

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Efeito de Doses de Nitrogênio, Intervalos de Corte e Irrigação
Sobre a Produção, Composição Química e Digestibilidade do
Capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis*)**

Flávio dos Santos de Aguiar

2007



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**EFEITO DE DOSES DE NITROGÊNIO, INTERVALOS DE CORTE
E IRRIGAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA
E DIGESTIBILIDADE DO CAPIM-ESTRELA (*Cynodon nlemfuensis*)**

FLÁVIO DOS SANTOS DE AGUIAR

Sob a Orientação do Professor
João Batista Rodrigues de Abreu

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ
Março de 2007

631.84
A282e
T

Aguiar, Flávio dos Santos de,
1982-

Efeito de doses de nitrogênio, intervalos de corte e irrigação sobre a produção, composição química e digestibilidade do Capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis*) / Vanessa de Almeida Raia. – 2007.

61 f. : il.

Orientador: João Batista
Rodrigues de Abreu.

Dissertação (mestrado) –
Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro, Instituto de
Zootecnia.

Bibliografia: f. 48-57.

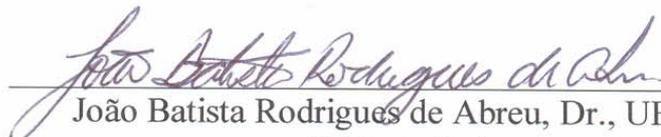
1. Fertilizantes nitrogenados -
Teses. 2. Capim-bermuda-
Rendimento - Teses. 3. Capim-das-
bermudas - Qualidade - Teses. 4.
Capim-das-bermudas - Irrigação -
Teses. 5. Plantas - Efeito do
nitrogênio - Teses. I. Abreu, João
Batista Rodrigues de, 1962- II.
Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro. Instituto de
Zootecnia. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

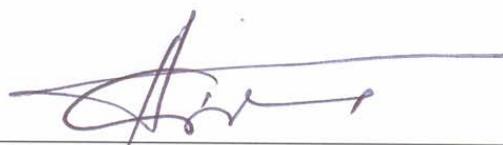
FLÁVIO DOS SANTOS DE AGUIAR

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

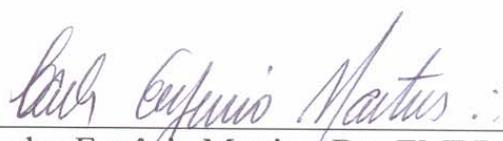
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 13/03/2007



João Batista Rodrigues de Abreu, Dr., UFRRJ
(Orientador)



Antonio Carlos Cóser, Dr., EMBRAPA



Carlos Eugênio Martins, Dr., EMBRAPA

DEDICATÓRIA

A minha amada família e minha
Futura esposa e filhos
Dedico

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a DEUS, pois sem Ele nunca teria sido concretizado este sonho, dedico tudo o que tenho, tudo o que sou e o que possa vir a ter ou a ser. Gostaria de expressar minha gratidão à minha família: Minha mãe Mariza que sempre me motivou a estudar, mostrando que sem esforço não se consegue chegar a lugar algum e fez o impossível para me proporcionar acesso ao conhecimento. Meu pai Elias que de sua maneira contribuiu grandemente para esta realização, valeu por ter me buscado várias vezes no pré-vestibular (“e aí estudante!”). Minha irmã Sabrina que colaborou com o seu silêncio para que eu pudesse estudar (“valeu bina”). Não poderia deixar passar a minha tia querida (“Nininha!”), minha segunda mãe, que me ajudou financeiramente, emocionalmente, psicologicamente, enfim, não conseguiria chegar aqui sem a presença dela. Minha avó babá que com sua sabedoria me fez crescer não só em conhecimento, mas como pessoa. Meu avô Benedicto (*in memoriam*) um dos maiores responsáveis por ter decidido ter uma profissão que envolvesse manejo de animais. Não poderia esquecer a minha namorada Marcell que sempre me apoiou com sua paciência em se contentar com o pouco tempo que poderíamos estar juntos e contribuiu literalmente para meu experimento de mestrado (“folha-colmo lembra!?”), obrigado amor. Meu “paidrasto” João que tem sido um grande amigo, torcedor, colaborador e conselheiro de muitas decisões que tomo (“como é que você tá jovem!?”), muito obrigado por tudo. Agradeço a todos os meus irmãos em Cristo que sempre estiveram orando por mim e se alegraram na minha vitória. Sou grato aos meus tios e tias, primos e primas, amigos e amigas que sempre me apoiaram. A todos que estiveram ao meu lado em momentos de alegria e de tristeza, o meu muito obrigado...

Na UFRRJ, sou grato a todos os professores que contribuíram para que eu estivesse montando o meu quebra-cabeça do conhecimento. Em especial sou grato ao meu orientador que me apoiou e com seu grande coração soube compreender situações difíceis que apareceram no caminho, obrigado por ter acreditado em mim João Batista.

Ao professor Bonifácio uma fonte de conhecimento inesgotável, deixo o meu muito obrigado e a minha admiração vitalícia, obrigado pelo prazer de conhecer alguém como o Senhor. Agradeço aos estagiários e amigos Adenilson, William, Marcell e Gabriela (futuros mestres e doutores) que contribuíram grandemente para a execução deste projeto de pesquisa, espero ter contribuído também para o conhecimento de vocês.

Na Embrapa Gado de Leite, tive a felicidade de trabalhar com pessoas que além de excelentes profissionais, mostraram-se excelentes seres humanos: os “professores” Cóser, Cacá, Fermino, Marcos e Wilson. A todos os funcionários e amigos do Centro Experimental Santa Mônica (CESM), que com sua dedicação e profissionalismo fazem do CESM um Centro de excelência na condução de projetos de pesquisa.

Finalmente agradeço a UFRRJ na qual tive acesso ao conhecimento superior, nunca poderei pagar por isso. Também agradeço pela oportunidade de viver experiências únicas e criar vínculos de amizade que jamais deixarão de fazer parte da minha memória. Agradeço a Pós-graduação e graduação em Zootecnia e a CAPES pela bolsa concedida, que tornou este trabalho possível.

RESUMO

AGUIAR, Flávio dos Santos de. **Efeito de doses de nitrogênio, intervalos de corte e irrigação sobre a produção, composição química e digestibilidade do capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis*)**. 2007. 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

Este trabalho foi conduzido no município de Valença - RJ, com o objetivo de avaliar a produção e a qualidade do capim-estrela, em função de: dois regimes hídricos (irrigado e não-irrigado); quatro intervalos de cortes (21, 28, 35 e 42 na época chuvosa e 28, 35, 42 e 49 dias na época seca do ano); e quatro doses de nitrogênio (0, 150, 300 e 600 kg/ha/ano). Durante o período de outubro de 2004 a outubro de 2005, foram estimadas a produção de matéria seca (PMS) e a eficiência da adubação nitrogenada (EAN) em parcelas de 6,25 m². Nos meses de janeiro, junho/julho e setembro/outubro coletaram-se amostras para a estimativa do valor nutritivo e digestibilidade, determinando a proteína bruta (PB), a fibra em detergente neutro (FDN) e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Os resultados mostraram que a irrigação aumentou a PMS e a EAN, reduziu o valor nutritivo e DIV da matéria seca. Entretanto somente houve resposta ($P < 0,05$) ao regime hídrico apenas quando as condições climáticas não foram limitantes ao crescimento da forrageira. O intervalo de cortes não alterou ($P > 0,05$) a PMS, embora tenha sido observada a tendência de incremento da mesma em função da diminuição da frequência de cortes, sendo a maior produção obtida nos tratamentos 42/49 dias. A qualidade da forrageira diminuiu com o espaçamento dos cortes e o efeito do intervalo de cortes sobre a EAN foi dependente da irrigação. Na época seca do ano os tratamentos irrigados tiveram sua EAN aumentada com a diminuição da frequência do corte. A adubação nitrogenada foi o único fator que aumentou ($P < 0,05$), simultaneamente, a PMS e a qualidade do capim-estrela. No entanto, a resposta da PMS à adubação nitrogenada foi pequena e a EAN não foi alterada ($P > 0,05$) em função das doses de nitrogênio. Nas condições experimentais, preconiza-se como o manejo mais adequado: o intervalo de cortes de 42/49 dias, que aliou rendimentos elevados a uma qualidade satisfatória; e a irrigação deve ser usada apenas quando as condições climáticas são favoráveis.

Palavras chave: Gramíneas tropicais. Época das águas. Época seca.

ABSTRACT

AGUIAR, Flávio dos Santos de. **Effect of nitrogen levels, harvest intervals and irrigation on yield, chemical composition and digestibility of the stargrass (*Cynodon nlemfuensis*)**. 2007. 61p. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2007.

This work was carried out in the county of Valença - RJ, with the objective to evaluate production and quality of the stargrass, in function of: two irrigation levels (with and without); four cut intervals (21, 28, 35 and 42 at the rainy season and 28, 35, 42 and 49 days at the dry season of the year); as well as four levels of nitrogen (0, 150, 300 e 600 kg/ha/year). The dry matter production (DMP) and the efficiency of the nitrogen utilization (ENU) in plots of 6,25 m², were estimated from October 2004 to October 2005. In the months of January, June/July and September/October samples were collected to determine chemical composition and digestibility such as: crude protein (CP), neutral-detergent fiber (NDF) and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD). The Irrigation when increased DMP and ENU, reduced the forage quality and only had significant effect ($P < 0,05$) during the rainy season. The harvest intervals does not affected ($P > 0,05$) on DMP. However, there was tendency to increase. Harvest intervals should be 42/49 days to obtain good forage quality and yield. The chemical composition and digestibility of the dry matter decreased with the spacing of the cuts and the effect of the interval of cuts on ENU was dependent of the irrigation. At that time it dries the irrigated treatments had her ENU increased with the decrease of the frequency of the cut. The nitrogen fertilization was the only factor that increased ($P < 0,05$) DMP and the quality of the stargrass. However, the answer of DMP to the nitrogen fertilization was reduced and ENU was not affected in function of the nitrogen levels. In the conditions of experiment was realized, it is approved as the most appropriate handling of the studied factors: The interval of cuts of 42/49 days, that formed an alliance high yield with a satisfactory quality and the irrigation, only accomplished in favorable climatic conditions.

Key words: Tropical grasses. Rainy season. Dry season.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.	Produção de matéria seca anual, na época chuvosa e na época seca, em função do regime hídrico.....	20
Tabela 2.	Análise da variância para a produção de matéria seca dos cortes, nos quais se comprovou a significância da irrigação e/ou sua interação com adubação na época seca.....	22
Tabela 3.	Eficiência da adubação nitrogenada anual, EAN na época chuvosa e EAN na época seca em função dos intervalos de corte na produção de MS.....	30
Tabela 4.	Eficiência da adubação nitrogenada na época seca em função do regime hídrico.....	31
Tabela 5.	Teor de proteína bruta em função do regime hídrico e das datas de coleta.....	33
Tabela 6.	Teores de proteína bruta em função dos intervalos de corte e meses de amostragem.....	35
Tabela 7.	Teor de fibra em detergente neutro em função dos intervalos de corte e meses de amostragem.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01.	Tensão hídrica do solo das parcelas irrigadas, a 30 cm de profundidade, registrada durante o período experimental.....	19
Figura 02.	Produção de matéria seca dos tratamentos 21/28 dias na época seca, em função do regime hídrico.....	20
Figura 03.	Produção de matéria seca dos tratamentos 28/35 dias na época seca, em função do regime hídrico.....	21
Figura 04.	Produção de matéria seca dos tratamentos 35/42 dias na época seca, em função do regime hídrico.....	21
Figura 05.	Produção de matéria seca dos tratamentos 42/49 dias na época seca, em função do regime hídrico.....	21
Figura 06.	Produção de matéria seca anual em função dos intervalos de corte.....	24
Figura 07.	Produção de matéria seca anual, e nas épocas chuvosa e seca, em função da adubação nitrogenada.....	26
Figura 08.	Produção de matéria seca na época seca em função da adubação nitrogenada e do regime hídrico.....	28
Figura 09.	Eficiência da adubação nitrogenada na avaliação anual e na época seca em função dos intervalos de corte na produção de MS.....	30
Figura 10.	PMS em função da adubação nitrogenada, nas épocas chuvosa e seca.....	32
Figura 11.	Teores de proteína bruta em função da adubação nitrogenada e dos meses de amostragem.....	36
Figura 12.	Teores de fibra em detergente neutro em função do regime hídrico e dos meses de amostragem.....	37
Figura 13.	Teor de fibra em detergente neutro em função das doses de nitrogênio e meses de amostragem.....	39
Figura 14.	Teor de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca em função do regime hídrico e dos meses de amostragem.....	41
Figura 15.	Teor de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca em função dos intervalos de corte e meses de amostragem.....	42
Figura 16.	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca em função das doses de nitrogênio e dos meses de amostragem.....	44
Figura 17.	Teores de PB, FDN e DIVMS, nos meses de janeiro, junho/julho e setembro/outubro de 2005.....	45

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1.	Composição química do solo nas áreas irrigadas e não irrigadas em duas profundidades.....	14
Quadro 2.	Data dos corte efetuados durante o período experimental.....	15
Quadro 3.	Data de coleta das amostras analisadas quimicamente em cada intervalo de corte.....	17
Quadro 4.	Valores de precipitação e de temperatura observados durante o período experimental e média dos últimos 11 anos.....	18

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1 O Capim – Estrela.....	03
2.2 Áreas Implantadas com Forrageiras submetidas à Irrigação.....	03
2.2.1 Água na planta.....	03
2.2.2 Balanço hídrico do solo.....	05
2.2.3 A irrigação.....	06
2.2.4 Efeito da irrigação sobre a produção de matéria seca (PMS), a eficiência da adubação nitrogenada (EAN) e a qualidade das forrageira tropicais.....	07
2.3 Intervalo de Cortes.....	08
2.3.1 Crescimento e desenvolvimento das forrageiras tropicais.....	08
2.3.2 Qualidade das forrageiras tropicais.....	09
2.3.3 Efeito do intervalo de cortes sobre a produção de matéria seca (PMS), eficiência da adubação nitrogenada (EAN) e a qualidade das forrageiras tropicais.....	09
2.4 Adubação Nitrogenada.....	10
2.4.1 Funções do nitrogênio na planta.....	11
2.4.2 Nitrogênio disponível às plantas.....	11
2.4.3 Efeito da adubação nitrogenada sobre a produção de matéria seca (PMS), a eficiência da adubação nitrogenada (EAN) e a qualidade das forrageiras tropicais.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Local e Duração do Experimento.....	14
3.2 Área Experimental.....	14
3.3 Procedimentos Experimentais.....	14
3.4 Irrigação.....	15
3.5 Coleta e Processamento das Amostras.....	16
3.6 Variáveis Mensuradas.....	16
3.6.1 Produção de matéria seca (PMS) e eficiência da adubação nitrogenada (EAN). 16	
3.6.2 Proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS).....	16
3.7 Delineamento Experimental.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1 Produção de Matéria Seca (PMS).....	18
4.1.1 Efeito da irrigação sobre a produção de matéria seca (PMS).....	18

4.1.2 Efeito do intervalo de cortes sobre a produção de matéria seca (PMS).....	24
4.1.3 Adubação nitrogenada.....	25
4.1.4 Produção de matéria seca (PMS): considerações gerais.....	29
4.2 Eficiência da Adubação Nitrogenada (EAN).....	29
4.2.1 Eficiência da adubação nitrogenada (EAN): considerações gerais.....	32
4.3 Composição Bromatológica.....	33
4.3.1 Efeito da irrigação e mês de amostragem sobre o teor de proteína bruta (PB)....	33
4.3.2 Efeito do intervalo de cortes sobre o teor de proteína bruta (PB).....	34
4.3.3 Efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de proteína bruta (PB).....	35
4.3.4 Proteína bruta (PB): considerações gerais.....	36
4.3.5 Efeito da irrigação e do mês sobre o teor de fibra em detergente neutro (FDN)	37
4.3.6 Efeito do intervalo de cortes sobre o teor de fibra em detergente neutro (FDN).....	38
4.3.7 Efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de fibra em detergente neutro (FDN).....	39
4.3.8 Fibra em detergente neutro (FDN): considerações gerais.....	40
4.3.9 Efeito da irrigação e do mês sobre o teor de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS).....	40
4.1.10 Efeito do intervalo de cortes sobre o teor de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS).....	42
4.3.11 Efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS).....	43
4.3.12 Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS):considerações gerais.....	45
4.3.13 Composição bromatológica: considerações gerais.....	45
5 CONCLUSÕES.....	47
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
7 ANEXOS.....	58

1 INTRODUÇÃO

As pastagens apresentam um alto potencial de produção animal a baixo custo, quando utilizadas de forma eficiente. Com a intensificação da produção animal, estratégias e conhecimento de manejo para melhorar os índices de produtividade vegetal e animal tornam-se necessários, fazendo com que os sistemas de produção se tornem mais rentáveis e economicamente sustentáveis tendo como base o uso prioritário da forragem.

A alimentação é o componente mais importante dentre os fatores ambientais que afetam o desempenho dos animais e, em nossas condições, é amplamente estruturada no uso de pastagens implantadas em solos de baixa fertilidade e sujeitas aos efeitos da sazonalidade. Estas pastagens geralmente são manejadas de forma inadequada e sem o uso de fertilizantes e irrigação, o que resulta na baixa qualidade, na menor produção e na sua progressiva degradação. Esta situação tem contribuído para que a pecuária presente, há décadas, índices zootécnicos muito baixos. Como as pastagens são a forma mais prática e econômica de alimentação dos bovinos, se faz necessário chamar a atenção para uma exploração intensiva destas para que o processo de degradação e a redução na produção de carne e leite a pasto não continue ocorrendo.

Para se obter eficiência na produção animal é necessário o entendimento a respeito do sistema solo - planta - clima, evitando assim tomar decisões de maneira empírica e por conseqüência ter baixa produtividade na atividade pecuária. Para tal é necessário deter o conhecimento dos principais fatores determinantes para se ter uma produção vegetal com produtividade, dentre estes fatores são proeminentes a espécie utilizada, a disponibilidade hídrica, o intervalo de cortes e a adubação nitrogenada.

As gramíneas do gênero *Cynodon* vêm se destacado nos últimos anos, sendo freqüentemente recomendadas como forrageiras para a alimentação de bovinos em todo o mundo. Essas gramíneas são originárias da África e são consideradas bem adaptadas às regiões tropicais e subtropicais. Dentre os cultivares deste gênero evidencia-se o capim-estrela africana (*Cynodon nlemfuensis*) pouco estudado no Brasil, mas com um diferencial em relação aos demais cultivares mais comerciais como Coast-cross 1 e os Tiftons (*Cynodon dactylon*), pois não foi selecionado no Sul dos Estados Unidos em condições de clima subtropical. A origem do capim-estrela africana se deu na África Tropical muito semelhante a maior parte do território brasileiro. Em outros países de clima semelhante como Cuba, Venezuela e Porto Rico este capim tem sido difundido obtendo resultados de produtividade muito apreciados pela pecuária leiteira destes países. Por isso é necessário que se volte a atenção para este capim com vista à sua contribuição para a produção da pecuária nacional.

A estacionalidade da produção forrageira constitui um fenômeno que ocorre na maioria das espécies tropicais, sendo determinado, principalmente, pelas limitações de luz, umidade e temperatura. Durante a época chuvosa obtêm-se ganhos de produção satisfatórios em animais criados em pastagens tropicais. No entanto, na época da seca ocorre acentuada redução da produção o que acarreta em diminuição da produção animal. Essas relações têm sido, há tempos, conhecidas, descritas e quantificadas. Isso se deve porque nas condições tropicais, durante a época seca a temperatura, umidade e luminosidade são inadequadas para se obter um bom desempenho das plantas forrageiras; ao contrário, na época chuvosa, esses fatores climáticos estão adequados e, dependendo das condições de manejo pode se obter elevada produção de MS. Como conseqüência da estacionalidade ocorre um aumento dos custos de produção, pois torna necessária a suplementação da dieta do rebanho na época seca,

uma vez que a exigência nutricional dos animais sadios depende da sua fase de crescimento e fase de produção, sendo pouco dependente diretamente do efeito climático.

Visando amenizar o efeito da estacionalidade sobre a produção das forrageiras tem-se estudado a técnica de irrigação, buscando suprir um dos principais fatores limitantes do crescimento da forrageira, que é a necessidade de água, pelas plantas, evitando que as mesmas sejam submetidas a situação de déficit hídrico. Mas a eficiência da irrigação é dependente de outros fatores climáticos, principalmente temperatura e luminosidade. Esses aspectos devem ser observados sob um questionamento da eficiência econômica e de possíveis efeitos ambientais, por isso a necessidade de maiores estudos, uma vez que a literatura é relativamente escassa sobre o assunto, particularmente no que tange à irrigação de áreas implantadas com forrageiras.

O estágio de desenvolvimento da planta apresenta ampla relação com a composição química e produção das forrageiras. Na avaliação sobre qual o manejo adequado para intervalo de corte deve-se levar em consideração que a taxa de crescimento das gramíneas é diferente dentro e entre as estações do ano, logo pensa-se que uma boa alternativa é a investigação sobre adotar diferentes intervalos de corte na época chuvosa e seca de crescimento das forrageiras de clima tropical. Visa-se adequar o intervalo de corte às condições climáticas nas quais as plantas estão sendo submetidas buscando obter por consequência uma maior produção por área mantendo um valor nutritivo que atenda à necessidade do animal.

Quando se atende as limitações climáticas e a dos demais nutrientes o fornecimento de nitrogênio na nutrição mineral de plantas passa a ser o principal responsável pela produção das gramíneas. Entretanto ele não está presente nos solos brasileiros de maneira a garantir altos índices de produtividade. Assim, a adubação nitrogenada aparece como precursora para aproveitar o potencial produtivo das gramíneas tropicais. No entanto, o manejo da adubação nitrogenada não pode ser feito de maneira indiscriminada devido aos altos custos e aos possíveis efeitos ambientais provocados por falta de critério no uso do fertilizante. Por isso é necessário avaliar qual o melhor procedimento visando a evitar que a atividade se torne antieconômica. É necessário então que se aprenda mais sobre o uso da adubação nitrogenada que embora não se tenha dúvida sobre o seu efeito benéfico na produção vegetal, deve-se estar atento sobre sua viabilidade econômica e efeito ambiental.

Objetivou-se no presente estudo avaliar o desempenho do capim-estrela africana, quantitativa e qualitativamente, em função de quatro intervalos de cortes, variáveis em função das épocas de produção, sob quatro doses de nitrogênio e dois regimes hídricos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Capim – estrela

HARLAN (1970) apresentou uma classificação do gênero *Cynodon*, com indicação da distribuição das espécies, estabelecendo a denominação de grupos dentro do gênero, como “grama-estrela” (stargrass), usada para tipos robustos, não rizomatosos, e “bermuda” (bermuda grass) para as formas rizomatosas. HARLAN (1970) agruparam o gênero em oito espécies de acordo com a sua distribuição geográfica. Destas espécies somente quatro são mais estudadas: *Cynodon dactylon*, *C. nlemfuensis*, *C. plectostachyus* e *C. aethiopicus*, encontrando-se distribuídas sobre o leste tropical e às vezes subtropicais da África.

O Capim-estrela africana (*Cynodon nlemfuensis*) vem se destacando entre as “gramas estrelas” como uma forrageira bastante promissora no que diz respeito à alimentação animal. Originário da Rodésia encontra-se disseminado por toda África Oriental e em diversos países tropicais. Pertence à família: *Gramineae*, gênero: *Cynodon* e espécie: *nlemfuensis*. Gramínea perene, rasteira, com largos e vigorosos estolões, possui colmos robustos e bem ramificados. Apresenta sistema radicular abundante e profundo, de acordo com seu hábito de crescimento (HERNÁNDEZ & PEREIRA, 1981). Propaga-se vegetativamente, proporcionando uma densa cobertura em um período relativamente curto. Adapta-se a solos de média a alta fertilidade que podem apresentar drenagem deficiente ou regular. Caracteriza-se pela grande agressividade, altos rendimentos de matéria seca e composição química aceitável (HERNÁNDEZ & CÁRDENAS, 1990; PACIULLI *et al.*, 2000).

2.2 Áreas Implantadas com Forrageiras submetidas à Irrigação

2.2.1 Água na planta

Dos muitos tipos de moléculas que circulam e estão contidas dentro da célula a mais comum é a água. Plantas sob déficit hídrico sofrem mudanças em sua anatomia, fisiologia e bioquímica, com intensidade que depende do tipo de planta e do grau de duração do déficit hídrico (KRAMER, 1983). A primeira estratégia da planta para se adaptar às condições de estresse hídrico é a redução da parte aérea em favor das raízes, limitando sua capacidade de competir por luz, pela diminuição da área foliar, com conseqüente redução na produtividade (NABINGER, 1997). Uma grande quantidade de água passa pela planta durante a estação de crescimento e somente uma fração muito pequena é usada no processo metabólico. A água é perdida para a atmosfera, pela transpiração, através dos estômatos (SMITH, 1975).

A necessidade de água varia entre as espécies e de acordo com as condições climáticas e edáficas. Radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar e velocidade do vento são fatores que afetam a perda de água pela planta.

A água é absorvida e transpirada pela planta em função da quantidade de energia solar interceptada. Assim como para fontes minerais de N, a competição por água entre plantas individuais dentro da população de plantas é amplamente dirigida pela competição por luz. Além disso, a água não pode ser considerada exatamente como uma fonte para o crescimento da planta, mas como um meio de dissipar o excesso de energia solar recebida pelas folhas para evitar o excesso de temperatura e ressecamento do tecido da planta. Assim, em algumas circunstâncias, as plantas podem ser beneficiadas pelo sombreamento por suas plantas

vizinhas apenas por meio do decréscimo na sua própria demanda de água. Porém, tal efeito positivo não pode ser mantido após as fontes de água no solo serem exauridas.

