

**UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ZOOTECNIA**

DISSERTAÇÃO

**Crescimento e Composição Químico-Bromatológica do
Capim Tifton 85 (*Cynodon* spp) sob Doses de Nitrogênio**

Ana Paula Pessim de Oliveira

2008



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

**CRESCIMENTO E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA
DO CAPIM TIFTON 85 (*Cynodon spp*) SOB DOSES DE NITROGÊNIO**

ANA PAULA PESSIM DE OLIVEIRA

Sob a Orientação do Professor
Roberto Oscar Pereyra Rossiello

e Co-orientação do Professor
Mirton José Frota Morenz

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

Seropédica, RJ
Junho 2008

633.2
O48c
T

Oliveira, Ana Paula Pessim de, 1981-
Crescimento e composição químico-
bromatológica do capim tifton 85 (Cynodon spp)
sob doses de nitrogênio / Ana Paula Pessim de
Oliveira - 2008.
78f. : il.

Orientador: Roberto Oscar Pereyra Rossiello.
Dissertação (Mestrado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia.
Inclui bibliografias.

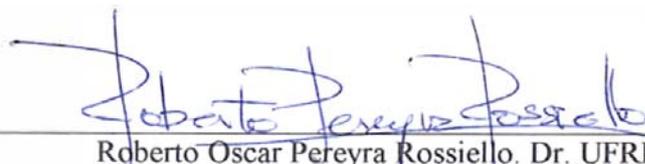
1. Capim - Crescimento - Teses 2. Capim -
Composição - Teses 3. Nitrogênio - Fixação -
Teses. I. Rossiello, Roberto Oscar Pereyra,
1948- . II. Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia. III. Título.

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

ANA PAULA PESSIM DE OLIVEIRA

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.

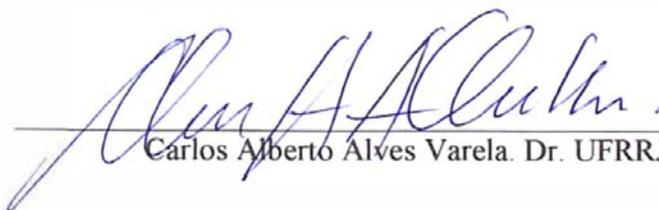
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 11/07/2008



Roberto Oscar Pereyra Rossiello. Dr. UFRRJ
(Orientador)



Domingos Sávio Campos Paciullo. Dr. EMBRAPA



Carlos Alberto Alves Varela. Dr. UFRRJ

DEDICO

A Deus,
Aos meus pais José Souza de Oliveira e Clarice Pessim de Oliveira
Aos meus irmãos Adriana, José Roberto e Patricia
Ao meu namorado e grande amigo Roger Faria Mejia

MINHA GRATIDÃO E HOMENAGEM

OFEREÇO

Ao meu orientador e amigo,
Roberto Oscar Pereyra Rossiello e,
Às amigas do apartamento 206, com todo carinho.

“Tire o chapéu para o passado e arregace as mangas para o futuro!
Tire de cada dificuldade que a vida lhe trazer a lição de que nada tem valor
a não ser o que é conquistado.”

AGRADECIMENTOS

A Deus pela presença constante em minha vida, fortalecendo-me para alcançar esta vitória.

Às instituições de ensino público que me proporcionaram estudo e que, sem as quais, seria difícil conseguir estudar até o presente momento.

À fundação CAPES, pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. Roberto Oscar Pereyra Rossiello e ao Prof. Dr. Mirton José Frota Morenz, pela orientação inestimável, pela amizade, pela atenção e pela paciência prestada na realização deste trabalho.

Ao Zootecnista Francisco José Mejia Córdoba pela concessão das mudas do capim Tifton 85, pelo apoio e incentivo para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Luiz Massard, do Departamento de Parasitologia animal, pela concessão da área para realização do experimento.

Ao meu namorado Roger Faria Mejia, pela ajuda fundamental na condução deste trabalho, por segurar a barra nos meus momentos de aflição. Obrigada, amor!

Aos estagiários: João Batista, Ronan, Gustavo, Bruna, Bremer, Juliana e ao pós graduando e companheiro de curso, Leandro Galzerano, pela ajuda na instalação, condução e análises deste experimento.

Aos Prof. (s) Drs. João Batista Rodrigues e João Carlos de Carvalho Almeida, pelos relevantes ensinamentos durante o curso.

Ao Prof. Dr. Carlos Alberto Varella e ao Engenheiro Químico e amigo Leonardo Tunala, pelos ensinamentos e auxílio com o programa computacional MATLAB.

Aos funcionários do Instituto de Zootecnia Pedro Timóteo e Valdecir Galvão, por estarem sempre dispostos a ajudar e pela amizade conquistada.

Aos funcionários Frank Mário Sarubi e Denis dos Reis Carvalho sempre solícitos, verdadeiros amigos.

Aos funcionários do Laboratório de Bromatologia Zootécnica, Marquinhos e Evandro, pela cooperação e amizade.

Aos funcionários da Estação de Pesquisas Parasitológicas do Inst. de Veterinária.

Aos grandes amigos Carlos, Miguel e Tatiana; Robson e Adriana, pelo auxílio nos trabalhos de campo.

Às amigas do apartamento 2006 do alojamento estudantil Eliane, Tatiana, Carla, Bia, Cláudia e Giselle, dos tempos de graduação e Camilla, Priscila, Raquel e Ana Helena, durante o mestrado. Foi muito tempo gente! Obrigada pelo carinho, atenção e pelos momentos felizes de descontração. Nunca as esquecerei!

Aos meus pais e irmãos pela ajuda durante esta caminhada, pelo apoio e incentivo, mesmo que distante, para a concretização deste sonho. À minha mãe eu agradeço pelas constantes orações.

E aos demais colegas, amigos e parentes, que me incentivaram, me apoiaram e que, de uma forma ou de outra cooperaram e contribuíram nesta caminhada.

RESUMO GERAL

OLIVEIRA, Ana Paula, Pessim. **Crescimento e composição químico-bromatológica do capim Tifton 85 (*Cynodon spp*) sob doses de nitrogênio**. 2008. 78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008.

Foram avaliados os efeitos da aplicação de nitrogênio (N) sobre uma série de atributos estruturais e nutricionais do dossel. Os estudos foram desenvolvidos no campo experimental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, município de Seropédica-RJ, em área de ocorrência de Planossolo. O experimento foi conduzido sob regime de cortes, durante o período de outubro de 2006 a julho de 2007. Foram estudadas cinco doses de N (0; 150; 300; 450 e 600 kg/ha) em diferentes épocas do ano. O experimento foi conduzido em blocos inteiramente casualizados. Foram feitos quatro estudos, cujos resultados são apresentados em capítulos distintos. No primeiro capítulo, os efeitos da adubação nitrogenada são discutidos em termos de cobertura do solo, índice de área foliar e interceptação da radiação solar, no curso de quatro cortes sequenciais, entre os meses de fevereiro e julho. As avaliações foram realizadas, semanalmente, entre o 10° e o 40° dia após o corte. Em cada corte, o índice de área foliar (IAF), a frequência de ocorrência, altura de planta, índice de cobertura verde e o nível de radiação fotossinteticamente ativa interceptada, responderam à adubação nitrogenada, conforme um padrão logístico e variaram sazonalmente, evidenciando uma sensibilidade diversa como indicadores da estrutura e do crescimento da pastagem de Tifton 85. No segundo estudo foram abordadas as respostas relativas à produção de biomassa sob adubação nitrogenada e a eficiência na utilização do N absorvido. Para efeito de análise estatística, os dados das coletas foram agrupados em época das chuvas (fevereiro a abril) e época seca (abril a julho). Em cada data de corte foi quantificada a produção de massa verde e seca, a sua partição entre folhas e colmos + bainhas, assim como o teor de N em cada uma das partes vegetativas. Este estudo evidenciou que a adubação nitrogenada aumentou a produção de forragem, estimulando a produção de folhas e colmos tanto na época chuvosa quanto na seca. Por outro lado, a adubação nitrogenada, *per se*, não modificou a partição da massa seca produzida por folhas e colmos, nem influenciou a eficiência com a qual a pastagem produz massa seca por unidade de nitrogênio absorvido. O terceiro estudo, de cunho metodológico, objetivou a validação de procedimentos indiretos para a estimativa da relação funcional entre a massa verde e seca e o índice de área foliar da pastagem. Foram estudados a frequência de ocorrência e o índice de cobertura verde como sucedâneos do IAF, utilizando-se correlação simples. Embora tenha sido observada a existência de um grau de associação significativo entre as estimativas de atributos ligados à área foliar e a produção de forragem, são necessários estudos adicionais para melhorar a confiabilidade e a acurácia de tais estimativas. No quarto estudo foi estudada a influencia da adubação nitrogenada sobre o valor nutricional da forragem, sendo avaliados os teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina, celulose e hemicelulose. Os resultados obtidos mostraram que a adição de N melhorou a qualidade da forragem, aumentando os teores de proteína bruta e reduzindo a fração fibrosa.

Palavras-Chave: Atributos estruturais. Índice de área foliar. Índice de cobertura verde. Valor nutritivo.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Ana Paula, Pessim. **Growth and chemical-bromatological composition of Tifton 85 (*Cynodon spp*) under nitrogen doses**. 2008. 78p. Dissertacao (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropodica, RJ, 2008.

The effects of nitrogen (N) application on several structural and nutritional attributes of the plant canopy were evaluated. The studies were carried out at the Experimental Campus of the Rio de Janeiro Federal Rural University, Seropodica-RJ, in area of Planosol Haplic occurrence, during the period of October 2006 to July 2007. Treatments consisted of five doses of N (0; 150; 300; 450 and 600 kg N-urea/ha) disposed in experimental units of 4 x 4 m using a entirely randomized block design. After a standardization cut, made 82 days after planting, it proceeded to the application of nitrogen fertilizer levels, half of which at 94 days, and the remaining at 139 days after the planting. Four studies had been carried through, which the results are presented in distinct chapters. In the first chapter the results of nitrogen fertilization were discussed in terms of soil covering, leaf area index (LAI) and solar radiation interception, during the four sequential cuts, between the months of February and July of 2007. Weekly evaluations were accomplished, between 10 and 40 days after cut. The LAI frequency of occurrence, plant height, green cover index and level of photosynthetically active radiation intercepted showed significant responses to N fertilization, according to a logistic pattern and also varied seasonally within each cut, evidencing different sensibility as indicators for structure and growth of the Tifton 85 sward. In the second study were evaluated the effect of N fertilization on biomass production and the efficiency in the use of N absorbed. For statistical analysis purposes, sampling data were clustered in two seasons: rainy season (February to April) and dry season (April to July). It was quantified in each cut date the production of green and dry mass, leaves and stem fraction, as well as the N content in each one of the vegetative fractions. This study showed that N fertilization increased the dry matter production and stimulated the production of leaves and stems in both the seasons (rainy and dry). However, the nitrogen fertilization, *per se*, does not modify the partition of the dry mass produced by leaves and stems, and had no influence on efficiency of the pasture to produce dry matter per unit of N absorbed. The third study, of methodological character, aimed the validation of indirect procedures for estimate the functional relation between the green and dry mass and the LAI. The occurrence frequency and the index of green covering were tested as substitutes of IAF using simple correlation procedure. Although in this study has been observed the existence of a significant association among the the canopy attributes estimates associated to the leaf area and the forage production leaf area and forage production, additional studies are necessary to improve the reliability and accuracy of this estimates. Finally, in the last study, the influence of the nitrogen fertilization on nutritional value of the forage was evaluated. The crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, lignin, cellulose and hemicelulose cotents were determined. The results showed that the addition of N improved the forage quality, increasing crude protein contents and decreasing fibrous fraction.

Key words: Leaf area index. Green cover index; *Cynodon spp*; Sward traits, Chemical composition

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO GERAL | 01 |
| CAPÍTULO I - RESPOSTAS DO CAPIM TIFTON 85 À APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO: COBERTURA DO SOLO, ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR E INTERCEPTAÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR | 03 |
| RESUMO..... | 04 |
| ABSTRACT | 05 |
| 1 INTRODUÇÃO | 06 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 08 |
| 2.1 Altura do Dossel..... | 10 |
| 2.2 Índice de Área Foliar | 10 |
| 2.3 Interceptação de Radiação Solar..... | 11 |
| 2.4 Frequência de Ocorrência de Plantas..... | 12 |
| 2.5 Índice de Cobertura Verde..... | 13 |
| 2.6 Condições Climáticas | 14 |
| 2.7 Análise Estatística. | 14 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 15 |
| 3.1 Precipitação e Temperatura do Ar..... | 15 |
| 3.2 Efeitos das Doses de N e Dias Após Corte: Níveis de Significação Estatística..... | 16 |
| 3.2.1 Frequência de ocorrência de plantas..... | 17 |
| 3.2.2 Altura do dossel..... | 19 |
| 3.2.3 índice de cobertura verde..... | 20 |
| 3.2.4 índice de área foliar | 22 |
| 3.2.5 Interceptação de radiação solar..... | 23 |
| 4 CONCLUSÕES..... | 27 |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 28 |
| CAPITULO II - RESPOSTAS DO CAPIM TIFTON 85 À APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO: PRODUÇÃO DE FORRAGEM E EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO | 32 |
| RESUMO..... | 33 |
| ABSTRACT | 34 |
| 1 INTRODUÇÃO | 35 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 37 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 39 |
| 3.1 Produção de massa verde e seca total..... | 39 |
| 3.1.1 Produção de massa seca de folhas e colmos..... | 40 |
| 3.2 Relação Folha:Colmo | 41 |
| 3.3 Teores de Nitrogênio Total..... | 41 |
| 3.4 Acúmulo de N na Fitomassa..... | 42 |
| 3.5 Eficiência de Utilização do N Pela Parte Aérea | 44 |

| | |
|---|-----------|
| 4 CONCLUSÕES..... | 46 |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 47 |
| CAPÍTULO III - VALIDAÇÃO DE ATRIBUTOS DO DOSSEL COMO ESTIMADORES INDIRETOS DO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR E DA PRODUÇÃO DE MASSA SECA..... | 50 |
| RESUMO..... | 51 |
| ABSTRACT | 52 |
| 1 INTRODUÇÃO | 53 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 54 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 56 |
| 4 CONCLUSÕES..... | 61 |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 62 |
| CAPÍTULO IV - ADUBAÇÃO NITROGENADA E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DO CAPIM-TIFTON 85 | 64 |
| RESUMO..... | 65 |
| ABSTRACT | 66 |
| 1 INTRODUÇÃO | 67 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 68 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 70 |
| 3.1 Proteína Bruta (PB) | 70 |
| 3.2 Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) | 71 |
| 3.3. Lignina (LIG), Hemicelulose (HEM) e Celulose (CEL)..... | 72 |
| 4 CONCLUSÕES..... | 75 |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 76 |
| CONCLUSÕES GERAIS | 78 |

INTRODUÇÃO GERAL

A produção pecuária nacional repousa quase na sua totalidade, na capacidade de suporte de campos destinados exclusivamente ao pastejo. A sustentabilidade desses agroecossistemas, em termos econômicos, depende de práticas de manejo que harmonizem as tendências antagônicas representadas pelo crescimento das pastagens e a sua utilização e conversão em produto animal.

