

Lâmina de água	Período total	Época chuvosa	Época seca	Período total	Época chuvosa	Época seca
	Altura (m)			Perfis/0,5 m ²		
0	1,35	1,43	1,14	49,34	46,71	55,91
20	1,36	1,44	1,16	50,08	47,31	57,00
40	1,37	1,45	1,17	50,81	48,50	58,09
80	1,39	1,47	1,19	52,29	49,10	60,27
100	1,40	1,48	1,21	53,03	49,69	61,36
120	1,41	1,48	1,22	53,77	50,29	62,45
Média	1,38	1,46	1,18	51,55	48,60	59,18

4 – DISCUSSÃO

4.1 - Produção de matéria seca acumulada

4.1.1 – Adubação nitrogenada

A produção anual total, do período chuvoso e do período seco, aumentou linearmente com a adubação nitrogenada (Figuras 3). Resultados semelhantes foram encontrados por Mistura (2004), Andrade et al., (2003) e Lopes et al., (2003), entretanto, a maior dose de N aplicada em todos os trabalhos citados foi de 400 kg/ha. Vicente-Chandler et al., (1959b) estudando os efeitos da adubação nitrogenada (até 2.240 kg/ha de N) na produção do capim-elefante cv. Napier, relataram aumento da produção de forragem em doses mais elevadas que 900 kg/ha de N.

A maior disponibilidade de forragem com a adubação pode ser atribuída principalmente aos efeitos do N que promove elevação nas taxas de reações enzimáticas e químicas no metabolismo da planta. Segundo Colozza et al. (2000), maior teor de clorofila nas folhas ocorre em plantas com maior disponibilidade de N, o que aumenta a oferta de fotoassimilados e influenciam as características morfogênicas e estruturais do relvado, tais como o tamanho e o número de perfilhos. Aumentos de produção de gramíneas forrageiras em decorrência da aplicação do nitrogênio também foram observados por Mistura (2004), Alvim et al. (2003), Lopes et al. (2003), Vitor (2002), Paciullo et al. (1998) e Vicente-Chandler (1959a, b).

As eficiências de resposta ao N, alcançadas no presente estudo foram de 8,14 kg de MS por kg de N aplicado ao longo do ano, 5,71 kg de MS por kg de N aplicado durante o período chuvoso e 2,43 kg de MS por kg de N aplicado durante o período seco.

Com exceção do período chuvoso, estes resultados são superiores aos alcançados por Andrade et al. (2003), que encontraram produção de 2,86 kg MS/kg N, com a mesma cultivar. Entretanto, são inferiores que os valores obtidos por Vicente-Chandler et al. (1959b) que encontraram, para o capim-elefante cv. Napier, eficiências de 47,3 e 53,9 kg MS/kg N, respectivamente, para as doses de 224 e 448 kg/ha de N. Esse autor relata que o experimento foi desenvolvido em condições de 1.500 a 2.000 mm de chuvas anuais, relativamente bem distribuídas, e de temperaturas médias mensais situadas entre 21 e 27°C. A boa disponibilidade de fatores de crescimento durante todo o ano certamente contribuiu para as altas eficiências obtidas no referido trabalho.

A resposta à adubação nitrogenada é dependente de diversos fatores, dentre os quais podemos destacar além da dose de adubo por aplicação, a fonte do nutriente e as condições climáticas no momento da aplicação (Van Raij, 1991). A esse respeito, Cantarella et al. (2001) avaliaram, em pastagens de Coastcross, as perdas de amônia por volatilização em quatro doses de nitrogênio (25, 50, 100 e 200 kg/ha.corte), em função de duas fontes de adubo nitrogenado, uréia e nitrato de amônio. No total, foram efetuados cinco cortes no período chuvoso do ano. Em média, de cada 200 kg/ha de nitrogênio aplicados após cada corte, foram perdidos por volatilização, 62,8 e 8,0 kg, quando se utilizou a uréia e o nitrato de amônio, respectivamente. Em condições climáticas adversas, como por exemplo, a ausência de precipitação durante três dias após a aplicação, as perdas de N, ao se utilizar a uréia, alcançaram 53,5% do total aplicado. Assim, pode-se inferir que ao se utilizar a uréia, a resposta das forrageiras à adubação nitrogenada é subestimada, especialmente no período seco, pois na realidade, parte significativa do N aplicado pode ser perdida por volatilização, não se tornando disponível às plantas. Ainda segundo Cantarella et al. (2001), o uso da irrigação não ameniza necessariamente as perdas por volatilização, podendo inclusive incrementá-las se for mal dimensionada. A intensidade da volatilização da amônia aumenta quando a umidade da superfície do solo encontra-se acima da capacidade de campo, pois esta condição favorece a hidrólise da uréia. Ao contrário, a irrigação efetuada nos três primeiros dias após a adubação, diminui as perdas de N, ao incorporar a uréia no solo.

Os resultados sugerem que a produção do capim-elefante incrementa com o uso da adubação nitrogenada, especialmente em condições adequadas de umidade do solo. No entanto, o capim-elefante responde à aplicação de doses muito superiores às consideradas economicamente viáveis (Carrasco et al., 2000).

4.1.2 – Lâmina de água

A precipitação total no ano experimental foi de 2.094,3 mm, sendo que destes, aproximadamente 1.947,4 mm (93%) foram no período chuvoso e 146,9 mm (7%) no período seco.

Apesar de toda a chuva que ocorreu durante o período chuvoso, esta precipitação não foi uniformemente distribuída. Entre os meses de janeiro e fevereiro de 2005, houve um período de estiagem de quase 30 dias (Figura 2), caracterizando um período de veranico, quando foi necessária a irrigação. Devido a esta irrigação, o capim-elefante submetido à maior lâmina de água aplicada produziu 39% a mais de MS acumulada em relação ao tratamento sem irrigação durante este período, resultando em uma resposta linear da produção de MS acumulada com as lâminas de água aplicadas. Bernardino et al. (2004) observaram que o uso da irrigação durante os períodos de veranico elevou em cerca de 30% a produção acumulada do período chuvoso dos capins elefante e mombaça.

Entretanto, a prática da irrigação no período das águas deve ser baseada em alguns critérios, para que não haja aumentos de custos e queda na produção de MS, como foi observado por Maldonado et al. (1997). Esses autores, estudando a aplicação de quatro lâminas de água (0, 40, 80 e 120% da quantidade de água evaporada no tanque “Classe A”) para duas cultivares de capim-elefante no verão, obtiveram resposta quadrática na produção de MS para as duas cultivares, verificando que com as maiores lâminas de água irrigada, as cultivares apresentaram menores produções, provavelmente devido ao excesso de umidade, da falta de aeração do solo e da possível lixiviação de nutrientes.

No período seco, as chuvas foram menos freqüentes e menos intensas do que no período chuvoso (165,5 mm). Assim, em determinados períodos, o

acúmulo de valores negativos para o balanço hídrico reduziu a níveis críticos o teor de umidade do solo, determinando a realização de quatro irrigações durante este período (Figura 2) com resposta quadrática da produção de matéria seca acumulada, sendo a máxima produção estimada na lâmina aplicada de 74,09% da evapotranspiração.

Entretanto, mesmo havendo resposta de produção entre as lâminas de água aplicadas, a manutenção da umidade do solo em níveis adequados não resultou em uma diminuição substancial da estacionalidade da produção anual da forrageira. Isto provavelmente foi devido a outros fatores ambientais ocorridos durante o período seco, notadamente a temperatura, que não foi favorável ao crescimento do capim-elefante.

Segundo Jones (1985), a temperatura média do ar ideal para o acúmulo de matéria seca situa-se entre 30 a 35 °C, sendo o crescimento severamente reduzido quando inferiores a 20 °C. Os efeitos da temperatura mínima sobre o potencial produtivo de capim-pangola (*Digitaria decumbens*) foram pesquisados por McCloud (1963), que observou que quando a temperatura noturna diminuiu de 30°C para 20°C e posteriormente para 10°C, houve redução da produção de matéria seca nessa forrageira em 25% e 44,5%, respectivamente. A manutenção da temperatura em 10°C proporcionou produção relativa de 21% daquela obtida a 30°C.

Percebe-se, portanto, que no atual estudo durante os meses de maio a setembro, as temperaturas mínimas no local do experimento foram inferiores a 15°C, devendo ser o principal fator que limitou a capacidade de produção do capim-elefante.