O transporte de água e minerais a longa distância nas plantas ocorre nos elementos condutores do xilema, que se estendem da raiz às folhas. Através das células da raiz, a água penetra nos elementos condutores e sai destes na folha, sob a forma de vapor d'água, através da superfície das células do mesófilo para os espaços intercelulares. Quando os estômatos estão abertos, o vapor d'água se difunde dos espaços intercelulares saturados para a atmosfera, em um processo chamado transpiração. A perda de água pela transpiração é repostada pela água que é conduzida das raízes em direção às folhas através do xilema (RAVEN *et al.*, 2001). Nas plantas, aproximadamente 99 % da água absorvida nas raízes é liberada para o ar como vapor d'água. Essa perda de vapor d'água pelas plantas, conhecida como transpiração, pode envolver qualquer parte do organismo vegetal acima do solo, entretanto, as folhas são os principais órgãos da transpiração. O evento chave no transporte de água é a abertura e o fechamento dos estômatos.

O transporte dos açúcares ocorre nos elementos condutores do floema. Os açúcares são sempre transportados da fonte para o dreno, isto é, das regiões de produção, como as folhas fotossintetizantes, para regiões de metabolismo ou armazenamento como os meristemas apicais ou raízes, respectivamente. Na fonte, a entrada de açúcares nos elementos condutores necessita de água, pois ocorre por osmose, sendo transportados ao longo de um gradiente de pressão de turgor da fonte para o dreno.

A energia necessária vem da luz solar. Contudo, para obter uma fotossíntese máxima, a planta deve expor o máximo de sua superfície ao sol, criando ao mesmo tempo uma grande superfície de transpiração. Porém, a luz solar é apenas um dos requisitos para a fotossíntese, pois os cloroplastos também precisam de dióxido de carbono, facilmente disponível para a planta, na atmosfera. Entretanto, para a entrada de dióxido de carbono na célula vegetal, que se dá por difusão, ele deve estar em solução, pois a membrana plasmática é praticamente impermeável à forma gasosa do dióxido de carbono. Sendo assim, o gás deve entrar em contato com a superfície celular úmida. Toda vez que a água está exposta ao ar insaturado, a evaporação ocorre. Em outras palavras, a captação de dióxido de carbono para a fotossíntese e a perda de água pela transpiração estão ligadas de forma complexa na vida de uma planta fotossintetizante.

A transpiração, às vezes chamada de mal inevitável, pode ser extremamente danosa para uma planta. A transpiração excessiva (perda de água excedendo a absorção) retarda o crescimento de muitas plantas e causa a morte de muitas outras por desidratação.

A transpiração estomática envolve dois passos: no primeiro, ocorre a evaporação da água das superfícies das paredes celulares adjacentes aos espaços intercelulares (espaços aeríferos) da folha e, no segundo, a difusão do vapor d'água resultante dos espaços intercelulares vai à atmosfera via estômato.

Apesar dos estômatos representarem apenas cerca de 1 % da superfície da folha, mais de 90 % da água transpirada ocorre através dos estômatos.

O fechamento dos estômatos não apenas evita a perda d'água pela folha, como também a entrada de dióxido de carbono. No entanto, uma certa quantidade de dióxido de carbono é produzida pela respiração, e tão logo a luz esteja disponível, este pode ser usado para sustentar um nível muito baixo de fotossíntese, mesmo quando os estômatos estão fechados (RAVEN *et al.*, 2001).

A umidade do solo afeta a qualidade das forrageiras, entretanto os efeitos na qualidade ainda não estão bem esclarecidos. WILSON (1982) relata que a maioria dos trabalhos mostra que a baixa umidade do solo ou não, não apresenta nenhum efeito, ou aumenta a digestibilidade das forrageiras. Segundo ele, o retardamento do envelhecimento de folhas

jovens e o menor desenvolvimento do colmo nas gramíneas de clima tropical são os principais responsáveis pela melhoria na qualidade.

LEMAIRE (1997), demonstra que quando a camada superior do solo é seca, o crescimento de gramíneas pode ser impedido pela redução da absorção de N, P e K, enquanto o consumo de água do relvado é mantido ao nível ótimo através da absorção de água nas camadas mais profundas do solo. Assim, em condições secas, o crescimento de plantas que têm sistema radicular profundo pode ser reduzido por meio da deficiência induzida de N, P e K antes de ocorrer o estresse hídrico, visto que nas camadas mais profundas do solo, a água não é acompanhada pelo mesmo fluxo de nutrientes. Assim, uma forrageira com sistema radicular mais raso, porém bem ramificado, pode apresentar semelhante resultado sob seca, pois exploram mais intensivamente as camadas superiores, fornecendo nutrientes às suas raízes através de um fluxo de massa mínimo (LEMAIRE, 1997).

Segundo KAISER (1987), o estresse hídrico causa severa inibição da fotossíntese, tanto como consequência do fechamento dos estômatos, como em razão de efeitos deletérios diretos, em nível de cloroplastos. O fechamento dos estômatos contribui notavelmente para reduzir as perdas de água durante limitada disponibilidade e/ou alta demanda evaporativa. No entanto, esse fechamento dos estômatos provoca limitação no ingresso de dióxido de carbono e, em consequência, decréscimo na concentração intracelular de CO₂ (BJÖRKMAN, 1989).

2.2.2 Balanço hídrico do solo

A água é transportada para a atmosfera na forma de vapor. É um processo físico pelo qual o vapor d'água escapa de qualquer superfície de água livre ou superfície úmida sob uma temperatura abaixo do ponto de ebulição. Em adição à perda por evaporação do solo, a água é também perdida pela transpiração de superfícies vegetais (solo + vegetação ou superfície de água + vegetação). Esta perda combinada é conhecida como evapotranspiração.

A água se move de uma região onde o maior potencial hídrico é maior para uma região onde o potencial hídrico é menor. Em soluções, o potencial hídrico é afetado pela concentração de partículas dissolvidas (solutos), à medida que a concentração das partículas de soluto aumenta, o potencial hídrico diminui. Na ausência de outros fatores (tais como a pressão) que afetem o potencial hídrico, as moléculas de água nas soluções movem-se de regiões com concentrações de solutos mais baixas (maior potencial hídrico) para regiões com concentrações de solutos mais altas (RAVEN *et al.*, 2001). Dessa mesma forma, a água passa do solo à planta e dessa para a atmosfera. Este processo de evaporação e/ou transpiração, juntamente com a precipitação é um dos mais importantes componentes do ciclo hidrológico.

A quantidade de água que um dado solo retém contra a força da gravidade é denominada capacidade de campo, determinada em função da natureza do solo e das dimensões e distribuição dos seus poros (SANT'ANA, 2005).

Nesse sentido, o solo pode ser conceituado como um reservatório de água, sendo a quantidade armazenada dependente das principais saídas – drenagem e evapotranspiração – e entradas de água - chuva e irrigação. Dessa forma, obtém-se o balanço hídrico a partir da diferença entre o ganho e a perda de água em dado intervalo de tempo.

É um conceito simples, porém que muito tem ajudado nos processos de zoneamento agroclimático, demanda de água para irrigação e até mesmo classificação climática. Um dos aspectos contraditórios no uso desta metodologia é a confusão que muitos dos usuários fazem entre água armazenada no solo e água disponível. Tal fato com certeza aumenta as contradições sobre os resultados obtidos e a comparação com outras regiões, sob cultivo com diferentes culturas.

As entradas de água nos solos cultivados são principalmente devidas à ocorrência de chuvas. Estas, no entanto, comumente não atendem as necessidades hídricas das culturas

durante todo o ano agrícola. De acordo com os padrões normais climáticos da Região do Brasil Central, de outubro a março - na época chuvosa - a precipitação pluvial excede a evapotranspiração na maioria das áreas cultivadas; de abril a setembro, após o equilíbrio entre essas variáveis, a evapotranspiração torna-se maior que a precipitação, resultando em uma época desfavorável de crescimento.

O acúmulo de valores negativos para o balanço hídrico resulta no gradual esgotamento da água armazenada no solo; e a partir de um certo grau de umidade do solo, a absorção de água pela planta é limitada significativamente, configurando o déficit hídrico. Inicialmente, o processo é passível de reversão, podendo a planta readquirir o turgor. Para tal, basta serem restabelecidas condições não limitantes de umidade (LARCHER, 2000). Entretanto persistindo a perda de água, atinge-se um teor de umidade do qual não há retorno: a planta, incapaz de absorver a água retida no solo, murcha irreversivelmente e morre. Esse nível crítico de umidade do solo é denominado ponto de murcha permanente.

2.2.3 A irrigação

AGUIAR (2001), em uma ampla revisão apresentou uma discussão relacionada com a interação entre os fatores solo, planta, lâmina de água e clima, mostrando diferenças entre os diversos tipos de irrigadores e os retornos potenciais para os investimentos necessários aos diversos sistemas de irrigação disponíveis. Esse autor concluiu que o pouco desenvolvimento nessa área, talvez seja resultante do enfoque com que esses trabalhos foram conduzidos, especialmente, até a década de 1990. Até esse período a preocupação básica era atingir, com a irrigação no período seco, produções semelhantes àquelas alcançadas durante o período das águas. Os resultados obtidos, no entanto, indicaram variações ocorrendo na época da seca produção vegetal entre 20% e 70% em relação a época chuvosa, ou seja a irrigação das pastagens não resolveu o problema da sazonalidade da produção forrageira.

A partir deste momento, o objetivo foi reestruturado e a meta dos trabalhos de irrigação deixou de ser o equilíbrio de produção entre época chuvosa e seca de crescimento e passou a ser a busca por melhor distribuição da produção durante as estações de primavera, verão e outono como forma de corrigir as irregularidades que ocorrem na distribuição das chuvas. Segundo CORSI (1998), a produção de forragens pode ser aumentada de 20% a 30% com irrigação no período de verão, principalmente para os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. Segundo esse mesmo autor, a irrigação durante a época seca, nesses Estados, pode ser feita ressaltando-se que a produção será a metade da conseguida no verão. O principal fator responsável por essa queda na produção no período de inverno é, especialmente, a diminuição da temperatura. Nesse contexto, existe consenso na literatura que temperaturas abaixo de 15°C assim como luminosidade incidente neste período são limitantes ao crescimento de gramíneas tropicais. PEDREIRA *et al.* (1998) reportam que, em regiões com latitudes superiores a 25° S, pode ocorrer redução do período de crescimento, quando comparado com localidades mais próximas ao equador, onde, durante o inverno, altas temperaturas podem justificar economicamente a utilização da irrigação para a produção de *Cynodon*.

Em pastagens intensivas adubadas e irrigadas, se o clima não for limitante, o fator pluviometria deixa de ser preocupante, pois o déficit hídrico será suprido por meio da irrigação e a fertilidade de solo também pode ser manipulada por meio de manejo racional e econômico da adubação, mesmo sendo o solo pobre em nutrientes.

A irrigação pode contribuir também com o aumento da produção de forragem na época das chuvas, quando ocorrem os períodos de veranicos. Com dias muito quentes e alta intensidade luminosa, a resposta de pastagens adubadas intensivamente e irrigadas é muito grande.

Deve-se salientar contudo, que a irrigação é uma tecnologia agrícola final, ou seja, o pecuarista que pretende utilizá-la deve também, ser um bom agricultor. Antes de irrigar o pasto, deve aplicar tecnologias que promovam altas produções de forragem, como preparo do solo, correção da fertilidade do solo com base em análise química, escolha da melhor espécie e cultivar, semeadura em nível a fim de evitar erosões, adubações de manutenção e cobertura para as plantas, e combate a pragas e doenças, especialmente formigas no caso de pastagens.

2.2.4 Efeito da irrigação sobre a produção de matéria seca (PMS), a eficiência da adubação nitrogenada (EAN) e a qualidade das forrageiras tropicais

Em uma avaliação feita por MALDONADO *et al.* (1997) buscando saber qual o efeito da irrigação sobre a produção de matéria seca do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), teve-se como resultado uma diferença significativamente superior de produção na época seca sob uma condição de irrigação se comparado com o mesmo capim sem sofrer irrigação.

AGUIAR *et al.* (2002) em um experimento com o capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon*) obteve resposta superior quando a forrageira foi submetida a irrigação no que diz respeito a produção de matéria seca em comparação com o tratamento não-irrigado. Os autores acrescentam que a produção satisfatória foi não só em função do suprimento do déficit hídrico característico da época seca para as gramíneas, como também devido a uma média de temperatura superior a 15°C. Segundo a literatura, gramíneas do tipo C₄ submetidas a uma temperatura inferior a esta média tem sua taxa de crescimento desacelerada caracterizando a temperatura como fator limitante do crescimento.

Comportamentos lineares de produção em resposta à adubação nitrogenada têm sido observado até doses de 600 kg/ha de N, todavia, sua eficiência na utilização pela planta nos níveis mais elevados é dependente da umidade, proveniente da irrigação ou das chuvas (VILELA & ALVIM, 1998). VILELA *et al.* (2004a) avaliando o rendimento produtivo de gramíneas tropicais submetidas à adubação nitrogenada e irrigação constataram o aumento da produção de matéria seca tanto na época seca, como na chuvosa quando comparados as mesmas gramíneas não sendo submetidas a irrigação. A média de produção de matéria seca das gramíneas irrigadas foi por volta de 6000 kg/ha/ano de MS superior em relação às não irrigadas o que é reflexo de uma maior eficiência da adubação nitrogenada(EAN) pois obteve-se maior produtividade com as mesmas doses de nitrogênio. A irrigação promoveu aumentos, respectivamente, de 21,9 e 27,4% no rendimento da forrageira.

FERNANDEZ *et al.* (1986) obtiveram respostas em capim Coast-cross irrigado até a dose de 675 kg/ha de N na época chuvosa e na seca, até a dose de 225 kg/ha de N. Observaram ainda que, mesmo com irrigação no período seco, o potencial de produção da forrageira é limitado, provavelmente devido a fatores climáticos, como luminosidade e temperatura incidentes neste período.

Em Coronel Pacheco-MG, a irrigação de 11 espécies forrageiras promoveu produção na entressafra de 30% da produção anual (5,6 e 18,3 t/ha de MS), mas de 44% quando relacionada com a da safra (5,6 e 12,7 t/ha de MS) (ALVIM *et al.*, 1986). No triângulo mineiro (Uberlândia), a irrigação do capim-tanzânia evidenciou acúmulo de forragem na entressafra de 57% do acúmulo da safra (BENEDETTI *et al.*, 2000). Na região central do Estado de São Paulo (São Carlos), a produção de forragem na entressafra correspondeu a 53 e 68% da produção da safra, para o capim-tanzânia e o capim-elefante, respectivamente, com aplicação de água de maneira complementar por irrigação, podendo-se diminuir a produção de alimentos de entressafra para os animais, como silagem de milho e de capim, feno, cana-de-açúcar, aveia e outros (RASSINI, 2002).

Em um experimento com capim-elefante cv. Napier avaliando a resposta da forrageira a adubação nitrogenada e a irrigação, no que refere ao valor nutritivo, LOPES *et al.* (2002) concluiu que a irrigação provocou uma queda significativa ($P < 0,05$) nos teores de proteína das lâminas foliares com as maiores doses aplicadas, devido, provavelmente, ao rápido desenvolvimento fisiológico das folhas, o que determinou significativos ($P < 0,05$) aumentos nos teores de FDN e FDA. Esta tendência está em consonância com as afirmações de BOTREL *et al.* (1991) de que, sob condições climáticas favoráveis, as pastagens irrigadas podem ter uma redução de até 30 % no teor médio de proteína bruta quando comparadas às não irrigadas.

MARCELINO *et al.* (2002b) em uma avaliação de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu as tensões hídricas testadas, não provocaram grandes alterações no teor de proteína bruta, bem como no coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e fibra em detergente neutro (FDN). Já GUELFILHO (1972) trabalhando com capim-elefante cv. Napier irrigado, obteve maior teor de PB quando aumentou a quantidade de água aplicada. Entretanto, ANDRADE *et al.* (2002) encontrou com o capim-elefante cv. Napier resultados contrastantes, os teores de PB nas lâminas das plantas da área irrigada, apresentaram menor teor de proteína bruta do que nas plantas da área não irrigada. Esse menor teor de PB encontrado nas plantas irrigadas, provavelmente se deve a um efeito de diluição, devido a maior disponibilidade de matéria seca e/ou ao aceleração da maturidade das plantas cultivadas na área irrigada.

2.3 Intervalo de Cortes

2.3.1 Crescimento e desenvolvimento das forrageiras tropicais

Segundo CARO-COSTAS *et al.* (1972) a frequência de cortes é um importante fator de manejo a determinar o rendimento do capim-estrela. Quando se avalia o crescimento vegetal observa-se inicialmente acréscimo lento de produção, seguido por um crescimento vigoroso e posteriormente uma estabilização (CORSI, 1986). Esse crescimento pode ser descrito por meio de uma curva sigmóide. Segundo este modelo, após o corte, a planta forrageira apresenta acréscimos diários de produção muito reduzidos; em uma fase seguinte, o crescimento é vigoroso e linear e finalmente, as taxas de crescimento tornam a diminuir e a produção acumulada de matéria seca se estabiliza (GOMIDE, 1973). No capim-estrela, os acréscimos diários de produção são mais elevados entre a segunda e a quinta semana (DEL POZO *et al.*, 1998a).

A fisiologia das plantas forrageiras após uma desfolha tem duas fases distintas. A primeira é um período transitório, durante o qual as reservas orgânicas previamente armazenadas são usadas para a rápida reposição dos tecidos perdidos na desfolha. A segunda fase envolve o reajustamento da atividade fisiológica, quando os estoques de reservas são progressivamente restaurados. Os estudos mais antigos sugeriam que a fase de mobilização de reservas tem duração de aproximadamente uma semana, mas esta estimativa se baseava no período de tempo em que ocorre redução das reservas de C e N no restolho (MORVAN-BERTRAND *et al.*, 1999).

O intervalo de corte da pastagem deve se basear em conhecimentos científicos das características fisiológicas do crescimento de cada forrageira. Assim, pode-se evitar a queda no valor nutritivo e as perdas de forragem por envelhecimento e morte de perfilhos. O intervalo deve ser o suficiente para que a planta acumule reservas nas bases dos seus caules e em suas raízes para suportar o próximo corte. Desta forma, o espaço de tempo deve ser tal que a planta forrageira acumule uma boa quantidade de forragem associado a um bom valor nutritivo, pois o ciclo normal de crescimento das plantas forrageiras contemplam fases de

acúmulo de material com diferentes padrões nutricionais proporcionais ao tempo. Um fator muito importante a ser considerado é o efeito do estágio de crescimento da planta sobre a qualidade da forragem. À medida que ocorre a maturação da planta, há perdas de nutrientes, menor digestibilidade, e portanto menor consumo por parte do animal.

O tempo que a planta vai demorar para atingir uma determinada produção de MS vai depender do nível de fertilidade do solo e das condições climáticas (umidade, luminosidade e temperatura) a que está sendo submetida. Quanto maior a taxa de crescimento da pastagem (boas condições ambientais) menor poderá ser a frequência de corte. Desta forma evitam-se as perdas na qualidade e na quantidade da forragem produzida.

Existe uma relação entre a quantidade e qualidade de forragem, que pode ser considerada para todas as espécies. O excesso de forragem no campo, devido a uma menor frequência de utilização, além de reduzir a qualidade da forragem, também causa redução na taxa de crescimento das plantas devido ao processo de senescência. Por outro lado, a utilização frequente e intensiva das pastagens determina baixa produção de forragem, porém de melhor qualidade. No entanto, esse manejo pode proporcionar a degradação da pastagem e por conseguinte o desaparecimento da espécie forrageira.

Assim sendo, deve-se adotar um manejo que seja capaz de otimizar o potencial produtivo da forrageira, visando alcançar resultados de produção tanto qualitativos como quantitativos. Para tal, alguns pesquisadores, devido ao efeito da estacionalidade presente no clima tropical, afirmam que um manejo adequado visando obter o melhor aproveitamento da forragem é adequar o intervalo de cortes às diferentes épocas do ano, tomando como parâmetro os principais fatores ambientais determinantes para o crescimento como luminosidade, temperatura e umidade. (ALVIM, 2000; BOTREL *et al.*, 1999).

2.3.2 Qualidade das forrageiras tropicais

O aumento do intervalo de cortes proporciona a maior produção de MS por parte da gramínea, no entanto, o estágio de desenvolvimento da planta apresenta ampla relação com a composição química e a qualidade das forrageiras. Com o crescimento, ocorrem aumentos nos teores de carboidratos estruturais, o que invariavelmente proporciona redução na digestibilidade; são também alteradas estruturas como a elevação da relação caule/folha e as plantas apresentam maiores proporções de colmos do que folhas, tendo, portanto, reduzido o seu conteúdo em nutrientes potencialmente digeríveis com a maturação, visto que nas folhas está presente o maior teor de proteína bruta do vegetal.

A redução nos teores de PB com o avanço da maturidade das plantas, provavelmente, deve-se também ao efeito de diluição dessa na MS produzida (GOMIDE, 1976). assim como a diminuição da atividade metabólica com o avanço da idade da planta, razão pela qual a síntese de compostos protéicos diminui em comparação com idades mais jovens (HERRERA & HERNÁNDEZ, 1987; JONES, 1985).

Devido as células da bainha apresentarem em torno de 50% dos carboidratos estruturais (WILSON *et al.*, 1983), com o avanço da idade, estas podem conter maiores teores de lignina. VAN SOEST (1982) considerou que a lignina é o primeiro fator que limita a degradabilidade da parede celular de forrageiras.

2.3.3 Efeito do intervalo de cortes sobre a produção de matéria seca (PMS), a eficiência da adubação nitrogenada (EAN) e a qualidade das forrageiras tropicais

O intervalo de corte, em cada estação do ano, é um fator de manejo que contribui para determinar a qualidade da forragem. Intervalos de corte menores resultam em baixas produções de matéria seca; embora a alta relação lâmina/colmo(L/C), proporcione valor

nutritivo mais elevado. Segundo VAN SOEST (1994), as forragens maduras, freqüentemente, apresentam colmos com qualidade inferior em relação às folhas. Desse modo, deve-se procurar associar elevadas produções de MS com boa relação L/C.

GONÇALVES *et al.* (2002) trabalhando com três cultivares do gênero *Cynodon* (Coast-cross, Tifton 44 e Tifton 85) colhidos com a idade de 21, 42 e 63 dias, na primavera e no verão, 42, 63 e 84 dias, no outono e 63 e 84 dias, no inverno encontraram que os teores de proteína bruta foram mais elevados no período da primavera e verão com cortes aos 21 dias. Com exceção do período do inverno, os teores de PB foram influenciados ($P < 0,05$) negativamente pelas idades. BELESKY (1991) também registraram decréscimo nos teores de proteína bruta de 11% para 9% à medida que se alongou a idade de 2 para 6 semanas no primeiro ano de avaliação para o capim bermuda, sob condições de baixa temperatura. O aumento na idade da planta causa decréscimo no percentual de proteína bruta (MISLEVY, 1986), principalmente devido ao aumento da fração colmo. Tanto na época chuvosa quanto na época seca, os teores de proteína bruta são influenciados negativamente pelos intervalos de corte prolongados. (ALVIM, 1998a).

GONÇALVES *et al.* (2002) na mesma avaliação relataram aumento ($P < 0,05$) nos teores de FDN e de FDA, à medida que se aumentou a idade ao corte. Os teores de FDN e de FDA foram mais elevados aos 63 dias de idade na primavera e no verão; e aos 84 dias no outono e no inverno. Esses resultados concordam com os encontrados por PALHANO & HADDAD (1992) e ALVIM *et al.* (1996). Estes autores também verificaram aumentos nos teores de FDN na medida em que se prolongou a idade de corte para o cultivar Coast-cross. BELESKY (1991) também registraram aumentos nos teores de FDA em *Cynodon* quando se alongou a idade ao corte de duas para sete semanas. A maior idade ao corte em gramíneas tropicais promove maiores produções de MS, com maior proporção de colmos e aumento de tecido estrutural na matéria seca (OMALIKO, 1980).

Os maiores valores de DIVMS foram obtidos aos 21 dias de idade na primavera e no verão. Da mesma forma, a menor idade ao corte no outono e no inverno apresentou os maiores valores de DIVMS. A DIVMS foi influenciada ($P < 0,05$) negativamente pela idade GONÇALVES *et al.* (2002). Esses resultados reforçam as inter-relações existentes entre a digestibilidade e os teores de PB e de parede celular, pois, à medida que a planta amadurece, ocorre declínio na digestibilidade devido ao aumento nos teores de FDN e FDA e decréscimo na PB.

CEDEÑO *et al.* (2003) avaliaram três cultivares do gênero *Cynodon* (Coast-cross, Tifton 68 e Tifton 85) em função de quatro idades de corte (28, 42, 56 e 70 dias) concluíram que o aumento do intervalo de corte proporcionou o aumento da produção de matéria seca, redução do teor de PB e aumento da FDN, FDA e DIVMS. HENRIQUES *et al.* (2003) em um experimento que avaliava a resposta das quatro gramíneas: setária (*Setaria anceps* Stapf), hemarthria (*Hemarthria altissima*), angola (*Brachiaria purpurascens*) e acroceres (*Acroceras macrum* Stpaf) obteve como resposta a diminuição linear em relação ao teor de PB das gramíneas em relação ao aumento da idade de corte, observaram também o aumento linear do teor de FDN em função do aumento do intervalo de corte.

2.4 Adubação Nitrogenada

2.4.1 Funções do nitrogênio na planta

As gramíneas do gênero *Cynodon* crescem em diversas partes do mundo e são consideradas como plantas cosmopolitas. Alguns cultivares são de introdução recente no Brasil e pouco se sabe sobre a sua resposta à adubação nitrogenada e ao intervalo de cortes.

O nitrogênio (N) é considerado elemento essencial para as plantas, pois está presente na composição das mais importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas (MIFLIN & LEA, 1976; HARPER, 1994). Em muitos sistemas de produção, a disponibilidade de nitrogênio é quase sempre um fator limitante, influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente. Entre os nutrientes exigidos pelas forrageiras, o nitrogênio apresenta maior importância para a produção de gramíneas, exercendo grande influência sobre a produção de novas células, com deposição concentrada principalmente na zona de diferenciação celular (SKINNER & NELSON, 1995).