A produção de forragem, seja ela para pastejo ou fenação, enfrenta o problema da degradação das áreas devido ao mau uso ou ausência de práticas adequadas de manejo. Várias estimativas indicam que 50 % dos pastos estabelecidos nas principais regiões pastoris do Brasil estão degradados ou em processo de degradação, indicando que o manejo atual destas pastagens, não é sustentável (MACEDO, 2005). De acordo com Meirelles (1993), uma nutrição mineral inadequada das plantas é uma das razões que favorece a degradação das pastagens. Por essa razão, a pesquisa na área de forragicultura tem dedicado uma atenção considerável aos temas ligados ao uso e manejo de fertilizantes. Todavia, em razão da grande diversidade de ambientes climáticos e de solos onde se pratica a atividade pecuária, não é de estranhar a existência de informações, por vezes contraditórias, em relação a estratégias de manejo da adubação, incluindo-se as doses, épocas e formas de aplicação dos nutrientes necessários à manutenção da sustentabilidade das pastagens (MAGIERO, 2004).

Mudanças estruturais nos dosséis sinalizam, temporalmente, as respostas das espécies forrageiras aos diversos desafios ambientais, dentre os quais sobressaem à disponibilidade de nutrientes no solo e a intensidade da desfolha, importantes condicionantes da sua produtividade e valor nutricional. Sabe-se que, através de seu impacto no crescimento e produtividade, o nitrogênio (N) é o nutriente de maior demanda pelas gramíneas forrageiras e que quando outras condições não são limitantes, a vida produtiva das pastagens é limitada pela disponibilidade de N no solo (MAGIERO, 2004). De fato, o uso de fertilizantes nitrogenados é uma maneira efetiva de repor N no sistema e, potencialmente, garantir a sustentabilidade do sistema de produção.

Nas regiões tropicais e subtropicais, diversas espécies forrageiras do gênero *Cynodon* são tidas como de grande valia e versatilidade em uma ampla gama de empreendimentos pecuários, entretanto são necessárias pesquisas regionais criteriosas, que junto com estudos de viabilidade econômica, possam responder os mais diversos questionamentos do produtor rural.

De uma forma geral, as espécies do gênero *Cynodon*, são tidas como “exigentes” em fertilidade e responsivas à adubação nitrogenada (ALVIM et al., 1999; SARMIENTO et al., 2006). Todavia, a magnitude das respostas obtidas com a adição de N, será sempre o produto da interação entre a espécie forrageira e os diversos ambientes edafoclimáticos. Nesse sentido, há carência de informações sobre a nutrição nitrogenada das principais espécies de *Cynodon* em solos de relevo plano e textura arenosa, os quais estão associados a algumas das regiões de pecuária leiteira no Estado do Rio de Janeiro. Nesses solos, a ciclagem de N no ecossistema adquire características distintivas em termos de adições, perdas e transformações, especialmente durante a estação chuvosa (MAGIERO et al., 2005).

O Tifton 85 é um híbrido F 1 entre a cultivar Tifton 68 e uma introdução de *Cynodon dactylon* (PI 290884), proveniente da África do Sul (BURTON et al., 1993), que combina potencial produtivo com flexibilidade fenotípica, possibilitando a sua adaptação a diversos ambientes caracterizados por recursos hídricos e nutricionais variados.

Tendo em vista essas considerações, estruturou-se a presente pesquisa, assumindo-se as hipóteses de que a aplicação de N em pastagem de Tifton 85 resultará em respostas de

crescimento e valor nutricional diferenciadas, dependendo de doses de aplicação e épocas de corte.

Para testar essa hipótese, foi instalado um experimento, cujo objetivo geral foi o de estudar o efeito de diferentes doses de nitrogênio sobre o crescimento, produtividade e características químico-bromatológicas do capim Tifton 85, e as possíveis inter-relações entre a interceptação de radiação solar, índice de área foliar e massa de forragem, nas condições edafoclimáticas prevalentes no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, no Km 47 da antiga rodovia Rio São Paulo, Município de Seropédica, RJ.

CAPÍTULO I

**RESPOSTAS DO CAPIM TIFTON 85 À APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO:
COBERTURA DO SOLO, ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR E INTERCEPTAÇÃO DA
RADIÇÃO SOLAR.**

RESUMO

Objetivou-se estudar os efeitos da adubação nitrogenada sobre o crescimento do capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.), avaliado em termos de frequência de ocorrência e altura de plantas, índice de cobertura verde, índice de área foliar (IAF) e interceptação de radiação fotossinteticamente ativa (RFA, 400-700 nm). O estudo foi desenvolvido no campo experimental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, município de Seropédica-RJ, em área de ocorrência de Planossolo. Cada unidade experimental foi composta de uma parcela com 16 m², com área central útil de 4 m². Os tratamentos consistiram de cinco doses de N (0; 150; 300; 450 e 600 kg N-uréia /ha) arranjados em um desenho experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. A metade da dose de N foi aplicada após o corte de uniformização (94 dias após plantio), e o restante no primeiro corte experimental (139 dias após o plantio). As avaliações foram realizadas semanalmente, entre o 10° e o 40° dia após o corte. O índice de área foliar, a frequência de ocorrência e a altura das plantas, assim como índice de cobertura verde e o nível de radiação interceptada, responderam à adubação nitrogenada, conforme um padrão logístico, e variaram sazonalmente em interação com as doses de N, evidenciando a sua sensibilidade como indicadores da estrutura e crescimento do capim Tifton 85.

Palavras-chave: Altura de plantas. *Cynodon* spp. Coeficiente de extinção. Radiação fotossinteticamente ativa

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effect of nitrogen (N) fertilization on the Tifton 85 (*Cynodon* spp.) growth, on the basis of the occurrence frequency and height of plants, green covering index, leaf area index (LAI) and photosynthetically active radiation interception (RFA, 400-700 nm). The study was developed in the experimental center of the Rio de Janeiro Federal Rural University, district of Seropédica-RJ, in area of Planosol occurrence. Each experimental unit had 16 m², with an effective central area of 4 m². The treatments consisted of five doses of N (0; 150; 300; 450 and 600 kg N-urea/ha) arranged in a randomized complete blocks experimental design, with four replications. Half dose of N was applied in the uniformization cut (94 days after planting), and the remaining in the first cut (139 days after the planting). Weekly evaluations were accomplished, between the 10th and the 40th days after cutting. The leaf area index, the occurrence frequency and the height of the plants, as well as green covering index and the level of intercepted radiation answered the nitrogen fertilization, according to a logistic pattern and varied seasonally, in interaction with the N doses, evidencing its sensibility as structure and growth of the of Tifton 85 indicators.

Key words: *Cynodon* spp. Extinction coefficient. Plant height. Photosynthetically active radiation.

1 INTRODUÇÃO

Dois grupos de fatores regulam a aquisição de N pelas plantas: por um lado, estão aqueles ligados à disponibilidade do N mineral na solução do solo; e por outro, os que regulam o crescimento vegetal (JEUFFROY et al., 2002).

Em muitas espécies vegetais, a absorção de N é governada primariamente pela demanda gerada pelo próprio processo de crescimento (ENGELS e MARSCHNER, 1995). Tanto a absorção quanto a assimilação do nutriente exigem a aplicação de energia metabólica, o que liga a aquisição de N ao processo fotossintético (ENGELS e MARSCHNER, 1995; LAWLOR, 2002).

A produção e o acúmulo de biomassa por parte da gramínea forrageira podem ser explicados como o resultado de uma inter-relação entre a taxa de assimilação fotossintética e a utilização constante dos produtos da fotossíntese nos sítios metabólicos ativos da planta, representados pelas regiões meristemáticas (ROBSON et al., 1988). É justamente nesse nível que o N exerce os seus efeitos principais. O N influencia tanto na atividade meristemática (divisão celular) quanto na taxa de alongamento das células (KAVANOVÁ et al., 2008), contribuindo assim à determinação do tamanho final das folhas, importante atributo estrutural do pasto e componente direto do índice de área foliar (CHAPMAN e LEMAIRE, 1993).

Como a interceptação, reflexão e transmissão de luz pelos dosséis vegetais são fenômenos físicos dependentes da área foliar (FONSECA et al., 2002), parte dos efeitos benéficos do N sobre o crescimento, dependerá do seu efeito quantitativo sobre o IAF (FERNANDES e ROSSIELLO, 1995; GASTAL e LEMAIRE, 2002).

A quantidade de carbono fixado por uma pastagem por unidade de tempo deriva, em forma direta, da quantidade de radiação fotossinteticamente ativa absorvida pelas folhas verdes (RFA, $X = 400 - 700$ nm). Essa quantidade é determinada pela irradiância fotossintética incidente (RFA₀) e pela eficiência de absorção do relvado (SBRISIA e DA SILVA, 2001). Este último termo representa uma complexa interação de fatores, que englobam tanto propriedades óticas e anatômicas das folhas, quanto as suas coordenadas em termos de ângulo foliar e orientação, além da altura de inserção no colmo, assim como o IAF e outras características do pasto (VAN KEULEN et al., 1989; NOBEL et al., 1993).

De acordo com Da Silva e Nascimento Jr. (2007), o valor de IAF que proporciona 95 % de interceptação luminosa pelo dossel, é chamado de “IAF crítico”, e representa uma situação onde a taxa média de acúmulo de forragem atingiria o seu máximo. Esse IAF corresponderia, portanto, ao ponto ideal de interrupção da rebrotação, ou seja, serve como um definidor de intervalo entre cortes e/ou pastejos. Também de acordo com esses autores, de uma maneira geral, o conceito de “IAF crítico”, originalmente aplicado para plantas de clima temperado, também teria validade para gramíneas tropicais. Esse e outros trabalhos têm ratificado nos últimos anos, o papel central do IAF na modulação das respostas das plantas forrageiras aos vários estresses ambientais, ou diretamente ao pastejo animal, e enfatizaram a necessidade de se estudar e compreender melhor os vários aspectos relativos à estrutura do dossel em relação ao uso da radiação incidente.

A mensuração da composição botânica das pastagens e de sua variabilidade espacial implica na quantificação da biomassa de uma pequena área amostral e da frequência de ocorrência de plantas, isto é, o registro da presença ou ausência de uma dada espécie vegetal naquela área (TOTHILL, 1987; CHEN et al., 2006). Para o caso de gramíneas estoloníferas, a capacidade de estabelecimento inicial deve guardar relação com a velocidade de alongamento dos estolhos e da atividade meristemática localizada nas suas gemas, responsáveis pela emissão de novas raízes e colmos, processos esses que deveriam resultar

favorecidos ou limitados, dependendo do nível nutricional do solo.

Em síntese, de acordo com o previamente exposto, parece claro que um estudo sobre efeitos da adubação nitrogenada no capim Tifton-85 deva principiar pela pesquisa dos efeitos de níveis diferenciados desse nutriente sobre o comportamento pós-desfolha da pastagem em termos de velocidade de reconstituição do dossel para a interceptação de radiação fotossinteticamente ativa.

Partindo-se da hipótese de que a existência de um gradiente diferenciado de N disponível no solo determinará taxas de crescimento diferenciadas nos respectivos dosséis do capim, este trabalho teve como propósito quantificar os efeitos de cinco doses de N (0, 150, 300 450 e 600 kg/ha) em quatro períodos de crescimento, sobre os seguintes indicadores de crescimento e estrutura do dossel: frequência de ocorrência de plantas, altura do dossel, índice de cobertura verde (ICV), o índice de área foliar (IAF) e a interceptação de radiação fotossinteticamente ativa (RFA).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado nas dependências da Estação para Pesquisas Parasitológicas “Wilhelm Otto Neitz” do Instituto de Veterinária da UFRRJ (22°45' S, 43° 41' W, 33 m.s.n.m), em área de ocorrência de Planossolo Háptico. Trata-se de solos de textura arenosa no perfil de enraizamento (0,5-0,7 m), com teores de areia total acima de 95 % na camada arável (0-0,2 m). Embora excessivamente drenados superficialmente, a ocorrência de um horizonte sub-superficial de textura barro-argilo-arenosa, com características de fragipã, limita a drenagem profunda. O absoluto predomínio de areia faz com que a capacidade de retenção de água nos horizontes superficiais seja muito baixa e a altura do lençol freático oscile sazonalmente (RAMOS et al., 1973).