Mistura (2004), trabalhando com capim-elefante irrigado em Viçosa – MG, concluiu que no período seco, temperaturas mínimas próximas a 14°C foi o fator que mais limitou a resposta das plantas à irrigação. Resultados semelhantes foram obtidos por Marcelino et al. (2003), utilizando Tifton 85 e *Brachiaria brizantha* no período de maio a agosto, quando as baixas temperaturas e dias curtos foram preponderantes para a ausência de efeito da irrigação. Também Ito & Inanga (1998) constataram redução no crescimento ao estudar o efeito de pré-tratamentos com temperatura controlada sobre o crescimento de capim-elefante em baixas temperaturas (15/12°C dia e noite).

A produção de matéria seca acumulada de capim-elefante durante o ano experimental foi incrementada tanto no período seco quanto no chuvoso, apresentando resposta linear às lâminas de água aplicadas. Isto significa que durante o ano, o tratamento que apresentou maior produção de matéria seca acumulada foi o de 120% da evapotranspiração.

4.2 – Altura das plantas de capim-elefante

4.2.1 – Adubação nitrogenada

A altura da planta é uma característica estrutural influenciada pela disponibilidade de nutrientes, notadamente o N (Chapman & Lemaire, 1993). Desta maneira era esperado o aumento da altura da planta de capim-elefante com a adubação nitrogenada, pois o nitrogênio auxilia a formação de folhas, além de favorecer o rápido crescimento das plantas. O nitrogênio é o principal componente do protoplasma, depois da água. A proteína protoplasmática tem função catalítica além de orientar o metabolismo celular. Atua ainda em diversos processos metabólicos, fazendo parte da constituição de hormônios, e interfere diretamente no processo fotossintético além da sua participação na constituição da molécula de clorofila (Sallisbury & Ross, 1969). Vale ressaltar entretanto, que aumento nas doses de N aplicado, sem um adequado ajuste no manejo do pastejo, pode levar a um aumento na senescência e ao acúmulo de material morto na pastagem.

Foi observado que a altura média alcançada durante o período chuvoso (1,46 m) foi bem superior à altura média alcançada durante o período seco (1,18 m), mostrando mais uma vez que, se a temperatura for limitante ao crescimento das plantas tropicais, mesmo com altas doses de fertilizantes e suprimento de água adequado, não se consegue produzir forragem em quantidade igual a do período sem adversidade climática.

4.2.2 – Lâmina de água

A irrigação proporcionou melhores condições para o crescimento das plantas de capim-elefante, visto que quanto maior a lâmina aplicada, mais alta

ficou a forrageira no momento do corte. Este fato ocorreu tanto no período chuvoso quanto no seco.

Como já foi mencionado, o momento do corte das parcelas se deu de acordo com a altura, isto é, quando a primeira subparcela atingiu a altura média de 1,60 m. Assim sendo, todas as outras subparcelas ficaram sujeitas a variação na altura das plantas do capim-elefante, tendo sido observado claramente redução da altura dessas plantas com a diminuição da lâmina de água aplicada. Este resultado sugere que com o uso adequado da irrigação, o capim-elefante atinge altura de corte mais rapidamente, ou seja, seu ciclo de crescimento é reduzido, podendo-se elevar o número de ciclos de pastejos ou cortes durante o ano.

Outra observação importante é a diferença da altura das plantas do capim-elefante entre os períodos do ano. A altura média alcançada durante o período das águas, 1,46 m, foi bem superior à altura média do período seco, 1,18 m. Isto ratifica que mesmo com níveis adequados de água no solo, outros fatores ambientais influenciaram no crescimento das plantas. A temperatura mínima durante o período seco, com frequência abaixo de 15°C (Tabela 1), que segundo Magalhães (1985) é o valor mínimo exigido pelas forrageiras tropicais para seu ótimo crescimento, foi determinante para a menor altura do capim-elefante.

4.3 – Cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante

4.3.1 – Adubação nitrogenada

Mesmo com as maiores doses de N a cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante não foi alterada, isto provavelmente ocorreu porque há uma prioridade na planta de ganho em massa de perfilho, em detrimento do número de perfilhos por planta. Segundo Bullock (1996), quando há rápido crescimento devido à grande quantidade de adubo aplicado, os perfilhos se tornam grandes para atingirem o topo do dossel e captarem a luz incidente e, portanto, a relação lâmina/colmo apresenta sensível queda, com forte alocação de carbono em estruturas de sustentação. Zarroug & Nelson (1980) afirmam que os dois componentes do peso da planta, número e peso de perfilhos, variam

inversamente, por este motivo é freqüente observar-se que plantas mais pesadas apresentam menor população de perfilhos.

Para uma planta que evita sombreamento, existe um claro valor adaptativo em alocar seus recursos nutricionais em direção a um crescimento mais rápido quando ela é sombreada por outra planta. Seguindo este caminho, ela pode aumentar suas chances de crescer acima do dossel e captar uma maior quantidade de luz não filtrada, fotossinteticamente ativa. O custo para favorecer o alongamento do perfilho é usualmente reduzir a área foliar e o número de perfilhos, mantendo assim a cobertura do solo. Pelo menos a curto prazo, essa adaptação ao sombreamento parece funcionar.

4.3.2 – Lâmina de água

Com o aumento da lâmina de água aplicada melhor foi a cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante durante o ano todo (Figura 6). Essa característica está diretamente relacionada com o aumento do número de perfilhos basais (Figura 7), que também ocorreu durante o ano todo. O maior número de perfilhos basais aumentou o diâmetro das touceiras, e conseqüentemente reduziu a área de solo descoberto.

O resultado encontrado para a subparcela sem irrigação foi 39,36% da área de solo coberta pelas plantas do capim-elefante, valor inferior ao encontrado por Xavier et al. (2001), Cóser et al. (1998ab, 1999), em torno de 50%. Entretanto, nos estudos citados, as pastagens foram estabelecidas para os experimentos, diferentemente do estudo atual, onde a pastagem utilizada já tinha sido estabelecida há mais de 10 anos, o que pode ter sido o motivo para os baixos valores de cobertura encontrados.

Com a irrigação, a área do solo coberta pelas plantas de capim-elefante aumentou até a maior lâmina aplicada, 120% da evapotranspiração, alcançando 42,79% de cobertura no ano todo, ainda assim inferior ao resultado alcançado pelos autores citados acima, próximo de 50% de cobertura.

No período chuvoso, a ausência de resposta das lâminas de água aplicadas na cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante, pode ter sido devido ao excesso de precipitação (2.200 mm) no período.

Já no período seco, a resposta da cobertura do solo pelo capim-elefante em função das lâminas de água aplicadas foi quadrática (Figura 6), sendo a máxima cobertura estimada de 48,22%, alcançada na lâmina de 81,07% da evapotranspiração. Ainda assim, a cobertura alcançada no período seco não se igualou à cobertura média de 50% relatada por Cóser et al. (1998ab, 1999) com capim-elefante não irrigado.

4.4 – Número de perfilhos basais

4.4.1 – Adubação nitrogenada

Durante o ano experimental, o número de perfilhos basais foi influenciado pelas doses de N. De fato, segundo Werner & Haag (1986), dentre todos os nutrientes o N parece ser o que exerce maior influência sobre o perfilhamento, como foi comprovado por Zimmer et al. (1999), que estudando os capins aruana e vencedor, observaram aumento no perfilhamento das duas forrageiras com a adubação nitrogenada. Entretanto, resultados contrários foram encontrados por Addison et al. (1985) e Cecato et al. (1994), trabalhando com outras gramíneas forrageiras, quando observaram que à medida em que se aumentaram as quantidades de N aplicado à pastagem houve uma redução do número total de perfilhos (NTP) e do número de perfilhos vivos (NPV). Já Lavres Jr. & Monteiro (2003) e Garcez Neto et al. (2002) encontraram efeito quadrático positivo no número de perfilhos em função das doses de N aplicadas, resultado semelhante ao encontrado por Braga et al. (2004), em capim-mombaça, onde o número de perfilhos cresceu somente até o máximo de 406 kg/ha de N, permanecendo constante na dose de 500 kg/ha de N. Com o aumento do suprimento de N, o número de perfilhos cresce (Langer, 1963), porém esse efeito tende a diminuir, pois muitos perfilhos têm vida curta devido à competição que ocorre no dossel devido ao aumento do IAF, o que acarreta paralisação precoce do perfilhamento (Nabinger & Medeiros, 1995).