O crescimento vegetativo consiste na formação de novas folhas, caules e raízes. Os tecidos meristemáticos apresentam um metabolismo protéico muito ativo, com intensa síntese de ácidos nucléicos e proteínas, dos quais o nitrogênio é constituinte. Dessa maneira, pela nutrição nitrogenada, controla-se de forma ampla, a taxa de crescimento vegetativo. Quase todo o nitrogênio encontrado na forma orgânica é representado principalmente por aminoácidos e proteínas, além de ser componente de vitaminas, coenzimas e das bases purínicas e pirimidínicas. Está envolvido com a fotossíntese e com reações enzimáticas.

O adequado fornecimento de nitrogênio está associado a um crescimento vigoroso e intensa coloração verde das folhas.

O nitrogênio (N) é um elemento importante para o crescimento das gramíneas forrageiras, pois acelera a formação e crescimento de novas folhas, melhora o vigor de rebrota, incrementando a sua recuperação após o corte, resultando em maior produção e capacidade de suporte das pastagens (CECATO *et al.*, 1996). No entanto a eficiência do fornecimento de N ao vegetal é dependente da quantidade dos outros macro e micronutrientes exigidos pela planta.

2.4.2 Nitrogênio disponível às plantas

Embora o nitrogênio molecular contribua com 78% na atmosfera, ele representa para as plantas uma situação paradoxal, já que sua abundância na atmosfera não reflete em disponibilidade para as plantas, pois em contraste a outras moléculas diatômicas como o O₂, NO, e CO, ele não é quimicamente reativo em condições naturais, devido à grande estabilidade da molécula.

A eficiência da utilização do nitrogênio adicionado ao solo se refere ao grau de recuperação desse elemento pelas plantas, considerando as perdas que geralmente ocorrem. Normalmente, menos de 50% do nitrogênio aplicado sob a forma de fertilizante é utilizado pelas culturas. As perdas no solo são devidas aos inúmeros processos aos quais o nitrogênio está sujeito. O nitrogênio é perdido principalmente pela lixiviação de nitrato, volatilização de amônia e emissão de N₂, N₂O e outros óxidos de nitrogênio (ANGHINONI, 1986).

O nitrogênio (N₂) encontrado no solo está, em quase sua totalidade, na forma orgânica, não diretamente disponível para as plantas. O restante (cerca de 2%), corresponde ao nitrogênio mineral do solo, representado pelas formas iônicas; amônio (NH₄⁺), nitrato (NO₃⁻) e nitrito (NO₂). Essas formas podem se originar da matéria orgânica, após a mineralização, e dos fertilizantes minerais e orgânicos adicionados ao solo. A eficiência na utilização do N pela planta considera os aspectos de absorção e metabolização deste elemento.

O preparo do solo para o estabelecimento das forrageiras favorece a mineralização do nitrogênio, atendendo assim, em um primeiro momento, à demanda da planta. Utilizando o mesmo raciocínio SOARES FILHO (1991), comenta que áreas com forrageiras já implantadas não sofrem tratamento físico-mecânico, como consequência a aeração do solo é reduzida, diminuindo a atividade microbiana e privando a planta de sua maior fonte do nutriente.

Os adubos minerais se constituem como uma outra alternativa para fornecimento de N aos vegetais visando sua maior produtividade, mas deve-se levar em consideração seus altos custos por conta dos processos de fixação química do nitrogênio atmosférico; este fato, juntamente com outros fatores, justifica a necessidade de investigações minuciosas que subsidiem o uso deste tipo de fertilizante (VAN RAIJ, 1991). Dentre os fertilizantes nitrogenados, a uréia é o mais comumente utilizado, por ser a fonte de maior teor de nitrogênio e menor preço por unidade de peso do nutriente em comparação aos outros adubos, exceto a amônia, entretanto esta é de aplicação complexa (CANTARELLA *et al.*, 2001; VAN RAIJ, 1991).

Apesar de o nitrogênio ser o nutriente exigido em maiores quantidades, a planta forrageira necessita de uma quantidade mínima balanceada de todos os elementos essenciais para atender suas demandas nutricionais. Isto é particularmente importante em relação à adubação com potássio (extraído do solo em grandes quantidades pela plantas forrageiras) de áreas destinadas ao corte, em que não há retorno de nutrientes por meio dos excrementos dos animais (TISDALE *et al.*, 1985). A esse respeito, HERNÁNDEZ & CÁRDENAS (1990) concluem pela necessidade da aplicação de potássio conjuntamente com o nitrogênio, devido as grandes extrações do primeiro em função do aumento da produção proporcionado pelo último.

Dada a sua importância e a alta mobilidade no solo, o nitrogênio tem sido intensamente estudado, visando maximizar a eficiência do seu uso. Para tanto, tem-se procurado diminuir as perdas do nitrogênio no solo, bem como melhorar a absorção e a metabolização do N no interior da planta.

2.4.3 Efeito da adubação nitrogenada sobre a produção de matéria seca (PMS), a eficiência da adubação nitrogenada (EAN) e a qualidade das forrageiras tropicais

Entre as adubações, merece destaque a adubação nitrogenada, pois em condições normais de suprimento dos demais nutrientes, o nitrogênio tem influência marcante na produtividade das gramíneas forrageiras (MONTEIRO, 1996), além de propiciar o desenvolvimento de tecido novo, rico em proteína e pobre em parede celular e lignina (WHITNEY, 1974). Entretanto, WILMAN *et al.* (1976) verificaram que embora houve aumento linear no conteúdo de N, com aumentos crescentes nas doses de N aplicados, observaram também aumentos na proporção de caules, acarretando queda no valor nutritivo. A adubação nitrogenada, pelo fornecimento de N prontamente disponível às plantas, tem revelado influência sobre os parâmetros quantitativos e qualitativos inerentes ao manejo das pastagens (RUGGIERI *et al.*, 1995). Assim, o uso do nitrogênio permite melhor exploração do potencial das plantas forrageiras (CORSI, 1974), sendo um dos principais fatores que influenciam tanto na qualidade quanto na produtividade das mesmas.

As condições edáficas e outros fatores naturais constituem situações que limitam ou permitem expressar, em maior ou menor grau, a produtividade potencial das pastagens (BLANCO & ROCHE, 1990). A adubação das pastagens, particularmente a nitrogenada, é prática fundamental quando se pretende aumentar a PMS pois o nitrogênio (N) presente no solo, proveniente da mineralização da matéria orgânica derivada do complexo solo-planta-animal, não é suficiente para as gramíneas de alta produção expressarem o seu potencial (GUILHERME *et al.*, 1995) permitindo assim maior produtividade, isto é, maior produção de derivados de origem animal por hectare. O nitrogênio é o elemento capaz de propiciar grandes aumentos no rendimento forrageiro, desde que sejam corrigidas as deficiências em minerais disponíveis e haja disponibilidade de umidade para o crescimento (GOMIDE, 1985).

Efeitos positivos do nitrogênio sobre o perfilhamento (WERNER & HAAG, 1986) e o índice de área foliar (PACIULLO *et al.*, 1998) realçam alguns dos mecanismos por meio dos

quais a adubação nitrogenada contribui para o aumento da produção de forragem. No entanto o potencial de resposta da adubação nitrogenada depende da espécie forrageira, doses, fonte do nutriente, modo de aplicação, tipo de manejo, perfil nutricional do solo, umidade do solo e condições climáticas (HERRERA, 1980).

PACIULLI (1997) estudou o efeito de quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 400 kg/ha/ano) sobre a produção e o valor nutritivo de três gramíneas tropicais do gênero *Cynodon* e observou um aumento na produção de MS, teor e rendimento de PB até a maior dose aplicada. Quanto à eficiência de utilização, o autor verificou uma diminuição da mesma com o aumento da dose de nitrogênio.

CECATO *et al.* (1996), avaliando cultivares do gênero *Cynodon* verificaram que a aplicação de adubo nitrogenado proporcionou maior produção de matéria seca (MS), vigor de rebrota e relação colmo: folha para todos os cultivares testados.

A qualidade de uma forrageira depende de seus constituintes e estes são variáveis, dentro de uma mesma espécie, de acordo com a idade e parte da planta, fertilidade do solo entre outros (VAN SOEST, 1994). As adubações, principalmente a nitrogenada, além de aumentar a produção de matéria seca, aumentam o teor de proteína bruta da forragem e, em alguns casos, diminuem o teor de fibra, contribuindo dessa forma para melhoria da sua qualidade (BURTON, 1988).

Mas segundo (MINSON, 1992) a adubação nitrogenada não exerce nenhuma influência na digestibilidade de gramíneas forrageiras tropicais, quando estas se situam em um mesmo estágio de desenvolvimento.

ALVIM (1998b) em um experimento com Tifton 85 submetido a cinco doses de N: zero, 100, 200, 400 e 600 kg/ha/ano, afirmam que as produções aumentaram ($P < 0,05$) à medida que se elevou a dosagem de N na época chuvosa e seca. Tanto na média anual como na média de cada período do ano, o teor médio de PB do Tifton 85 aumentou ($P < 0,05$) com a elevação da dosagem de N. Resposta semelhante foi registrada por ALVIM *et al.* (1996), ao avaliarem o Coast-cross na região de Coronel Pacheco, MG.

Segundo ASSIS *et al.* (1998) ao avaliar a composição química e a digestibilidade das gramíneas Tifton 44, Tifton 85, Coast-cross, Estrela de Porto Rico e Roxa, com e sem adubação, 400 e zero kg/ha/ano de N, respectivamente, no período de verão, concluíram que quando adubadas as gramíneas apresentaram menores valores da FDA e também em FDN. Estes resultados discordam dos apresentados por ALVIM *et al.* (1996) que utilizando nitrogênio até 750 kg/ha, não observaram alterações nos teores de FDN. A diferença obtida no teor de FDA concorda com BELESKY (1991) que observaram no capim bermuda um decréscimo em FDA com a aplicação de nitrogênio. Ainda no experimento de ASSIS *et al.* (1998) não houve efeito da adubação para a DIVMS e da parede celular. Em relação a DIVMS estes resultados concordam com os obtidos por BELESKY (1991) que estudaram o capim bermuda em quatro níveis de nitrogênio e observaram que a DIVMS não foi afetada pelos níveis de nitrogênio.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e Duração do Experimento

O ensaio foi conduzido no Campo Experimental de Santa Mônica (CESM) - pertencente a Embrapa Gado de Leite - localizado no distrito de Barão de Juparanã, município de Valença, Estado do Rio de Janeiro, situado a 22°21' de Latitude Sul e a 43° 42' Longitude Oeste, a 446 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 épocas chuvosa e seca do ano bem definidas. O período experimental foi de 16 de outubro de 2004 a 8 de outubro de 2005.

3.2 Área Experimental

O experimento foi instalado no campo, em relevo suavemente ondulado, em área de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis*) implantada há aproximadamente 12 anos, sendo o solo classificado como aluvião eutrófico. O local não recebeu fertilização mineral, adubos orgânicos e corretivos nos últimos cinco anos anteriores a 2003; durante os quais foi subutilizado como área de corte ou pastagem, sendo a quantidade de liteira existente estimada em cerca de 9.000 kg/ha de matéria seca. Em 25 de outubro de 2003 foi iniciado o presente trabalho de pesquisa e foi conduzido até 16 de outubro de 2004 por SANTANA (2005), a partir de então passou a ser conduzido o presente estudo durante o período citado no tópico anterior. O solo da área experimental, em outubro de 2003, foi analisado quimicamente em duas profundidades, de 0-20 cm e de 20-40 cm, sendo realizadas análises distintas para a área irrigada e a não irrigada (Quadro 1).

Quadro 1. Composição química do solo nas áreas irrigadas e não irrigadas em duas profundidades.

Área	Na ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H+Al	Al ⁺³	pH	C	P	K ⁺	V	T	m
	Cmol _c /dm ³											
Irrigada												
0-20 cm	0,12	2,6	1,9	5,4	0	5,7	1,3	33	206	55,7	9,3	0
20-40 cm	0,03	2,2	2,1	3,9	0	5,6	0,9	7	128	52,0	8,9	0
Não irrigada												
0-20 cm	0,04	2,4	2,3	5,4	0,2	6,0	1,4	24	143	55,5	9,2	0,04
20-40 cm	0,12	1,8	1,4	5,2	0	5,6	1,0	8	82	50,7	8,9	0

3.3 Procedimentos Experimentais

Avaliou-se a produção e a qualidade do capim-estrela sob: dois regimes hídricos (ausência ou presença de irrigação), quatro intervalos de cortes (variáveis em função da época do ano: 21, 28, 35 e 42 dias, na época chuvosa, e 28, 35, 42 e 49 dias na época da seca; e quatro doses de nitrogênio(N) (0, 150, 300 e 600 kg/ha/ano de N). Foi definido, para efeito de metodologia, que a época chuvosa abrangesse os cortes realizados entre 23 de outubro de 2004 a 2 de abril de 2005; e a época da seca abrangesse os cortes realizados entre 14 de maio a 8 de outubro de 2005. Como fonte de adubo nitrogenado, utilizou-se a uréia, aplicada a

lanço após o corte da parcela, sendo a dose anual parcelada igualmente em função do número de cortes de cada intervalo. Juntamente com a uréia foi fornecido cloreto de potássio (KCl), na proporção de 1 uréia : 0,8 KCl, conforme preconizado por HERNÁNDEZ & CÁRDENAS (1990). Na área experimental foram demarcadas 96 parcelas de 2,5 x 2,5m, com 0,25 m de bordadura (4,00 m² de área útil), utilizadas como unidade experimental. No dia 16 de outubro de 2004, deu-se continuidade a metodologia usada desde o início da avaliação. A partir desta data, as parcelas eram cortadas conforme a frequência estabelecida pelos tratamentos.

A avaliação para a época chuvosa foi delimitada até 2 de abril, quando foi realizada um corte de uniformização de toda a área, devido a necessidade de um controle intenso das invasoras principalmente nas parcelas com maior frequência de corte. Foi então adotado um manejo que permitisse um descanso para toda a área experimental de 42 dias visando diminuir a incidência de invasoras através do sombreamento destas por parte da forrageira avaliada e do controle manual por meio da eliminação das invasoras desde a raiz com enxadão. Após este período de 42 dias foi realizada uma nova homogeneização de toda a área e deu-se prosseguimento ao experimento de acordo com os intervalos de corte propostos para a época da seca, a partir deste momento foi realizado o controle manual semanalmente das invasoras esta tendo sua duração de 14 de maio a 8 de outubro de 2005, quando encerrou-se o período experimental. Dessa forma, os tratamentos 21/28, 28/35, 35/42 e 42/49 dias foram cortados, respectivamente, oito, sete, seis e quatro vezes na época chuvosa; cinco, quatro, três e três vezes na época da seca (Quadro 2).

Quadro 2. Data dos corte efetuados durante o período experimental.

Intervalo de Cortes	Data dos Cortes								
(dias)	Época chuvosa								
21	06/11/04	27/11/04	18/12/04	08/01/05	29/01/05	19/02/05	12/03/05	02/04/05	
28	23/10/04	20/11/04	18/12/04	15/01/05	12/02/05	12/03/05	02/04/05		
35	30/10/04	04/12/04	08/01/05	12/02/05	19/03/05	02/04/05			
42	27/11/04	08/01/05	19/02/05	02/04/05					
	Época da seca								
28	11/06/05	09/07/05	06/08/05	03/09/05	01/10/05				
28	18/06/05	23/07/05	27/08/05	01/10/05					
42	25/06/05	06/08/05	17/09/05						
49	02/07/05	20/08/05	08/10/05						

3.4 Irrigação

Foi dado continuidade ao manejo de irrigação que havia sido estabelecido até o início do experimento. Visou-se manter o solo em um teor de umidade equivalente à capacidade de campo a 50 cm de profundidade, tendo como objetivo não permitir que a forrageira fosse submetida a algum eventual déficit hídrico em um determinado instante ou período experimental.

A irrigação era realizada quando o conteúdo de água no solo, a 30 cm de profundidade, atingia 50% do total disponível, evitando dessa forma, perdas significativas na produção em função do déficit hídrico. Por outro lado, a irrigação era interrompida quando o solo a 50 cm de profundidade atingia uma tensão hídrica entre -0,005 e -0,010 Mpa. O sistema de irrigação utilizado foi o do tipo de aspersão convencional.

Foram realizadas quatro irrigações nos dias: 17/07/2005, 06/08/2005, 20/08/2005 e 03/09/2005.

A umidade do solo foi monitorada semanalmente, utilizando-se os valores médios de dois conjuntos de tensiômetros dispostos na área irrigada. Um conjunto foi constituído de cinco tensiômetros instalados a 30 cm de profundidade e o outro de cinco tensiômetros a 50 cm de profundidade.

3.5 Coleta e Processamento das Amostras

Foram coletadas amostras da forrageira em todos os cortes efetuados manualmente com tesouras comuns, sendo recolhidas duas amostras de forragem por parcela, nas datas de corte. Depois da remoção das amostras, a área restante da parcela era cortada mecanicamente a 10 cm de altura. Cada amostra era constituída pelo material obtido do corte da forragem contida em uma área de 0,25 m², a 10 cm do solo. Da mistura das duas amostras recolhidas, obtinha-se uma amostra composta por parcela, que era então pesada para determinação da produção de matéria verde. Em seguida, retiravam-se cerca de 200 g do material, que era pesado e colocado em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C. Após um período de 96 horas na estufa visando obter o peso constante da amostra, o material era novamente pesado para determinação do teor de matéria seca. Conforme recomendado por DEL POZO *et al.* (1998b), foi observado o tempo máximo de quatro horas entre a coleta do material e a sua entrada na estufa.

3.6 Variáveis Mensuradas

Com as amostras coletadas das forrageiras, foram determinadas a produção de matéria seca (PMS), o teor de proteína bruta (PB), a fibra em detergente neutro (FDN), a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e a eficiência da adubação nitrogenada (EAN). As especificidades da determinação dessas variáveis são descritas a seguir.

3.6.1 Produção de matéria seca (PMS) e eficiência da adubação nitrogenada (EAN)

Na determinação da PMS e da EAN, foram consideradas as amostras coletadas em todos os cortes realizados (Quadro 2). A partir dos processos descritos no item 3.5., os valores da PMS e da EAN foram obtidos utilizando-se as seguintes fórmulas:

$$PMS = \frac{\text{Produção de matéria verde} \times \text{Teor de MS}}{100}$$

$$EAN = \frac{\text{kg de MS produzidos na dose 'x'} - \text{kg de MS produzidos na dose zero}}{\text{kg de nitrogênio aplicado na dose 'x'}}$$

3.6.2 Proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

Para a determinação da composição química da forrageira, não foram analisadas as amostras coletadas em todos os cortes. Em cada intervalo de corte, foram considerados três pontos de amostragem: em janeiro (meados da época chuvosa); em junho e julho (início da época da seca); e em setembro e outubro (final da época da seca). No quadro 3, encontra-se a data de coleta das amostras analisadas.

Quadro 3. Data de coleta das amostras analisadas quimicamente em cada intervalo de corte.

Intervalos de corte	Janeiro	Junho e Julho	Setembro e Outubro
21/28	08/01/05	11/06/05	01/10/05
28/35	15/01/05	18/06/05	01/10/05
35/42	08/01/05	25/06/05	17/09/05
42/49	08/01/05	02/07/05	08/10/05

Foram analisadas individualmente as três repetições de cada tratamento. Isto ocorreu após a coleta e processamento das amostras. O material destinado à análise da composição química foi moído, em moinho do tipo Willey, e passado em peneira de 1 mm de diâmetro. Em seguida, as três amostras correspondentes às repetições de cada tratamento foram analisadas para PB, FDN e DIVMS, observando a metodologia descrita por SILVA (1981).

3.7 Delineamento Experimental

O delineamento estatístico adotado foi o de blocos ao acaso, arranjado em subsubparcelas: as parcelas foram constituídas por dois regimes hídricos (irrigado e não irrigado); as subparcelas por quatro intervalos de corte (21/28, 28/35, 35/42, e 42/49 dias); e as subsubparcelas por quatro doses de nitrogênio (0, 150, 300 e 600 kg/ha/ano). A combinação dessas variáveis resultou em 32 tratamentos, cada um com três repetições, totalizando 96 unidades experimentais.

Os efeitos dos tratamentos sobre a PMS e a EAN, foram estudados separadamente para a época chuvosa, para a época da seca e para o total anual. Foram realizadas análises de regressão (linear, quadrática e exponencial) da PMS e da EAN em função das doses de nitrogênio. Na produção de todos os cortes realizados, avaliou-se, em cada intervalo de cortes, a irrigação e a sua interação com as doses de nitrogênio.

O modelo estatístico adotado é descrito abaixo:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + I_j + C_l + N_k + e_{ijkl}$$

onde:

μ = média geral

B_i = efeito do bloco (1, 2, 3)

I_j = efeito da irrigação (1, 2)

C_l = efeito do intervalo de cortes (1, 2, 3, 4)

N_k = efeito da adubação nitrogenada (1, 2, 3, 4)

e_{ijkl} = efeito do acaso

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção de Matéria Seca (PMS)

A PMS no que tange aos efeitos da irrigação, intervalo de cortes, adubação nitrogenada e de suas interações será discutida separadamente dentro de cada fator de crescimento estudado.

4.1.1 Efeito da irrigação sobre a produção de matéria seca (PMS)

Não foi observado na análise de variância efeito da irrigação sobre a PMS na época chuvosa ($P>0,05$). Mas tanto na época seca ($P<0,05$) quanto no ciclo de um ano de produção ($P<0,05$) a PMS sofreu significativo efeito da irrigação.

A não constatação de diferença significativa no que diz respeito a PMS na época chuvosa sob efeito de irrigação, deve-se possivelmente ao fato de neste período não haver limitação de fornecimento de água para a planta, tendo apenas como fonte de umidade a elevada precipitação pluviométrica oriunda das chuvas comumente presentes na época chuvosa. Isto pode ser observado através da distribuição da precipitação durante o período experimental (Quadro 4).

Quadro 4. Valores de precipitação e de temperatura observados durante o período experimental e média dos últimos 11 anos.

Mês	Precipitação (mm)		Temperatura (°C)					
	Exper.	Média	Mínima		Média		Máxima	
	Exper.	Média	Exper.	Média	Exper.	Média	Exper.	Média
Out.2004	139	70	14,7	15,3	20,8	21,6	26,8	28,7
Nov.	207	145	16,9	15,6	23,1	22,1	29,2	29,6
Dez.	207	204	16,6	16,7	23,1	23,3	29,5	28,3
Jan. 2005	254	206	16,9	17,3	23,3	23,9	29,7	30,6
Fev.	130	174	17,1	17,3	24,0	24,1	30,9	30,8
Mar.	152	139	19,0	17,2	24,9	22,3	30,8	27,3
Abr.	88	40	19,2	15,4	24,5	22,0	29,7	28,5
Mai	48	58	16,6	13,3	21,9	19,6	27,2	25,9
Jun.	44	11	14,7	10,0	20,4	17,0	26,1	24,1
Jul.	32	14	11,4	10,3	18,2	17,8	24,9	25,3
Ago.	0	26	14,8	12,2	21,5	19,6	28,1	27,0
Set.	38	62	16,4	14,9	21,1	21,0	25,9	27,0
Out.2005	69	64	19,1	15,2	24,9	21,5	30,7	28,0

O único momento que poderia possivelmente exercer efeito significativo na PMS nas parcelas irrigadas seria a partir do dia 22 de janeiro (Figura 1) quando foi verificado uma diminuição da tensão hídrica do solo. Pensou-se então em iniciar o manejo de irrigação no dia seguinte visando manter a capacidade de campo do solo. No entanto, no dia 23 foi registrada uma precipitação de 111,1 mm, tornando desnecessário a irrigação e impossibilitando a

observação de qualquer provável efeito de ganho produtivo que o fornecimento artificial de água poderia trazer às parcelas irrigadas. De acordo com CAMARGO (1986) os padrões normais climáticos da Região do Brasil Central, na época chuvosa a precipitação pluvial excede a evapotranspiração na maioria das áreas cultivadas, limitando a resposta da gramínea à irrigação.

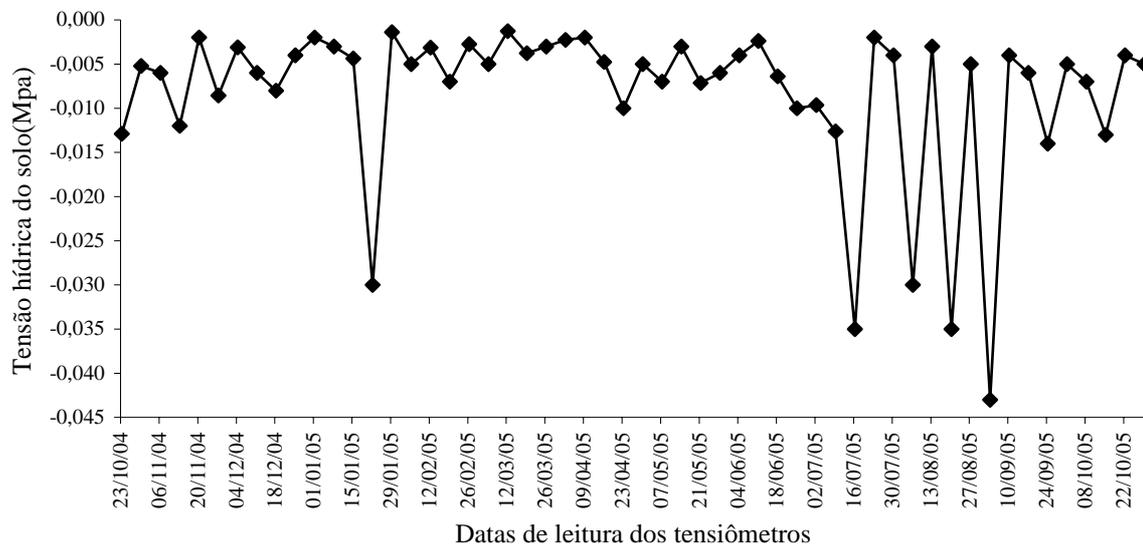


Figura 1. Tensão hídrica do solo das parcelas irrigadas, a 30 cm de profundidade, registrada durante o período experimental.

Datas das irrigações 17/07/2005, 06/08/2005, 20/08/2005 e 03/09/2005.