Uma análise da camada superficial (0 - 0,2 m) desse solo revelou as seguintes propriedades químicas (Tabela 1):

Tabela 1. Algumas propriedades químicas da camada arável do solo da área experimental⁽¹⁾.

| ⁽²⁾ Prof. (m) | Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³) | Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³) | K ⁺ (cmol _c /dm ³) | P ^(e) (mg/dm ³) | M.O ^(**) (g/kg) | pH (água,1:2,5) |
|-----------------------------|---|---|---|---|-------------------------------|--------------------|
| 0,0- 0,2 | 1,8 | 1,0 | 0,08 | 15 | 1,70 | 5,4 |

⁽¹⁾ Amostragem realizada em setembro de 2006. ⁽²⁾ Profundidade

^(*) P disponível (Mehlich-1). ^(**) C orgânico (Walkey-Black) x 1,72.

Em 11/09/2006, a área recebeu uma aplicação basal de 1000 kg/ha de calcáreo dolomítico, em cobertura, seguida de gradagem para incorporação. Os tratamentos consistiram em cinco doses de N-uréia (0; 150; 300; 450 e 600 kg/ha), arranjados segundo um delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas, para acomodar os dias de amostragem dentro de cada ciclo de rebrota. Cada parcela ou unidade experimental foi representada por um canteiro com 16m² de área total (4 x 4 m). A área útil para avaliações experimentais foi o quadrado central, com área de 4,0 m², considerando-se uma bordadura de 1m (Figura 1). A distância entre cada unidade experimental dentro de bloco foi de 2m, e a largura da rua de circulação entre blocos 3 m. A figura 2 mostra uma vista parcial das parcelas, em fotografia tomada no mês de janeiro de 2007.

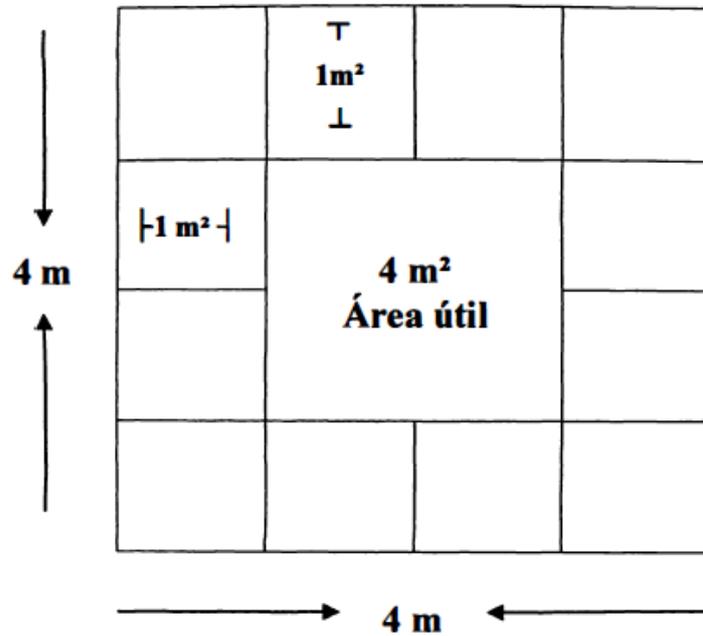


Figura 1. Dimensões da unidade experimental.

O plantio foi realizado no dia 3/11/2006, utilizando-se estolões enraizados de capim, em sulcos espaçados de 1,0 m (cinco linhas e quatro entrelinhas). Previamente ao plantio, as parcelas receberam 150 Kg P₂O₅/ha (superfosfato simples), aplicado no fundo do sulco (aproximadamente, 0,1 m de profundidade), onde o adubo era misturado com terra, a fim de evitar o seu contato direto com as mudas. O N, na forma de uréia (solução aquosa) foi aplicado parceladamente, em duas vezes. Uma primeira metade foi aplicada no dia 5 de fevereiro 2007 (aos 94 dias após plantio, DAP), doze dias após o corte de uniformização (altura de corte: 0,1 m), e a metade restante, aos 139 DAP, doze dias após o primeiro corte experimental. As parcelas receberam uma aplicação basal de cloreto de potássio, na dose de 600 kg/ha, aplicado parceladamente, junto com as doses de N, de forma a eliminar diferenças de disponibilidade desses elementos.



Figura 2. Vista das parcelas com o capim Tifton 85. Estação de Pesquisas Parasitológicas, Instituto de Veterinária, UFRRJ. Seropédica, RJ, janeiro de 2007.

2.1 Altura do Dossel

A altura foi medida com régua graduada em milímetros, por meio do método da “altura não comprimida” tomando-se, a altura média entre o ponto mais alto e o mais baixo sob uma folha de transparência, colocada sobre a superfície do relvado. As medições foram realizadas nos seguintes dias após o corte (DAC): 16, 22, 29, 35 (1º corte); 11, 18, 26, 39 (2º corte); 10, 18, 24, 30 (3º corte) e 12, 19, 29, 40 (4º corte).

2.2 Índice de Área Foliar

O Índice de Área Foliar (IAF) foi determinado aos 43, 37, 36 e 42 DAC (1º, 2º, 3º e 4º cortes respectivamente), a partir do produto da massa seca de folhas verdes (MSFV, g/m²) pela área foliar específica (AFE, cm²/g massa seca foliar). A AFE foi determinada a partir da relação entre a massa seca e a área de discos foliares, obtidos com um furador de papel, com área seccional de 0,3002 cm². Para tal, em cada data de amostragem foram coletados dez discos foliares por parcela, que eram conservados em água fria para evitar perdas de massa seca por desidratação do material. Os 10 discos eram enxugados e pesados em balança analítica com quatro casas decimais e levados imediatamente à estufa ventilada por 48 horas para obter a massa seca. Dessa forma foi possível estimar o IAF por parcela, sempre ao final do ciclo de crescimento, antes do corte.

2.3 Intercepção de Radiação Solar

As medições de irradiância solar referem-se à radiação fotossinteticamente ativa (RFA), correspondente à banda visível do espectro solar ($\lambda = 400 - 700 \text{ nm}$). As medições foram tomadas sempre pela manhã (entre 10:00-12:00 h), com céu claro, medindo-se a intensidade luminosa acima do pasto (I_0) e no nível do solo (I) (Figura 3), com auxílio de um sensor quântico (LI 190 SA, LICOR, Nebraska, USA) conectado a um medidor digital portátil (LI 250), conforme Nobel e Long (1988). A RFA interceptada foi estimada, conforme a expressão:

$$\text{RFA}_{\text{int}} (\%) [(RFA_{\text{no topo}} - RFA_{\text{transmitida até o solo}}) / (RFA_{\text{no topo}})] \times 100 \quad [1]$$

Foi tomada uma leitura no topo do dossel e oito leituras ao nível do solo, que geraram um valor médio composto (Figura 3). O coeficiente de extinção luminosa instantâneo foi calculado com os dados de IAF, segundo Sheehy e Cooper (1973).

$$k = - [\log_c (I / I_0)] / \text{IAF} \quad [2]$$

Em que, I e I_0 , são os valores de irradiância abaixo e acima da folhagem, respectivamente (Equação 2).



Figura 3. Determinação da RFA (400-700 nm) incidente sobre o dossel de Tifton 85.

2.4 Frequência de Ocorrência de Plantas

A frequência de ocorrência de plantas é um indicador destinado a avaliar a distribuição espacial dos perfis aéreos dentro de áreas (ou pontos) preestabelecidas, em relação à área total, ou área útil da parcela. A avaliação da frequência foi adaptada da metodologia descrita por Ribeiro (2006) utilizando-se o método dos pontos e obtida pela seguinte expressão:

$$\text{Frequência} = \frac{NP_i}{NTP} \times 100 \quad [3]$$

Em que, NP_i é o número de pontos de ocorrência de plantas, em uma área pré-determinada, e NTP é o número total de pontos amostrados. A ocorrência de plantas foi quantificada através da interseção da planta com um reticulado. Para tal, foi confeccionado um quadrante de PVC, de 2 x 2 m, com 3,24 m² de área interna, dividido em quadrículas de 0,2 x 0,2 m, por meio de fiação de linha sintética, totalizando 81 pontos de interseção (= NTP , equação 3). A quadrícula então era disposta sobre a superfície da parcela, registrando-se a presença de plantas, através da interseção da lâmina foliar ou do colmo com a linha (Figura 4). A partir dessas observações, calcularam-se a frequência de ocorrência do capim Tifton 85, conforme a equação [3]. As amostragens foram realizadas em quatro datas durante cada período experimental, em diferentes dias após o corte (DAC), como indicado a seguir: Primeiro corte : 16, 22, 35 e 41 DAC; segundo corte: 11, 19, 27 e 36 DAC; terceiro corte: 9, 16, 24 e 34 CAD e quarto corte: 12, 19, 28 e 38 DAC.



Figura 4. Determinação da frequência de plantas em pastagem de Tifton 85 usando o método das interseções (pontos).

2.5 Índice de Cobertura Verde

A determinação do chamado Índice de Cobertura Verde (ICV) teve como objetivo a mensuração, de forma indireta, da velocidade de rebrota da pastagem, assumindo-se que a mesma seja influenciada pela dose de N.

Na região visível do espectro solar, a refletância máxima é da ordem de 10% do fluxo radiante incidente (FONSECA et al., 2002). Todavia, dentro dessa estreita faixa, o solo descoberto apresenta baixa refletância na banda do verde (550-650 nm) e alta refletância na banda do vermelho (650-750 nm). Já com a vegetação verde acontece o inverso, enquanto a palha apresenta refletância intermediária, dependendo do seu nível de umidade (VARELLA et al., 2002). Essas diferenças em refletividade constituem o fundamento do método aqui utilizado, baseado em uma estimativa da cobertura verde do solo, determinada através da classificação de imagens digitais, conforme descrito por Ribeiro (2006) com as modificações descritas a seguir.

A aquisição das imagens foi feita com uma câmera digital Sony Cyber-shot, modelo DSC-W50, a partir de uma altura padrão de 1,60 m (PERIN, 2001), utilizando-se para tal, uma escada do tipo doméstico. A escada foi posicionada sempre na mesma direção, evitando a projeção de sombras. A imagem foi obtida com auxílio do mesmo quadrante utilizado para a determinação da frequência de plantas, sendo que a área da imagem correspondeu a $\frac{1}{4}$ do quadrante (1,0 m² de terreno). Para cada parcela experimental, foram captadas duas fotos, sempre na diagonal do quadrante. A configuração da câmera digital foi sempre a mesma para todas as imagens obtidas, as quais foram transferidas para um computador e armazenadas em formato JPEG.

Subsequentemente, as imagens foram processadas e analisadas com auxílio do programa computacional MATLAB v.6.5. Para tal, foram separadas dez imagens, para obtenção de dez amostras representativas de pixels de vegetação verde e dez de solo nu ou com vegetação seca. Dessa forma, foi criado um arquivo com o vetor classificador com base na função discriminante de Fisher (JHONSON e WICHERN, 1999), que permitiu a classificação das imagens originais. Depois foram recortadas de '2816C x 2112L' para '2040C x 2040L' (Figura 6), correspondente a um campo de visão de 1m² no solo e resolução espacial de 0,49 mm/pixel. Posteriormente do conjunto recortado e armazenado, foi processado novamente para obtenção da estimativa do índice de cobertura verde, conforme descrito por Varella et al. (2002).

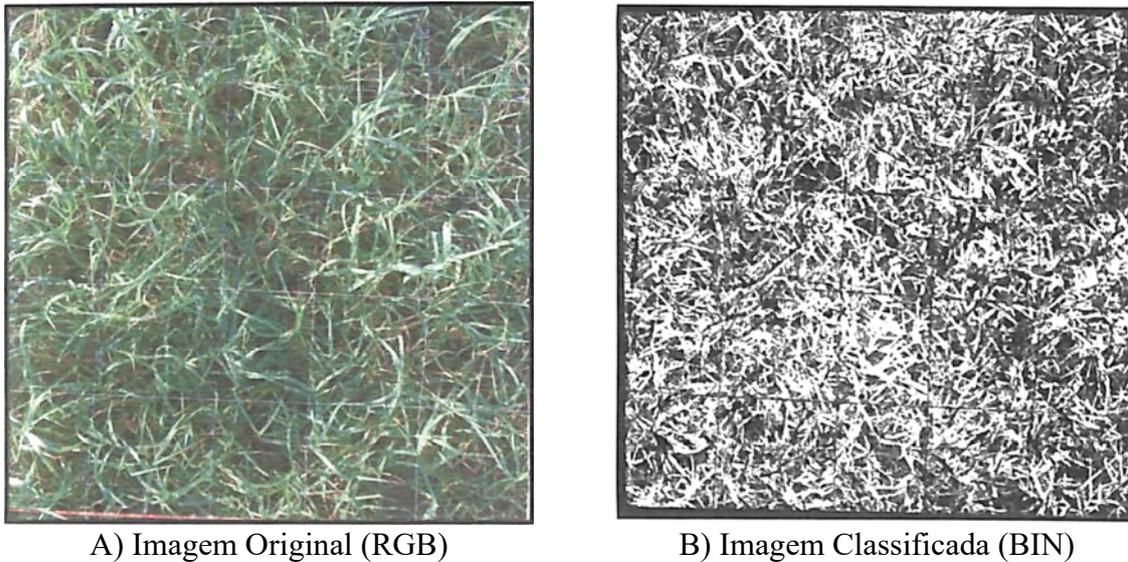


Figura 5. **A)** Exemplo de imagem recortada, correspondente a urna parcela com capim-Tifton 85 (*Cynodon spp*). **B)** Imagem classificada: as áreas escuras correspondem a solo descoberto e/ou solo coberto com palha, e as áreas claras, à vegetação verde. O Índice de cobertura verde, neste exemplo, é igual a 0,79.

2.6. Condições Climáticas

Os dados agrometeorológicos diários, relativos temperatura do ar, chuva, umidade relativa e nebulosidade, foram obtidos junto ao Posto da Estação Experimental de Seropédica, da PESAGRO-RJ, situada a aproximadamente 1,5 km da área experimental.