Durante o período chuvoso, a menor dose de N aplicada neste estudo, 100 kg/ha parece já ter sido suficiente para atingir o perfilhamento basal máximo do capim-elefante, numa situação onde a temperatura foi ótima para o crescimento desta gramínea. Resultado semelhante foi encontrado por Mistura

(2004) também no período chuvoso, em que o aumento da adubação nitrogenada não afetou o número de perfilhos basais decapitados e não decapitados. O fornecimento de N pode acelerar o processo de crescimento e, conseqüentemente, pode proporcionar maior sombreamento, estabilizando o número de perfilhos (Langer, 1979).

Durante o período seco, mesmo com as temperaturas de inverno limitando o crescimento do capim-elefante, a adubação nitrogenada aumentou o perfilhamento basal, como também foi relatado por Zimmer et al. (1999). Entretanto, Mistura (2004) não encontrou efeito da adubação nitrogenada sobre o perfilhamento do capim-elefante no período seco, o que decorreu, segundo o autor, ao fato da forrageira já ter sido estabelecida há certo tempo, e vinha sendo avaliada sob alto nível tecnológico de adubação, tendo estabilizado a comunidade de perfilhos e limitado o efeito da aplicação das doses de N.

4.4.2 – Lâmina de água

A resposta linear do número de perfilhos basais em relação às lâminas de água aplicadas, tanto em relação ao ano todo, quanto nos períodos chuvoso e seco estão de acordo com os resultados encontrados por Botrel et al. (1991), que estudando os efeitos da irrigação sobre algumas cultivares de capim-elefante também encontraram uma tendência de maior perfilhamento com o incremento de água no sistema. De fato, segundo Langer (1963), os principais fatores ambientais que afetam o perfilhamento são a temperatura, luz, nutrição mineral e suprimento de água.

Os valores de número de perfilhos encontrado neste estudo (Figuras 7 e 8), se comparam aos encontrados por Botrel et al. (1991) na média das cultivares de capim-elefante irrigado, que foi de 85 perfilhos/m². Já em relação aos resultados obtidos pelo mesmo autor, em outro estudo (Botrel et al., 1998), os valores de número de perfilhos basais são superiores aos 35 perfilhos/m² obtidos em sistema de pastejo simulado em capim-elefante já estabelecido.

Durante o período chuvoso, o número médio de perfilhos (48,60 perfilhos/0,5 m²) foi inferior ao número médio de perfilhos do período seco (59,18 perfilhos/0,5 m²). Este resultado é interessante se comparado aos dados referentes à altura das plantas de capim-elefante (Tabela 3). Pode-se observar

que durante o período seco, as plantas de capim-elefante atingiram uma altura média menor, em compensação apresentaram um maior número médio de perfilhos/0,5 m². Já durante o período chuvoso, o inverso ocorreu, as plantas de capim-elefante atingiram uma maior altura média, compensada por um menor número médio de perfilhos/0,5 m².

Segundo Lemaire & Chapman (1996), a planta forrageira busca se condicionar às adversidades por meios que visem assegurar sua perenidade e eficiência fotossintética. O principal componente estrutural do dossel forrageiro sensível a essas adaptações é o índice de área foliar (IAF), e uma comunidade de plantas pode otimizá-lo de diversas maneiras. O aumento no IAF pode causar alteração no ambiente luminoso dentro do dossel, modificando algumas variáveis morfogênicas de perfilhos individuais, como a taxa de aparecimento de folhas (TApF) e a taxa de perfilhamento e, conseqüentemente, mudar também as características estruturais do pasto como a densidade e a altura dos perfilhos (Deregibus et al., 1983). A otimização do IAF de um dossel cuja altura dos perfilhos é mantida baixa, como é o caso do período seco, com temperaturas de crescimento sub-ótimas, é alcançado por um grande número de perfilhos pequenos (Matthew et al., 2000). Por outro lado, em situações climáticas ótimas para o crescimento de forrageiras tropicais, como foi o caso do período chuvoso, o IAF é mantido com um pequeno número de perfilhos maiores.

5 – CONCLUSÕES

- A adubação nitrogenada incrementa linearmente a produção de capim-elefante até a dose aplicada de 700 kg/ha.ano de N, sendo esta também a dose que proporciona maior perfilhamento basal e altura das plantas, enquanto a cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante não é influenciada pela adubação nitrogenada.
- As lâminas de água aplicadas durante o período seco influenciam positivamente a produção de matéria seca, cobertura do solo pelas plantas, perfilhamento basal e altura das plantas do capim-elefante, porém não altera a estacionalidade de produção.
- Durante o período chuvoso, a irrigação em complementação ao déficit hídrico também influencia positivamente a produção de MS, a altura das plantas de capim-elefante e o seu perfilhamento basal, entretanto não influencia a cobertura do solo pelas plantas de capim-elefante.

6 – LITERATURA CITADA

- ADDISON, K.B.; CAMERON, D.G.; BLIGHT, G.W. Effects of three levels of nitrogen and mowing on pasture and animal production from spring/summer grazed *Panicum maximum* var. trichoglume green panic pastures. **Tropical Grassland**, v. 19, n. 2, p. 59-65, 1985.
- ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A.; REZENDE, H. et al. Avaliação sob pastejo do potencial forrageiro de gramíneas do gênero *Cynodon*, sob dois níveis de nitrogênio e potássio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.1, p.47-54, 2003.
- ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; QUEIROZ, D.S. et al. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. Cv. Napier). **Ciência e Agrotecnologia**, edição especial, p.1643-1651, dez, 2003.
- BERNARDINO, M.L.; 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.
- BOTREL, M.A.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. Efeito da irrigação sobre algumas características agronômicas de cultivares de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.26, v.10, p.1731-1736, 1991.
- BOTREL, M.A.; PEREIRA, A.V.; XAVIER, D.F. et al. Avaliação de novos clones de capim-elefante, para utilização sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu, 1998. p.489-491. Forragicultura, 2, 1998.
- BRAGA, G.J.; LUZ, P.H.C.; HERLING, V.R. et al. Resposta do capim-mombaça a doses de nitrogênio e a intervalos de corte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v.26, n.1, p.123-128, 2004.
- BULLOCK, J.M. Plant competition and populations dynamics. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Eds.). **The Ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB Internacional, p.69-100. 1996.

- CANTARELLA, H.; CORRÊA, L.A.; PRIMAVESI, A.C. et al. Perdas diárias de amônia por volatilização, de duas fontes de adubo nitrogenado aplicadas na superfície de pastagem de capim-coastcross (*Cynodon* spp.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. 1 CD ROM.
- CARRASCO, E.; LOPEZ, R.G.; MARTINEZ, O. et al. Comparación entre el pasto Cuba CT 115 (*Pennisetum purpureum*) y el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en la producción de leche bovina. Nota técnica. **Revista Cubana Ciencia Agrícola**, n.34, p.115-118, 2000.
- CECATO, U.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E.B. Freqüência de cortes, níveis e formas de aplicação de nitrogênio sobre a produção e taxa de crescimento do capim-aruaana (*Panicum maximum* Jacq cv. Aruana). **Revista Unimar**, v. 16, n. 3, p. 261-291, 1994.
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M.J. (Ed.) **Grasslands for our world**. SIR Publishing Wellington, p.55-64, 1993.
- COLOZZA, M.T.; KIEHL, J.C.; WERNER, J.C. et al. Produção de matéria seca, concentração de nitrogênio e teor de clorofila em *Panicum maximum* cv. Aruana adubado com nitrogênio. In: REUNION LATINOAMERICANA DE PRODUCCION ANIMAL Y III CONGRESO URUGUAYO DE PRODUCCION ANIMAL, 16., Montevideo, 2000. **Anais...** Montevideo, Uruguay: Asociacion Latinoamericana de Produccion Animal (ALPA), 2000, Forrageiras, (CD-ROOM).
- CORSI, M. Adubação nitrogenada das pastagens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. DE; FARIA, V. P. de (Ed.). **Pastagens** : fundamentos da exploração racional. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, p.121-153. (Série Atualização em Zootecnia, 10), 1994.
- CÓSER, A.C.; DERESZ, F.; MARTINS, C.E. Período de utilização de capim-elefante em pastagens. **Informe Agropecuário**, v.3, n.25, p.33-35, 1998a.
- CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; ALVIM, M.J. et al. Altura da planta e cobertura do solo como estimadores da produção de forragem em pastagem de capim-elefante. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, n.27, v.4, p.676-680, 1998b.
- CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; FONSECA, D.M. et al. Efeito de diferentes períodos de ocupação da pastagem de capim-elefante sobre a produção de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.5, p.861-866, 1999.
- DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J.J. et al. Effects of light quality on tiller production in *Lolium* spp. **Plant Physiology**, v.72, n.3, p.900-902, 1983.
- GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A.J. et al. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça

sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.5, p. 1890-1900, 2002.