VILELA *et al.* (2004b) avaliaram o comportamento produtivo do capim Tifton 85 sendo submetido a regime de sequeiro e de irrigação em diferentes épocas do ano. Os autores observaram incrementos na PMS nos períodos de primavera, outono-inverno e inverno-primavera. No entanto, semelhante ao presente ensaio, não verificaram diferença significativa de produção entre área irrigada e não irrigada na época chuvosa. VILELA *et al.* (2004c) avaliando a PMS do capim Marandu submetido à presença ou não de irrigação verificaram ausência de efeito significativo do fornecimento artificial de água no verão. Estes autores concluíram que a precipitação na época chuvosa foi o principal fator responsável pela não diferenciação da PMS entre o regime irrigado e o não irrigado.

Contudo outros experimentos mostram resultados contraditórios a estes. VILELA *et al.* (2004a) avaliando o potencial produtivo de gramíneas tropicais como Coast-cross, Florona, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés obtiveram como resultado efeito positivo da irrigação durante todo o ano. A irrigação promoveu aumentos de 21,9 e 27,4% no rendimento forrageiro durante a época chuvosa e seca, respectivamente. RIBEIRO *et al.* (2004) trabalhando com os capins Napier e Mombaça, relataram que a irrigação aumentou a PMS das forrageiras na época chuvosa em 19 e 25%, respectivamente.

Na época seca, o incremento na produção proveniente da irrigação foi significativamente superior as parcelas não-irrigadas (Tabela 1). Nesta época é típico as chuvas ocorrerem de forma menos intensa e com menor frequência. Em função disto, em determinados momentos o acúmulo de valores negativos para o balanço hídrico reduziu a níveis críticos o teor de umidade do solo (Figura 1), motivando a realização de quatro irrigações na época seca. No entanto, a estacionalidade anual da produção não foi substancialmente alterada com a utilização da irrigação.

A produção da forrageira na época seca correspondeu a 37,6 e 58,2% da produção da época chuvosa, nos tratamentos não irrigados e irrigados, respectivamente (Tabela 1). Esta alta proporção de PMS época seca/chuvosa, deve-se ao fato de 42 dias na época chuvosa terem sido destinados ao controle de plantas daninhas em toda a área experimental. Este manejo foi adotado para que fosse possível dar continuidade a avaliação, logo, não pôde ser contabilizado a PMS que seria proveniente deste intervalo de tempo, aumentando a participação de PMS oriunda da época seca em relação à época chuvosa, minimizando, por conseguinte, o efeito de estacionalidade.

Tabela 1. Produção de matéria seca anual, na época chuvosa e na época seca, em função do regime hídrico.

Regime hídrico	PMS (kg/ha)		
	Época chuvosa	Época seca	Anual
Não irrigado	9.534a	3.585a	13.119a
Irrigado	9.162a	5.335b	14.497b
DMS	979	409	1.192
CV(%)	25,71	22,53	21,18
Erro padrão	9.349 ± 347	4.460 ± 145	13.809 ± 422

Médias seguidas de letras semelhantes na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

BOTREL *et al.*(1997) em uma avaliação deste efeito sobre inúmeras gramíneas tropicais, inclusive o Capim-estrela africana, afirmam que em média apenas 25% da PMS anual ocorre na época seca sendo dependente de fatores ambientais e de manejo. A manutenção da umidade do solo não foi capaz de manter a produção estável no decorrer do ano, pois a intensidade de resposta à irrigação variou em função do momento de sua utilização (Figuras 2, 3, 4 e 5).

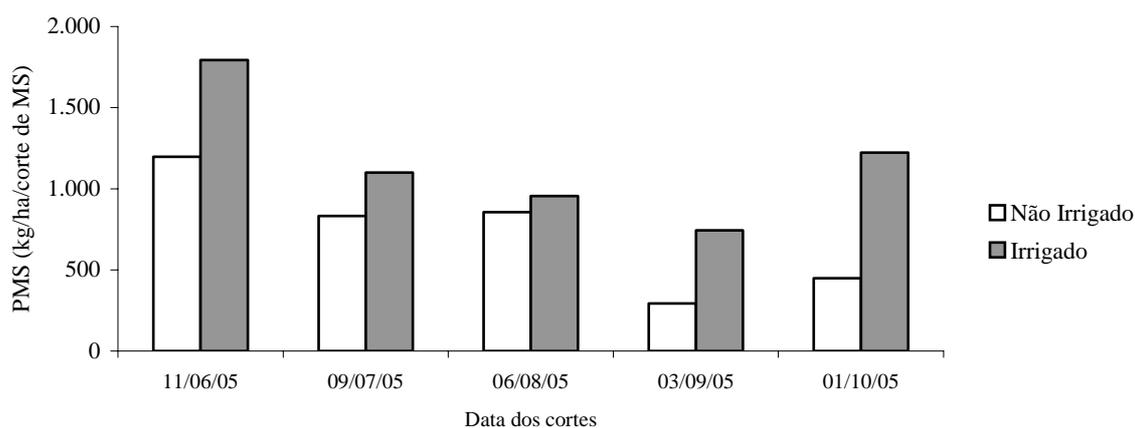


Figura 2. Produção de matéria seca dos tratamentos 21/28 dias na época seca, em função do regime hídrico.

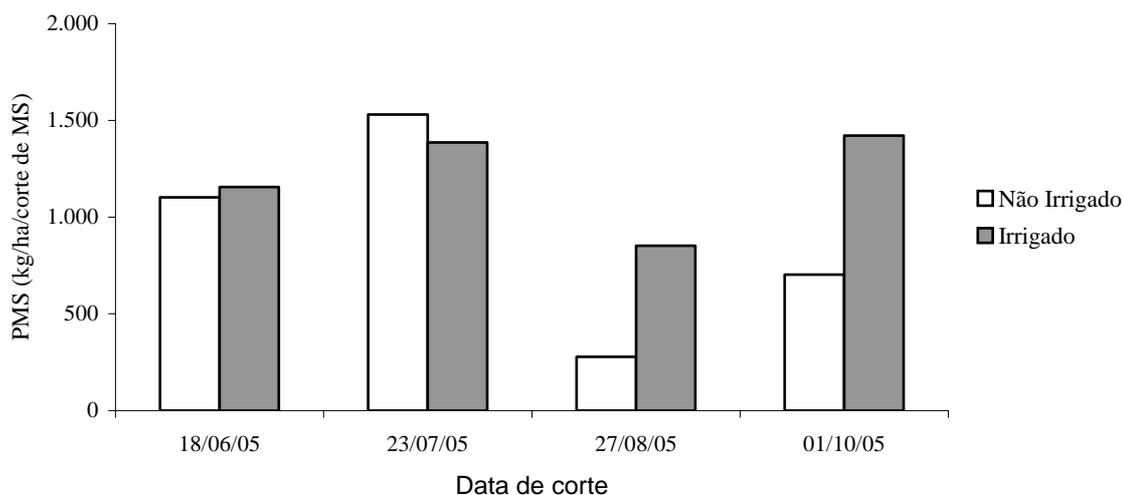


Figura 3. Produção de matéria seca dos tratamentos 28/35 dias na época seca, em função do regime hídrico.

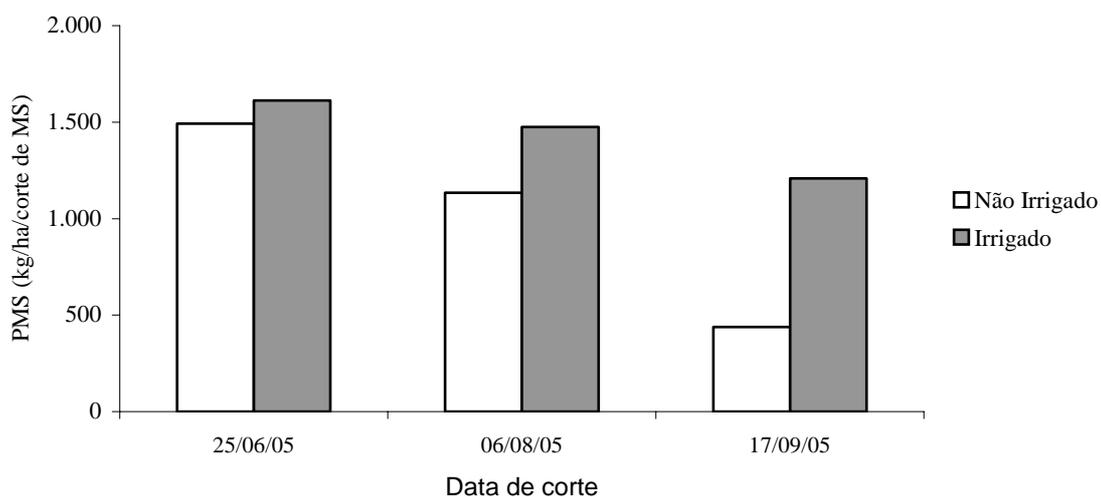


Figura 4. Produção de matéria seca dos tratamentos 35/42 dias na época seca, em função do regime hídrico.

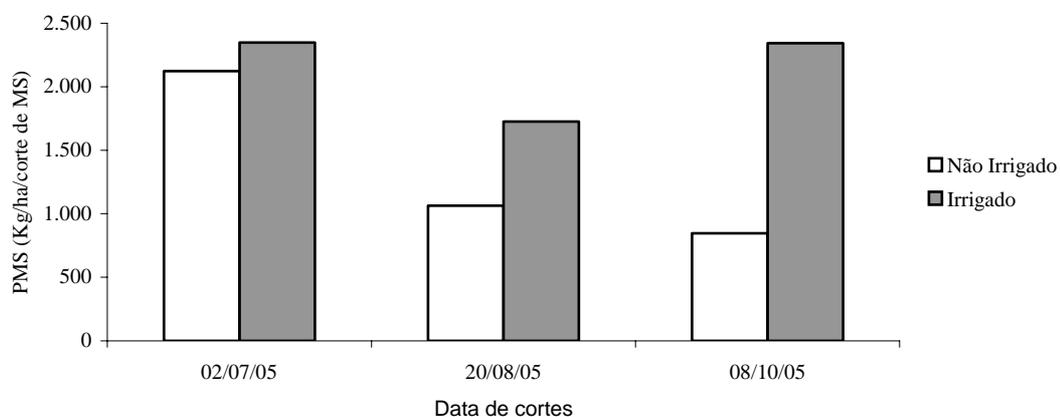


Figura 5. Produção de matéria seca dos tratamentos 42/49 dias na época seca, em função do regime hídrico.

Para um melhor entendimento acerca do efeito da irrigação, em cada corte realizado na época seca, a PMS dos tratamentos irrigados e não-irrigados foi comparada estatisticamente (Tabela 2).

Tabela 2. Análise da variância para a produção de matéria seca dos cortes, nos quais se comprovou a significância da irrigação e/ou sua interação com a adubação na época seca.

Data do corte e Intervalo de cortes	Fonte de Variação	F
11/6/2005	Irrigação	6.30*
Intervalo 21/28	Irrigação x Doses de nitrogênio	0.09 ns
9/7/2005	Irrigação	4,74 *
Intervalo 21/28	Irrigação x Doses de nitrogênio	0.34 ns
3/9/2005	Irrigação	13.73 **
Intervalo 21/28	Irrigação x Doses de nitrogênio	0.75 ns
1/10/2005	Irrigação	41.18 **
Intervalo 21/28	Irrigação x Doses de nitrogênio	3.42 *
27/8/2005	Irrigação	68.83 **
Intervalo 28/35	Irrigação x Doses de nitrogênio	3.15 ns
1/10/2005	Irrigação	42.74 **
Intervalo 28/35	Irrigação x Doses de nitrogênio	11.19**
6/8/2005	Irrigação	11.50 **
Intervalo 35/42	Irrigação x Doses de nitrogênio	1.06 ns
17/9/2005	Irrigação	18.88 **
Intervalo 35/42	Irrigação x Doses de nitrogênio	2.47 ns
20/8/2005	Irrigação	9.45 **
Intervalo 42/49	Irrigação x Doses de nitrogênio	0.59 ns
8/10/2005	Irrigação	35.34 **
Intervalo 42/49	Irrigação x Doses de nitrogênio	2.09 ns

** significância a 1% *significância a 5% ns = não significativo

Em relação ao intervalo de 28 dias na época seca, apenas no corte realizado dia 01/08/2005 não foi observado efeito significativo da área irrigada sobre a não irrigada no que diz respeito a PMS. Isto deve-se a não-ocorrência de precipitação observada no período que

vai do dia 21 até o dia do corte. Como a irrigação anterior havia sido realizada no dia 17 de julho, a tensão hídrica na área irrigada já demonstrava sinais de queda (Figura 1) no dia do corte tanto que no dia 06 de agosto verificou-se a necessidade de uma nova irrigação visando elevar a tensão hídrica do solo. Logo, a área irrigada no corte ocorrido em 01 de agosto já demonstrava o efeito da queda no balanço hídrico constatado pela falta de significância tanto da irrigação quanto da interação irrigação x doses de nitrogênio em relação às parcelas não-irrigadas.

De maneira geral a irrigação realizada no mês de julho não surtiu efeito significativamente superior das áreas irrigadas em relação as não irrigadas em todas as avaliações realizadas em cada intervalo de corte. Isto sugere que outros fatores que não a irrigação limitaram o crescimento das plantas. Na literatura, a ausência, ou a baixa resposta à irrigação durante a época seca na Região Sudeste, é comumente relacionada à reduções na temperatura e na luminosidade (ALVIM, 2000; BOTREL *et al.*, 1999).

A temperatura como fator limitante ao crescimento foi observado por MISTURA *et al.*, (2003) verificando efeito da irrigação sobre a PMS do capim-elefante na época seca, fortemente limitado pela temperatura, cuja média da mínima durante o período foi de 12 °C. Condição semelhante foi observada no presente ensaio que apresentou uma média mínima de temperatura igual a 11,4 °C no mês de julho. RUGGIERO *et al.* (2003) avaliando a influência de diferentes lâminas de água sobre a PMS de capim Mombaça na época seca concluíram que a baixa temperatura foi o fator que mais restringiu a PMS durante o estudo, ocasionando a ausência de resposta à irrigação. A resposta de quatro cultivares do gênero *Cynodon* submetidos à irrigação foi estudada por ISEPON *et al.* (2004). Observaram que na época seca houve queda acentuada na produção de todos os cultivares, assim a irrigação não alterou a estacionalidade produtiva das forrageiras estudadas, demonstrando a sensibilidade destes à diminuição do fotoperíodo e da temperatura.

JONES (1985) afirma que a temperatura média do ar ideal para o acúmulo de matéria seca de forrageiras tropicais situa-se entre 30 a 35 °C, sendo o crescimento severamente reduzido sob temperaturas inferiores a 20 °C. Segundo LARCHER (2000), temperaturas noturnas menores que 15 °C não permitem atividade metabólica satisfatória e formação de tecidos da parte aérea das gramíneas tropicais, além de repercutirem negativamente sobre a fotossíntese do dia seguinte.

CÓSER *et al.* (2004) sugeriram para a época seca o uso estratégico da irrigação a partir de meados de julho, quando os fatores climáticos não seriam tão limitantes ao crescimento das gramíneas forrageiras tropicais em condições climáticas semelhantes a esta avaliação, na Zona da Mata de Minas Gerais. Ainda nesta Região, ALVIM (1993) estudou o efeito da irrigação na época seca sobre a disponibilidade de matéria seca em pastagens de capim Setária. Concluiu que a irrigação na Região somente deve ser realizada a partir de agosto, pois antes desse mês a temperatura e a luminosidade são adversas ao crescimento vegetal.

Os resultados sugerem que o manejo de irrigação na época seca deve ser feito de maneira estratégica de modo a obter resultados de PMS satisfatórios. Para tal, o melhor aproveitamento da irrigação se dá quando é realizada de maneira racional observando-se as variáveis climáticas como a precipitação, a temperatura e a luminosidade. Comumente, na Região onde foi conduzido o experimento, nos meses de junho e julho a temperatura apresenta-se mais limitante ao crescimento vegetal (Quadro 4), não sendo, portanto, recomendável a irrigação neste período. Ainda assim, a irrigação na época seca é de muita importância, uma vez que não raramente a estiagem prolonga-se além dos meses de outubro e novembro (ALVIM, 1993).

4.1.2 Efeito do intervalo de cortes sobre a produção de matéria seca (PMS)

Segundo a análise da variância, a PMS durante o período experimental não foi significativamente alterada pelo intervalo de cortes ($P>0,05$). Não houve interação entre o intervalo de cortes e os outros fatores estudados sobre a PMS ($P>0,05$). De acordo com a análise de regressão na PMS total anual ($P<0,05$), esta respondeu linearmente aos intervalos de corte embora não tenha sido observado efeito significativo de superioridade de algum intervalo ($P>0,05$) sobre os demais.

As maiores taxas de crescimento anual (kg/ha/ano de MS) foram obtidas nos tratamentos de 42/49 dias (Figura 6). Embora a produção acumulada em cada intervalo de corte durante todo o período avaliado não tenha sido significativamente superior ou inferior em relação aos demais intervalos, pode-se observar uma tendência de aumento linear da PMS a medida que se diminui a frequência de cortes (Figura 6).

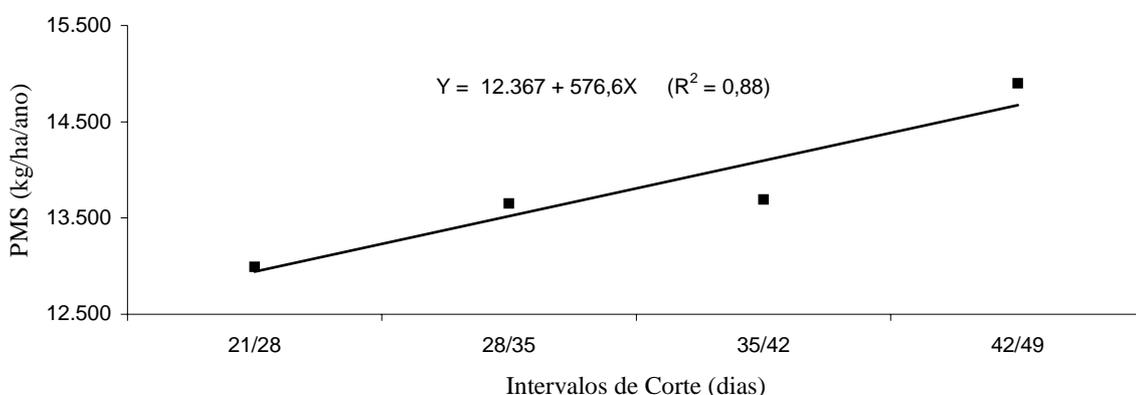


Figura 6. Produção de matéria seca anual em função dos intervalos de corte.

Dentre os intervalos de cortes avaliados, o 42/49 foi o que melhor se ajustou, nas condições experimentais, aos padrões de crescimento e desenvolvimento do capim-estrela africana. Isto não só pela PMS como pela menor presença de plantas daninhas nas parcelas. Conseqüentemente, houve menor necessidade de controle de invasoras no tratamento 42/49 dias. Com o aumento do intervalo de corte houve aumento da altura do capim-estrela africana o que promoveu o sombreamento das invasoras presentes nas parcelas do intervalo 42/49. Por conseguinte, ocorreu a diminuição da interceptação luminosa por parte das outras espécies favorecendo o estabelecimento do capim-estrela africana, pois, devido a menor interceptação da luz possivelmente houve uma menor taxa fotossintética das folhas prejudicando a competitividade das plantas invasoras pela mesma área do *Cynodon nlemfuensis*.

Esse resultado é corroborado por DEL POZO *et al.* (2000), que estudaram o crescimento e o índice de área foliar do capim-estrela africana em doze idades de rebrota. Observaram as maiores taxas de crescimento (kg/ha/dia de MS) entre 35 a 49 dias após o corte. Na época chuvosa o pico de crescimento foi atingido mais precocemente que na época seca, justificando a adoção de frequências de cortes variáveis durante o ano. Os valores máximos do índice de área foliar coincidiram com os menores valores da taxa de crescimento, registrados 84 dias após o corte. Isto sugere que a radiação solar não era distribuída adequadamente nos diferentes estratos da planta, reduzindo assim, a eficiência do aparelho fotossintético das folhas mais velhas. No entanto, a literatura sobre o assunto é contraditória. Em diversos trabalhos, observa-se o aumento da produção do capim-estrela africana até idades de rebrota muito avançadas, sem que o crescimento seja afetado pelo efeito do sombreamento.

ALVIM (1998a) obtiveram semelhantes resultados aos encontrados neste ensaio (Figura 6) ao identificarem para o Capim Coast-cross um crescimento contínuo de PMS associado ao aumento gradativo do intervalo de corte que foi de 14 a 35 dias.

CARO-COSTAS *et al.* (1972) avaliaram a PMS do capim-estrela em quatro intervalos de cortes; 30, 45, 60 e 90 dias. O espaçamento do intervalo de cortes incrementou o rendimento anual da forrageira. A menor e a maior PMS foram obtidas quando a forrageira foi cortada a cada 30 e 90 dias, respectivamente. Os autores concluem que melhores resultados são alcançados com a utilização de intervalos de cortes mais reduzidos na época chuvosa e mais espaçados na época seca.

ORTEGA & GONZALEZ (1990), avaliaram a PMS do capim-estrela africana em três intervalos de cortes; 21, 28 e 35 dias. Os autores concluíram que a menor PMS obtida nos menores intervalos de cortes deveu-se ao fato de que quanto menor o intervalo de corte utilizado, maior a possibilidade de a desfolha ocorrer nos estágios iniciais do processo de crescimento, ocasionando, em um primeiro momento, um maior desenvolvimento das plantas. Entretanto, a situação não seria sustentável, pois impede que o pasto alcance um índice de área foliar adequado, afetando não somente a reposição de substâncias de reserva, como também o crescimento e o período de vida do sistema radicular. Como consequência, o vigor de rebrota e a absorção de nutrientes é prejudicada, comprometendo a persistência da área cultivada. A esse respeito, PASSOS (1999) reporta que o teor de carboidratos não estruturais (CNETs) das plantas forrageiras, é um indicador do vigor da rebrota e da subsequente produção do pasto.

No presente ensaio, possivelmente por ser o segundo ano de avaliação já se pode verificar o efeito da redução da produção das parcelas do menor intervalo de corte, o 21/28, por isso foi o menos produtivo ainda que não significativamente (Anexo I). No entanto, este tratamento teria sua persistência extremamente comprometida caso não tivesse sido realizado o controle intensivo de invasoras. Estudos com gramíneas do gênero *Cynodon*, demonstram que essas forrageiras quando submetidas a cortes muito freqüentes durante um longo período de manejo possuem pouca habilidade para competir com as plantas invasoras (ALVIM, 2000; ALVIM, 1998a).

Os resultados contraditórios encontrados na literatura sobre o efeito da freqüência de cortes sobre a PMS do capim-estrela africana são decorrentes, em grande parte, da utilização de um intervalo de tempo como critério para definir o momento do corte. Segundo MOLAN (2004) no manejo das forrageiras, o corte deve ser realizado antes que o sombreamento das folhas mais velhas resulte na queda acentuada da taxa de crescimento, atentando-se para que os cortes não sejam tão freqüentes a ponto de comprometer a persistência do pasto. Todavia, utilizando-se um intervalo de corte predefinido, esses objetivos não podem ser atingidos em condições de campo, pois em uma mesma idade de rebrota, as plantas podem se encontrar em diferentes estágios de desenvolvimento (DEL POZO *et al.*, 2000).

EUCLIDES (1994) afirma que o crescimento e o desenvolvimento das forrageiras são regulados por diversos fatores abióticos como a precipitação, a temperatura e a luminosidade, assim, as taxas de crescimento variam dentro e entre as estações do ano. A adoção de intervalos de cortes variáveis em função da estação ameniza, mas não elimina o problema (BOTREL *et al.*, 1999). Outros fatores como a disponibilidade de nutrientes no solo e a intensidade do corte também influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

4.1.3 Adubação nitrogenada

Segundo a análise da variância, a PMS anual foi significativamente alterada pela adubação nitrogenada ($P < 0,05$). Em ambas as épocas, chuvosa e seca, a adubação nitrogenada

influenciou a PMS da forrageira ($P < 0,05$). Na época seca houve interação entre a adubação nitrogenada e a irrigação ($P < 0,05$) sobre a PMS.

De acordo com a análise da regressão ($P < 0,05$), na época chuvosa, na época seca e no total anual, a PMS respondeu linearmente as doses de nitrogênio.

DEL POZO *et al.* (2000) observaram que o aumento do teor de nitrogênio no solo repercute prontamente sobre o crescimento do capim-estrela africana, proporcionando altas taxas de acúmulo de MS em reduzidos espaços de tempo, comprovando desta forma, a elevada capacidade metabólica que essa espécie possui na mobilização e síntese de substâncias orgânicas para a formação e o funcionamento de suas estruturas. Resultados similares foram encontrados por DEL POZO *et al.* (1998a), que verificaram o efeito multiplicativo do nitrogênio sobre a curva de crescimento do capim-estrela. PACIULLI *et al.* (2000) em uma avaliação com capim-estrela tendo sido adubado com 60 kg /ha/ano de N observaram resposta significativa no que diz respeito a um crescimento vigoroso e uma cobertura vegetal densa em um período relativamente curto, quando comparado às parcelas não adubadas.

Neste ensaio a PMS anual, e em separado, a das épocas chuvosa e seca, aumentaram linearmente com o incremento da adubação nitrogenada até a dose de 600 kg/ha/ano de nitrogênio (Figura 7).

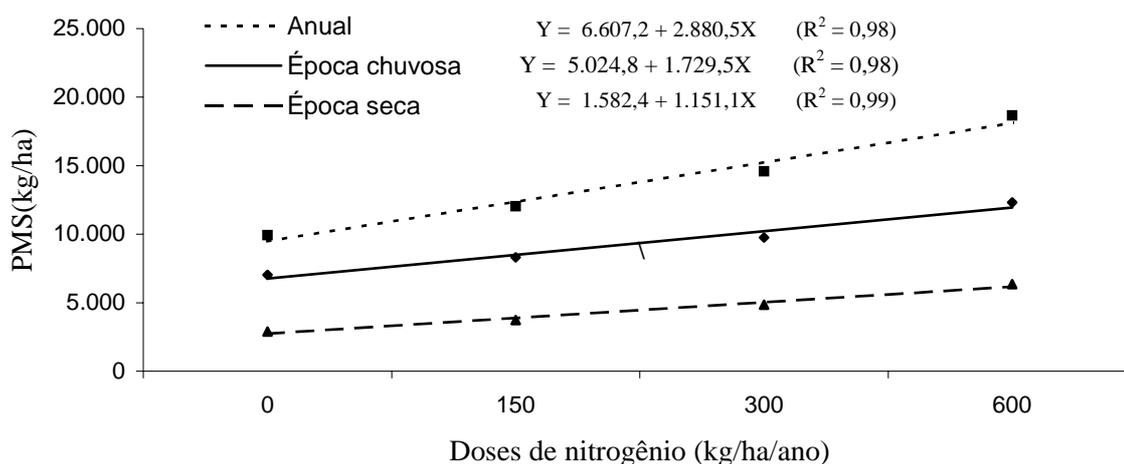


Figura 7. Produção de matéria seca anual, e nas épocas chuvosa e seca, em função da adubação nitrogenada.