2.7 Análises Estatísticas

Os dados foram submetidos a teste de normalidade de distribuição amostral pelo teste da distancia KS (Kolmogorov-Smirnov) e subsequentemente a análise de variância para identificar a significância dos efeitos de doses, dias de amostragens e da sua interação (teste F, $p \leq 0,05$). Os dados primários relativos ao desenvolvimento temporal do dossel, após cada corte, foram analisados utilizando-se os conceitos do método funcional de análise de crescimento (HUNT, 1982). Em tal método, as diversas variáveis descritivas do crescimento são expressas como funções contínuas dependentes do tempo, o que permite a seleção de modelos que melhor se adaptem as tendências ontogênicas da planta. Para tal foram utilizados os modelos de regressão não linear, disponíveis no pacote do programa Graphpad Prisco 2.0 (MOTULSKY, 2003). Na maioria dos casos, o melhor ajuste foi obtido com uma função tipo Boltzmann-sigmoidal, cuja expressão geral é:

$$Y = A_1 + \left(\frac{A_2 - A_1}{1 + e^{(X-X_0)/dx}} \right) \quad [4]$$

Em que: A_1 e A_2 são as assíntotas inferior e superior, X_0 representa o ponto de inflexão da curva e dx o nível de espalhamento (BURIM et al., 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em razão da importância que as condições ambientais prevaletentes têm sobre o crescimento das pastagens, considerou-se adequado iniciar este capítulo apresentando os valores das variáveis climáticas (precipitação e temperatura do ar) vigentes durante o período experimental. A seguir, serão considerados os efeitos das doses de N sobre os indicadores, diretos ou indiretos de crescimento, com ênfase nas inter-relações entre a interceptação de radiação solar, índice de área foliar e índice de cobertura verde.

3.1 Precipitação e Temperatura do Ar

A figura 6 mostra a distribuição das chuvas e as flutuações em temperaturas máximas e mínimas do ar entre os meses de novembro de 2006 a julho de 2007, ou seja, desde a implantação até o quarto corte consecutivo da pastagem. No relativo à precipitação, os valores ocorridos nesse período podem ser comparados com os constantes no trabalho de Martorano et al. (1997), que analisaram uma série histórica (37 anos) de dados pluviométricos, coletados na Estação Experimental de Seropédica, da PESAGRO. O total acumulado de chuvas foi de 590 mm, um valor que está dentro do limite de oscilação dos valores médios mensais acumulados segundo Martorano et al. (1997), que é de 629 mm. Todavia, se bem esses valores podem ser considerados como típicos para o local, os mesmos embutem uma feição característica do clima local, que é a ocorrência, dentro da estação chuvosa, de períodos de estiagem de duração variada, os quais são terminados de forma abrupta por precipitações de intensidade muita elevada. Assim, dentro dos períodos de crescimento controlados, que iniciaram em 24 de janeiro e finalizaram no dia 06 de julho de 2007, de um total de 445 mm de chuvas acumuladas, 36,5 % ocorreram durante o primeiro ciclo, e num único dia (162,6 mm, no dia 11 de fevereiro de 2007, Figura 6). Essa única precipitação excedeu a normal climática para esse mês (147 mm). Em contraste com o elevado excesso de chuvas no primeiro ciclo de rebrota (241,1 mm, ou 54,2 % do total), o segundo ciclo concentrou apenas 9,7 % (43 mm), como reflexo de uma prolongada e atípica estiagem no mês de março. De meados de abril até o foral de maio de 2007, período correspondente ao terceiro ciclo de rebrota, houve novamente disponibilidade hídrica acima da normal, bem distribuída em 12 dias de chuva, que aportaram 113 mm ou 25,4 % do total (Figura 6). Finalmente, no último ciclo de crescimento, o total de chuvas e a distribuição das mesmas foram similares ao segundo (47,7 mm, ou 10,7 % do total). Em síntese: se considerarmos os períodos correspondentes ao 1º e 2º cortes, como da estação “chuvosa”, os mesmos concentraram 64 % da precipitação sazonal, enquanto que nos períodos antecedentes ao 3º e 4º cortes, já na estação seca, se concentrou o 36 % restante.

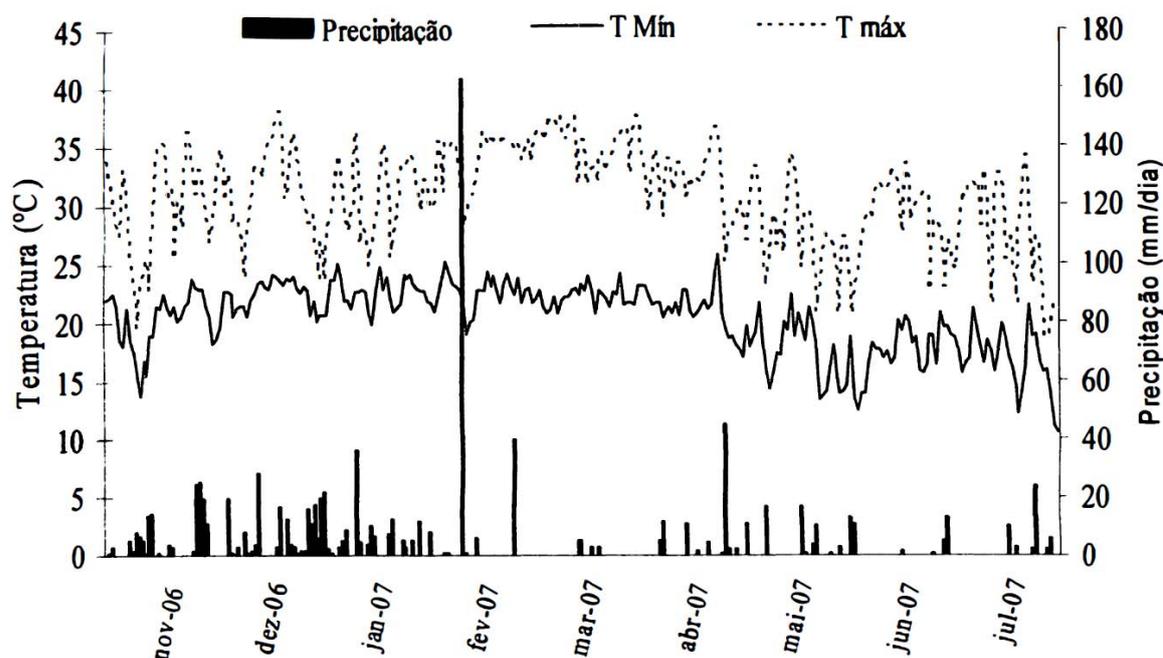


Figura 6. Valores diários de temperatura máxima e mínima e precipitação durante os meses de novembro de 2006 a julho de 2007.

A figura 6 mostra também as variações sazonais das temperaturas do ar, medidas nas condições do abrigo meteorológico. As médias mensais das temperaturas máxima (T máx) e mínima (T mín) do ar variaram de acordo ao esperado, declinando gradativamente do primeiro para o quarto ciclo de rebrota. Assim, em termos de médias por ciclo, as temperaturas oscilaram entre os seguintes limites: primeiro ciclo: Tmáx. = 33,8 ; Tmín. = 22,3; segundo ciclo: Tmáx. = 33,5; T mín. = 21,8; terceiro ciclo: Tmáx. = 29; Tmín = 18,8 e para o quarto ciclo: Tmáx. = 28 e Tmín. = 17,1. Temperaturas mínimas abaixo de 15°C (até 13,3) somente foram registradas durante um período de 12 dias no final do mês de maio e início de junho (Figura 7).

3.2 Efeitos das Doses de N e Dias Após Corte: Níveis de Significação Estatística

A tabela 2 mostra uma síntese dos resultados estatísticos (teste F) obtidos na análise das variáveis: frequência de ocorrência, altura do dossel, índice de cobertura verde e interceptação de RFA, para cada um dos quatro ciclos de rebrota considerados. É possível apreciar que, salvo poucas exceções, todas as variáveis mostraram diferenças altamente significativas ($p < 0,0001$) em função das doses de N aplicadas, dos dias após o corte e da sua interação.

Numa apreciação geral, esses resultados evidenciam que o manejo das doses de N aplicadas criaram gradientes de crescimento sensíveis à discriminação estatística, os quais foram afetados, em maior ou menor grau, pelas variações sazonais das condições climáticas (Figura 6).

Tabela 2. Níveis de significação estatística (teste F) para as análises de variância de características do relvado, medidas ou estimadas dentro de quatro ciclos de rebrota sucessivos, em função de doses de adubação nitrogenada, dos dias após o corte (DAC), e da sua interação.

| Variável | Dose de N | DAC | Dose x DAC | Dias de amostragem |
|----------------|-----------|----------|------------|--------------------|
| Corte 1 | | | | |
| FREQ | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | 16/22/35/41 |
| ALT | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | 16/22/29/35 |
| ICV | < 0,0001 | < 0,0001 | n.s | 16/22/35/41 |
| RFAint | < 0,0001 | < 0,0001 | 0,0019 | 16/22/29/36 |
| Corte 2 | | | | |
| FREQ | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | 11/19/27/36 |
| ALT | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | 11/18/26/39 |
| ICV | < 0,0001 | < 0,0001 | n.s | 11/19/27/36 |
| RFAint | < 0,0001 | < 0,0001 | 0,0011 | 11/18/26/39 |
| Corte 3 | | | | |
| FREQ | < 0,0001 | < 0,0001 | n.s | 9/16/24/34 |
| ALT | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | 10/18/24/35 |
| ICV | < 0,0001 | < 0,0001 | < 0,0001 | 9/16/24/34 |
| RFAint | < 0,0001 | < 0,0001 | n.s | 10/18/24/35 |
| Corte 4 | | | | |
| FREQ | < 0,0001 | < 0,0001 | n.s | 12/19/28/38 |
| ALT | < 0,0001 | < 0,0001 | n.s | 12/19/29/40 |
| ICV | < 0,0001 | < 0,0001 | n.s | 12/19/28/38 |
| RFAint | < 0,0001 | < 0,0001 | n.s | 12/19/29/40 |

FREQ: Frequência de ocorrência de plantas (%); ALT: altura do dossel (m); ICV: Índice de cobertura vegetal (adimensional); RFAint: Radiação fotossinteticamente ativa interceptada (% da RFA incidente).

3.2.1 Frequência de ocorrência de plantas

A frequência de ocorrência é um parâmetro relacionado à população de uma dada espécie, exprimindo a sua distribuição espacial (RIBEIRO, 2006). No presente caso, dado que a pastagem já estava implantada, a frequência é um indicador aproximado da velocidade de rebrota do dossel (Figura 4), em função dos dias após o corte.

A análise estatística para cada um dos ciclos de rebrota indicou haverem efeitos altamente significativos para doses de N e dias de amostragem (DAC). Houve efeitos da interação N x DAC apenas no 1º e 2º cortes (Tabela 2).

Os efeitos significativos foram analisados novamente, utilizando-se uma função do tipo Boltzmann Sigmoidal (Equação 3). Cabe observar que um modelo polinomial de segundo grau ajustou aos dados com valores de R^2 praticamente iguais aos da função sigmoidal, mas esta última, embora estruturalmente mais complexa, foi preferida pela sua maior significação biológica. Com efeito, de acordo com Brougham (1956), após uma desfolhação severa, o acúmulo de forragem sob crescimento livre, tende a uma curva assintótica, constituída por três fases. A primeira corresponde a um aumento linear no acúmulo de forragem, em decorrência do aumento na densidade total de perfilhos. A segunda fase inicia-se quando há redução na quantidade e qualidade da luz que chega ao solo,

diminuindo assim a emissão de novos perfilhos (DEREGIBUS et al., 1985; GAUTIER et al., 1999). A última fase caracteriza-se pelo equilíbrio entre os processos de crescimento e senescência no dossel, e acontece quando a interceptação da radiação solar incidente atinge um nível igual ou superior a 95%, situação em que as taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos se equiparam.

Os resultados obtidos após a análise de regressão são mostrados na figura 7. Para o primeiro ciclo de rebrota (Figura 7A), a responsividade ao N expressou-se após os 30 DAC, definindo três níveis: zero N; baixo N (até 75 kg /ha) e médio / alto (150-300 kg /ha), sendo o último nível significativamente superior, registrando-se a máxima freqüência observada (74%) com aplicação de 225 kg/ha. Já as mínimas freqüências observadas corresponderam ao tratamento sem N, na qual se estabilizaram em torno de 25% a partir dos 22 DAC.

No segundo ciclo de rebrota (Figura 7B), uma vez integralizadas as doses de N, observou-se um padrão similar, porém com algumas variações interessantes. Na ausência de adubação nitrogenada, a freqüência das plantas mostrou uma tendência de resposta quase linear, sem, todavia, atingir valores superiores a 35%. Por outro lado, os níveis baixo e médio/ alto N atingiram valores máximos de freqüência (56, 80, 84 e 91 % respectivamente), superiores ao primeiro ciclo.

Durante o terceiro ciclo de rebrota (Figura 7C), o tratamento sem N também apresentou tendência quase linear, atingindo uma freqüência máxima de 44%. Houve respostas diferenciadas, ainda que pequenas, entre os níveis baixo (150), médio (300) e alto (450/600 kg N/ha), com freqüências máximas de 55, 61 e 70% respectivamente. Na quarta rebrota (Figura 7D), houve um destaque para a maior dose, que apresentou um valor máximo de freqüência, superior aos demais tratamentos (45% de freqüência). O menor nível de N aplicado promoveu a rebrota na mesma intensidade que o tratamento testemunha (29% de freqüência).

Os gráficos mostram que houve uma queda sazonal nos valores de freqüência. Essa restrição à rebrota pode ser explicada pelas mudanças climáticas entre as estações de crescimento (Figura 6), já que nos meses de junho-julho, com dias mais curtos (redução de fotoperíodo), e temperaturas médias do ar em declínio (menor radiação líquida) a taxa de crescimento das plantas foi sendo progressivamente reduzida.