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

ITO, K; INANGA, S. Studies on dry matter production of Napier grass. IV. Direct and after effects of temperatures on leaf growth and dry matter production. **Japanese Journal of Crop Science**, Tokio, v.57, p.699-707, 1988.

JARVIS, S.C. Nitrogen management and sustainability. In: CHERNEY, J. H.; CHERNEY, D.J.R. (Ed.). **Grass for dairy cattle** New Yorker: CAB Publ., cap.7, p.161-192, 1998.

JONES, C. A. **C₄ grasses and cereals: Growth, development and stress response**. New York: John Wiley & Sons. 419p, 1985.

LANGER, R.H.M. Tillering in herbage grasses. **Herbage Abstrat**, v.33, n.3, p.141-148, 1963.

LANGER, R.H. **How grasses grow**, ed.2. (Institute of Biology. Studies in biology), 34, 1979.

LAVRES Jr., J.; MONTEIRO, F. A. Perfilhamento, área foliar e sistema radicular do capim-mombaça submetido combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.**, Viçosa, v.32, n.5, p.1068-1075, 2003.

LEMAIRE, E.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, I., ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. p.3-36, 1996.

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

MALDONADO, H.; DAHER, R.F.; PEREIRA, A.V. et al. Efeito da irrigação na produção de matéria seca do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) em Campos dos Goytacazes, RJ. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Juiz de Fora, 1997. **Anais...** Juiz de Fora:SBZ, 1997.

MAGALHÃES, A.C.N. Fotossíntese. In: FERRI, M.G. (Ed.). **Fisiologia vegetal**. 2.ed. São Paulo: EPU, p.117-166, 1985.

MARCELINO, K.R.A.; VILELA, L.; LEITE, G.G. et al. Manejo da adubação nitrogenada e de tensões hídricas sobre a produção de matéria seca e índice de área foliar de Tifton 85 cultivado no Cerrado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.2, p.268-275, 2003.

- MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K. et al. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRE, G., HODGSON, J., MORAES, A., et al. (Ed.) **Grassland Ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing, cap.7, p.127-150, 2000.
- McCLOUD, D.E. **Temperature responses of some subtropical forage grasses**. In: Conference of pastures and forages, São Paulo, 1963. Rome: FAO, 1963.
- 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.
- NABINGER, C.; MEDEIROS, R. B. Produção de sementes de *Panicum maximum* Jacq. SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE PASTAGENS, 12., Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.59-128, 1995.
- PACIULLO, D.S.; GOMIDE, J.A.; RIBEIRO, K.G., Adubação Nitrogenada do Capim-elefante cv. Mott. 1. Rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n.6, p.1069-1075, 1998.
- ROLIM, F.A. Estacionalidade de produção de forrageiras. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de; FARIA, V.P. de (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, p. 533-565, 1994.
- SALLISBURY, F.B.; ROSS, C. **Plant physiology**. Wadsworth Publishing Company. Inc. Belmont. Califórnia. 1969.
- SILVA, M. da S.; CHOUDHURY, E.N.; GUROVICH, L.A. et al. **Metodologia para determinar as necessidades de água das culturas irrigadas**. In: PESQUISA EM IRRIGAÇÃO NO TRÓPICO SEMI-ÁRIDO: solo, água, planta. EMBRAPA-CPATSA, Petrolina, 1981. P.25-44. EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa Nº 4, p.25-44, 1981.
- Van RAIJ, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres/POTAFOS, 343p, 1991.
- VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, S.; FIGUEIRA, J. Effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of Guinea grass in Puerto Rico. **Journal Agronomy University Puerto Rico**, v.43, n.4, p.229-238, 1959a.
- VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, S.; FIGUEIRA, J. Effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of Napier grass in Puerto Rico. **Journal Agronomy University Puerto Rico**, v.43, n.4, p.215-227, 1959b.
- 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.

WERNER, J.C.; HAAG, H.P. Estudos sobre a Nutrição Mineral de Capins Tropicais. **Boletim da Indústria Animal**. Nova Odessa, São Paulo, Instituto de Zootecnia, 49p. (*Boletim Técnico*, 18), 1986.

WILMAN, D.; PEARSE, P.J. Effects of applied nitrogen on grass yield, nitrogen content, tillers and leaves in field swards. **Journal of Agricultural Science**, v.103, n.1, p.201-211, 1984.

XAVIER, D.F.; CARVALHO, M.M.; BOTREL, M.A. et al. Efeito do manejo pós-plantio no estabelecimento de pastagem de capim-elefante. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1200-1203, 2001.

ZARROUGH, K.M.; NELSON, C.J. Regrowth of genotypes of tall fescue differing in yield per tiller. **Crop Science**, v.20, n.4, p.540-544, 1980.

ZIMMER, A.H.; FAVORETTO, V.; GUIDELI, C. et al. Perfilhamento e índice de área foliar remanescente dos capins aruana e vencedor (*Panicum maximum*), sob dois níveis de resíduos de pastejo e dois níveis de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, Forragicultura, 1999.

CAPÍTULO II

Teores de proteína bruta, FDN e DIVMS das plantas de capim-elefante com adubação nitrogenada e irrigação

RESUMO – O ensaio foi conduzido no Campo Experimental de Coronel Pacheco – MG, no período de 07 de outubro de 2003 a 06 de janeiro de 2005, a fim de avaliar o efeito de quatro doses de nitrogênio (100, 300, 500 e 700 kg/ha de N) e seis lâminas de água (0, 20, 40, 80, 100 e 120% da Evapotranspiração) sobre os teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e digestibilidade “in vitro” da matéria seca das plantas de capim-elefante. As doses de nitrogênio constituíram as parcelas e as lâminas de água as subparcelas, segundo o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Como fonte de adubo nitrogenado, utilizou-se a uréia, aplicada a lanço, parcelada em seis aplicações durante o período experimental. As irrigações foram efetuadas de acordo com a umidade do solo a 60 cm de profundidade. Quando o capim-elefante atingiu 1,60 m em uma das parcelas, foi colhida uma amostra de forragem em cada subparcela. O teor de proteína bruta das lâminas foliares mais pseudocolmo das plantas de capim-elefante aumentou linearmente com as doses de N tanto no ano experimental quanto nos períodos seco e chuvoso, não sendo influenciado pelas lâminas de água aplicadas. O teor de fibra em detergente neutro nas lâminas foliares mais pseudocolmo das plantas de capim-elefante foi influenciado negativamente pelas doses de N durante o ano experimental e no período seco, sendo influenciado positivamente pelas lâminas de água aplicadas apenas no período chuvoso. O valor da digestibilidade “in vitro” da matéria seca das lâminas foliares mais pseudocolmo das plantas de capim-elefante respondeu de forma quadrática ao aumento das doses de N apenas no ano experimental e no período chuvoso, não sendo influenciado pelas lâminas de água aplicadas. No período seco a DIVMS não foi influenciada seja pela adubação nitrogenada, seja pelas lâminas de água aplicadas.

Crude protein tenor, neutral detergent fiber and “in vitro” dry matter digestibility of the elephant grass plants with doses of N and irrigation

ABSTRACT – The research was conducted at the Experimental Field of Coronel Pacheco – MG, from October 7th, 2003 to January 6th, 2005, in order to evaluate the effects of four doses of nitrogen (100, 300, 500 e 700 kg/ha of N) and six water sheets (0, 20%, 40%, 80%, 100% e 120% of evapotranspiration) over the crude protein and neutral detergent fiber tenors, and of “in vitro” dry matter digestibility of the elephant grass plants. The nitrogen doses were the plots and the water sheets constituted the subplots, according to the complete randomized blocks experiment with four repetitions. As the source of nitrogen, urea was used, manually thrown, divided into six applications during the experimental period. The irrigations were conducted according to the soil humidity at 60 cm deep. When the elephant grass reached 1,60 m in one of the plots, it was harvested one sample of fodder from each subplot. The crude protein tenor of the leaves blade plus pseudoculm of the elephant grass plants increased linearly with the doses of N as much as in the experimental year as in the dry and rainy periods, not being influenced by the applied water sheets. The neutral detergent fiber tenor in the leaves blade plus pseudoculm of the elephant grass plants was influenced negatively by the doses of N during the experimental year and the dry period, but was influenced positively by the applied water only in the rainy period. The value of the “in vitro” dry matter digestibility of the leaves blade plus pseudoculm of the elephant grass plants responded in a quadratic way to the increase in the doses of N only in the experimental year and rainy period, not being influenced at all by the applied water sheets. The IVDMD was not influenced either by the doses of N or by the applied water sheets in the dry period.