Este resultado não é corroborado por MARCELINO *et al.* (2002a), que em uma revisão sobre o efeito da adubação nitrogenada sobre a PMS de Tifton 85, encontrou os maiores incrementos entre as doses de 300 a 360 kg/ha/ano de nitrogênio. Outros autores também relatam respostas máximas em doses menores do que as utilizadas no presente ensaio. PACIULLI *et al.* (2000) estudaram a PMS do capim-estrela africana sob quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200 e 400 kg/ha/ano). O rendimento máximo estimado foi alcançado na dose de 287 kg/ha/ano de nitrogênio. O efeito de cinco doses de nitrogênio (0, 175, 350, 425 e 600 kg/ha/ano) e de quatro intervalos de corte sobre a PMS do capim-estrela africana, foi avaliado por CARO-COSTAS *et al.* (1972). Verificaram em todos os intervalos respostas semelhantes à adubação nitrogenada, havendo resposta do capim-estrela somente até a dose de 425 kg/ha/ano.

A resposta à adubação nitrogenada é dependente de diversos fatores, dentre os quais podemos destacar a espécie forrageira, o tempo de rebrota, a quantidade de adubo por aplicação, a fonte do nutriente e as condições climáticas no momento da aplicação (VAN RAIJ, 1991). Possivelmente o incremento linear atípico da PMS do capim-estrela até a dose

de 600 kg/ha/ano de nitrogênio, seja, em grande parte, decorrente da metodologia adotada no parcelamento da adubação, aliada ao uso da uréia como fonte do adubo.

Muitos experimentos têm a adubação nitrogenada fracionada poucas vezes, para ser aplicado somente na época chuvosa, resultando em doses maiores de nitrogênio por aplicação, este manejo é realizado objetivando disponibilizar o N no solo em um momento em que as condições climáticas favorecem o melhor aproveitamento do mesmo. Assim, os resultados devem ser comparados criteriosamente, pois esse procedimento não foi adotado no presente trabalho. Neste, as doses anuais de nitrogênio (0, 150, 300 e 600 kg/ha), foram parceladas em função do número total de cortes durante todo o ano, adubando-se tanto na época chuvosa como na seca. Assim, nos tratamentos 21/28, 28/35, 35/42 e 42/49 dias, a adubação foi fracionada igualmente em treze, onze, nove e sete aplicações, respectivamente. Consequentemente, a maior dose de nitrogênio utilizada em uma única aplicação foi de 85,72 kg/ha, correspondente aos tratamentos 42/49 dias adubados com 600 kg/ha/ano de nitrogênio. Sendo assim, o aumento linear da produção da forrageira sugere que o capim-estrela africana, nas condições experimentais, quando cortado a cada 42 dias na época chuvosa e a cada 49 dias na época seca, respondeu à dose de 85,72 kg/ha de nitrogênio por aplicação.

Em relação a isto, GOMES (1996) estudou a PMS do capim-estrela em função de quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200, 400 kg/ha/ano). A uréia foi utilizada como fonte do adubo nitrogenado, esta foi parcelada igualmente em quatro vezes na época chuvosa. Estes autores observaram que a PMS respondeu linearmente até a maior dose utilizada, indicando à resposta a dose de 100 kg/ha em uma mesma aplicação. ORTEGA & GONZALEZ (1990) estudaram a PMS do capim-estrela africana em quatro doses de nitrogênio (0, 100, 200, e 300 kg/ha/ano) e três intervalos de corte (21, 28 e 35 dias). A fonte do adubo nitrogenado foi a uréia, parcelada igualmente em duas aplicações na época chuvosa. Verificaram, nos intervalos de 28 e 35 dias, incrementos na PMS até a maior dose estudada, ou seja, nestes intervalos o capim-estrela africana respondeu a 150 kg/ha em uma única aplicação. Nesse sentido VICENTE-CHANDLER (1972), reporta que o espaçamento do intervalo de cortes aumenta o potencial de resposta das plantas forrageiras à adubação nitrogenada.

VILELA & ALVIM (1998) relatam que os resultados obtidos durante um ano de avaliação sobre a produção e qualidade de Tifton 68 e Tifton 85 em regimes de corte, em que as gramíneas foram submetidas a cinco doses de N (0, 100, 200, 400 e 600 kg/ha/ano) e a três frequências de corte, demonstram que as produções de MS do Tifton 68 e do Tifton 85 são semelhantes. Para o Tifton 68, a produção de MS variou de 2,2 a 17,3 t/ha na época chuvosa e de 0,5 a 5,5 t/ha na época seca (respectivamente para as doses 0 e 600 kg/ha de N); para o Tifton 85, a produção de MS variou de 1,9 a 17,8 t/ha e de 0,7 a 5,8 t/ha, respectivamente, para a época chuvosa e a seca e para as doses de 0 e 600 kg de N/ha. Observou-se resposta linear para a produção de MS até o nível mais alto de N aplicado e até o maior intervalo de corte adotado. Estes resultados corroboram com os apresentados neste trabalho quando demonstra um crescimento linear da PMS até a dose 600 kg de N/ha/ano. O fato da PMS neste experimento em função das doses (Figura 6) ser inferior aos valores encontrados por VILELA & ALVIM (1998) são provavelmente devido ao maior fracionamento das doses empregadas no presente ensaio e por conseqüência ocorrer o menor aproveitamento das doses de N uma vez que parte delas foi lançada ao solo na época seca quando as condições de umidade do solo (Figura 1) e temperatura do ar (Quadro 4) se encontram como fatores limitantes ao crescimento.

CANTARELLA *et al.* (2001) avaliaram, em pastagens de Coast-cross 1, 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 na época chuvosa 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 (a ausência de precipitação durante três dias após a aplicação), as perdas de nitrogênio, ao se utilizar a uréia, alcançaram 53,5% do total aplicado. Assim, ao se utilizar a uréia, a resposta das forrageiras à adubação nitrogenada é superestimada, especialmente na época seca, pois parte significativa do nitrogênio aplicado é perdida por volatilização, não se tornando disponível às plantas. A irrigação, quando efetuada nos três primeiros dias após a adubação, diminui as perdas de nitrogênio, ao incorporar a uréia no solo. No entanto, este procedimento não foi observado no presente ensaio, o que possivelmente contribuiu, juntamente com as condições climáticas adversas, para a resposta linear da gramínea à adubação na época seca. No entanto, segundo SANT'ANA (2005) 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. Do mesmo modo, a elevada precipitação ocorrida na época chuvosa pode ter contribuído para a perda de parte do nitrogênio aplicado, já que durante grande do período a umidade do solo esteve acima da capacidade de campo (Figura 1).

Na época seca foi identificada interação entre a adubação nitrogenada e a irrigação ($P < 0,001$) sobre a PMS. Na presença da irrigação, a resposta do capim-estrela à adubação nitrogenada foi mais intensa, de modo que a diferença entre os tratamentos irrigados e não-irrigados aumentou com a dose de nitrogênio aplicada (Figura 8).

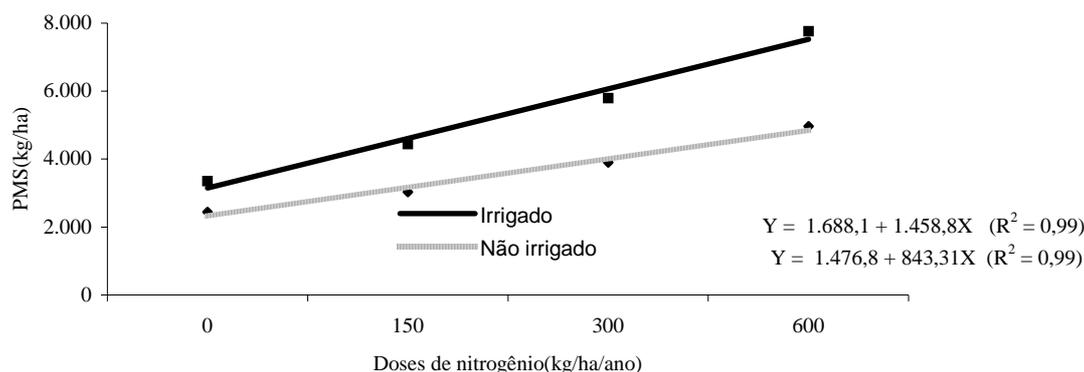


Figura 8. Produção de matéria seca na época seca em função da adubação nitrogenada e do regime hídrico.

LOURENÇO (2004) concluiu que quanto maior a dose da adubação nitrogenada, maior é o efeito positivo da eficiência hídrica sobre a produção de forragem. Além da alteração nos processos morfofisiológicos, há redução na absorção de nutrientes como o nitrogênio na planta sob estresse hídrico (NORTON, 1982). A eficiência da absorção de nitrogênio pela planta é dependente de umidade adequada no solo. A absorção de N ocorre preferencialmente por fluxo de massa, estabelecendo assim, a importância de teores adequados de água no solo para que o nitrogênio do fertilizante seja absorvido pelas plantas mais eficientemente.

Em trabalhos com os capins Marandu e Tifton 85, a eficiência do uso do nitrogênio foi aumentada em até 37% com o uso da irrigação (VILELA *et al.*, 2004c; VILELA *et al.*, 2004b). O efeito da adubação nitrogenada e da irrigação sobre a PMS dos capins Marandu e Tifton 85 foi estudado MARCELINO *et al.* (2001). Verificaram a interação entre a adubação e a irrigação sobre a produção das duas gramíneas na época seca e concluíram não ser

recomendável a adubação nitrogenada no período sem o fornecimento de água. MARCELINO *et al.* (2003) estudaram o efeito de quatro tensões hídricas do solo (0,035, 0,060, 0,100 e 0,500 Mpa) e de cinco doses de nitrogênio (0, 45, 90, 180 e 360 kg/ha), parcelados em quatro aplicações, sobre a PMS do capim Tifton 85. Observaram a interação positiva dos fatores avaliados sobre o rendimento da forrageira. A maior PMS foi obtida na menor tensão hídrica (0,035 Mpa) e na maior dose de nitrogênio (360 kg/ha/ano). Nestas condições a resposta à adubação foi linear, em virtude da maior eficiência no aproveitamento do nitrogênio em condições adequadas de umidade do solo. Nas tensões de 0,100 e 0,500 Mpa, as respostas foram quadráticas, com incrementos na produção até a dose 295 e 330 kg/ha/ano, respectivamente. A partir destas doses, houve redução da PMS, possivelmente devido à falta de água para o aproveitamento do nitrogênio fornecido.

Os resultados sugerem que o capim-estrela africana responde a doses elevadas de N quando estas estão associadas a um manejo adequado de irrigação visando manter a tensão hídrica do solo acima da capacidade de campo, mas sem promover o excesso de umidade na área.

4.1.4 Produção de matéria seca (PMS): considerações gerais

Com a dose de 300 kg/ha/ano de nitrogênio, na época chuvosa as produções médias dos tratamentos 21/28, 28/35, 35/42 e 42/49 dias, foram de 985, 1368, 1888 e 2553 kg/ha/corte de matéria seca, respectivamente. Com a mesma dose, na época seca as produções médias dos tratamentos 21/28, 28/35, 35/42 e 42/49 dias, foram de 935, 1088, 1400 e 2054 kg/ha/corte de matéria seca, respectivamente. As PMS obtidas são satisfatórias no que diz respeito à produção na época seca, mas na época chuvosa os valores encontrados foram inferiores a alguns trabalhos; isto se deve a necessidade de se realizar um manejo intenso de controle de invasoras durante o período experimental deixando por conseguinte de se fazer a avaliação de produção por 42 dias em todo experimento diminuindo o número de cortes de cada tratamento de intervalo de produção. Os valores de PMS no que diz respeito aos intervalos de cortes, doses de N e Irrigação se encontram no Anexo II.

4.2 Eficiência da Adubação Nitrogenada (EAN)

Baseado na análise da variância, a EAN anual, a EAN na época chuvosa e na época seca foram significativamente alteradas pelo intervalo de corte ($P < 0,05$). A EAN apresentou efeito significativo para a irrigação na época seca ($P < 0,05$). A EAN não foi influenciada pela adubação nitrogenada em nenhum dos períodos avaliados ($P > 0,05$). A análise de regressão foi significativa para a EAN em função dos intervalos de corte na avaliação anual e na época seca ($P < 0,05$).

O uso de fertilizantes em pastagens pode elevar o rendimento forrageiro, possibilitando aumento na capacidade de suporte das pastagens e da produtividade animal por área. Entre os nutrientes, o nitrogênio é considerado o mais importante para a manutenção da produtividade das gramíneas.

Tanto na época chuvosa, como seca e na avaliação anual a EAN sofreu influência significativa dos intervalos de corte (Tabela 3). A distribuição da EAN em função das doses em cada intervalo de corte se encontra no Anexo III. A medida que se diminuiu a frequência de corte ocorreu o incremento linear da EAN na avaliação em todo o período experimental e, em separado, na época seca (Figura 9).

Tabela 3. Eficiência da adubação nitrogenada anual, EAN na época chuvosa e EAN na época seca em função dos intervalos de corte na produção de MS.

Intervalo de corte (dias)	EAN (kg matéria seca/ kg de nitrogênio)		
	Época chuvosa	Época seca	Anual
21/28	3,54b	2,97b	6,50b
28/35	10,15a	5,21b	15,35ab
35/42	10,67a	5,85ab	16,51a
42/49	10,96a	9,85a	20,79a
DMS	6,49	4,30	9,37
CV(%)	22,46	24,34	25,19
Erro padrão	8,8 ± 1,7	6,0 ± 1,1	14,8 ± 2,5

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

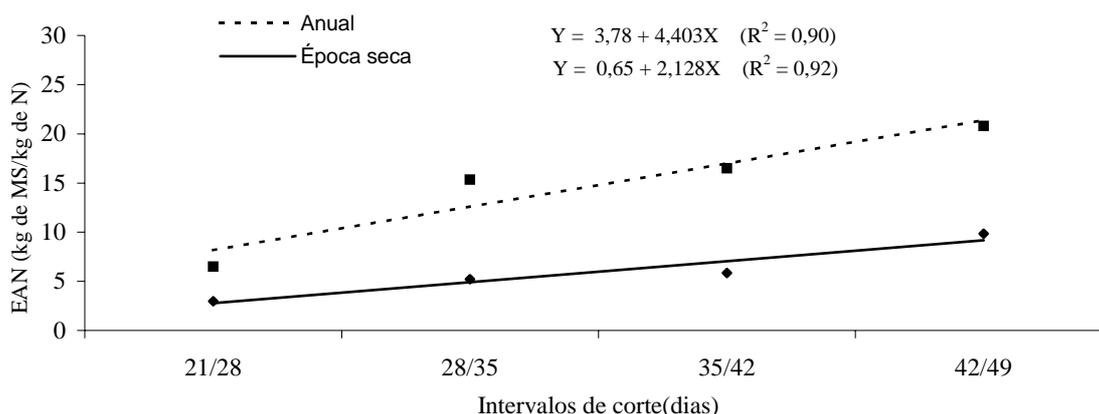


Figura 9. Eficiência da adubação nitrogenada na avaliação anual e na época seca em função dos intervalos de corte na produção de MS.

Segundo RAMOS *et al.* (1983), em intervalos de cortes muito frequentes, reduz-se o tempo para que a planta absorva e metabolize o nitrogênio aplicado ao solo, diminuindo a eficiência de sua utilização. O autor acrescenta que a desfolha total ou parcial das partes aéreas da planta ocasiona a mobilização de compostos de reserva das raízes, da base do colmo e dos rizomas. Assim, intervalos de cortes demasiadamente frequentes reduzem o vigor de rebrota, comprometendo as produtividades posteriores da forrageira, e, conseqüentemente, diminuindo sua resposta à adubação nitrogenada.

VICENTE-CHANDLER (1972) avaliou a influência de quatro intervalos de cortes sobre a EAN em *Brachiaria ruziziensis*. Observou que a EAN aumentou em decorrência do espaçamento dos intervalos. A EAN nos intervalos de 30 e 90 dias, foi de 29,9 e 85,2 kg de matéria seca/kg de nitrogênio, respectivamente. O efeito de quatro freqüências de cortes sobre a EAN em capim-estrela, foi estudado por CARO-COSTAS (1972). Verificaram que a EAN aumentou com o incremento da freqüência de cortes. Na dose de 175 kg/ha/ano de nitrogênio, a EAN nos intervalos de 30 e 90 dias, foi de 35,5 e 43,3 kg de matéria seca/kg de nitrogênio, respectivamente. ALVIM (1998a) avaliaram a influência de seis intervalos de cortes,

variáveis nas épocas chuvosa e seca (14/28, 21/35, 28/42, 42/56 e 49/63 dias), sobre a EAN em capim Coast-cross 1. Com o espaçamento dos cortes aumentou-se a EAN. Nos intervalos de corte 14/28 e 49/63 dias, a EAN variou de 16,0 a 33,0 kg de matéria seca/kg de nitrogênio.

A média da EAN foi significativamente superior na época seca de crescimento quando comparado as parcelas irrigadas em relação às não irrigadas (Tabela 4).

Tabela 4. Eficiência da adubação nitrogenada na época seca em função do regime hídrico.

EAN (kg matéria seca/ kg de nitrogênio)	
Irigado	Não irrigado
7,61a	4,33b
DMS = 2,30	CV (%) = 24,34

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas linhas não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey

De acordo com SORIA (2002), a eficiência da utilização de nitrogênio pela planta, especialmente em doses mais elevadas, é dependente da umidade proveniente da irrigação ou das chuvas. KRAMER (1983), que observou em plantas sob estresse hídrico, uma redução acentuada na absorção de nutrientes como o nitrogênio.

Em pastagens de gramíneas tropicais, o uso da irrigação, além de evitar as perdas decorrentes do estresse hídrico, otimiza a adubação nitrogenada, de modo que é cada vez mais comum a associação entre as duas técnicas. MARCELINO *et al.* (2003) estudaram o efeito de quatro tensões hídricas do solo (0,035; 0,060; 0,100 e 0,500 Mpa) e de cinco doses de nitrogênio (0, 45, 90, 180 e 360 kg/ha/ano), sobre a PMS do capim Tifton 85. Relataram que em todas as doses, a maior EAN foi obtida na tensão de 0,035 Mpa, correspondente a condição de maior umidade do solo avaliada.

FERNANDEZ *et al.* (1989) estudaram o efeito da irrigação sobre a EAN em pastagens de capim Coast-cross 1, submetidas a doses de nitrogênio. Verificaram que a irrigação incrementou a EAN nas doses estudadas. Nos tratamentos irrigados a EAN foi de 51,3 e 39,2 kg de matéria seca/kg de nitrogênio, nas doses de 200 e 400 kg/ha/ano, respectivamente. Nos tratamentos não irrigados a EAN foi de 39,9 e 38,1 kg de matéria seca/kg de nitrogênio, nas doses de 200 e 400 kg/ha, respectivamente. No entanto, mesmo nos tratamentos irrigados a EAN apresentou valores reduzidos na época seca, evidenciando que outros fatores climáticos limitaram o crescimento da forrageira no período. A esse respeito, VILELA *et al.* (2004c) avaliaram a influência da irrigação e da adubação nitrogenada sobre a produção de capim Marandu em diferentes estações do ano. Verificaram que a EAN nos tratamentos irrigados foi superior em 37% aos tratamentos não irrigados. No entanto, esta eficiência foi maior no verão, apresentando uma redução brusca no inverno. Nesse sentido, DEL POZO *et al.* (2000) recomendam a aplicação de nitrogênio na época chuvosa para obtenção de valores satisfatórios de EAN, pois neste período as condições de temperatura, luminosidade e umidade atingem seu ponto ótimo para o crescimento das forrageiras tropicais.

Neste ensaio não houve resposta da EAN à adubação nitrogenada. Este resultado vai de encontro aos observados na literatura, uma vez que é bem estabelecido a redução da EAN em função do aumento das doses de nitrogênio (ALVIM, 1998a; ALVIM, 2000; RAMOS *et al.* 1983; VICENTE-CHANDLER, 1972). É possível que os valores encontrados neste trabalho estejam ainda sob o efeito da quantidade elevada (cerca de 9000 kg/ha de MS) de resíduos vegetais na superfície do solo (liteira), existentes na área experimental no início do primeiro ano de avaliação anterior ao atual período deste ensaio que se encontra no segundo ano de avaliação. Este acúmulo considerável de liteira decorreu da subutilização da área, para

corte ou pastejo, nos anos anteriores ao início da experimentação da área. Esta é possivelmente a principal explicação para os valores de EAN encontrados nesta avaliação estarem abaixo dos encontrados por outros autores como FERNANDEZ *et al.* (1989), CARO-COSTAS (1972) e VICENTE-CHANDLER (1972). Mas, existem outras razões como diferenças entre espécies de gramíneas avaliadas, época e número de cortes, e condições climáticas.

Segundo FERREIRA (2002), no início da época chuvosa as condições ambientais (principalmente a temperatura e a umidade do solo), antes limitantes na época seca, tornam-se favoráveis à decomposição da liteira, incrementando a mineralização do nitrogênio imobilizado na matéria orgânica. Assim, dependendo da quantidade e da composição da liteira, podem ocorrer aportes consideráveis de nitrogênio ao sistema. Além disso, nestas condições parte do nitrogênio aplicado pode ser incorporada por microorganismos no processo de decomposição da liteira (MYERS, 1986). Em consequência, a PMS nos tratamentos não adubados (0 kg/ha/ano de nitrogênio) é favorecida em comparação com os outros tratamentos, conforme relato de CARO-COSTAS *et al.* (1972).

De fato, no presente ensaio a produção por corte na dose de 0 kg/ha/ano foi muito próxima, tanto na época chuvosa quanto na época seca, das observadas nas doses 150 e 300 kg/ha/ano (Figura 10).

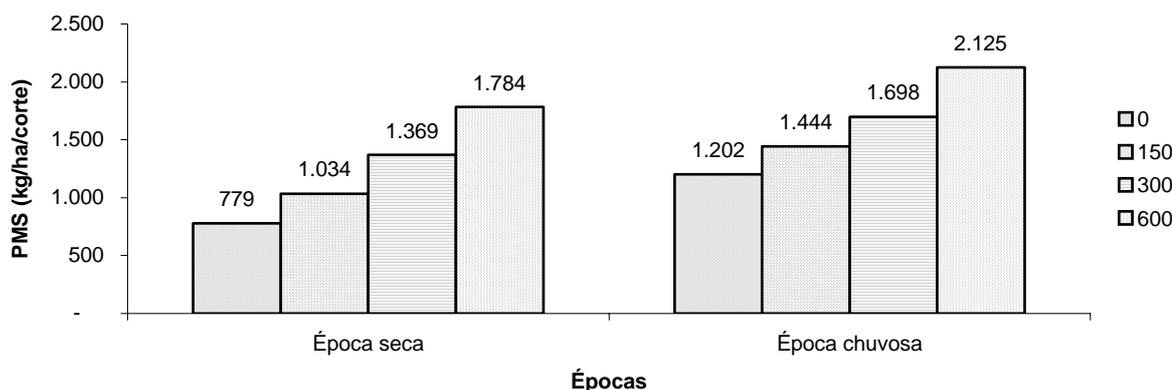


Figura 10. PMS em função da adubação nitrogenada, nas épocas chuvosa e seca.

Nestas condições a EAN decresce, podendo assumir valores negativos, particularmente nas menores doses, confundindo o efeito da adubação nitrogenada. Como agravante, a fórmula comumente utilizada na determinação da EAN (item 3.6.1.) apresenta resultados dúbios quando a EAN apresenta valores negativos.

4.2.1 Eficiência da adubação nitrogenada (EAN): considerações gerais

Em média, a EAN foi maior na época chuvosa (8,8 kg de matéria seca/kg de nitrogênio), do que na época seca (6 kg de matéria seca/kg de nitrogênio). Estes resultados, de um modo geral, estão aquém dos obtidos geralmente na literatura (ALVIM *et al.* 1998b; ALVIM, 2000; RAMOS *et al.* 1983; VICENTE-CHANDLER. 1972). É certo, como já foi discutido, que no presente experimento diversos fatores contribuíram para os baixos valores obtidos (Anexo IV). No entanto, a comparação com outros trabalhos deve ser criteriosa. A esse respeito, os erros decorrentes do uso inadequado da fórmula empregada na determinação da EAN (item 3.6.1) merecem destaque, pois dependendo apenas da forma como os resultados experimentais são analisados, a EAN pode apresentar variações de

aproximadamente 60%, conforme observado no trabalho conduzido por PACIULLI *et al* (2000).

4.3 Composição Bromatológica

4.3.1 Efeito da irrigação e mês de amostragem sobre o teor de proteína bruta (PB)

Na análise de variância foi observado o efeito da data de amostragem (Quadro 3) em relação ao teor de PB ($P < 0,05$). Foi identificado também o efeito dos intervalos de corte sobre o teor de PB dentro de cada mês avaliado ($P < 0,05$). Foi observado diferença significativa dos teores de PB entre as doses nitrogenadas ($P < 0,05$) dentro de cada mês avaliado. Somente na avaliação ocorrida em setembro/outubro foram identificados além dos efeitos anteriores o regime hídrico influenciando o teor de PB ($P < 0,05$), interação entre intervalo de corte e regime hídrico ($P < 0,05$) bem como a interação intervalo de corte e doses de nitrogênio ($P < 0,05$).