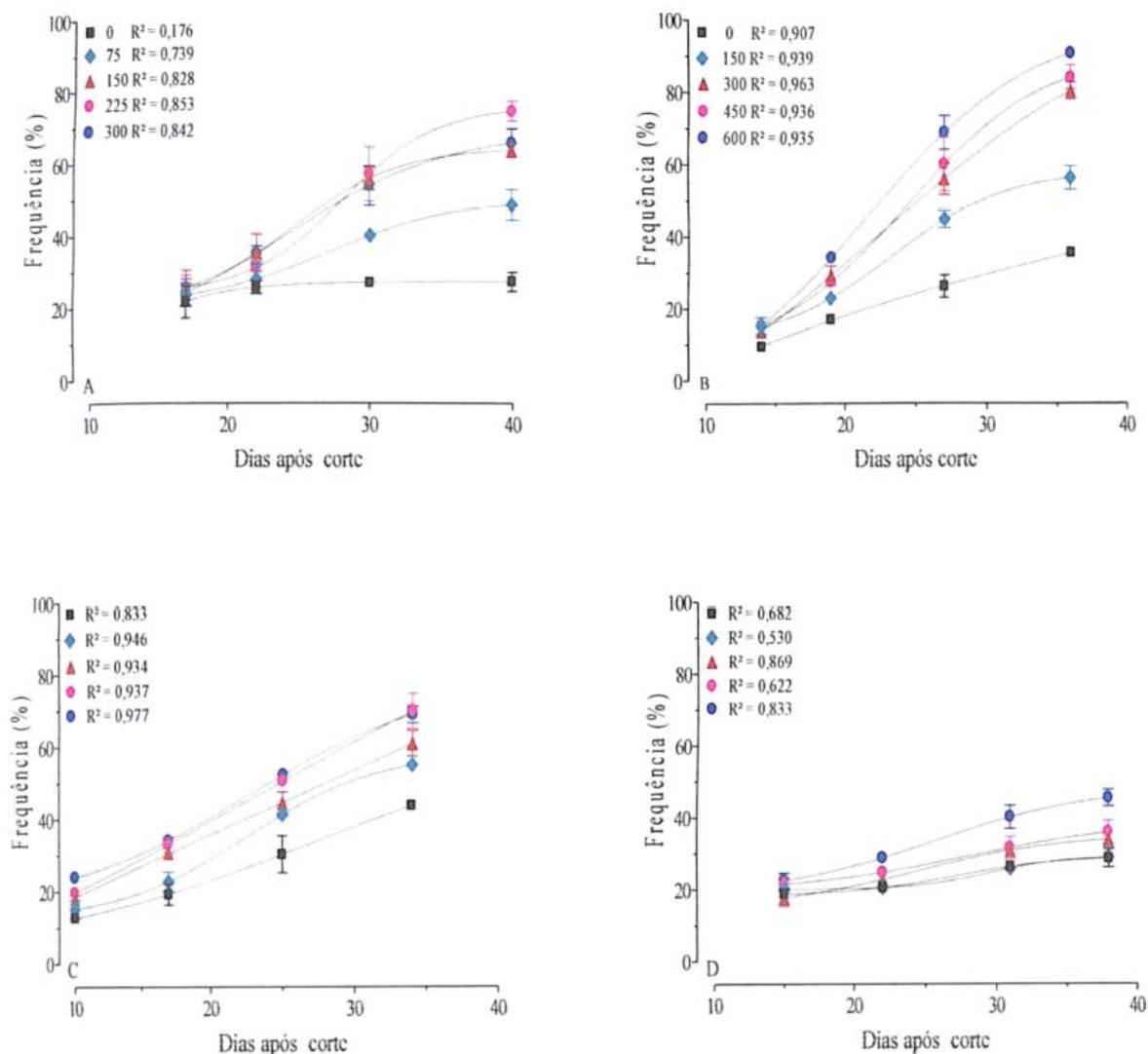


Figura 7. Frequência de ocorrência de plantas em função dos dias após o corte e sob diferentes doses de N, após cada ciclo de rebrota. A: primeiro; B: segundo; C: terceiro e D: quarto ciclo respectivamente.

3.2.2 Altura do dossel

A análise estatística para cada um dos ciclos de rebrota (Tabela 2) indicou haverem efeitos altamente significativos para doses de N, dias de amostragens (DAC) e para sua interação.

De forma similar à frequência de ocorrência, a análise de regressão ajustou os dados a uma função tipo sigmoideal (Figura 8A-D). No primeiro ciclo de rebrota, a altura do dossel se expressou, a partir dos 22 DAC, através de três grupos de resposta (sem N, baixo N e médio-alto N). No tratamento controle, a altura do dossel se estabilizou em torno de 0,3 m, aos 30 DAC, enquanto que o nos níveis médio-alto a altura média foi de 0,54 m (figura 8A).

No segundo ciclo, a alturas dos dosséis oscilaram entre um mínimo de 0,22 e um máximo de 0,46 m., para os níveis de zero e 600 kg/ha, respectivamente (Figura 8B). O terceiro ciclo de rebrota (Figura 8C) apresentou um padrão de resposta semelhante ao segundo ciclo, com altura máxima de 0,44 m (600 kg N/ha) e mínima de 0,22 m no nível zero de N. Finalmente, no quarto ciclo (Figura 8D), houve uma queda acentuada na altura do dossel, devido às variações climáticas já comentadas (Figura 6). Assim, as respostas se

estabilizaram em torno dos 20 DAC, com valores significativamente diferentes (Tabela 2) entre 0,15 e 0,2 m (Figura 8D), o que evidenciou a existência de níveis diferenciados de N disponível em cada tratamento, em função do manejo da adubação nitrogenada feito nos cortes anteriores.

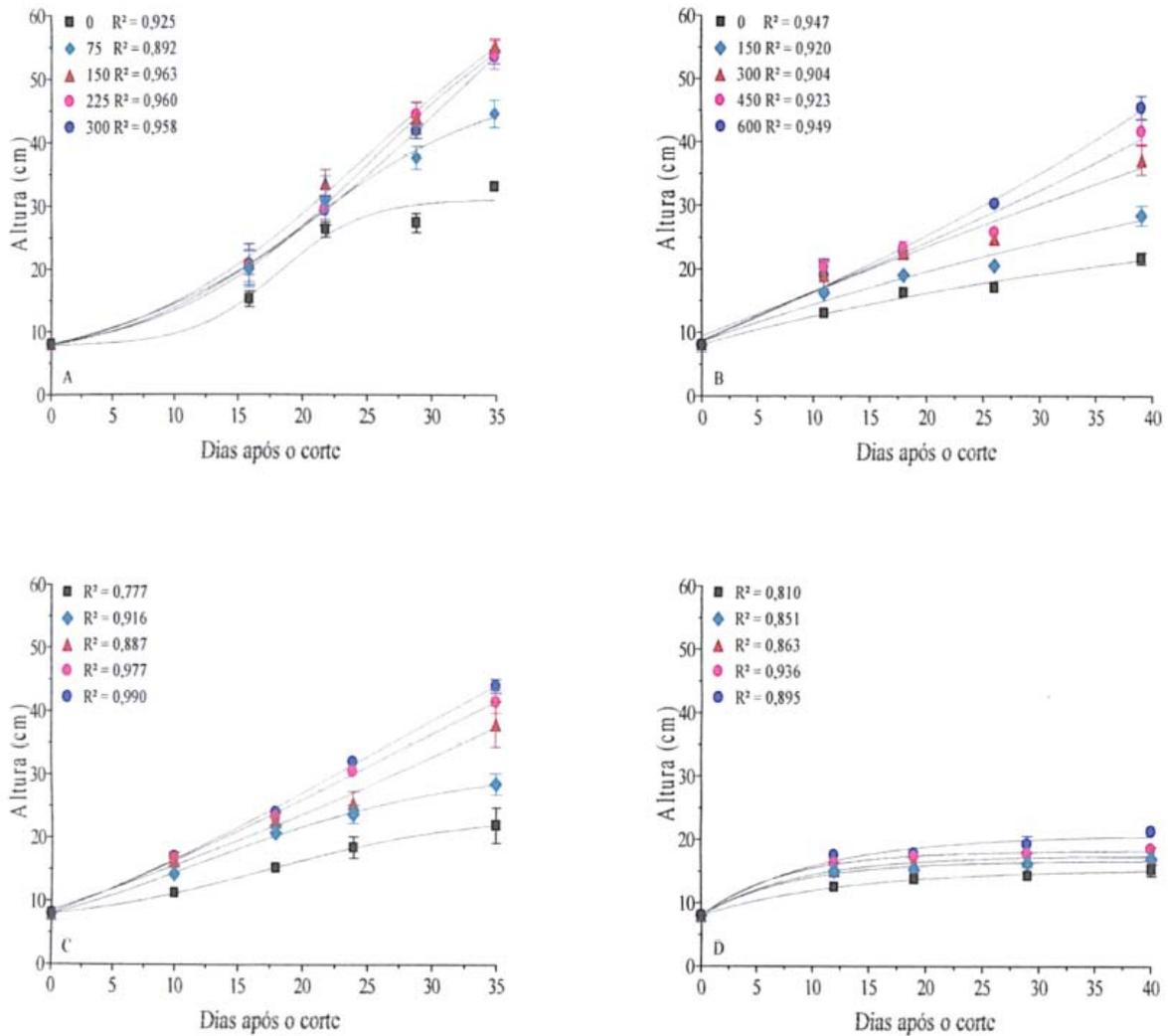


Figura 8. Altura de plantas em função dos dias após o corte e sob diferentes doses de N, após cada ciclo de rebrota. A: primeiro; B: segundo; C: terceiro e D: quarto ciclo respectivamente.

3.2.3 Índice de cobertura verde

A cobertura de folhagem é definida como a fração do terreno coberta por folhas (WERICER e JAGGARD, 1997). Como tal, é uma medida do tamanho do dossel e tem sido utilizada como um sucedâneo do IAF para estimativas de interceptação de luz em várias espécies cultivadas (STEVEN et al., 1986), com a vantagem de ser um parâmetro que pode ser determinado de forma mais rápida e não destrutiva.

No presente trabalho foi utilizado um indicador denominado “Índice de Cobertura Verde” (ICV), o qual pode ser definido como a fração do solo coberta pela parte verde do dossel. Como tal, esse índice é um pouco mais restritivo que um Índice de Cobertura do Solo (ICS), onde a cobertura seria constituída pelo dossel da cultura e os resíduos vegetais, e que

sofreria contínuas modificações, na medida em que os resíduos fossem se decompondo e a cultura desenvolvendo-se (VARELLA et al., 2002).

A figura 9 mostra os valores obtidos para o ICV nos quatro ciclos de crescimento considerados neste trabalho. Houve efeitos significativos para doses de N e para dias após o corte (DAC), havendo interação entre esses fatores apenas no terceiro ciclo de rebrota (Tabela 2).

No primeiro ciclo de crescimento (Figura 9A), os valores do índice se estabilizaram em torno dos 30 DAC, agrupando as respostas em apenas dois níveis: sem e com N, com valores máximo e mínimo de 0,74 e 0,93, respectivamente. Este mesmo padrão de resposta foi observado no segundo e terceiro ciclos de rebrota (figura 9B e C), com índices máximos e mínimos de: 0,88 e 0,71 (segundo ciclo) e 0,95 e 0,78 (terceiro ciclo), na presença ou ausência de adubação nitrogenada, respectivamente.

No quarto ciclo de rebrota (Figura 9D), além da queda no valor dos índices atribuível às variações do clima, houve uma diminuição absoluta dos mesmos, na última data de amostragem. Há várias razões que concorrem para explicar esse resultado. Em princípio, há que se considerar que com o avanço da estação seca, há um aumento na longevidade média das folhas, que compensa em parte a redução nas taxas de aparecimento de folhas, conforme mostraram Paciullo et al. (2008) em *Brachiaria decumbens*. Por outro lado, com o avanço da estação seca, as condições ambientais vigentes nos meses de junho e julho limitam a absorção e o metabolismo de N, condição propícia à redução dos níveis de clorofila, de condutância estomática e da própria atividade fotoassimilatória, conforme mostraram Ribeiro et al (2006) em *Paspalum notatum* Flüggé. Essas condições são condutivas a uma diminuição na refletância do verde, devido à idade avançada das folhas, em conjunção com um aumento da senescência foliar (ARGENTA et al, 2001), e o acúmulo de liteira sobre o solo.

Em todos os quatro ciclos de rebrota, partir de certo período de crescimento, a parte superior do dossel, promove o sombreamento da parte média e inferior, alterando com isso a refletância na banda do verde. Esse fator poderia contribuir para explicar a falta de diferença nos valores de ICV entre doses de N. Por outro lado, é visível na figura 9 a falta de valores abaixo de 0,5, com a exceção do nível zero na terceira amostragem (Figura 9C). Essa carência de valores foi devida a ausências de determinações antes de duas semanas pós-corte, salvo no caso mencionado, quando a determinação foi feita aos 10 DAC. Há ainda outros aspectos a serem pesquisados, por exemplo, qual a influencia da altura do corte nas tendências das curvas descritivas.