1 – INTRODUÇÃO

O uso de pastagens como principal fonte de alimento para ruminantes é comprovadamente a alternativa de menor custo alimentação dos rebanhos. Sabe-se, entretanto, que os resultados econômicos que vêm sendo obtidos pela maioria dos pecuaristas do Brasil, com a produção de bovinos em pastagem, são considerados muito modestos tendo em vista o nosso grande potencial.

A maioria das regiões tropicais do Brasil apresenta duas estações bem definidas, uma desfavorável ao crescimento das plantas forrageiras correspondente ao período seco e outra favorável, denominada período chuvoso. A redução no crescimento das forrageiras durante o período seco é uma das principais causas dos baixos desempenhos zootécnicos dos rebanhos brasileiros criados em pastagem.

A baixa produção e o comprometimento da qualidade do pasto no período seco, segundo Ferreira (1998), podem ser atribuídos ao déficit no balanço hídrico, ao fotoperíodo mais curto e às baixas temperaturas noturnas no inverno. Com estas características climáticas não limitando, o capim-elefante tem se mostrado uma forrageira de alta produtividade sob condições de irrigação e adubação, por possuir maior eficiência no acúmulo de forragem por área, quando comparada a outras espécies recomendadas para pastejo, o que pode ser interessante em sistemas intensivos de exploração.

A eficiência de utilização das plantas forrageiras pelos animais está na dependência de vários fatores, tais como a qualidade e a quantidade de forragem disponível na pastagem e no potencial do animal. Assim, quando a disponibilidade de forragem e o potencial do animal não são limitantes, a qualidade do pasto é definida pela produção por animal, estando diretamente relacionada ao consumo voluntário e à disponibilidade dos nutrientes nela contidos (Reis & Rodrigues, 1993).

Portanto, pastagens de alta qualidade devem fornecer energia, proteína, minerais e vitaminas, para atender às exigências dos animais em pastejo. A composição química pode ser utilizada como indicadora de qualidade das espécies forrageiras. Deve-se ter em mente, que a composição é dependente de fatores de natureza genética e ambiental e, além disso, não deve ser utilizada como o único determinante da qualidade de um pasto. A composição química e digestibilidade variam, entre outros fatores, com a espécie, estágio de maturidade, fatores climáticos e nível de inserção da folha no perfilho (Paciullo et al., 2001; Gerdes et al., 2000; Queiroz et al., 2000; Wilson et al., 1993).

Também a adubação nitrogenada influencia positivamente na qualidade do pasto, principalmente, pelo aumento do teor de proteína na forrageira (Gomide et al., 1984; Ribeiro et al., 1999; Oliveira et al., 2000; Vitor, 2002). De fato, equilíbrio na relação energia:proteína da dieta favorece o consumo de forragem pelos animais, o que pode refletir em melhores ganhos individuais (Van Soest, 1994). No entanto, esses ganhos individuais devem ocorrer consistentemente apenas em experimentos que fixam a taxa de lotação animal, ou seja, mantém diferentes pressões de pastejo para os diferentes tratamentos.

A irrigação parece influenciar negativamente a qualidade do pasto, pelo fato de as plantas irrigadas tenderem a ser fisiologicamente mais velhas do que as plantas da mesma idade não irrigadas, pois apresentam crescimento ontogênico acelerado pela alta disponibilidade de água (Dias Filho et al., 1991).

O objetivo desta pesquisa foi o de avaliar os efeitos da irrigação e da adubação nitrogenada sobre os teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), e digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) do capim-elefante, nos períodos seco e chuvoso.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Tanto o local de realização e a duração do experimento, quanto o solo da área experimental, procedimentos experimentais e irrigações estão descritos no Capítulo 1. Os dados climáticos referentes ao período experimental se encontram na Tabela 1, do Capítulo 1.

As análises estatísticas dos dados foram realizadas com o auxílio do programa SAEG, versão 8.0. As características avaliadas foram submetidas à análise de variância e posterior análise de regressão, utilizando-se a média dos valores obtidos durante o ano todo, durante o período seco e período chuvoso, com seleção de modelos lineares e quadráticos significativos até 10% de probabilidade pelo teste F, cujos coeficientes foram testados pelo teste t, separadamente.

2.1 - Colheita e processamento das amostras

Quando o capim-elefante atingiu 1,60 m em uma das parcelas, foi colhida uma amostra de forragem em cada subparcela, dentro de uma unidade amostral metálica, de forma retangular de 1,0 x 0,5 m (0,5 m²), através da técnica de simulação de pastejo, que consiste em colher manualmente forragem com características semelhantes à que seria apreendida pelos animais de cada piquete, geralmente lâmina foliar e parte do pseudocolmo, deixando um resíduo de mais ou menos 80 cm.

Toda a massa verde colhida foi acondicionada em sacos plásticos, devidamente identificados, e levados para o laboratório onde foram pesadas. Então foi retirada uma sub-amostra, novamente pesada, colocada em saco de papel identificado, e acondicionada em estufa a 60°C por 72 horas.

Após a secagem, as sub-amostras foram pesadas novamente, moídas e armazenadas em vidros com tampa e identificadas, para posterior análise.

Após a amostragem, foram colocadas novilhas para consumirem o remanescente de forragem que não foi colhida, mantendo o pastejo até as plantas atingirem a altura de 80cm.

Todo o procedimento descrito anteriormente foi repetido toda vez que o capim-elefante em uma das parcelas atingiu 1,60 m de altura, o que ocorreu nos dias 14/01/2004, 01/03/2004, 29/04/2004, 10/08/2004, 14/10/2004, 10/11/2004 e 06/01/2005.

Para análise dos dados, foram considerados dois períodos, o chuvoso correspondente às avaliações realizadas nos dias 14/01/2004, 01/03/2004, 29/04/2004, 10/11/2004 e 06/01/2005, e o seco nos dias 10/08/2004 e 14/10/2004.

Nas amostras processadas e armazenadas foram analisados os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS). Estas análises químicas foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

As análises de PB foram feitas segundo o método semimicro Kjeldhal, utilizando-se fator 6,25 para conversão de nitrogênio em PB (AOAC, 1984, descrito por Silva & Queiroz, 2002). A determinação da FDN seguiu o método descrito por Van Soest (1965), e a DIVMS foi determinada pelo método de Tilley & Terry (1963) modificado.

3 - RESULTADOS

3.1 – Proteína bruta

Durante todo o período experimental, o teor de proteína bruta das lâminas foliares mais pseudocolmo das plantas de capim-elefante aumentou linearmente com as doses de N ($P < 0,01$), alcançando valor de 10,65% na MS da lâmina mais pseudocolmo na dose de 700 kg/ha de N (Figura 9), entretanto não variou em função das lâminas de água aplicadas ($P > 0,10$).

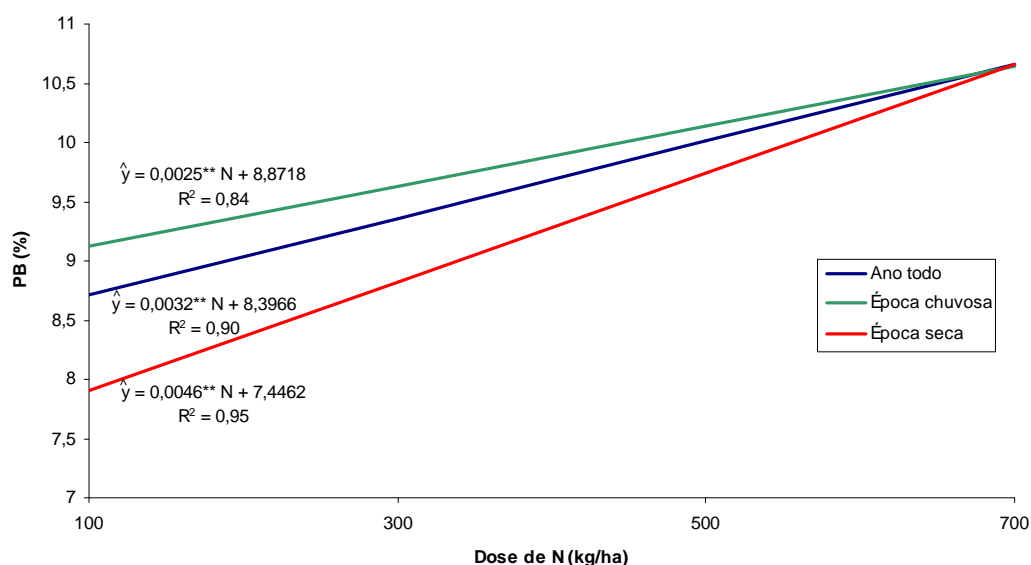


Figura 9 – Estimativa do teor de proteína bruta (%) das lâminas foliares mais pseudocolmo das plantas de capim-elefante em função das doses de N aplicadas (kg/ha), durante todo o período experimental, período seco e chuvoso.