A primeira e segunda datas de coleta não tiveram o teor de PB influenciado pelo regime hídrico, pois a primeira irrigação foi realizada 15 dias após serem coletadas as últimas amostras da segunda data de amostragem para avaliação do teor de PB (Quadro 3 e Figura 1). Isto ocorreu pois apenas no dia 17 de julho foi constatada a necessidade de irrigação pela redução da tensão hídrica (Figura 1). Assim, a maior variação dos teores de PB em função do regime hídrico, ocorreu em setembro/outubro, na época seca, quando os tratamentos não irrigados foram superiores 0,5 unidade percentual aos irrigados (Tabela 5).

Tabela 5. Teor de proteína bruta em função do regime hídrico e das datas de coleta.

Regime hídrico	PB (%)		
	Janeiro	Junho/Julho	Setembro/Outubro
Não irrigado	13,00aC	19,25aA	17,53aB
Irigado	12,75aC	19,85aA	17,08bB
DMS	0,34	0,83	0,44
CV(%)	6,44	10,39	6,11
Erro padrão	12,88 ± 0,12	19,55 ± 0,29	17,49 ± 0,15

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

DIAS FILHO (1991) que avaliou o efeito do estresse hídrico sobre o teor de PB do capim Tobiata, verificou que as plantas submetidas ao déficit hídrico apresentaram valores de PB superiores aos das plantas mantidas sob disponibilidade de água equivalente à capacidade de campo. A esse respeito, ANDRADE *et al.* (2002), argumentam que o menor teor de PB observado nas forrageiras irrigadas seja devido principalmente ao efeito da diluição do nitrogênio, em função do aumento na PMS.

Embora a diferença entre as parcelas irrigadas e não irrigadas tenha sido significativa para o teor de PB e seja corroborada por outros autores, ela foi de apenas meia unidade percentual (Tabela 5) o que é considerado baixo tendo como parâmetro os valores de BOTREL *et al.* (1991) que observaram uma redução de até 30% do teor de PB nos tratamentos irrigados. Esta pequena diferença observada no presente ensaio pode ser explicada pelo fato do intervalo 21/28 ter apresentado uma diferença de três unidades percentuais entre as parcelas irrigadas e as não irrigadas nos meses setembro/outubro, sendo as irrigadas as que apresentaram superioridade. Logo, o teor médio de PB dos irrigados foi elevado diminuindo a distância dos valores entre os tratamentos irrigados e não irrigados.

O comportamento atípico do intervalo 21/28 em relação aos demais se deve ao manejo adotado com a coleta das amostras de forragem a 10 cm de altura em relação ao solo. Todas as parcelas do intervalo 21/28 já apresentavam uma menor PMS desde o início do experimento devido provavelmente aos sucessivos cortes. Assim, a longo prazo, o vigor de rebrote das plantas se mostraram reduzidos, pois o intervalo entre os cortes não permitia que as plantas alcançassem um índice de área foliar que possibilitasse uma taxa fotossintética suficiente para acumular reservas energéticas, estas seriam mobilizadas no início do crescimento após o corte posterior. Dessa forma, as poucas plantas dos tratamentos não-irrigados nos meses de setembro e outubro que atingiram 10 cm de altura apresentavam um índice de área foliar muito baixo apresentando um baixo teor de PB se comparado as das parcelas irrigadas que tiveram um maior vigor de rebrote e índice de área foliar e conseqüentemente propiciaram um expressivo teor de PB, superior às parcelas não-irrigadas.

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 Tifton 85. Não houve efeito da disponibilidade de água no solo sobre o teor de PB da forrageira. No entanto, GHELFI FILHO (1972) relatou que o capim Napier apresentou maior teor de PB com o aumento da quantidade de água aplicada. SORIA (2002) avaliou o efeito de cinco lâminas de irrigação sobre qualidade do capim Tanzânia. Observou que a percentagem de PB não se alterou em função das lâminas de irrigação avaliadas.

Verificou-se diferença significativa do teor de PB em relação aos meses em que foram realizadas as amostragens. O mês de janeiro foi o que apresentou os menores teores de PB isto devido a maior PMS ter ocorrido em época chuvosa (Tabela 5 e Tabela 1). Neste sentido, GOMIDE (1976) afirma que o aumento da PMS favorece o efeito de diluição do nitrogênio. A segunda data de coleta, junho/julho, tiveram teor de PB superior aos valores observados nos meses da terceira coleta, setembro/outubro. Isto se deve a interação intervalo de corte x regime hídrico, e à interação doses x regime hídrico. Com exceção do intervalo 21/28 dias os demais intervalos apresentaram, quando submetidos à irrigação, teores inferiores aos não-irrigados. Da mesma forma, o tratamento doses de N quando submetido à irrigação apresentou menores teores de PB. Isto, provavelmente, fez com que o teor de PB referente a setembro/outubro fosse inferior a junho/julho.

4.3.2 Efeito do intervalo de cortes sobre o teor de proteína bruta (PB)

Os valores de PB apresentaram diferença significativa em relação aos intervalos de corte em todas as datas de amostragem ($P < 0,01$). A distribuição dos teores de PB em função dos intervalos de corte e dos meses de amostragem se encontra na Tabela 6.

Tabela 6. Teores de proteína bruta em função dos intervalos de corte e meses de amostragem.

Intervalo de corte (dias)	PB (%)		
	Janeiro	Junho/Julho	Setembro/Outubro
21/28	15,79a	20,75a	18,10a
28/35	13,04b	18,95b	18,00a
35/42	12,08c	19,62ab	16,00c
42/49	10,58d	18,87b	17,12b
DMS	0,63	1,55	0,81
CV(%)	6,44	10,39	6,11
Erro padrão	12,88 ± 0,17	19,55 ± 0,41	17,49 ± 0,22

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

Os valores de PB tenderam a decrescer nos meses de janeiro, junho/julho e setembro/outubro em função do espaçamento do intervalo de cortes. Em média, nos meses de janeiro, a variação do teor de PB entre os tratamentos 21/28 e 42/49 dias foi de 5,2 unidades percentuais, apresentando os valores de 15,79 e 10,58%, respectivamente. A redução da qualidade das forrageiras tropicais com a sua maturidade é um fato já esclarecido na literatura. SOTOMAYOR-RÍOS (1976) estudou o efeito de três intervalos de cortes (30, 45 e 60 dias) sobre a qualidade de 19 gramíneas tropicais, dentre elas o capim-estrela. Verificaram a diminuição do teor de PB com o incremento da frequência de corte, em virtude do efeito da diluição do nitrogênio na matéria seca produzida e acumulada. A esse respeito, HERRERA & HERNÁNDEZ (1987) acrescentam que com o avanço da idade da planta, a sua atividade metabólica é reduzida, de modo que a síntese de compostos protéicos diminui em comparação com idades mais jovens.

FERNÁNDEZ *et al.* (1991) avaliaram três frequências de corte (28, 42 e 56 dias) sobre a composição bromatológica do capim-estrela e observaram a redução do teor de PB com o aumento maturidade da gramínea. Os valores observados foram relativamente baixos, variando de 8,2 a 6,5%, nos intervalos de 28 e 56 dias, respectivamente. A influência de quatro intervalos de cortes (30, 45, 60 e 90 dias) na composição química do capim-estrela foi estudada por CARO-COSTAS *et al.* (1972), que relataram uma redução acentuada dos valores de PB em função do espaçamento de cortes. Os valores observados variaram de 13,5 a 7,8%, nos intervalos de 30 e 90 dias, respectivamente.

4.3.3 Efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de proteína bruta (PB)

Pôde-se observar o efeito significativo ($P < 0,05$) das doses nitrogenadas sobre o teor de PB em cada mês de amostragem (Anexo V). O teor de PB sofreu um incremento linear em resposta ao aumento da dose nitrogenada nas três datas de coleta das amostras para avaliação protéica do capim-estrela. Sendo a diferença máxima obtida nos meses de setembro/outubro (Anexo V) quando teor de PB variou 5,1 unidades percentuais entre a dose 0 e a dose 600 kg/ha/ano de N.

PACIULLI (1997) também observou aumento no teor de PB das gramíneas estudadas com o aumento das doses de nitrogênio. MENEGATTI *et al.* (1999) em avaliação de três gramíneas do gênero *Cynodon* afirmam que o teor de PB das gramíneas foi incrementado ($P < 0,05$) à medida que a dose de nitrogênio foi aumentada, concordando com os resultados

obtidos por PACIULLI (1997) para o capim Coast-cross. De acordo com a análise da regressão, no mês de janeiro ($P < 0,05$), nos meses junho/julho ($P < 0,05$) e nos meses setembro/outubro ($P < 0,05$), a PB respondeu linearmente as doses de nitrogênio (Figura 11).

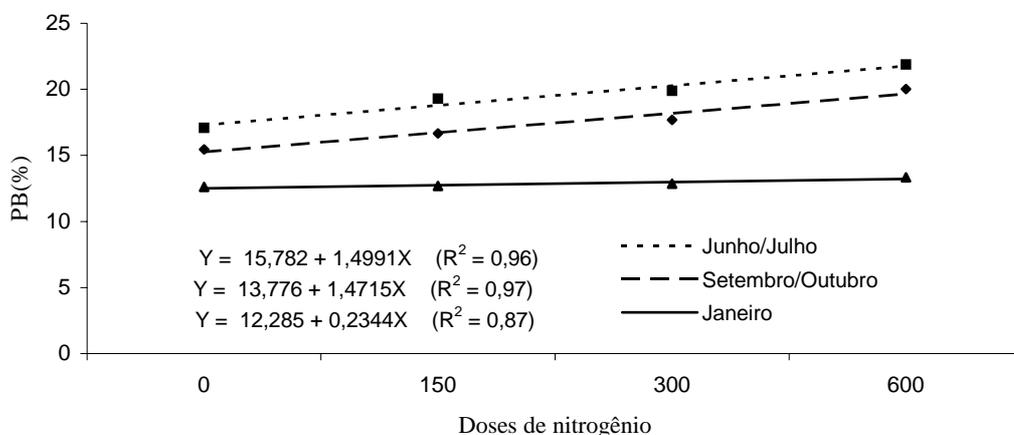


Figura 11. Teores de proteína bruta em função da adubação nitrogenada e dos meses de amostragem.

Semelhantemente ao observado neste ensaio em relação ao crescimento linear JOHNSON. (2001) avaliou a resposta do capim-estrela a cinco doses de nitrogênio (0, 39, 78, 118 e 157 kg/ha), aplicados após cada corte. No total foram efetuados dez cortes, com intervalos de 28 dias, em dois anos, durante a época chuvosa. Na média de todos os cortes, o teor de PB aumentou linearmente em função da adubação nitrogenada, de 10,2 a 19,5%, da menor para a maior dose, respectivamente. CARO-COSTAS *et al.* (1972) estudaram o efeito da adubação nitrogenada sobre a composição bromatológica do capim-estrela. Em plantas cortadas a cada 30 dias, o teor de PB variou de 10,8 a 17,8%, nas doses de 0 e 700 kg/ha/ano, respectivamente.

4.3.4 Proteína bruta (PB): considerações gerais

O maior valor de PB foi de 26,21%, observado em na segunda amostragem nos tratamentos não irrigados, cortados a cada 21/28 dias e adubados com 600 kg/ha/ano de nitrogênio. O menor valor de 9,7%, foi observado em janeiro nos tratamentos irrigados, cortados a cada 42/49 dias e adubados com 300 kg/ha/ano de nitrogênio. O valor médio de todos os tratamentos foi 16,6%. Em geral, os valores encontrados são elevados quando confrontados com os obtidos em outros trabalhos com capim-estrela (CARO-COSTAS *et al.*, 1972; HERNÁNDEZ & PEREIRA, 1981; JOHNSON, 2001; ORTEGA & GONZALEZ, 1990). Entretanto, as condições de solo, de clima e de metodologia experimental, dentre outras potenciais fontes de variação, devem ser cuidadosamente consideradas ao se comparar os resultados obtidos entre diferentes experimentos. Em relação à produção animal, os valores encontrados são satisfatórios. Gramíneas que apresentam teores de PB inferiores a 7%, resultam em diminuição na digestibilidade da matéria seca e também em condições inadequadas para o desenvolvimento das bactérias do rúmen (VAN SOEST, 1994). Conforme CAMPOS (1981), os bovinos necessitam para produções de 8,5 a 9,0 kg de leite/vaca/dia, de que a alimentação tenha, no mínimo, 14% de PB.

4.3.5 Efeito da irrigação e do mês sobre o teor de fibra em detergente neutro (FDN)

Não houve efeito significativo do regime hídrico para os meses de coleta de forragem para avaliação de FDN do capim-estrela ($P>0,05$). Mas foi observado uma sinergia entre o regime hídrico e intervalo de corte ($P<0,05$) nos meses de setembro/outubro. Nas amostras coletadas na terceira data de avaliação do intervalo 21/28 sofreram influência ($P<0,05$) do regime hídrico, as parcelas deste intervalo irrigadas apresentaram três unidades percentuais a menos que as não irrigadas sendo 69,58 e 72,46 % para as irrigadas e não irrigadas respectivamente. O efeito das datas de amostragem foi significativo ($P<0,05$), sendo o mês de janeiro em média cinco unidades percentuais superior ($P<0,05$) as demais datas (Figura 12) e estas não apresentando diferença entre si.

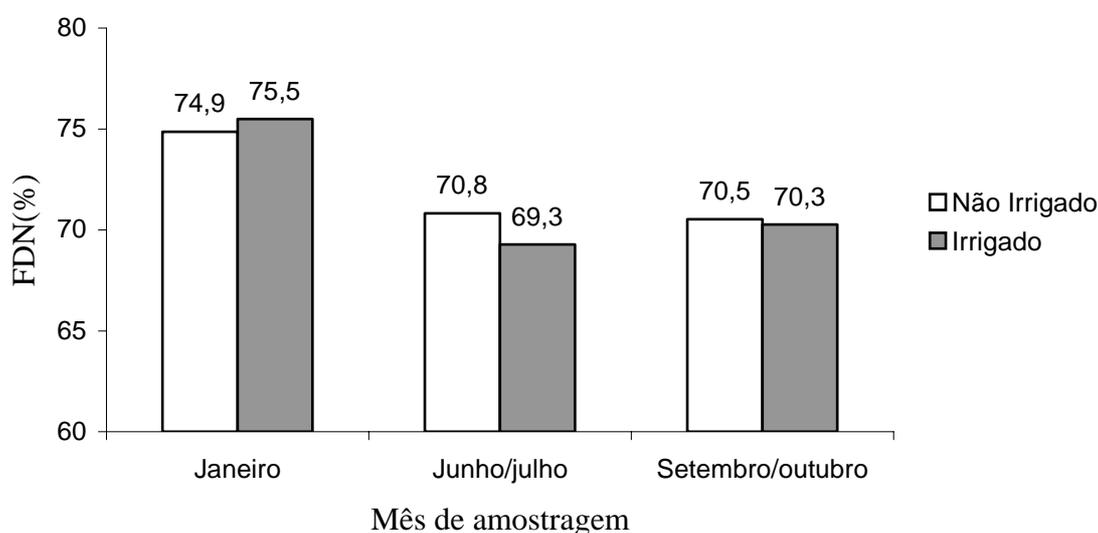


Figura 12. Teores de fibra em detergente neutro em função do regime hídrico e dos meses de amostragem.

Segundo DIAS FILHO (1991), plantas submetidas à condição adequada de umidade do solo têm o seu desenvolvimento ontogênico acelerado, em comparação com plantas submetidas ao déficit hídrico. Deste modo, 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 conteúdo de FDN das gramíneas estão relacionadas ao estágio fisiológico da planta (VAN SOEST, 1994). Isto explica o fato do mês de janeiro ter o teor de FDN superior em relação aos demais meses de amostragem, pois devido às condições climáticas favoráveis como temperatura, luminosidade e também precipitação (Quadro 4) típico da época chuvosa, as plantas tenderam a serem fisiologicamente mais velhas do que as dos outros meses de amostragem.

O comportamento atípico do intervalo 21/28 em relação aos demais para o efeito da irrigação se deve ao manejo adotado com a coleta das amostras de forragem a 10 cm de altura em relação ao solo. Todas as parcelas do intervalo 21/28 já apresentavam uma menor PMS desde o início do experimento devido provavelmente aos sucessivos cortes. Assim, a longo prazo, o vigor de rebrote das plantas se mostraram reduzidos, pois o intervalo entre os cortes não permitia que as plantas alcançassem um índice de área foliar que possibilitasse uma taxa

fotossintética suficiente para acumular reservas energéticas, as poucas existentes seriam mobilizadas no início do crescimento após o corte posterior.

Dessa forma, as poucas plantas dos tratamentos não-irrigados nos meses de setembro e outubro que atingiram 10 cm de altura apresentavam um índice de área foliar muito baixo e como segundo JANK (1995) maior porcentagem de folhas, em plantas produtivas significa qualidade de forragem consumida pelos animais, uma vez que são as folhas que concentram maior quantidade de nutrientes digestíveis, as plantas do intervalo 21/28 não-irrigadas apresentaram uma alta quantidade de FDN se comparado as das parcelas irrigadas que por conta da umidade do solo proporcionada pela irrigação, da temperatura e luminosidade favoráveis neste momento, tiveram um maior vigor de rebrote e índice de área foliar, que conseqüentemente propiciaram um menor teor de FDN nas amostras, estas sendo inferiores as parcelas não-irrigadas.

4.3.6 Efeito do intervalo de cortes sobre o teor de fibra em detergente neutro (FDN)

Foi observado efeito de intervalo de corte sobre o teor de FDN nos meses de janeiro e setembro/outubro ($P < 0,05$). Os menores intervalos, 21/28 e 28/35, apresentaram os menores teores de FDN no mês de janeiro (Tabela 7).

Tabela 7. Teor de fibra em detergente neutro em função dos intervalos de corte e meses de amostragem.

Intervalo de corte (dias)	FDN (%)		
	Janeiro	Junho/Julho	Setembro/Outubro
21/28	75,20ab	68,12a	71,02a
28/35	74,04b	69,75a	70,50a
35/42	75,83a	71,58a	71,29a
42/49	75,66a	70,75a	68,79b
DMS	1,18	4,71	1,48
CV(%)	2,06	8,83	2,76
Erro padrão	75,19 \pm 0,32	70,05 \pm 1,26	70,40 \pm 0,40

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

De acordo com VAN SOEST (1994), com o avanço da maturidade, verificam-se aumentos nos teores de carboidratos estruturais (como a celulose e a hemicelulose) da parede celular, sendo a natureza e concentração desses carboidratos os principais determinantes da qualidade dos alimentos volumosos, especialmente de forragens. Isto explica os menores intervalos apresentarem os menores valores de FDN por conta da menor maturidade em relação aos demais. Nos meses de setembro/outubro o intervalo 42/49 foi inferior aos demais em relação ao teor de FDN ($P < 0,05$) isto devido este tratamento ter apresentado IAF visualmente superior em relação aos demais o que provavelmente influenciou na queda do valor de FDN visto que JANK (1995) afirma que a maior porcentagem de folhas, em plantas produtivas, significa qualidade de forragem consumida pelos animais, uma vez que são as folhas que concentram maior quantidade de nutrientes digestíveis.

O efeito da maturidade sobre a qualidade de três cultivares de capim-estrela foi estudado por GOMIDE (1996). A idade da planta influenciou fortemente os valores de FDN. Em média, a porcentagem de FDN das plantas nas idades de 14 e 70 dias, foi de 65,8 e 80%, respectivamente. FERNÁNDEZ *et al.* (1991) estudaram o efeito de três intervalos de corte

sobre a qualidade do capim-estrela. Observaram a elevação da percentagem de FDN com o espaçamento do intervalo de corte. Os valores observados foram elevados, variando de 77,1 a 85,0%, nos intervalos de 28 e 56 dias, respectivamente.

4.3.7 Efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de fibra em detergente neutro (FDN)

O efeito das doses de N não foram significativos para o teor de FDN nos meses de janeiro e junho/julho ($P>0,05$). Mas apresentou influência nos meses de setembro/outubro ($P<0,05$). Não foi observada interação entre as doses de N e os demais fatores estudados ($P>0,05$). Os valores mostraram uma tendência de queda nos meses de setembro/outubro (Figura 13).

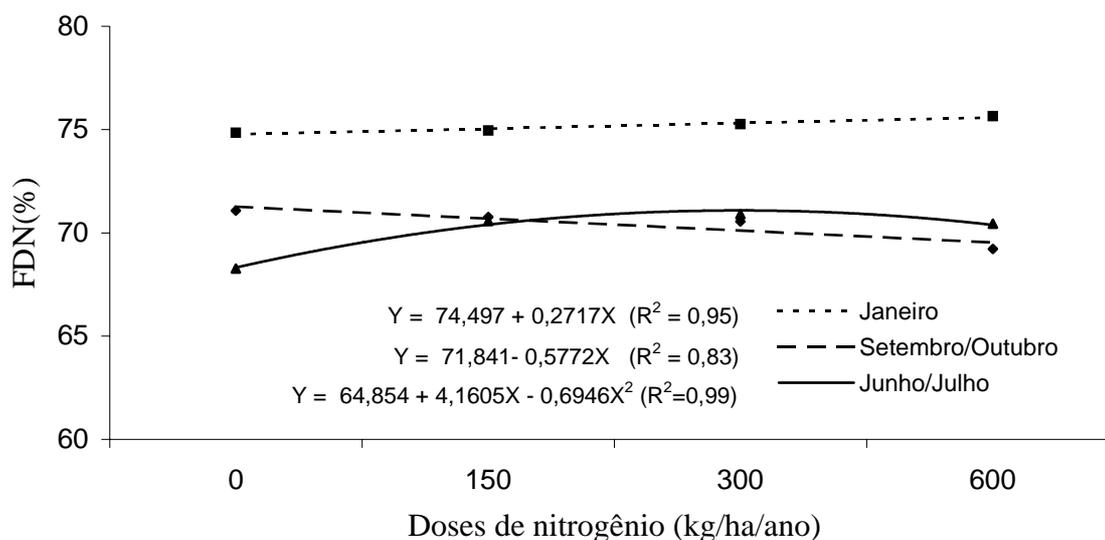


Figura 13. Teor de fibra em detergente neutro em função das doses de nitrogênio e meses de amostragem.

Nos meses de janeiro e setembro/outubro foi observado o comportamento linear dos valores de FDN em função das doses e nos meses junho/julho verificou-se o comportamento quadrático.

Em média, os teores de FDN entre as doses 0 e 600 kg/ha/ano foram de 71,51 e 69,29%, respectivamente nos meses de setembro/outubro. 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. Em contrapartida, o fornecimento de nitrogênio em doses elevadas, aliado à condições climáticas favoráveis, pode acelerar a maturidade da planta, limitando o efeito benéfico da adubação nitrogenada sobre os valores de FDN. Isto foi o que provavelmente fez com que no mês de janeiro fosse observada uma leve tendência linear de aumento do teor de FDN com o incremento das doses de N (Figura 13), embora não tenha sido identificado diferença significativa ($P>0,05$) entre o menor, 74,91%, e o maior, 75,66%, teor de FDN neste mês.

JOHNSON. (2001) avaliou a resposta do capim-estrela submetido a cinco doses de nitrogênio aplicados após cada corte. No total foram efetuados dez cortes, com intervalos de 28 dias, em dois anos, durante a época chuvosa. Na média de todos os cortes, o teor de FDN decresceu em função da adubação nitrogenada, de 76,9 a 72,0%, da menor para a maior dose, respectivamente. LOPES *et al.*, (2002) estudaram a influência da

adubação nitrogenada sobre a qualidade do capim Napier. Observaram que os valores de FDN diminuíram em função da adubação nitrogenada, de 70,0 a 67,6 %, da menor para a maior dose, respectivamente.

MARCELINO *et al.* (2002b) estudaram a influência de cinco doses de nitrogênio sobre a composição química do capim Marandu. Não se observou o efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de FDN da forrageira. ANDRADE *et al.* (2002) avaliaram o efeito da adubação nitrogenada (100, 200, 300 e 400 kg/ha/ano de nitrogênio) sobre a composição bromatológica do capim elefante. Observaram que os valores de FDN não foram alterados em função das doses de nitrogênio. MARCELINO *et al.* (2002a) estudaram a influência de cinco doses de nitrogênio sobre a qualidade do capim Tifton 85. Verificaram que os valores de FDN não foram modificados pela adubação nitrogenada.

4.3.8 Fibra em detergente neutro (FDN): considerações gerais

O maior valor de FDN foi de 78,87%, observado em janeiro nos tratamentos irrigados, cortados a cada 35 dias e adubados com 0 kg/ha/ano de nitrogênio. O menor valor foi de 55,27%, observado em junho/julho nos tratamentos irrigados, cortados a cada 42 dias e adubados com 0 kg/ha/ano de nitrogênio. O valor médio de todos os tratamentos foi igual a 71,87%. Os resultados obtidos são satisfatórios, estando abaixo dos comumente obtidos com capim-estrela (FERNÁNDEZ *et al.*, 1991; GOMIDE, 1996). De um 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 materiais de maturidade avançada (EUCLIDES, 1995). 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).

4.3.9 Efeito da irrigação e do mês sobre o teor de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

Na análise de variância foi observado o efeito do mês de amostragem sobre o teor de DIVMS ($P < 0,01$). Não foi observado efeito do regime hídrico sobre o teor de DIVMS ($P > 0,05$), embora tenha sido identificada interação intervalo e regime hídrico nos meses de janeiro e setembro/outubro ($P < 0,05$).

No mês de janeiro as parcelas irrigadas do intervalo 42/49 apresentaram teor de DIVMS expressivamente superior em relação às não irrigadas, 71,33 e 57,66, respectivamente. Este comportamento é atípico visto que na literatura se encontra o contrário. DIAS FILHO (1991) corroborando esta última afirmação, avaliou o efeito do estresse hídrico sobre os valores de DIVMS do capim Tobiata. Verificaram que as plantas submetidas ao déficit hídrico apresentaram teores de DIVMS superiores aos das plantas mantidas sob disponibilidade de água equivalente a capacidade de campo, sugerindo que as plantas sob estresse hídrico apresentaram desenvolvimento ontogênico menos acelerado, sendo, portanto, fisiologicamente mais novas e digestíveis do que as plantas submetidas à condição adequada de umidade do solo.