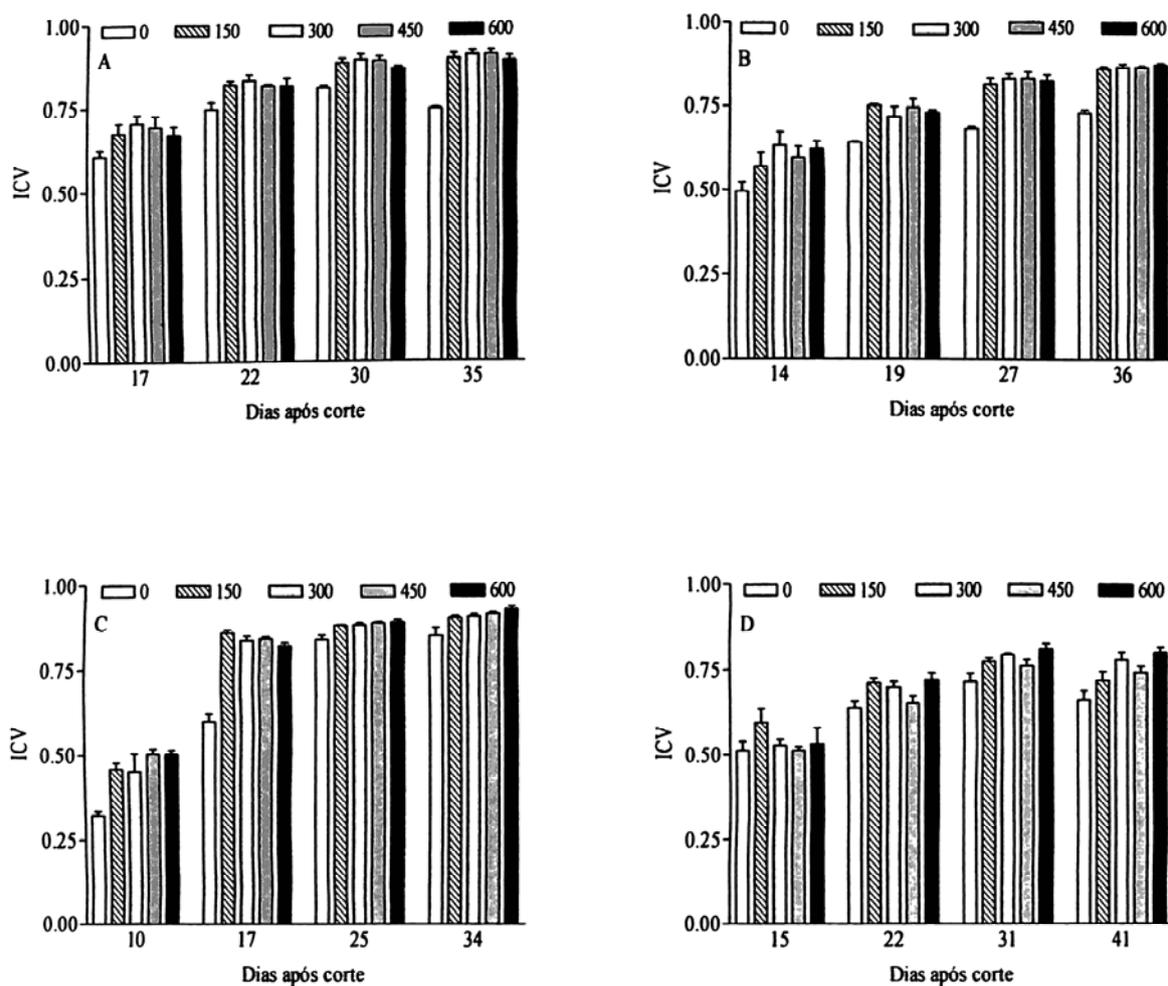


Figura 9. Índice de cobertura vegetal em função dos dias após o corte e sob diferentes doses de N, após cada ciclo de rebrota. A: primeiro; B: segundo; C: terceiro e D: quarto ciclo, respectivamente.

3.2.4 Índice de área foliar

O índice de área foliar (IAF) pode ser definido como a área de uma face das folhas dividida pela área de solo que ocupam (WATSON, 1947). De acordo a SBRISSIA e DA SILVA (2001), num valor de IAF chamado “ótimo”, a maximização da interceptação da luz incidente com um mínimo de auto-sombreamento, proporciona o máximo valor de taxa de crescimento da cultura (TCC). Abaixo do IAF_{ótimo}, as TCC são dependentes do IAF e são reduzidas à medida que a interceptação da luz incidente é incompleta. Acima do IAF_{ótimo}, a redução da TCC é causada pelo aumento das perdas respiratórias, consequência do sombreamento excessivo, que resulta num balanço negativo de carbono.

No presente estudo, a análise dos valores de IAF indicou haverem efeitos estatísticos tanto para doses de N como para cortes ($p < 0,0001$), assim como para a sua interação (N x corte; $p = 0,0034$).

A figura 10 mostra a distribuição dos valores de IAF em função dos níveis de N em cada um dos ciclos de rebrota estudados. Os valores variaram entre 0,78 e 4,19 no primeiro ciclo, de 0,80 a 3,44 no segundo, de 1,21 a 2,91 no terceiro e de 0,76 a 1,60 no quarto.

Com a exceção do primeiro ciclo, onde a produção de área foliar atingiu seu máximo antes da maior dose de N, em cada ciclo subsequente verificou-se que a produção de IAF foi sempre crescente, em função da disponibilidade de N. Isto está de acordo com os efeitos geralmente reconhecidos do N sobre o crescimento foliar. Por exemplo, recente pesquisa com azevém (*Lolium perenne* L.) mostrou que a deficiência de N reduz, no mesmo grau, tanto a produção de novas células meristemáticas (mitose), quanto o crescimento pós-mitótico, atrasando a maturação celular, e reduzindo, por essa via, a taxa de alongamento da lâmina foliar (KAVANOVÁ et al, 2008).

A redução nos valores de IAF nos terceiro e quarto cortes (Figura 10) foram devidos às variações climáticas, como já foi discutido anteriormente.

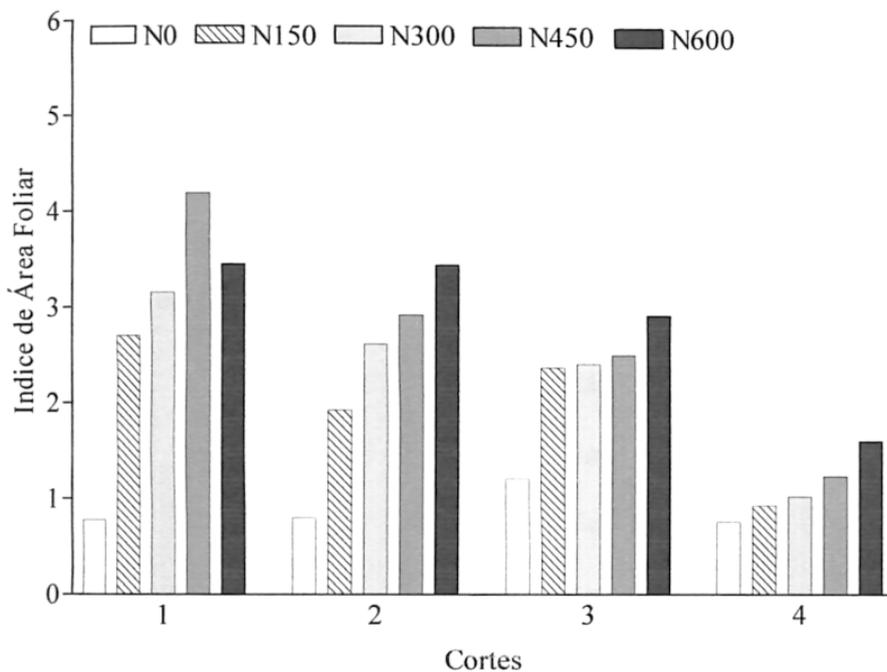


Figura 10. Índices de área foliar obtidos ao final de quatro ciclos de rebrota em pastagem de Tifton 85 (antes do corte das parcelas) sob diferentes doses de N.

3.2.5 Interceptação de radiação solar

De acordo com Nobel e Long (1988), a atenuação da radiação no dossel é dependente de uma complexa interação entre diversos fatores, como a densidade espacial da folhagem, o arranjo foliar, a existência de múltiplas reflexões dentro do dossel, o ângulo existente entre as folhas e a radiação incidente, e as chamadas coordenadas locais do sol, como a sua elevação no horizonte.

Este conjunto de características determina o grau de atenuação da luz, ao incidir e penetrar no volume do relvado, fenômeno que, a partir de Moensi e Saeki (1953, citados por SBRISSIA e DA SILVA, 2001), é descrito pela seguinte relação:

$$\frac{I^F_{RFA}}{I^0_{RFA}} = [1 - \exp(-k \text{ IAF})] \quad [5]$$

Em que o quociente I^F/I^0 representa a fração da irradiância fotossinteticamente ativa incidente (RFA), efetivamente interceptada pelo dossel e k é um coeficiente de extinção ou interceptação.

A figura 11 apresenta os valores de RFA interceptada (% da RFA incidente), em função dos dias após o corte e do nível de N aplicado.

No primeiro ciclo, a resposta do dossel ocorreu em dois níveis: sem (-N) e com nitrogênio (+ N). Em todos os tratamentos + N, o dossel atingiu uma interceptação de 95% da RFA incidente. Todavia, houve diferenças em quanto aos dias de rebrota necessários para atingir 95% de interceptação. As três maiores doses alcançaram 95% aos 29 DAC, enquanto que aos 36 DAC, a testemunha não havia ultrapassado 76 %.

No segundo e terceiro ciclos, somente nas duas maiores doses registrou-se interceptação de 95% da radiação incidente, aos 39 e 35 DAC, respectivamente (Fig 11 B e C). Já no último ciclo, o nível máximo de interceptação, no maior nível de N aplicado, não excedeu 82%, (Fig. 11D). Essa redução em interceptação, devida a razões climáticas já explicadas, determinou que as diferenças entre os níveis N fossem muito menos marcantes, embora sempre com predomínio da maior dose aplicada.

Esta resposta à maior dose de N encontrada no quarto ciclo de rebrota foi comum para todas as variáveis estudadas, devido ao efeito residual de N sobre a pastagem, que combinado com características específicas desta gramínea, apresentou melhor resposta.

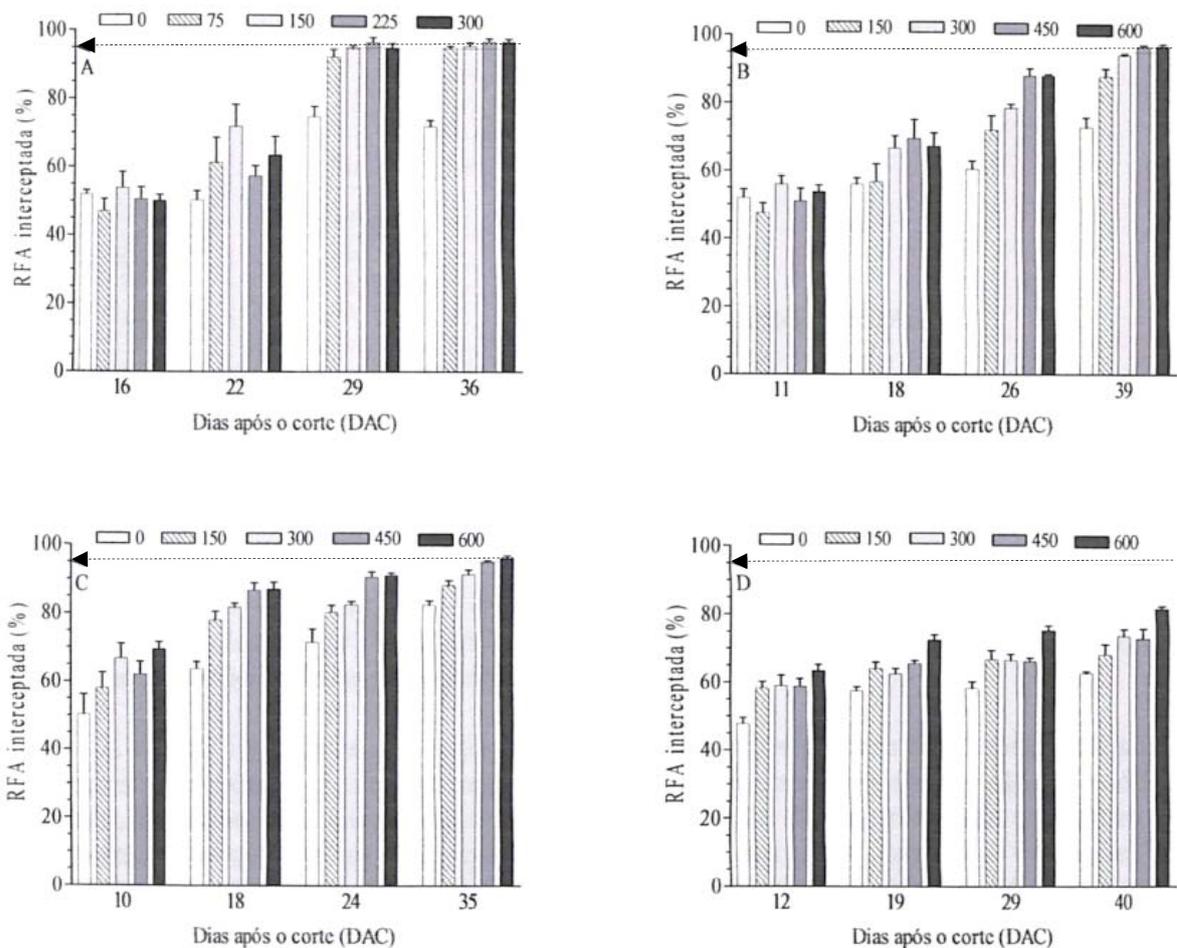


Figura 11. Radiação fotossinteticamente ativa interceptada em função dos dias após o corte e sob diferentes doses de N, após cada ciclo de rebrota. A: primeiro; B: segundo; C: terceiro e D: quarto ciclo, respectivamente. A linha tracejada indica o valor de interceptação de 95 %.

A figura 12 mostra a relação obtida quando o IAF foi relacionado quantitativamente à interceptação de RFA, de acordo com a equação [5]. A forma da curva é típica e tem sido demonstrada principalmente para gramíneas de clima temperado (HODGSON, 1990; VIEGAS et al., 1999). Deve ser observado que coeficiente de interceptação (k_{RFA}) assim calculado, representa um valor médio para todo o período de crescimento considerado.