No período chuvoso e no período seco, os teores de proteína bruta também só responderam à variação das doses de N ($P < 0,01$) (Figura 9), com o

melhor resultado, coincidentemente 10,65% de PB em ambos os períodos, alcançados na dose de 700 kg/ha de N. Não houve variação dos teores de proteína bruta com as lâminas de água aplicadas ($P>0,10$).

3.2 – Fibra em detergente neutro

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) nas lâminas foliares mais pseudocolmo das plantas de capim-elefante diminuiu com o aumento das doses de N ($P<0,01$) durante todo o período experimental (Figura 10), apresentando maior valor, 74,23%, na dose de 100 kg/ha de N, entretanto, não se alterou com as lâminas de água aplicadas ($P>0,10$) (Tabela 4).

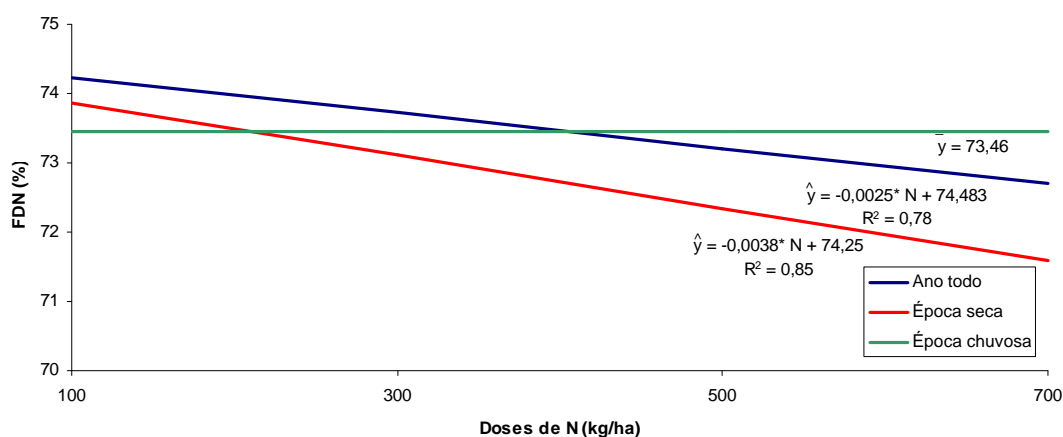


Figura 10 – Estimativa do teor de FDN (%) das lâminas foliares mais pseudocolmo das plantas de capim-elefante em função das doses de N aplicadas (kg/ha), durante todo o período experimental e período seco.

No período seco, o teor de FDN também diminuiu com as doses de N ($P<0,01$) (Figura 10), sendo o maior valor, 73,87%, obtido na menor dose de N, 100 kg/ha. Não foi observada resposta no teor de FDN, em função das lâminas de água aplicadas ($P>0,10$).

Tabela 4 – Teores de FDN (%) na MS das lâminas foliares mais pseudocolmo das plantas de capim-elefante, em função das lâminas de água aplicadas durante todo o período experimental, período chuvoso e seco

Lâmina de água	Período total	Época chuvosa	Época seca
		FDN (%)	
0	72,75	73,61	71,90
20	73,61	73,41	73,81
40	73,25	73,33	73,18
80	73,50	74,16	72,83
100	73,86	74,74	72,98
120	72,71	73,77	71,64
Média	73,28	73,84	72,72

Já no período chuvoso, o teor de FDN do capim-elefante não se alterou com as doses de N ($P>0,10$), nem com as lâminas de água aplicadas ($P>0,10$) (Figura 10).

3.3 – Digestibilidade “in vitro” da matéria seca

Durante todo o período experimental, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das lâminas foliares mais pseudocolmo das plantas de capim-elefante respondeu de forma quadrática ao aumento das doses de N ($P<0,05$), apresentando valor máximo de 64,20% na dose estimada de 505,89 kg/ha de N (Figura 11). Não houve resposta à variação das lâminas de água aplicadas ($P>0,10$).

Durante o período chuvoso, o mesmo comportamento quadrático foi observado para a DIVMS em relação às doses de N aplicadas ($P<0,01$), sendo o valor mais alto, 64,16%, estimado com a dose de 470,61 kg/ha de N. As lâminas de água aplicadas não influenciaram na DIVMS das plantas de capim-elefante neste período ($P>0,10$).

Durante o período seco, nenhuma das variáveis estudadas, doses de N e lâminas de água aplicadas, influenciaram a DIVMS ($P>0,10$).

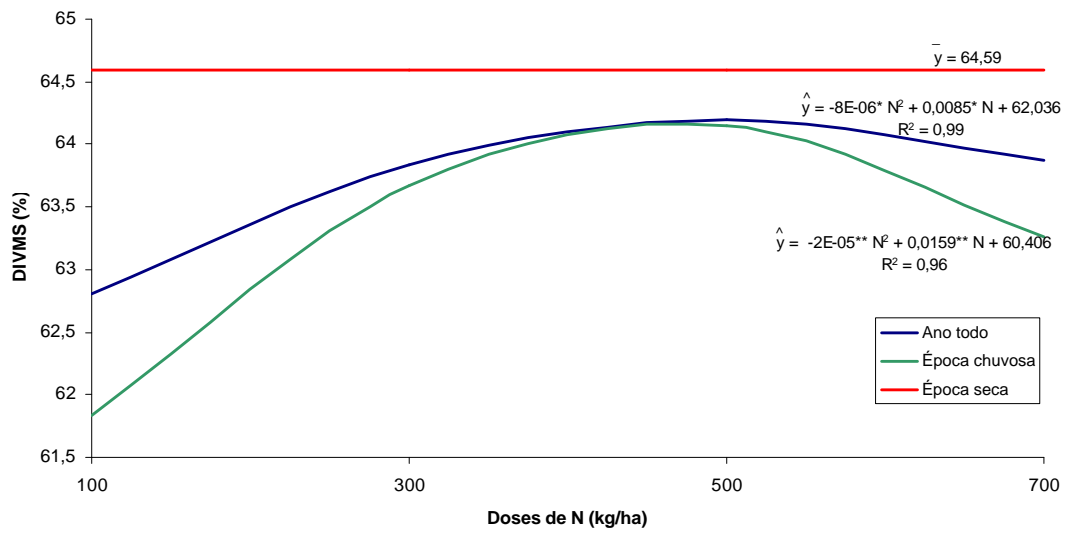


Figura 11 – Estimativa da digestibilidade “in vitro” da matéria seca (%) das lâminas foliares e pseudocolmo das plantas de capim-elefante, em função das doses de N aplicadas (kg/ha) durante todo o período experimental e período chuvoso.

4 – DISCUSSÃO

4.1 – Proteína Bruta

4.1.1 – Adubação nitrogenada

A resposta linear positiva do teor de proteína bruta em função das doses de N, também foi encontrada por Mistura (2004), tanto no período seco quanto no chuvoso em capim-elefante. Paciullo (1997), trabalhando com capim-elefante anão também encontrou aumento do teor de proteína bruta com a adubação nitrogenada. Vários outros relatos, como os de Vicente-Chandler et al. (1959), Guerreiro et al. (1970) e Ribeiro et al. (1999) demonstraram efeito positivo do nitrogênio sobre a percentagem de proteína bruta em diferentes cultivares de capim-elefante. Provavelmente, esse aumento ocorre em virtude do papel do nitrogênio nas plantas, ou seja, após a absorção é reduzido na forma amoniacal e, combinado nas cadeias orgânicas forma ácido glutâmico, que é precursor de diferentes aminoácidos, dos quais cerca de 20 são usados na formação de proteínas (Van Raij, 1991).

Milford & Minson (1966) demonstraram que o consumo de MS das forrageiras tropicais foi positivamente influenciado pelo teor protéico do pasto até o nível de 7%, permanecendo inalterado para teores de proteína acima desse valor. Os teores médios de proteína bruta no atual estudo (Figura 9) estiveram sempre acima do valor crítico de 7%.