A maneira como o teor de DIVMS se apresentou no intervalo 42/49 em janeiro em relação às parcelas irrigadas e não irrigadas é contrária às expectativas baseadas na literatura. Este fato é reflexo da menor PMS das parcelas irrigadas em relação às não irrigadas não só no intervalo 42/49 como em toda a época chuvosa (Tabela 1). A menor PMS nas parcelas irrigadas sugere que estas atingiram um patamar inferior de maturidade fisiológica em relação às não irrigadas estando ambas submetidas a um mesmo intervalo de corte, propiciando uma

maior DIVMS às parcelas irrigadas. A menor PMS da área irrigada, provavelmente, ocorreu devido esta área estar localizada em um nível do solo inferior em relação à área não irrigada, isto refletiu em um acúmulo de umidade significativo na superfície do solo neste mês de janeiro nas áreas irrigadas. Este acúmulo foi influenciado pela alta precipitação verificada durante o mês de janeiro (Quadro 4) acima da média dos últimos 11 anos, sendo este o mês que mais choveu durante todo o período experimental. O excesso de água na superfície do solo promoveu a falta de oxigenação das raízes prejudicando a absorção de nitrogênio e por consequência, menor PMS por parte das plantas da área irrigada.

Nos meses de setembro/outubro o regime influenciou apenas o intervalo 21/28, sendo as parcelas irrigadas as que apresentaram maior DIVMS, os valores médios foram de 65,66 e 59,71% para parcelas irrigadas e não irrigadas, respectivamente. O comportamento atípico do intervalo 21/28 em relação aos demais para o efeito da irrigação se deve ao manejo adotado com a coleta das amostras de forragem a 10 cm de altura em relação ao solo. Todas as parcelas do intervalo 21/28 já apresentavam uma menor PMS desde o início do experimento devido provavelmente aos sucessivos cortes. Assim, a longo prazo, o vigor de rebrote das plantas se mostraram reduzidos, isto porque o intervalo de dias entre os cortes não permitia que as plantas alcançassem um índice de área foliar que possibilitasse uma taxa fotossintética suficiente para acumular reservas energéticas, as poucas existentes seriam mobilizadas no início do crescimento após o corte posterior e assim acontecia sucessivamente. Por conta disto, as poucas plantas dos tratamentos não irrigados nos meses de setembro e outubro que atingiram 10 cm de altura apresentavam um índice de área foliar muito baixo.

Segundo JANK (1995) a maior porcentagem de folhas, em plantas produtivas, significa qualidade de forragem consumida pelos animais, uma vez que são as folhas que concentram maior quantidade de nutrientes digestíveis. Assim, estas plantas do intervalo 21/28 não irrigadas apresentaram uma menor DIVMS se comparado as das parcelas irrigadas que por conta da umidade do solo proporcionada pela irrigação, da temperatura e luminosidade favoráveis neste momento, tiveram um maior vigor de rebrote e índice de área foliar, que consequentemente propiciaram um maior teor de DIVMS nas amostras, estas sendo superiores as parcelas não irrigadas.

Nos meses de setembro/outubro foi observado que o valor médio de DIVMS foi inferior em relação aos demais meses ($P < 0,05$). Isto se deve ao fato das plantas coletadas nos meses setembro/outubro terem sido as que mais sofreram efeito da irrigação visto que a primeira irrigação se deu 15 dias após a última coleta dos meses de junho/julho e a última irrigação foi realizada dia 03 de setembro (Quadro 3; Figura 1). A distribuição da DIVMS durante os meses de coleta; e parcelas irrigadas e não irrigadas se encontram na Figura 14.

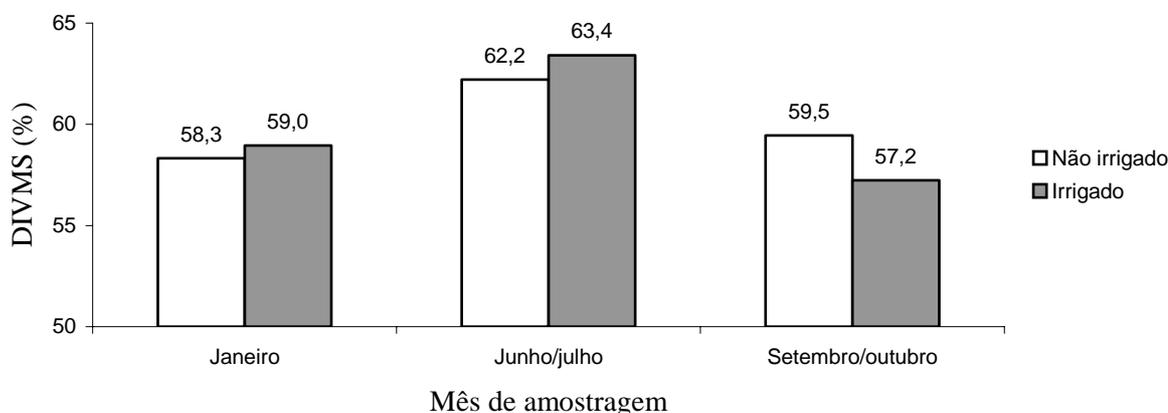


Figura 14. Teor de digestibilidade *in vitro* da matéria seca em função do regime hídrico e dos meses de amostragem.

MARCELINO *et al.* (2002b) estudaram a influência de quatro tensões hídricas do solo sobre a composição química do capim Marandu. Os resultados indicaram uma tendência do aumento dos valores de DIVMS com a redução da disponibilidade de água no solo. SORIA (2002) avaliou o efeito de cinco lâminas de irrigação sobre qualidade do capim Tanzânia. Verificou que as lâminas de água não alteraram os valores da DIVMS. O efeito de quatro tensões hídricas do solo sobre a composição química do capim Tifton 85, foi avaliado por MARCELINO *et al.* (2002a). Os resultados obtidos indicaram uma tendência do teor de DIVMS aumentar com a diminuição da disponibilidade de água no solo. Esta tendência só pode ser observada no presente ensaio nos meses de setembro/outubro (Figura 14).

4.3.10 Efeito do intervalo de cortes sobre o teor de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

Na análise de variância foi identificado efeito do intervalo de corte sobre DIVMS apenas nos meses de junho/julho e setembro/outubro ($P < 0,05$). Foi observado uma sinergia entre intervalo de corte e regime hídrico ($P < 0,05$), mas esta foi descrita no tópico anterior.

Os valores médios de DIVMS de cada intervalo de corte distribuídos nos meses de amostragem se encontram na (Figura 15).

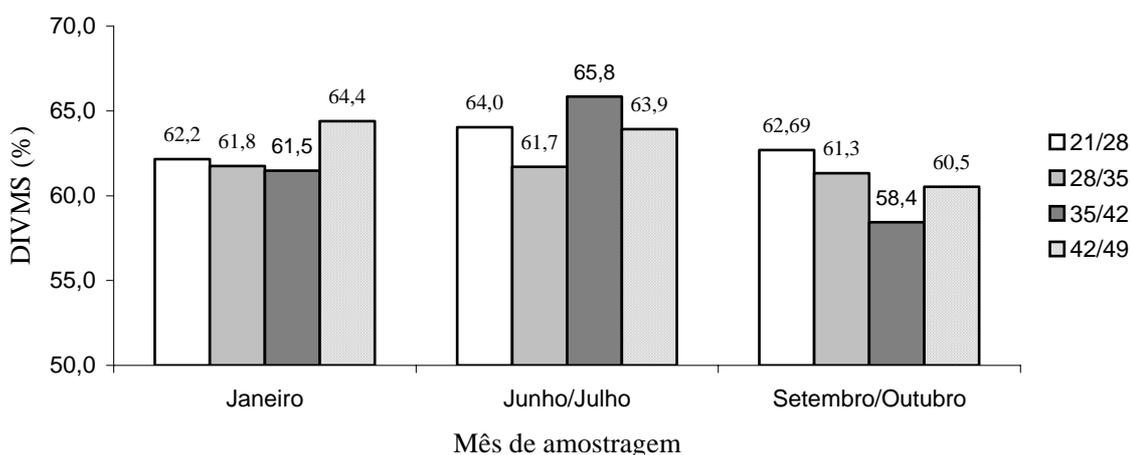


Figura 15. Teor de digestibilidade *in vitro* da matéria seca em função dos intervalos de corte e meses de amostragem.

A DIVMS apresentou uma tendência de queda à medida que se diminuiu a frequência de corte, mas este comportamento só pôde ser observado dos intervalos 21/28 ao 35/42 na época chuvosa no mês de janeiro. O intervalo 42/49 apresentou uma superioridade em relação aos demais embora não significativa ($P > 0,05$).

Não foi observada tendência de aumento ou queda na DIVMS nos meses de junho/julho embora seja identificada uma diferença significativa ($P < 0,05$) do intervalo 35/42 em comparação ao intervalo 28/35. Segundo (DEL POZO *et al.*, 1998a) no capim-estrela, os acréscimos diários de produção são mais elevados entre a segunda e a quinta semana. Após o corte de uniformização da área depois do controle de invasoras, as plantas estiveram submetidas até o corte do intervalo 28/35 em junho/julho a uma menor disponibilidade de água no solo devido a baixa precipitação até a data deste corte, mas não foi verificada necessidade de irrigação neste período (Figura 1). Entre o corte do intervalo 28/35 e 35/42 houve um período de 7 dias, sendo que neste período foi registrada uma precipitação de 27,5 mm, esta potencializou a resposta da gramínea em relação a PMS, provavelmente houve aumento das lâminas foliares aumentando a relação folha/colmo contribuindo para que a

DIVMS do intervalo 35/42 fosse superior em relação aos demais, visto que após este corte do intervalo 35/42 não ocorreu precipitação até o momento da irrigação.

Nos meses de setembro/outubro houve uma tendência semelhante a do mês de janeiro, em que houve diminuição da DIVMS de acordo com o avanço do intervalo de corte. Este comportamento só foi observado do intervalo 21/28 ao 35/42. O intervalo 42/49 apresentou DIVMS superior em relação ao intervalo 35/42 embora ele não tenha apresentado diferença significativa ($P > 0,05$) em comparação a nenhum intervalo. Possivelmente o intervalo 42/49 tenha apresentado esse valor (Figura 15), devido a uma relação folha/colmo superior ao intervalo de 35/42 dias.

Segundo VAN SOEST (1994), o acúmulo de matéria seca durante o processo de crescimento é o principal responsável pelo decréscimo do valor nutritivo da forragem. O depósito de matéria seca ocorre principalmente na parede celular, acompanhado pela incrustação da lignina em meio às fibrilas de hemicelulose e celulose. Conseqüentemente a digestibilidade é reduzida com a idade da planta, uma vez que a lignina, além de ser indigestível, dificulta a ação enzimática da microbiota ruminal sobre os carboidratos estruturais (MOORE & MOTT, 1973). ORTEGA & GONZALEZ (1990) estudaram a composição química do capim-estrela em três intervalos de corte (21, 28 e 35 dias). Observaram que a percentagem de DIVMS diminuiu com a redução da frequência de corte, apresentando os valores de 62,3, 59,6 e 55%, nos intervalos de 21, 28 e 35 dias, respectivamente. FERNÁNDEZ *et al.* (1991) estudaram o efeito de três intervalos de corte (28, 42 e 56 dias) sobre a qualidade do capim-estrela. Observaram a redução dos valores de DIVMS com o espaçamento do intervalo de corte. Os valores observados foram relativamente baixos, variando entre 49,6 a 44,0%, nos intervalos de 28 e 56 dias, respectivamente. Segundo os autores, a queda do teor de DIVMS é decorrente do aumento do teor de lignina com a idade da planta, pois a lignina reduz a digestibilidade dos carboidratos estruturais. Esse efeito seria mais pronunciado nas gramíneas tropicais entre 30 a 60 dias, devido a uma maior lignificação das plantas nesta fase de crescimento.

A esse respeito VICENTE-CHANDLER. (1972), estudou durante dois anos o efeito de quatro intervalos de cortes (30, 45, 60 e 90 dias) sobre a composição química da *Brachiaria ruziziensis*. Verificou o aumento do teor de lignina em função do espaçamento de cortes. O teor de lignina variou 3,5 unidades percentuais entre as idades de 30 e 90 dias, apresentando os valores de 6,8 e 10,3%, respectivamente.

4.3.11 Efeito da adubação nitrogenada sobre o teor de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

A análise de variância identificou efeito das doses nitrogenadas sobre o teor de DIVMS apenas nos meses de junho/julho e setembro/outubro ($P < 0,01$). Observou-se uma interação entre o regime hídrico e as doses de nitrogênio nos meses setembro/outubro ($P < 0,05$). A dose 0 kg/ha/ano foi inferior as demais ($P < 0,05$) nos meses junho/julho, já as doses 150, 300 e 600 kg/ha/ano não apresentaram diferença significativa entre si. Nos meses setembro/outubro a dose 0 kg/ha/ano foi inferior ($P < 0,05$) as doses 300 e 600 kg/ha/ano. A dose 150 não apresentou diferença significativa entre a dose 0 e 300 kg/ha/ano, sendo inferior a dose 600 ($P < 0,05$). A dose 300 foi superior a dose 0 e inferior a dose 600, não apresentando diferença significativa em relação a dose 150 kg/ha/ano (Anexo VI).

A análise de regressão foi significativa para as doses em função dos meses de amostragem ($P < 0,05$). Nos períodos avaliados, os valores da DIVMS apresentaram comportamentos distintos em função da adubação nitrogenada. Em junho/julho e setembro/outubro a DIVMS cresceu linearmente com o aumento das doses de nitrogênio, por outro lado, em janeiro a resposta à adubação foi quadrática (Figura 16).

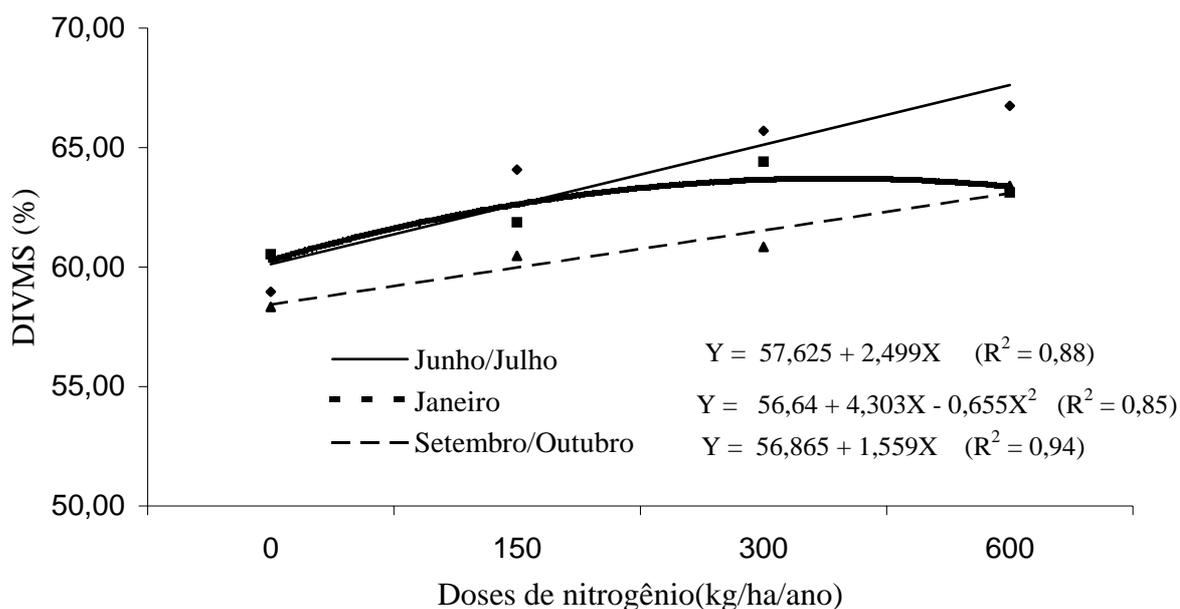


Figura 16. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca em função das doses de nitrogênio e dos meses de amostragem.

Em média, a variação do teor de DIVMS entre as doses 0 e 600 kg/ha/ano foi de 5,2 unidades percentuais, apresentando os valores entre 59,3 e 64,4%, respectivamente. Foi observada uma interação das doses de N e regime hídrico ($P < 0,05$) somente nos meses de setembro/outubro sobre os teores de DIVMS. Nas parcelas irrigadas a dose 600 foi significativamente superior as demais ($P < 0,05$), nas parcelas não irrigadas a dose 0 foi significativamente inferior em relação as demais ($P < 0,05$).

Segundo CORSI (1984), a adubação nitrogenada pode repercutir positivamente sobre 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.

ROCHA (2001) estudou a influência da adubação nitrogenada sobre a qualidade de três gramíneas do gênero *Cynodon*. A adubação nitrogenada não alterou a DIVMS das forrageiras estudadas. Segundo esse autor, as gramíneas do gênero *Cynodon*, dentro de um mesmo intervalo de cortes ou dentro de uma mesma idade cronológica, raramente tem sua digestibilidade alterada pela adubação nitrogenada. Essa afirmativa não é corroborada por JOHNSON (2001), que avaliou a resposta do capim-estrela a cinco doses de nitrogênio (0, 39, 78, 118 e 157 kg/ha), aplicados após cada corte. No total foram efetuados dez cortes, com intervalos de 28 dias, em dois anos, durante a época chuvosa. Na média de todos os cortes, o teor de DIVMS aumentou em função da adubação nitrogenada, de 51,7 a 57,6%, da menor para a maior dose, respectivamente.

MARCELINO *et al.* (2002b) estudaram a influência de cinco doses de nitrogênio (0, 45, 90, 180 e 360 kg/ha/ano) sobre a composição química do capim Marandu. Não se observou o efeito da adubação nitrogenada sobre os valores de DIVMS da forrageira. Resultados semelhantes foram relatados por MARCELINO *et al.* (2002a). Verificaram que os valores de DIVMS não foram modificados pela adubação nitrogenada em Tifton 85.

4.3.12 Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS): considerações gerais

O maior valor de DIVMS foi de 77,6%, observado em janeiro nos tratamentos irrigados, cortados a cada 42/49 dias e adubados com 150 kg/ha/ano de nitrogênio. O menor valor foi de 51,39%, observado em setembro nos tratamentos irrigados, cortados a cada 35/42 dias e adubados com 300 kg/ha/ano de nitrogênio. O valor médio de todos os tratamentos foi 62,3%. Em uma revisão sobre a qualidade do capim-estrela, HERNÁNDEZ & PEREIRA (1981) relatam variações de DIVMS entre 50 a 70%, sendo mais comumente observados valores entre 55 a 60%.

4.3.13 Composição bromatológica: considerações gerais

Os valores de PB, FDN e DIVMS apresentaram maior variação entre os meses de amostragem do que entre os fatores estudados (Figura 17), provavelmente em função das diferentes condições climáticas registradas durante o crescimento das plantas amostradas em janeiro, junho/julho e setembro/outubro (Quadro 4).

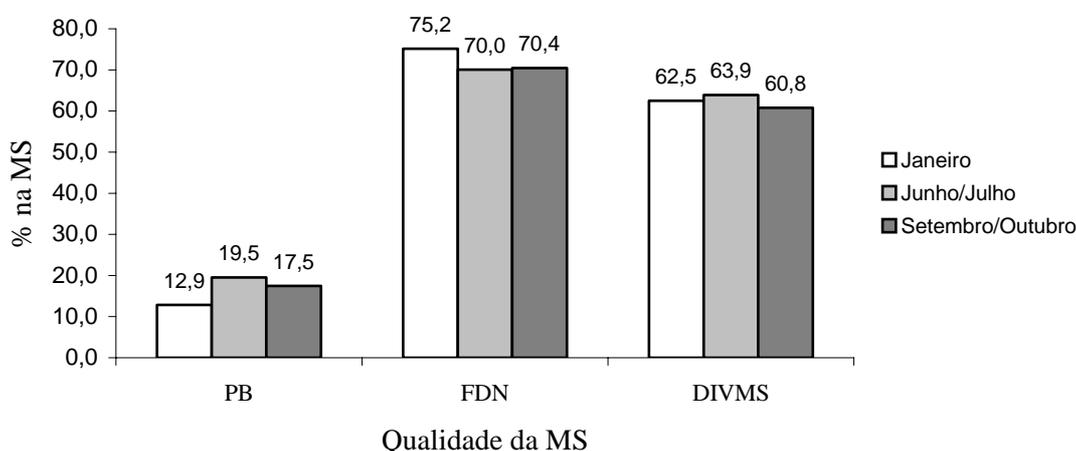


Figura 17. Teores de PB, FDN e DIVMS, nos meses de janeiro, junho/julho e setembro/outubro de 2005.

Segundo CORSI (1984), altas temperaturas aceleram o crescimento e a maturidade das plantas forrageiras tropicais, ocasionando o acréscimo não só da PMS, mas também dos teores de carboidratos estruturais e de lignina. Isso repercute negativamente tanto sobre o teor de PB, em decorrência da diluição do nitrogênio na matéria seca produzida e acumulada, quanto sobre os teores de DIVMS e FDN, devido à redução da digestibilidade da matéria seca. Assim, as plantas amostradas em janeiro, que cresceram sob temperaturas mais elevadas, apresentaram qualidade inferior à das plantas amostradas meses de junho/julho e setembro/outubro (Figura 17).

Com relação às plantas amostradas em junho/julho e setembro/outubro, as primeiras apresentaram qualidade superior, pois cresceram sob menores temperaturas e não sofreram irrigação que influencia na diminuição da DIVMS devido ao aumento da PMS.

Dentro de cada mês de amostragem, ocorreram respostas algumas vezes contraditórias ao que a literatura tem mostrado dos teores de PB, FDN e DIVMS para isso diversos fatores podem ter contribuído. Dentro de um mês, as datas de coleta das amostras para a análise química não foram semelhantes para todos os intervalos de corte (Quadro 3). Logo as condições climáticas influenciaram tanto para o aumento como para diminuição dos teores de PB, FDN e DIVMS dependendo se quando foram coletadas tinham sido submetidas a uma

condição climática favorável ou não. Diferenças climáticas durante a fase de crescimento além de serem, por si só, uma fonte em potencial de variação, interagem com a maturidade sobre a composição química das forrageiras tropicais (CORSI, 1984). Pelo mesmo motivo a irrigação pode ter influenciado a variação da composição bromatológica dentro dos intervalos de corte (DIAS FILHO, 1991).

Outro fator a ser considerado é que as plantas alocadas nos tratamentos 35/42 dias se encontrarem em estágio reprodutivo, apresentando inflorescências bem desenvolvidas, no momento dos cortes realizados em agosto e setembro. A passagem da fase vegetativa para a reprodutiva das plantas forrageiras, é acompanhada por alterações significativas em sua composição bromatológica (JONES, 1985).

5 CONCLUSÕES

A produção e o valor nutritivo variaram mais entre os períodos avaliados do que entre os fatores estudados, observando-se uma correlação negativa entre as variáveis produção e a qualidade.

Ao se elevar a produção, a irrigação reduziu o valor nutritivo da matéria seca, só houve resposta à irrigação quando as condições climáticas não foram adversas ao crescimento da forrageira. A irrigação aumentou a eficiência da adubação nitrogenada.

Com relação ao valor nutritivo da forrageira destaca-se os valores encontrados para PB nos meses de Junho/Julho superiores aos encontrados em outras pesquisas.

O intervalo de cortes não alterou a produção de maneira consistente, no entanto, houve um incremento contínuo da produção de matéria seca à medida que se diminuiu a frequência de corte; o valor nutritivo, por outro lado, tendeu a uma redução com o espaçamento dos cortes. O efeito do intervalo de cortes sobre a eficiência da adubação nitrogenada foi significativo e a irrigação potencializou a resposta do capim-estrela ao nitrogênio na época seca.

A adubação nitrogenada foi o fator que proporcionou aumentos simultâneos do rendimento e do valor nutritivo, porém a eficiência da adubação nitrogenada foi baixa e não se alterou em função das doses de nitrogênio.

Nas condições experimentais, preconiza-se como o manejo mais adequado dos fatores estudados o intervalo de cortes de 42/49 dias, que aliou a maior produção de matéria seca a uma qualidade satisfatória do ponto de vista de exigência animal. Além disso, este intervalo apresentou menor necessidade de controle de invasoras, apresentando uma persistência satisfatória o que não ocorreu nos demais intervalos de corte. Preconiza-se também a irrigação, efetuada somente em condições climáticas favoráveis, que aumentou a produção e a eficiência da adubação nitrogenada.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A.P.A. Benefícios e utilização da irrigação de pastagens para gado de corte. In: II SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE PRODUÇÃO E GERENCIAMENTO DA PECUÁRIA DE CORTE. 2001, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte:FEPMVZ, p. 95-116.

AGUIAR, A.P.A.; DRUMOND, L.C.D.; F.NETO, A.A.; PEREIRA NETO, A.R.; PONTES, P.O.; BARROS, R.A.; ALVES, T.R.C.; ANDRADE, V.M.M. Avaliação de características de crescimento e de produção do capim Tifton 85 sob condições irrigadas e de sequeiro em ambiente de cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1 CD ROM.

ALVIM, M. J. Efeito da irrigação e da integração entre pastagens de setária e de azevém anual sobre a produção de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.4, p.545-554, abr.1993.

ALVIM, M. J. Resposta do Coast-cross (*Cynodon dactylon* (L) Pers.) a diferentes doses de nitrogênio e intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.27, n.5, p.833-840, 1998a.

ALVIM, M. J.. Efeito de doses de nitrogênio e de intervalos entre cortes sobre a produção de matéria seca e teor de proteína bruta do Tifton 85. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998b, p.492.

ALVIM, M. J. Resposta do Tifton 68 (*Cynodon dactylon* (L) Pers.) a doses de nitrogênio e intervalos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.9, p.1875-1882, set. 2000.

ALVIM, M.J., BOTREL, M.A., NOVELLY, P.E. Produção de gramíneas forrageiras tropicais e temperadas irrigadas na época da seca. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 15 (5): 384-393, 1986.

ALVIM, M.J. Efeito da frequência de cortes e do nível de nitrogênio sobre a produção e qualidade da matéria seca do "Coast-cross". In: ALVIM, M.J. *et al.* Anais do Workshop sobre o potencial forrageiro do gênero *Cynodon*.1996, Juíz de Fora. **Anais...** Juíz de Fora: Embrapa - CNPGL, 1996. p.45-55.

ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; LOPES, R.S.; N. JUNIOR, D.; GOMIDE, J.A.; CECON, P.R.; QUEIROZ, D.S.; PEREIRA, D.H.; CARDOSO, R.C.. Disponibilidade de matéria seca e composição química do capim-elefante *napier* sob adubação e irrigação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. 1 CD ROM.

ANGHINONI, I. Adubação nitrogenada nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: SANTANA, M.B.M. **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1986. Cap.I. p.1-18.

ASSIS, M.A.; CECATO, U.; SANTOS, G.T.; GOMES, L.H.; MIRA, R.; RIBAS, N.P.; BETT, V.; DAMASCENO, J.C. Composição química e digestibilidade *in vitro* de gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas ou não a adubação nitrogenada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. 1 CD ROM.

BELESKY, D.P. Productivity and quality of bermudagrass in a cool temperate environment. **Agronomy Journal**, Madison, v.83, n.5, p.810-813, 1991.

BENEDETTI, E., DEMETRIO, R.A., COLMANETTI, A.L. Avaliação da resposta da cultivar Tanzânia (*Panicum maximum*) irrigado em solos de cerrado brasileiro. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE LECHE. 7., 2000, La Havana – Cuba, **Anais ...** La Havana : FEPALE, 2000, p.29.

BLANCO, F.; ROCHE, R. Relaciones entre el clima y el rendimiento de tres pastos rastreros bajo la influencia de la fertilización nitrogenada. **Pastos y Forrajes**. v.13, n. 47, p.47-52, 1990.

BJÖRKMAN, O. Some viewpoints on photosynthetic response and adaptation to environmental stress. In: BRIGGS, W.R. (Ed.). **Photosynthesis**. New York, Alan Liss, 1989. p.45-58.

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

BOTREL, M.A.; ALVIM, M. J., XAVIER, D. F. Avaliação agrônômica de gramíneas forrageiras na região do sul de Minas Gerais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. 1 CD ROM.

BOTREL, M. A.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. Avaliação de gramíneas forrageiras na região sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.683-689, abr.1999.

BURTON, G.W. Registration of Tifton 78 bermudagrass. **Crop Science**, Madison, v.28, n.2, p.187-188, Mar./Apr., 1988.

CAMARGO, M. P. B.. A seca de 1985 no Estado de São Paulo. **O Agrônomo**, Campinas, v.38, n.1, p.31-44, 1986.

CAMPOS, J. **Tabelas para cálculos de rações**. Viçosa: UFV, 1981.64p.

CANTARELLA, H.; CORREA, L.A.; PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; FREITAS, A.R.; SILVA, A.G. Perdas diárias de amônia por volatilização, de duas fontes de adubo nitrogenado aplicadas na superfície de pastagem de capim Coast-cross (*Cynodon* spp.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. 1 CD ROM.

CARO-COSTAS, R.; ABRUNA, F.; FIGARELLA, J. Effect of nitrogen rates, harvest interval and cutting heights on yield and composition of stargrass in Puerto Rico. **Journal Agronomy Universidad Puerto Rico**, Puerto Rico, v.56, n.3, p.267-279, 1972.

CECATO, U., GOMES, L.H., ASSIS, M.A., SANTOS, G.T.; BETT, V. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33. Fortaleza. **Anais ...** Fortaleza: SBZ, 1996, p.114-116.

CEDEÑO, J.A.G., ROCHA, G.P.; PINTO, J.C.; MUNIZ, J.A.; GOMIDE, E.M. Efeito da idade de corte na *performance* de três forrageiras do gênero *Cynodon*. **Ciência agrotécnica**, Lavras. V.27,n.2, p.462-470, mar/abr., 2003.

CORSI, M. Adubação nitrogenada das pastagens. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2, 1974. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, p.112-142.1974.

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.

CORSI, M. Pastagens de alta produtividade. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGENS, 8, 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p.499-512.

CORSI, M.. **Dica de especialista: melhor resposta no verão** (entrevista). DBO Rural, São Paulo, v.17, n. 218, p. 62. 1998.

CÓSER, A. C.; MARTINS, C.E.; DERESZ, F.; MORAES, L.C.D.; VITOR, C.M.T.; ALENCAR, C.A.B. Irrigação estratégica em capim-elefante e seus efeitos sobre a altura da planta, cobertura do solo e produção de forragem durante a época seca do ano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD ROM.

DEL POZO, P.P.; HERRERA, R.S.; GARCIA, M.; CRUZ, A. M.; ROMERO, A.; FRAGA, N. Estudio morfofisiológico del crecimiento del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) bajo condiciones de pastoreo em la estacion lluviosa. **Pastos y forrajes**, Habana, v. 21, n. 4, p. 315-322, 1998a.

DEL POZO, P.P.; HERRERA, R.S.; GARCIA, M.; CRUZ, A.M.; FRAGA, N.; ROMERO, A. Estandarizacion del processo de muestreo para el estudio morfofisiológico del crecimiento y desarrollo del pasto estrella. **Pastos y Forrajes**, Matanzas, v.21, n.3, p.239-243, 1998b.

DEL POZO, P.P.; HERRERA, R.S.; GARCIA, M.; CRUZ, A.M; ROMERO, A. Análisis del crecimiento y desarrollo del pasto estrella con y sin adición de fertilizante nitrogenado. **Revista Cubana de Ciência Agrícola**. v.34, n.3, p.51-58, 2000.

DIAS FILHO, M. B. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica e teor de proteína bruta em *Panicum maximum* Jacq. Cv. Tobiatã sob estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.10, p.1725-1729, out.1991.

EUCLIDES, V. P. B. **Algumas considerações sobre o manejo de pastagens**. Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1994. 31p. (Documentos 57).

EUCLIDES, V. P. B. Valor alimentício de algumas forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 12, Piracicaba, 1995. **Anais...**Piracicaba:FEALQ. 1995. p.245-276.

FERNANDEZ, D.; GOMEZ, I.; PARETAS, J.J. Fertilización nitrogenada en bermuda cruzada n. 1 (*Cynodon dactylon*) sobre suelo pardo tropical. **Pastos y Forrajes**, v.6, n.1, p.27-49, 1986.

FERNANDEZ, D.; PARETAS, J. J. ; FONSECA, E. Influencia de la fertilización com nitrogeno y la frecuencia de corte em bermuda cruzada 1 (Coast-cross 1)com riego e sin el. 1. rendimento e economia. **Pastos y Forrajes**, v.12, n.1, p.41-55, 1989.

FERNÁNDEZ, R. J.; CHAVEZ, M.I.U.; VIRGUEZ, D.R.; HERNANDEZ. Efecto de la frecuencia de corte sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en la unidad agroecologica 3e 144 del Valle de Aroa. **Zootecnia Tropical**, v.9, n.2, p.165-179, 1991.

FERREIRA, E. **O destino do nitrogênio derivado da liteira de plantas forrageiras e das excretas de bovinos em sistemas de pastagens tropicais**. 2002. 120p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2002.

GHELFI FILHO, H.. **Efeito da irrigação sobre a produtividade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) variedade Napier**. Piracicaba, SP: ESALQ-USP, 1972. 77 p. Tese (Doutorado), 1972.

GOMES, L. H.. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* para a região noroeste do Paraná. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5, 1996, Londrina. **Anais...** Londrina: UFPR, 1996. p.488.

GOMIDE, J. A. Fisiologia do crescimento livre de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1973, p. 83-93.

GOMIDE, J.A. Composição mineral de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS,1., 1976, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: EPAMIG, 1976. p. 20-33.

GOMIDE, J.A.; Adubação de pastagens estabelecidas IN: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, VII. **Anais...** Piracicaba-FEALQ, 1985. 270p.

GOMIDE, C. C. C. **Algumas características fisiológicas e químicas de cinco cultivares de *Cynodon***. 1996. 75p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal,1996.

GONÇALVES, G.D.; SANTOS, G.T.; CECATO, U.; JOBIM, C.C.; DAMASCENO, J.C.; BRANCO, A.F.; FARIA, K.P.. Produção e valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* em diferentes idades ao corte durante o ano. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 4, p. 1163-1174, 2002.

GUILHERME, L.R.G.; VALE, F.R.; GUEDES, G.A.A.. **Fertilidade do solo: dinâmica de disponibilidade de nutrientes**. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1995. 171p.

HARLAN, J.R. *Cynodon* species and their value for grazing and hay. **Herbage abstracts**, v.4, n.3, p.233-238, 1970.

HARPER, J.E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K.J., BENNETT, J.M., SINCLAIR, T.R. **Physiology and determination of crop yield**. Madison : ASA/CSSA/SSSA, 1994. Chapt.11A. p.285-302.

HENRIQUES, L.T.; SILVA, J.F.C. da; VASQUEZ, H.M.; DETMANN, E.; HADDADE, I.R.; BARROS, E.E.L.; SANTOS, F.B.. Teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro de quatro gramíneas tropicais em diferentes idades de corte sob níveis crescentes 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.

HERNÁNDEZ, M.; CÁRDENAS, M. Respuesta del pasto estrella jamaicano a niveles de NPK em um suelo ferralítico cuarcítico. **Pastos y Forrajes**, v.13, p.273-277, 1990.

HERNÁNDEZ, M.; PEREIRA, E. Pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*). **Pastos y Forrajes**, v.4, p.121-143, 1981.

HERRERA, R.S. **Influencia del fertilizante nitrogenado y la edad de rebrote en la calidad del pasto bermuda cruzada (*Cynodon dactylon* cv Coast-cross 1)**. Resumen Tesis C. Dr. Cs. ISCAH. La Habana, Cuba. 1980

HERRERA, R. S.; HERNANDEZ, Y. Efecto de la edad de rebrote em algunos indicadores de la calidad de la bermuda cruzada-1 . I. Componentes solubles. **Pastos y Forrajes**, Matanzas, v.10, n.2, p.160-167, 1987.

ISEPON, O. J.; SETE, E.G.; BERGAMASCHINE, A.F.; BASTOS, G.F.P.; ALVES, J.B. Produção de matéria seca de cultivares de *Cynodon* irrigados submetidos à adubação nitrogenada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. 1 CD ROM.

JANK, L. Melhoramento e seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.21-58.

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

JOHNSON, C. R.. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. **Journal Animal Science**, v.79, p.2439-2448, 2001.

KAISER, W.M. **Effect of water deficit on photosynthetic capacity**. *Physiol. Plant.*, v.71, p.142-149. 1987.

KRAMER, P. J. **Water relations of plants**. 4.ed. New York: Academic Press, 1983. 297p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 1.ed. São Carlo: Rima Artes e Textos, 2000. 531p.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing:tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL. GOMIDE, J. A. (ed.). **Anais...**1997, Viçosa, MG, 1997. p. 117-144.

LOPES, R.S.; FONSECA, D.M.; ANDRADE, A.C.; RIBEIRO JUNIOR, J.I.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; OLIVEIRA, R.A.; MASCARENHAS, A.G.; MISTURA, C.; SILVA, M.V. Disponibilidade de lâminas foliares e teores de proteína bruta, fdn e 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, 2002. 1 CD ROM.

LOURENÇO, L. F. **Avaliação da produção de capim Tanzânia em ambiente protegido sob disponibilidade variável de água e nitrogênio no solo**. 2004. 77p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Piracicaba, 2004.

MALDONADO, H.; DAHER, R.F.; PEREIRA, A.V.; FERNANDES, A.M.; SOARES, C.S.; SILVA, L.C.C.; BORGES, A. Efeito da irrigação na produção de matéria seca do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) em Campos dos Goytacazes, RJ. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. 1 CD ROM.

MARCELINO, K. R. A. et al. Efeito da adubação nitrogenada e da irrigação sobre a produtividade e o índice de área foliar de duas gramíneas cultivadas no cerrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. 1 CD ROM.

MARCELINO, K. R. A. VILELA, L.; LEITE, G.G.; DIOGO, J.M.S.; GUERRA, A.F. 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, 2002a. 1 CD ROM.

MARCELINO, K. R. A. VILELA, L.; LEITE, G.G.; DIOGO, J.M.S.; GUERRA, A.F. 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, 2002b. 1 CD ROM.

MARCELINO, K. R. A.; VILELA, L.; LEITE, G.G.; GUERRA, A.F.; DIOGO, J.M.S. Manejo da adubação nitrogenada e de tensões hídricas sobre a PMS e índice de área foliar de Tifton 85 cultivado no Cerrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.2, p.268-275, 2003.

MENEGATTI, D.P.; ROCHA, G.P.; PAIVA, P.C.A.; MUNIZ, J.A.; FURTINI NETO, A.E. Efeito de doses de nitrogênio sobre a produção de matéria seca e o valor nutritivo dos capins Coast-cross, Tifton 68 e Tifton 85. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. 1 CD ROM.

MIFLIN, B.J., LEA, P.J. The pathway of nitrogen assimilation in plants. **Phytochemistry**, New York, v.15, p.873-885, 1976.

MINSON, D.J.. Composición química y valor nutritivo de las gramíneas tropicales. **Gramíneas Tropicales**. Roma: FAO, 1992. p.181-199.

MISLEVY, P.. **Florona stargrass**. Circular S-362, University of Florida, 1986, 13p.

MISTURA, C.; FONSECA, D.M.; FAGUNDES, J.L.; MELLO, L.M.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; VITOR, C.M.T.; MORAES, R.V.; RIBEIRO JUNIOR, J.I.; ZAMPERLINE, B.M. Adubação nitrogenada e potássica em pastagem de capim-elefante com e sem irrigação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. 1 CD ROM.

MOLAN, Leonardo kehdi. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua**. 2004. 159p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MONTEIRO, F.A. Cynodon: exigências minerais e adubação. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *CYNODON*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996. p.23-44.

MOORE, J. E.; MOTT, G. O. Structural inhibitor of quality in tropical grasses. In: MATCHES, A. G. (Ed.). **Antiquity Components of Forage**. New York: Science Society of America. 1973. p.93-98.

MORVAN-BERTRAND, A., PAVIS, N., BOUCAUD, J.. Partitioning of reserve and newly assimilated carbon in roots and leaf tissues of *Lolium perenne* during regrowth after defoliation: assessment by ¹³C steady-state labeling and carbohydrate analysis. **Plant, Cell and Environment**, 22: 1097-1108. 1999.

MYERS, R.J.K.. Nitrogen in grassdominant, unfertilized pasture systems. In: CONGRESS INTERNATIONAL SOCIETY SOIL SCIENCE, 13, 1986, Hamburg, Germany. **Proceedings...** Hamburg: Society Soil Science, 1986. p. 761-771.

NABINGER, C. Eficiência do Uso de Pastagem: Disponibilidade e Perdas de Forragem. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 14, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba : FEALQ. p. 213-251, 1997.

NORTON, N.W. Differences between species, in forrage quality. In: HACKER, J.B. (Ed) **Commonwealth Agricultural**. Bureaux:UK. 1982. p. 89-110.

OMALIKO, C.P.E. Influence of initial cutting date and cutting frequency on yield and quality of star, elephant and guinea grasses. **Grasses Forage Science**., Oxford, v.35, n.1, p.139-145, 1980.

ORTEGA, L. E. ; GONZALEZ, B. Efecto de la fertilización nitrogenada y frecuencia de corte sobre los rendimientos de matéria seca y valor nutritivo del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). **Revista de Agronomia (LUZ)**. V.7, n.4, p.217-228, 1990.

PACIULLI, A.S. **Efeito de diferentes épocas de corte e doses de nitrogênio sobre a produção, composição química e digestibilidade *in vitro* de três gramíneas tropicais do gênero *Cynodon***. 1997. 92p. Dissertação (Mestrado em Forragicultura e Pastagens) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

PACIULLI, A. S.; ROCHA, G.P.; ANDRADE, I.F.; MUNIZ, J.A. Rendimento de matéria seca e proteína bruta de três gramíneas forrageiras do gênero *Cynodon* avaliadas sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e épocas de corte. **Ciência agrotécnica**, Lavras, v.24, n.1, p.278-286, jan./mar., 2000.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; RIBEIRO, K.G. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv Mott: rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.27-32, 1998.

PALHANO, A.L.; HADDAD, C.M. Exigências nutricionais e valor nutritivo de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. Cv. Coast-cross N° 1. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.10, p.1429-1438, 1992.

PASSOS, L. P. Fisiologia do capim-elefante: uma revisão analítica. In: PASSOS, L. P. et al. **Biologia e Manejo do Capim-elefante**. Juiz de Fora: CNPGL / ADT, 1999. p.29-62.

PEDREIRA, C.G.S; NUSSIO, L.G.; SILVA, S.C. Condições edafo-climáticas para produção de *Cynodon* spp. Manejo de pastagens de Tifton, Coast-cross e estrela. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1998. p.23-54.

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

RAMOS, N.; HERRERA, R. S.; CURBELO, F. Edad de rebrote y niveles de nitrógeno em pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*). 2. Contenido de N, P, K, Ca y Mg y la recuperación aparente de N. **Revista Cubana Ciencia Agrícola**., v.17, p.85-90, 1983.

RASSINI, J.B. Avaliação da resposta das forrageiras Tanzânia (*Panicum maximum*) e Capim Elefante (*Pennisetum purpureum*) à irrigação, na região Sudeste do Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife, PE, **Anais...** Recife : SBZ, 2002, p.1569.

RAVEN, P.H., EVERT, R.F., EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. Ed. Gunabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 2001, 906p.

RIBEIRO, E. G.; FONTES, C.A.A.; PALIERAQUI, J.G.B.; COSER, A.C.; MARTINS, C.E.; GOMES, A.P.; BARROS, E.E.L. 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.

ROCHA, G. P.. Digestibilidade e fração fibrosa de três gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciência agrotécnica.**, Lavras, v.25, n.2, p.408-416, mar./abr., 2001.

RUGGIERI, A.R., FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E.B. Efeito de níveis de nitrogênio e regimes de corte na distribuição, na composição bromatológica e na digestibilidade *in vitro* da matéria seca da *Brachiaria brizantha* (HOCHST) cv. marandu. **Anais...**Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia., v.24, n.2, p.222-232, 1995.

RUGGIERO, J. A. FREITAS, K.R.; ROSA, B.; NASCIMENTO, J.L.; FERREIRA, P.H. Avaliação de diferentes lâminas de água e doses de adubação nitrogenada na produção de matéria seca do capim Mombaça. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. 1 CD ROM.

SANT'ANA, Nivaldo de Faria. **Produção, composição química e digestibilidade de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis*), em função de doses de nitrogênio, intervalos de cortes e irrigação**. Seropédica: UFRRJ, 2005. 60p. (Dissertação, Mestrado em Zootecnia).

SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, 1981. 166p.

SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, Crop Science Society of America, Madison. v.35, n.1, p.4-10. 1995.

SMITH, D. **Forage management in the North**. Dubuque, Iowa, Kendall Hunt Pubs, 1975.

SOARES FILHO, C. V. **Variação sazonal dos parâmetros bioquímico-fisiológicos em *Brachiaria decumbens* estabelecida em pastagens**. 1991. 110p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba - SP.

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.

SOTOMAYOR-RÍOS, A.. Effects of three harvest intervals on yield and composition of nineteen forage grasses in the humid mountain region of Puerto Rico. **Journal Agronomy Universidad Puerto Rico**, Puerto Rico, V.60, n.3, p.294-309, 1976.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers**. 4. ed. New York: Macmillan Pub. Co., 1985. 654 p.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Cornell University Press, 1982, 373p.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed., London: Constock Publishing Associates, 1994.

VICENTE-CHANDLER, J.. Effect of two cutting heights, four harvest intervals and five nitrogen rates on yield and composition of Congo grass under humid tropical conditions. **Journal Agronomý Universidad Puerto Rico**, Puerto Rico, V.56, n.3, p.280-291, 1972.

VILELA, D.; ALVIM, J.M. Manejo de pastagens do gênero *Cynodon*: Introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. Manejo de pastagens de Tifton, Coast-cross e estrela, 15. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, p.23-54. 1998.

VILELA, D.; SALES, E.C.J.; PACIULLO, D.S.C.; VERNEQUE, R.S.; RESENDE, J.C. Potencial produtivo de gramíneas tropicais sob diferentes níveis de nitrogênio e irrigação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande - MS. **Anais...** Campo Grande - MS: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004a. 1 CD ROM.

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

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B.; GUERRA, A.F.; LEITE, G.G. 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, 2004c. 1 CD ROM.

WERNER, J.C.; HAAG, H.P. Estudos sobre a nutrição mineral de capins tropicais. Nova Odessa, São Paulo. Instituto de Zootecnia, 1986. 49p. (Boletim Técnico, 18).

WHITNEY, A.S. Growth of kikuyugrass (*Pennisetum clandestinum*) under clipping. Effects of nitrogen fertilization, cutting, interval, and season on yields and forage characteristics. **Agronomy Journal**, Madison, v.66, p. 281-187, Mar./Apr. 1974.

WILMAN, D., OJUEDERIE, B.M., ASARE, E.O. Nitrogen and italian grass. 3 Growth up to 14 weeks: yields, proportions, digestibilities and nitrogen contents of crop fractions, and tilles populations. **Journal Brit. Grassl. Soc.**, v.31, p.73-79, 1976.

WILSON, J.R. **Effects of water stress on herbage quality**. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14, 1982, Lexington. Proceedings... Lexington: s.ed., 1982. p.470-472.

WILSON, J.R.; BROWN, R.H.; WINDHAM, W.R. Influence of leaf anatomy on the dry matter digestibility of C3, C4, and C3/C4 intermediate types of *Panicum* species. **Crop Science**, v.23, n.1, p.142-146, 1983.

7 ANEXOS

Anexo I. Produção de Matéria Seca em função do intervalo de cortes.

Intervalo de Cortes (dias)	PMS (kg/ha/ano)
21/28	12.991a
28/35	13.650a
35/42	13.692a
42/49	14.899a
CV (%) =	20.86
DMS =	2.195
Erro padrão	13.809 ± 588

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey

Anexo II. Produção de matéria seca (kg/ha/ano), em função do regime hídrico, do intervalo de cortes e da adubação nitrogenada.

IRRIGADO					
Doses de nitrogênio (kg/ha/ano)	Intervalos de Cortes (dias)				Média dose
	21/28	28/35	35/42	42/49	
0	12.005	9.901	9.384	9.728	10.254
150	12.947	13.063	10.887	13.835	12.683
300	13.536	13.734	16.125	17.275	15.167
600	18.842	19.665	18.760	22.281	19.887
Média intervalo	14.332	14.090	13.789	15.780	Média Irrigado 14.498
NÃO IRRIGADO					
Doses de nitrogênio (kg/ha/ano)	Intervalos de Cortes (dias)				Média dose
	21/28	28/35	35/42	42/49	
0	10.006	9.238	9.204	9.887	9.584
150	10.536	10.703	11.631	12.782	11.413
300	11.576	14.121	14.927	15.471	14.024
600	14.478	18.783	18.625	17.938	17.456
Média intervalo	11.649	13.211	13.597	14.019	Média não irrigado 13.119

Anexo III. Eficiência da adubação nitrogenada na época chuvosa, seca e anual (kg de MS produzida / kg de nitrogênio aplicado) em função do intervalo de cortes e das doses de N.

Intervalo de corte (dias)	kg/ha/ano de N	EAN (kg matéria seca/ kg de N)		
		Época chuvosa	Época seca	Anual
21/28	150	3,0	1,9	4,9
21/28	300	2,3	2,9	5,2
21/28	600	5,3	4,1	9,4
MÉDIA		3,5	3,0	6,5
28/35	150	10,4	5,0	15,4
28/35	300	9,4	5,1	14,5
28/35	600	10,6	5,5	16,1
MÉDIA		10,2	5,2	15,4
35/42	150	7,7	5,4	13,1
35/42	300	14,0	6,8	20,8
35/42	600	10,3	5,4	15,7
MÉDIA		10,7	5,9	16,5
42/49	150	13,2	10,1	23,3
42/49	300	10,6	11,3	21,9
42/49	600	9,0	8,1	17,2
MÉDIA		11,0	9,9	20,8

Anexo IV. Eficiência da adubação nitrogenada anual (kg de MS produzida / kg de nitrogênio aplicado) em função do regime hídrico, do intervalo de cortes e da adubação nitrogenada.

IRRIGADO					
Doses de nitrogênio (kg/ha/ano)	Intervalos de Cortes (dias)				Média dose
	21/28	28/35	35/42	42/49	
150	6,3	21,1	10,0	27,4	16,2
300	5,1	12,8	22,5	25,2	16,4
600	11,4	16,3	15,6	20,9	16,1
					Média Irrigado
Média intervalo	7,6	16,7	16,0	24,5	16,2
NÃO IRRIGADO					
Doses de nitrogênio (kg/ha/ano)	Intervalos de Cortes (dias)				Média dose
	21/28	28/35	35/42	42/49	
150	3,5	9,8	16,2	19,3	12,2
300	5,2	16,3	19,1	18,6	14,8
600	7,5	15,9	15,7	13,4	13,1
					Média Não Irrigado
Média intervalo	5,4	14,0	17,0	17,1	13,4

Anexo V. Teor de proteína bruta em função das doses nitrogenadas e da época de amostragem.

Doses de nitrogênio (kg/ha/ano)	PB (%)		
	Janeiro	Junho/Julho	Setembro/Outubro
0	12,50b	17,00c	14,91d
150	12,79ab	19,42b	16,70c
300	12,92ab	19,92b	17,65b
600	13,29a	21,88a	19,99a
DMS	0,63	1,55	0,81
CV(%)	6,44	10,39	6,11
Erro padrão	12,88 ± 0,17	19,55 ± 0,41	17,49 ± 0,22

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

Anexo VI. Teor de digestibilidade *in vitro* da matéria seca em função das doses nitrogenadas e meses de amostragem.

Doses (kg de N/ha/ano)	DIVMS (%)		
	Janeiro	Junho/Julho	Setembro/Outubro
0	60,54a	58,96b	58,33c
150	61,87a	64,08a	60,47bc
300	64,42a	65,71a	60,85b
600	63,12a	66,75a	63,40a
DMS	4,35	3,57	2,24
CV(%)	9,15	7,35	4,84
Erro padrão	62,49 ± 1,17	63,88 ± 0,96	60,77 ± 0,60

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.