Fagundes et al. (2001), trabalhando com três cultivares de *Cynodon* spp (Tifton 85, Florakirk e Coastcross), submetidas ao pastejo de ovinos, em regime de lotação contínua, obtiveram valores de k , para o Tifton, variando entre 0,88 a 1,41 entre os meses de julho a dezembro, e na média dos três cultivares, os valores se situaram entre 0,73 e 2,44, quando as alturas do pasto foram mantidas constantes em 10 ou 20 cm. Se bem essas condições foram bastante diferentes das do presente experimento, onde não houve pastejo, a ordem de grandeza desses valores de k serve como termo de comparação em relação à estimativa mostrada na figura 14. Mas também, da mesma forma que Fagundes et al. (2001), no presente estudo foi possível verificar que o coeficiente de extinção luminosa varia em escala sazonal, sendo, além disso, afetado também pela altura média do relvado.

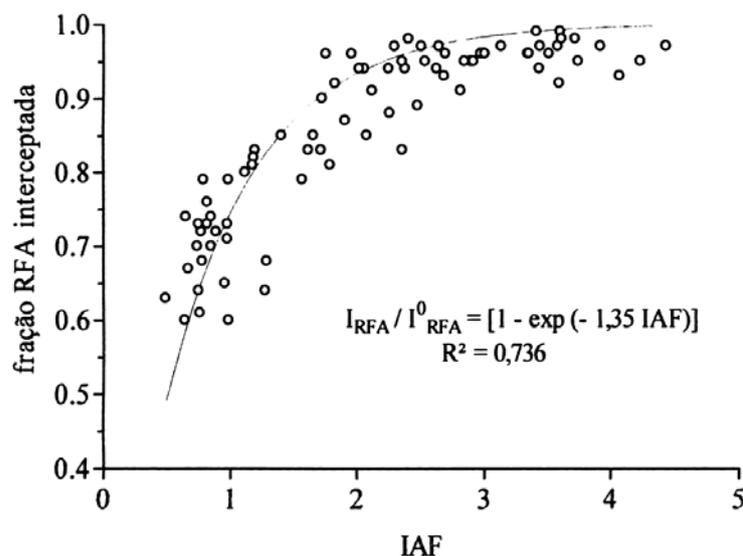


Figura 12. Relação entre a fração da irradiância fotossinteticamente ativa interceptada e o Índice de Área Foliar de uma pastagem de Tifton 85 em amostragens realizadas no período fevereiro- julho de 2007

A figura 13 mostra que a distribuição sazonal dos valores de k observados nos diferentes tratamentos guarda relação inversa com as correspondentes alturas médias do pasto, o que sugere que com a progressiva redução do crescimento em altura da pastagem, a mesma tendeu a desenvolver uma estrutura mais planófila. Variações no comprimento e largura das lâminas foliares poderiam estar justificando este comportamento.

Durante o primeiro ciclo de rebrota, a associação entre k_{RFA} e altura média do dossel resultou bastante robusta ($r = -0,75^{***}$, Fig. 14), porém em cortes subsequentes a mesma foi perdendo intensidade: para o segundo e terceiro os coeficientes de correlação se reduziram para $-0,586^{**}$ e $-0,527^*$, respectivamente, modificação do dossel, no caso desta cultivar de *Cynodon* spp., está sob forte influência da disponibilidade hídrica e do nível de N disponível para a promoção dos processos de crescimento estrutural.

Além de Fagundes et al. (1999), variações sazonais no valor do k têm sido observadas em capim-elefante (KUBOTA et al., 1994; CARVALHO et al., 2007) e Sheehy e Cooper (1973) em *Lolium perenne*.

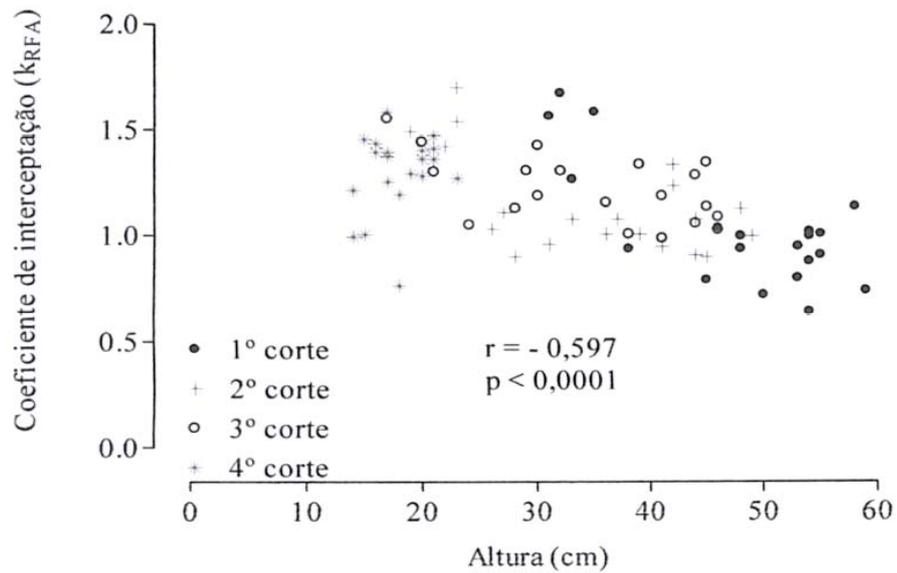


Figura 13. Relação entre o coeficiente de interceptação luminosa e a altura média do dossel de uma pastagem de Tifton 85 em amostragens realizadas no período de fevereiro julho de 2007.

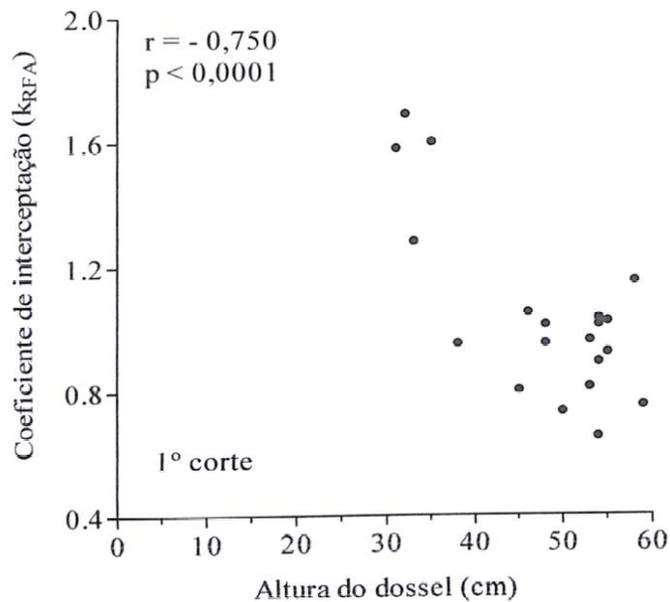


Figura 14. Relação entre o coeficiente de interceptação luminosa e a altura média do dossel de uma pastagem de Tifton 85 em amostragens realizadas no período fevereiro-março de 2007

4 CONCLUSÕES

O índice de área foliar, a frequência de ocorrência e a altura das plantas, assim como índice de cobertura verde e o nível de radiação interceptada, responderam à adubação nitrogenada, conforme um padrão logístico e variaram sazonalmente, em interação com as doses de N, evidenciando a sua sensibilidade como indicadores da estrutura e crescimento da pastagem de Tifton 85.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGENTA, G.; DA SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G. Clorofila na folha como um indicador do nível de nitrogênio em cereais. **Ciência Rural**, v. 31, n.4., p. 715-722, 2001.

ALVIM, M.J., XAVIER, D. F., VERNEQUE, R. S., BOTREL, M. DE A. Resposta do Tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalo de cortes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 2345-2352, 1999.

BROUGHAM, R. M. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pastures. **Australian Journal of Agriculture Research**, Collingwood, y. 7, n. 5, p. 377387,1956.

BURIN, E.L.K., et al. Aplicação do modelo sigmoidal de Boltzmann para o ajuste das curvas força x alongação de cólon descendente de ratos obtidas por meio do aplicativo SABI 2.0. In: VI Workshop de Informática Médica, **Anais...** Vila Velha:, UFES, 2006. p.44- 51.

BURTON, G. W., GATES, R. N., HILL, G. M. Registration of Tifton 85 bermudagrass. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 3, p. 644-645, May/June 1993.

CARVALHO, C.A.B., ROSSIELLO, R.O.P., PACIULLO, D.S.C., SBRISSIA, A.F., DERESZ, F. Classes de perfilho na composição do índice de área foliar em pastos de capim-efefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, 557-563, 2007.

CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinats of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M.J. (Ed.). **Grassands for our world**. Sir Publishing, Wellington, p. 55-64, 1993.

CHEN, J.; SHIYOMI, M.; YAMAMURA, Y.; HORI, YOSHIMICHI. Distribution model and spatial variation of cover in grassland vegetation. **Grassland Science**, v. 52, p. 167-173, 2006

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO Jr., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pasejo. **Rev. Bras. Zootec.**, v.36, suplemento especial, p. 121-138, 2007.

DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J.J. et al. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in humid natural glassland. **Journal of Applied Ecology**, v.22, p.199-206, 1985.

ENGELS, C. & MARSCHNER, H. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: P.E, Bacon. (Ed). **Nitrogen fertilization in the enviroment**. New York: Marcel Dekker, Inc. 1995. p. 41-81.

FAGUNDES, J. L. **Efeito de intensidades de pastejo sobre o índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp.** Piracicaba : ESALQ, 1999. 69 p. Dissertação de Mestrado.

FAGUNDES, J.L.; DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S.; CARNEVALLI, R.A.; CARVALHO, C.A.B.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 187-195, jan. 2001.

FERNANDES, M. S., ROSSIELLO, R. O. P. Mineral nitrogen in plant physiology and plant nutrition. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.14, p.111-148, 1995.

FONSECA, E. L.; ROSA, L. M. G.; FONTANA, D. C. Caracterização espectral de *Paspalum notatum* em diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 365-371, 2002.

GASTAL, F.; LEMAIRE, G. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, n. 370, p. 789799, 2002.

GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. Tillering responses to the light environment and to the defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. **Annals of Botany**, v.83, p.423-429, 1999.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Essex: Longman Scientific and Technical, 1990. 203 p.

HUNT, R. **Plant Growth Curves**. London: Edward Arnold (Publishers) Ltd. 1982. 248p.

JEUFFROY, M.H.; NEY, B.; OURRY, A. Integrated physiological and agronomic modelling of N capture and use within the plant. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, p. 809-823, 2002.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4th ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, 1999, 815 p.

KAVANOVA, M.; LATTANZI, F.A.; SCHNYDER, H. Nitrogen deficiency inhibits leaf blade growth in *Lolium perenne* by increasing cell cycle duration and decreasing mitotic and post-mitotic growth rates. **Plant, Cell & Environment**, v. 31, p. 727-737, 2008.

KUBOTA, F., MATSUDA, Y., AGATA, W., NADA, K. The relationship between canopy structure and high productivity in napier grass, *Pennisetum purpureum* Schumach. **Field Crops Research**, v. 38, p. 105-110, 1994.

LAWLOR, D.W. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield: mechanisms are the key to understanding production systems. **Journal of Experimental Botany**, v.53, p.773-787, 2002.

MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42, 2005, Goiania. **Anais...** Goiania: SBZ/UFG, 2005. p. 56-84.

MAGIERO, J. Q. **Estratégias de manejo da adubação nitrogenada e potássica em uma pastagem de *Brachiaria humidicola*, estabelecida em Planossolo da Baixada Fluminense, durante a estação chuvosa.** Seropédica: UFRRJ, 2004. 73p. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia).

MAGIERO, J. Q.; ROSSIELLO, R. O. P.; ABREU, J. B. R.; ALVES, B. J. R. Adubação nitrogenada e potássica em pastagem de *Brachiaria humidicola*, estabelecida em Planossolo da Baixada Fluminense. **Pasturas Tropicales**, v. 27, n. 3, p. 72-76, 2005.

MARTORANO, L. G.; MATOS, R. M. B.; SILVA, E. M. R.; ANGELOCCI, L. R.; PEREIRA, F. A.; VILLA NOVA, N. A. Disponibilidade climática para cultivo da bananeira na região de Seropédica / Itaguaí-RJ. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, X. Piracicaba: SBA, 1997. **Anais...** p. 301-303.

MEIRELES, N.M.F. Degradação de pastagens: critérios de avaliação. In: Encontro sobre Recuperação de pastagens. V.T. PAULINO e L.G. FERREIRA (Eds.). Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP. **Anais...** 1993. p. 27-47.

MOTULSKY, H.J. Prismo Statistic — Statistical analyses for laboratory and clinical researchers. Graph Pad Soft Ware Inc., San Diego CA, 2003. **w.w.w.graphpad.com**.

NOBEL, P.S.; FORSETH, I.N; LONG, P.S. Canopy structure and light interception. In: D.O. Hall, J.M.O. Scurlock, H.R. Bolhàr-Nordenkampf, R.O Leegood and S.P. Long (Eds.). **Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual.** London: Chapman & Hall 1993. p. 79-90.

NOBEL, P.S., LONG, S.P. Estructura del dosel e interceptación de luz. In: J.COOMBS, D.O. HALLS, S.P. LONG, J.M. SCURLOCK (Eds.) **Técnicas en Fotosíntesis y Bioproductividad.** Colégio de Postgraduados, Chapingo, México. 1988. p. 34-41.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.;TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento do capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 917-923, 2008.

PERIN, A. **Desempenho de leguminosas herbáceas perenes com potencial de utilização para cobertura viva do solo e seus efeitos sobre alguns atributos físicos do solo.** Seropédica: UFRRJ, 2001. 80p. (Dissertação de Mestrado em Agronomia Ciência do Solo).

RAMOS, D.P.; CASTRO, A.F.; CAMARGO, M.N. Levantamento detalhado de solos da área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Série Agronomia. v.8, p. 1-27, 1973.