4.1.2 – Lâmina de água

O efeito da irrigação sobre a concentração de proteína bruta nas plantas forrageiras parece ainda não estar bem elucidado pela pesquisa, visto que resultados contraditórios são encontrados na literatura.

A ausência de resposta da concentração de proteína bruta em função da irrigação, como foi observado neste estudo tanto ao longo do ano quanto nos períodos seco e chuvoso, também foi encontrado por Botrel et al. (1991), estudando os efeitos da irrigação sobre algumas características agronômicas do capim-elefante. Marcelino et al. (2002b) estudaram a influência de quatro tensões hídricas no solo (0.035, 0.060, 0.100 e 0.500 Mpa) sobre a composição química do capim-tifton 85, e não encontraram efeito da disponibilidade de água no solo sobre o teor de PB na forrageira. Lopes et al. (2005) também não observaram influência da irrigação sobre o teor de proteína bruta durante o período seco. Entretanto, durante o segundo ano do experimento, o autor verificou que a irrigação provocou uma queda nos teores de proteína bruta nas lâminas foliares com as maiores doses de adubo nitrogenado aplicadas, devido provavelmente ao rápido desenvolvimento fisiológico das folhas. Já Ghelfi Filho (1972) relatou que o capim-elefante Napier apresentou maior teor de PB com o aumento da quantidade de água aplicada. Por outro lado, Ruggiero et al. (2003), ao estudarem, no período seco, a composição bromatológica do capim-mombaça em diferentes lâminas de água, verificaram a redução no teor de PB nas parcelas irrigadas.

Os valores mínimos de proteína bruta encontrados na MS da parte aérea do capim-elefante neste experimento durante o ano experimental, período seco e período chuvoso (Figura 9) estão acima do mínimo de 6 a 8% preconizado por Minson (1984) para manutenção de um consumo voluntário adequado da forragem.

4.2 – Fibra em detergente neutro

4.2.1 – Adubação nitrogenada

Os valores de FDN decresceram com as doses de nitrogênio, no ano todo e no período seco (Figura 10). Segundo Corsi (1984), a adubação nitrogenada pode reduzir a percentagem de FDN das plantas ao estimular o crescimento de tecidos novos, que possuem menores teores de carboidratos estruturais na matéria seca. Paradoxalmente, o fornecimento de nitrogênio em doses elevadas, aliado a condições climáticas favoráveis, pode acelerar a maturidade da planta, limitando o efeito benéfico da adubação nitrogenada sobre os valores de FDN, o que deve ter ocorrido durante o período chuvoso, quando não foi observada influência da adubação nitrogenada sobre o teor de FDN. Johnson et al. (2001) avaliaram a resposta do capim-estrela a cinco doses de nitrogênio (0, 39, 78, 118 e 157 kg/ha), aplicadas após cada corte. No total foram efetuados dez cortes, com intervalos de 28 dias, em dois anos, durante o período chuvoso. Na média de todos os cortes, o teor de FDN decresceu em função da adubação nitrogenada, de 76,9 para 72,0%, da menor para a maior dose, respectivamente. Andrade et al., (2002b), estudaram a influência da adubação nitrogenada (100, 200, 300 e 400 kg/ha) sobre a qualidade do capim-elefante. Observaram que os valores de FDN diminuíram em função da adubação nitrogenada, de 70,0 para 67,6%, da menor para a maior dose, respectivamente. Marcelino et al. (2002a) estudaram a influência de cinco doses de nitrogênio (0, 45, 90, 180 e 360 kg/ha) sobre a composição química do capim-marandu e não observaram efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de FDN da forrageira. A mesma tendência foi observada por Andrade et al. (2002b) em capim-elefante, por Marcelino et al. (2002b) em Tifton 85 e por Soria (2002) em capim-tanzânia.

Os valores de FDN observados no capim-elefante nesta pesquisa (Figura 10) são semelhantes aos dos trabalhos de Andrade et al. (2002ab), e Mistura, (2004). De modo geral, em gramíneas forrageiras tropicais, valores de FDN inferiores a 55% são raros. Valores entre 65% a 75% são comuns em tecidos novos e teores superiores a 75% são encontrados em frações de maturidade avançada (Euclides, 1995; Teixeira & Andrade, 2000). O teor de

FDN na matéria seca é um indicativo eficaz da qualidade das forrageiras, pois está negativamente correlacionado com a ingestão, enchimento e taxa de passagem do alimento no sistema digestivo dos ruminantes (Van Soest, 1994).

4.2.2 – Lâmina de água

Teoricamente, plantas submetidas à condição adequada de umidade no solo têm seu desenvolvimento ontogênico acelerado, em comparação com plantas submetidas ao déficit hídrico (Dias Filho et al., 1991). Assim, em uma mesma idade cronológica, as plantas irrigadas tendem a ser fisiologicamente mais velhas do que as plantas não irrigadas, repercutindo assim na qualidade da forrageira, pois as alterações no teor de FDN nas gramíneas estão relacionadas ao estágio fisiológico da planta (Van Soest, 1994).

A esse respeito, Andrade et al. (2002b) estudaram a influência da irrigação sobre a qualidade do capim-elefante e observaram que os valores de FDN dos tratamentos irrigados foram superiores aos dos não irrigados, em função do rápido desenvolvimento fisiológico das plantas. O efeito da irrigação sobre a composição bromatológica dos capins elefante e mombaça foi avaliada por Ribeiro et al. (2004). Neste estudo a irrigação incrementou a percentagem de FDN do capim-elefante, mas não alterou os valores de FDN do capim-mombaça. Andrade et al. (2002b) também estudaram a influência da irrigação sobre a qualidade do capim-elefante e observaram valores de FDN superiores nos tratamentos irrigados, em decorrência da estimulação da maturidade das plantas.

Entretanto, resultados onde não se observam efeito da irrigação sobre o teor de FDN, como ocorreu nesse experimento tanto no ano todo, quanto nos períodos seco e chuvoso, também são frequentemente reportados na literatura. Marcelino et al. (2002a), estudando a influência de quatro tensões hídricas no solo (0.035, 0.060, 0.100 e 0.500 Mpa) sobre a composição química do capim-marandu, não encontraram efeito da disponibilidade de água no solo sobre o teor de FDN da forrageira. Da mesma forma, Marcelino et al. (2002b) avaliando quatro tensões hídricas no solo (0.035, 0.060, 0.100 e 0.500 Mpa) sobre a composição química do capim-tifton 85 não observaram efeito da disponibilidade de água no solo sobre o teor de FDN na forragem. Soria (2002)

avaliou cinco lâminas de irrigação (0, 30, 70, 100 e 150% da capacidade de campo) sobre qualidade do capim-tanzânia e não observou alteração nos teores de FDN.

O teor de FDN representa a fração química do volumoso que guarda mais estreita correlação com o consumo, sendo que valores de constituintes de parede celular acima de 60% correlacionam-se negativamente com consumo de forragem (Van Soest, 1965; Mertens, 1987). Entretanto, valores inferiores a 55% em forrageiras tropicais são raros, estando os valores de FDN encontrados neste experimento (Tabela 4) na média dos valores geralmente encontrados para o capim-elefante (Andrade et al., 2002ab; Mistura, 2004).

4.3 – Digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS)

4.3.1 – Adubação nitrogenada

Durante o ano experimental e período chuvoso os valores de DIVMS do capim-elefante responderam de forma quadrática em relação às doses de N aplicadas (Figura 11). Segundo Corsi (1984) a adubação nitrogenada pode influenciar positivamente a digestibilidade da matéria seca das forrageiras, ao estimular o crescimento de tecidos novos, que possuem teores elevados de proteína e reduzidos valores de carboidratos estruturais e lignina na matéria seca. O efeito seria mais pronunciado nas forrageiras tropicais, nas quais a percentagem de parede celular na matéria seca é inversamente correlacionada com o teor de PB. Por outro lado, o fornecimento de nitrogênio em doses elevadas, aliado a condições climáticas favoráveis, pode acelerar a maturidade da planta, reduzindo a sua digestibilidade.

Entretanto, outros resultados são frequentemente encontrados quando se trata de DIVMS de gramíneas tropicais. Soria (2002), avaliou o efeito de cinco doses de nitrogênio (0, 100, 275, 756 e 2079 kg/ha.ano) sobre qualidade do capim-tanzânia e observou que a DIVMS aumentou em função da adubação nitrogenada, com variação de aproximadamente 10,0 unidades percentuais entre a menor e a maior dose. Paciullo (1997), testando as doses de 0, 75 e 100 kg/ha de N, não verificou efeito da adubação nitrogenada sobre a DIVMS do capim-elefante anão. Da mesma forma, Cecato et al. (2004) estudando a

influência de adubações nitrogenada e fosfatada sobre a composição químico-bromatológica do capim-marandu, verificaram que a aplicação de quantidades crescentes do nitrogênio não melhorou a DIVMS da forrageira estudada.

Os valores de DIVMS encontrados nas lâminas foliares mais pseudocolmo das plantas de capim-elefante no presente experimento (Figura 11), apresentaram variação entre 61,5 e 64,5%, que são valores equivalentes aos das demais forrageiras de clima tropical (Nunes et al., 1984). Durante o ano experimental, a dose estimada de N que proporcionou a máxima DIVMS foi a de 505,89 kg/ha, e durante o período seco 470,61 kg/ha de N..

4.3.2 – Lâmina de água

As lâminas de água aplicadas não influenciaram a DIVMS em nenhum dos dois períodos estudados, nem tampouco no ano todo. Este resultado está em consonância com os encontrados por Botrel et al. (1991), em estudo das características agrônômicas do capim-elefante com irrigação. Também Andrade (1972) não observou efeito da irrigação, no período seco, sobre a DIVMS da cultivar Mineiro, na região de cerrados do Triângulo Mineiro e Soria (2002) em capim-tanzânia.

Entretanto, Dias Filho et al. (1991) avaliaram o efeito do estresse hídrico sobre a DIVMS do capim-tobiatã, e verificaram que as plantas submetidas ao déficit hídrico apresentaram valores de DIVMS superiores aos das plantas mantidas sob disponibilidade de água equivalente a da capacidade de campo. Segundo esses autores, as plantas sob estresse hídrico apresentaram desenvolvimento ontogênico menos acelerado, sendo, portanto fisiologicamente mais novas e mais digestíveis do que as plantas submetidas à condição de adequada umidade do solo. Corsi (1984) ao discutir a digestibilidade de folhas em gramíneas forrageiras, acrescenta que, sob estresse hídrico, ocorrem alterações na anatomia foliar que ocasionam um aumento na proporção de tecido mais digestível do que em condições adequadas de umidade do solo. Marcelino et al. (2002a) estudaram a influência de quatro tensões hídricas do solo (0.035, 0.060, 0.100 e 0.500 Mpa) sobre a composição química do capim-marandu e observaram tendência de aumento na DIVMS com a redução da disponibilidade de água no solo.

5 – CONCLUSÕES

- A adubação nitrogenada aumenta o teor de proteína bruta e diminui o teor de FDN no capim-elefante sob irrigação. A DIVMS aumenta até a dose de 505,89 kg/ha de N.
- A aplicação de diferentes lâminas de água não influencia os teores de proteína bruta, FDN e de DIVMS do capim-elefante.

6 – LITERATURA CITADA

- ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; LOPES, R.S. Disponibilidade de matéria seca e composição química do capim-elefante Napier sob adubação nitrogenada e irrigação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002a. CD ROM.
- ANDRADE, A. C.; LOPES, R. S.; FONSECA, D. M. et al. Disponibilidade de Lâminas Foliaves e Teores de Proteína Bruta, FDN, FDA em Pastagens de Capim-Elefante Submetidas a Irrigação In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002b. CD ROM.
- ANDRADE, J.M.S. **Efeito das adubações química e orgânica e da irrigação sobre a produção e o valor nutritivo do capim-elefante “Mineiro” (*Pennisetum purpureum*, Schum) em um latossolo roxo distrófico do município de Ituiutaba, Minas Gerais**, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1972. 42p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1972.
- BOTREL, M.A.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. Efeito da irrigação sobre algumas características agronômicas de cultivares de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.26, v.10, p.1731-1736, 1991.
- CECATO, U.; PEREIRA, L.A.F.; JOBIM, C.C. et al. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a composição químico-bromatológica do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.3, p.409-416, 2004.
- 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.
- DIAS FILHO, M.B.; CORSI, M.; CUSATO, S. et al. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica e teor de proteína bruta em *Panicum maximum* Jacq. Cv. Tobiata sob estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.10, p.1725-1729, out.1991.

- EUCLIDES, V. P. B. Valor alimentício de algumas forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 12, Piracicaba, 1995. **Anais...**Piracicaba:FEALQ. p.245-276, 1995.
- FERREIRA, J.J. Alternativas de suplementação e valor nutritivo do capim-elefante sob pastejo rotacionado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.192, p.66-72, 1998.
- GERDES, L.; WERNER, J.C.; COLOSSA, M.T. et al. Avaliação das características de valor nutritivo das gramíneas forrageiras Marandu, Setária, Tanzânia nas estações do ano. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.955-963, 2000.
- GHELFI FILHO, H. **Efeito da irrigação sobre a produtividade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*)**. 1972. 77p. .Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 1972.
- GOMIDE, J.A.; LEÃO, M.I.; OBEID, J.A. et al. Avaliação de pastagens de capim-colonião (*Panicum maximum* Jacques) e capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.13, n.1, p.1-9, 1984.
- GUERRERO, R.; FASSEBENDER, H.W.; BLYDENSTEIN, J. Fertilization del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) em Turrialba, Costa Rica. I. Efecto de dosis crecientes de nitrogeno. **Turrialba**, v.20, n.1, p.53-58, 1970.
- JOHNSON, C. R.; REILING, B.A.; MISLEVY, P. et al. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2439-2448, 2001.
- LOPES, R.S.; FONSECA, D.M.; OLIVEIRA, R.A. et al. Efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim-elefante, **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.20-29, 2005.
- MARCELINO, K.R.A.; LEITE, G.G.; VILELA, L. et al. Influência de nitrogênio e tensões hídricas sobre o valor nutritivo do Marandu (*Brachiaria brizantha*) cultivado no cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002a. CD ROM.
- MARCELINO, K.R.A.; VILELA, L.; LEITE, G.G. 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.
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.5, p.1548-1558, 1987.

- MILFORD, R.; MINSON, D.J. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9, 1965, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Alarico, p.815-822, 1966.
- 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 Bureaux, 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.
- NUNES, S.F.; BOOK, A.; PENTEADO, M.I.O. et al. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. Campo Grande: Embrapa-CNPQC, p.31, 1984. (Documento, 21).
- OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. et al. Rendimento e valor nutritivo do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.29,n.6,p.1949-1960, 2000. (Suplemento 1)
- PACIULLO, D.S.C. **Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum cv. Mott) ao atingir 80 e 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.
- PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; QUEIROZ, D.S. et al. Composição química e digestibilidade “in Vitro” de lâminas foliares e colmos de gramíneas forrageiras, em função do nível de inserção no perfilho, da idade da planta e da estação de crescimento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.964-974, 2001.
- QUEIROZ, D.S.; GOMIDE, J.A.; MARIA, J. Avaliação da folha e colmo de topo e base de perfilho de três gramíneas forrageiras. 1. Digestibilidade “in vitro” e composição química. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. V.20, n.1, p.53-60, 2000.
- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. **Valor nutritivo de plantas forrageiras**. Jaboticabal, 26p, 1993.
- RIBEIRO, K.; GOMIDE, J.A.; PACIULLO, D.S.C. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 2. Valor nutritivo ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1194-1202, 1999.
- RIBEIRO, E.G.; FONTES, C.A.A.; PALIERAQUI, J.G.B. et al. Produção de matéria seca total, foliar e composição química dos capins Elefante cv. Napier (*Pennisetum purpureum* SCHUM.) e *Panicum maximum* cv. Mombaça, sob irrigação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE

BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD ROM.

RUGGIERO, J.A.; FREITAS, K.R.; R. B. et al. Composição bromatológica do capim-mombaça avaliado com diferentes lâminas de água e doses de adubação nitrogenada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. 1 CD ROM.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 235 p, 2002.

SORIA, L.G.T. **Produtividade do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em função da lâmina de irrigação e da adubação nitrogenada**. 170p. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 2002.

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.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.

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

Van SOEST, P.J. Voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **Journal Animal Science**, v.24, n.3, p.834-844, 1965.

Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. New York: Cornell University. 475 p, 1994.

VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, S., FIGUEIRA, J. Effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of Napier grass in Puerto Rico. **Journal Agronomy University Puerto Rico**, v.43, n.4, p.215-227, 1959.

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.

WILSON, J.R. Organization of forage plant tissues. In: JUNG, H.G., BUXTON, D.R., HATFIELD, R.D., et al. (Eds.), **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science of America, p.1-32, 1993.