RIBEIRO, R.C. **Estabelecimento de leguminosas em pastagens de *Brachiaria humidicola*: variações sazonais de atributos do dossel vegetativo.** Dissertação de Mestrado em Zootecnia. Seropédica: UFRRJ, 58 p., 2006.

- RIBEIRO, R.V.; LYRA, G.B.; SANTIAGO, A.V.; PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C.; OLIVEIRA, R.F. Diurnal and seasonal patterns of leaf gas exchange in bahiagrass (*Paspalum notatum* Flugge) growing in a subtropical climate. **Grass and Forage Science**, v. 61, p. 293-303, 2006.
- ROBSON, M. J., RYLE, G. J. A., WOLEDGE, J. The grass plant – its form and function. In: JONES, M. B.; LAZENBY, A. (Ed.) **The grass crop: the physiological basis of production**, Loundon : Chapman and Hall, 1988. Cap. 2. p.25-83.
- SARMIENTO, P., NASCIMENTO, R.C., MARTINS, A.T., DA CRUZ, M.C.P., FERREIRA, M. E. Nutrientes limitantes ao desenvolvimento do capim-Tifton 85 em Argissolo Vermelho-Amarelo. **Boletim da Indústria Animal**, v. 63, p. 11-18, 2006.
- SBRISSIA, A.F., DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: W.R.S. MATTOS et al (Eds.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 731-754.
- SHEEHY, J. E.; COOPER, J. P. Light interception, photosynthetic activity, and crop growth rate in canopies of six temperate forage grasses. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 10, n. 1, p. 239-250, 1973.
- STEVEN MD, BISCOE PV, JAGGARD KW, PARUNTU J. 1986. Foliage cover and radiation intercepted. **Field Crops Research**, 13: 75-87.
- TOTHILL, J.C. Measuring botanical composition of grasslands. In: Mannerje, L.¹t (Ed.) **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Aberystwyth: CAB International, 1987. cap.3, p.22- 62.
- VAN KEULEN, H.; GOUDRIAAN, J. SELIGMAN, N.G. Modelling the effects of nitrogen on canopy development and crop growth. p. 83-104. In: RUSSELL, G, MARSHALL, B. & JARVIS, P.G. **Plant canopies: their growth, form and function**. Cambridge: University Press, 1989. 178 p.
- VARELLA, C. A. A.; PINTO, F. A. C.; QUEIROZ, D. M.; SENA-JUNIOR, D. G. Determinação da cobertura do solo por análise de imagens e redes neurais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 1-13, 2002.
- VIEGAS, J., NABINGER, C.; MEDEIROS, R. B. SAIBRO, J.C. Forage accumulation of annual ryegrass as function of solar radiation absorption In: A. de MORAES et al. (Eds.). SIMPOSIO INTERNACIONAL “GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY”, 1., 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/UFRGS, 1999. p.387- 391.
- WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties and within and between years. **Annals of Botany**, v.11, p. 41-76.
- WERKER, A.R.; JAGGARD, K.W. Modelling asymmetrical growth curves that rise and then fall: applications to foliage dynamics of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). **Annals of Botany**, 79: 657-665, 1997.

CAPITULO II

RESPOSTAS DO CAPIM TIFTON 85 A APLICACAO DE NITROGENIO: PRODUCAO DE FORRAGEM E EFICIENCIA DE UTILIZACAO

RESUMO

Foram avaliados os efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção de biomassa e a eficiência de utilização do N absorvido. O estudo foi desenvolvido no campo experimental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, município de Seropédica-RJ, em área de ocorrência de Planossolo. Cada unidade experimental foi composta de uma parcela com 16 m², com área central útil de 4 m². Foram estudadas cinco doses de N (0; 150; 300; 450 e 600 kg N-uréia /ha) em duas épocas do ano (seca e chuvosa), arranjadas em um desenho experimental de blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida, onde as doses de N foram alocadas na parcela principal, e as épocas na parcela dividida. Foram realizadas duas coletas (cortes) no período das águas (março-abril) e duas no período seco (maio-julho) com períodos de rebrota de 43; 37 e 36; 42 dias, respectivamente. Em cada data de coleta, a massa verde total (MVT) foi cortada, pesada e fracionada em lâminas verdes e colmos + bainhas. No laboratório, as frações foram secas em estufa ventilada (60±5°C; 72 h). A partir desses dados, foram calculadas a produção das massas verde (MVT) e seca total (MST), e de seus componentes folhas (MSF) e colmos (MSC), assim como a relação folha: colmo. Houve efeito significativo das doses de N e da época de corte sobre as massas de forragem verde e seca (kg./ha) assim como sobre MSF e MSC, enquanto a relação F/C foi influenciada apenas pela época do ano. A produção de MST mostrou resposta quadrática, sendo o ponto ótimo obtido para a dose de 500 kg N/ha (3618 kgMS/ha). O acúmulo de N na fitomassa de folhas e colmos (g/m²) apresentou resposta linear positiva sendo influenciada de forma diferenciada por doses e épocas de corte. A eficiência de utilização do N absorvido para produção de matéria seca (EUN) apresentou valor médio de 53,5 kg MST/kg., independentemente de doses de N e das época de corte. A adubação nitrogenada aumentou a produção de forragem, estimulando a produção de folhas e colmos tanto na época chuvosa quanto na seca. No entanto, a adubação nitrogenada, *per se*, não modificou a partição da massa seca produzida por folhas e colmos, nem influenciou a eficiência com a qual a pastagem produz massa seca por unidade de nitrogênio absorvido.

Palavras chave: Acúmulo de nitrogênio. *Cynodon* spp., Eficiência de utilização do nitrogênio. Massa seca da parte aérea. Relação folha: colmo.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effect of N fertilization on the biomass production and the efficiency of N absorbed use. The study was developed in the experimental center of the Rio de Janeiro Federal Rural University, district of Seropedica-RJ, in area of Planosol occurrence. Five N doses (0; 150; 300; 450 and 600 kg/ha) in two seasons (dry and rainy) were evaluated. The experiment was arranged in randomized complete blocks design, in split plot outline, in which the N doses were considered as main plot, and the periods as split plots. Two collections were accomplished (cuts) in each period: rainy season (March-April) and dry (May-July) season, with regrowth periods of 43; 37 and 36; 42 days, respectively. The total green mass (TGM) was cut, weighted and fractionated in green sheets and stems + hems, in each date of harvest. The fractions were dry in oven ($60\pm 5^{\circ}\text{C}$; 72 h). The green matter (GM) and dry matter (DM) production, total and fractioned (leaves and stems), as well as the ratio leaf:stem, were determined. There was effect of N doses and cut season on the green and dry matter production (kg/ha), as well as to the fractions (leaves and stems), while the leaf:stem ratio was affected only by the season. The total DM production had quadratic answer, where the optimum point was obtained to 500 kg/ha of N level (3618 kgMS/ha). The N accumulation in the leaves and stems phytomass (g/m^2) had a linear positive response, being influenced by N doses and seasons. The efficiency of N use for DM production did not have effect of N doses or seasons (53.5 kg MST/kg absorbed N). The N fertilization increased the dry matter production and stimulated the production of leaves and stems in both the seasons (rainy and dry). However, the nitrogen fertilization, *per se*, does not modify the partition of the dry mass produced by leaves and stems, and had no influence on efficiency of the pasture to produce dry matter per unit of N.

Key words: Aerial part dry mass. *Cynodon* spp. Leaf: stem ratio; nitrogen accumulation, Nitrogen use efficiency.

1 INTRODUÇÃO

De todos os nutrientes minerais, o N é quantitativamente o mais importante para o crescimento vegetal. O suprimento de N às raízes está sujeito a consideráveis variações sazonais, dependendo da taxa de mineralização do N no solo ou da adição de adubo nitrogenado. Por essa razão, as plantas têm desenvolvido mecanismos e estratégias, não somente para adquirir o nutriente de forma eficiente, mas também para utilizá-lo internamente de forma econômica (MILLARD, 1988). As plantas podem absorver N em quantidades em excesso às suas necessidades para o crescimento atual, e utilizar esse N posteriormente, durante a estação de crescimento. O excesso de N pode ser temporariamente acumulado nos vacúolos, sob a forma de NO_3^- , amidas e aminoácidos, ou como proteínas de reserva vegetativa, ou nos cloroplastos, como a proteína Rubisco (FERNANDES e ROSSIELLO, 1995; ENGELS e MARSCHNER, 1995). De fato, a maior parte do N-proteico foliar encontra-se associado às enzimas fotossintéticas (Rubisco e PEP-carboxilase), além de também ser constituinte das moléculas de clorofila e de outras proteínas (enzimas) do metabolismo celular. Dessa forma, pode-se afirmar que o fluxo de carbono na pastagem depende da concentração de N nas plantas, pois a atividade fotossintética está diretamente relacionada com o conteúdo de N nas folhas (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

Uma forma de se avaliar o potencial de resposta de uma dada espécie vegetal à adubação nitrogenada é através do coeficiente de utilização do nutriente, o qual pode ser definido como a quantidade de biomassa total produzida por unidade de nutriente absorvido pela planta (GERLOFF, 1976). Quando esse parâmetro é utilizado de forma comparativa é chamado de “eficiência de uso”. Gascho et al. (1986) o denominaram eficiência “interna”, para diferenciá-lo da eficiência “externa”, mas comumente usada na pesquisa, e calculada em base ao quociente: biomassa produzida/ N aplicado como fertilizante. Portanto, o conceito de eficiência de utilização interna, tal como definido acima, independe de qual a fonte de N que esteja suprindo primariamente a demanda radicular (N nativo do solo, do fertilizante ou da atmosfera) (ROSSIELLO, 1988). Os cálculos da eficiência do uso são baseados, na maioria dos casos, na produção da matéria seca da parte aérea apenas (FAGERIA et al., 1991).

Outro aspecto importante da adubação nitrogenada sobre o crescimento das forragens, diz respeito à sua influência sobre composição estrutural das plantas, principalmente na relação folha/colmo. Segundo Minson (1990) e Cecato (1993), plantas adubadas com N aumentam a sua produção de matéria seca por unidade de área, sendo que a contribuição das folhas nesta matéria seca também é aumentada devido a uma melhor relação folha/colmo. Como as folhas apresentam maior conteúdo em minerais e proteína e, ainda, menor conteúdo de carboidratos estruturais e maior digestibilidade que os colmos, sua maior participação na planta, dada pela aplicação de nitrogênio, provoca um maior desempenho animal em razão do maior valor nutritivo e maior consumo de matéria seca digestível (VAN SOEST, 1994).

Embora seja claro que a utilização de macro e micronutrientes, aumentem a quantidade e qualidade dos recursos forrageiros produzidos, no caso do uso N surgem problemas de ordem variada, como os relacionados a questões ambientais.

De forma geral, o cátion amônio (NH_4^+), oriundo da desaminação da matéria orgânica em decomposição (amonificação), ou da adição de fertilizantes amoniacais, e o ânion nitrato (NO_3), resultante da oxidação biológica (nitrificação) do amônio, são as formas comuns de N-mineral disponíveis aos sistemas radiculares.

Os teores totais de NO_3 e NH_4^+ no solo dependem da fonte e quantidade do N adicionado, assim como do balanço entre os processos de amonificação, nitrificação,

imobilização e desnitrificação, modulados por flutuações ambientais e pelo sistema de utilização da pastagem (ROSSIELLO et al., 2007). Desses processos, a nitrificação exerce um papel central no funcionamento de muitos ecossistemas, já que além de estar envolvido diretamente na nutrição nitrogenada vegetal, regula a magnitude das perdas de N através da lixiviação e/ou desnitrificação do nitrato. Como este último processo resulta na emissão de óxidos voláteis de N à atmosfera, contribuindo ao aquecimento da mesma, existe um renovado interesse pelos mecanismos de controle da nitrificação (ISHIKAWA, 2003; LATA et al., 2004, VENDRAMINI et al., 2007).

Pelas razões antecedentes compreende-se que o manejo adequado da adubação nitrogenada é um tópico de grande importância, para que não haja prejuízos na relação custo/benefício, nem ambientais (acidificação do solo, liberação de gases do efeito estufa, poluição de lagoas e açudes), ou à saúde humana, através da contaminação de mananciais hídricos por nitratos (VENDRAMINI et al, 2007).

Em atenção às considerações procedentes este capítulo teve por propósito quantificar os efeitos de cinco doses de N (0, 150, 300 450 e 600 kg/ha) e períodos de crescimento, agrupados em duas épocas (chuvas e seca), sobre a produção de massa verde e seca, a relação folha:colmo assim como sobre os teores, o acúmulo e eficiência de utilização do N, em pastagem do capim Tifton 85.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado nas dependências da Estação para Pesquisas Parasitológicas “Wilhelm Otto Neitz” do Instituto de Veterinária da UFRRJ (22°45’ S, 43° 41’ W, 33 m.s.n.m), em área de ocorrência de Planossolo Háplico.

Uma análise da camada superficial (0-0,2m) desse solo revelou as seguintes propriedades químicas (Tabela 1):

Tabela 1. Algumas propriedades químicas da camada arável do solo da área experimental⁽¹⁾

| ⁽²⁾ Prof. (m) | Ca ²⁺ (cmol _c /d) | Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³) | K ⁺ (cmol _c /dm ³) | p ^(*) (mg/dm ³) | M.O. ^(**) (g/kg) | pH (água,1:2,5) |
|-----------------------------|--|---|---|---|--------------------------------|--------------------|
| 0,0-0,2 | 1,8 | 1,0 | 0,08 | 15 | 1,70 | 5,4 |

⁽¹⁾ Amostragem realizada em setembro de 2006. ⁽²⁾ Profundidade

^(*) P disponível (Mehlich-1). ^(**) C orgânico (Walkey-Black) x 1,72.

Em 11/09/2006, a área recebeu uma aplicação basal de 1000 kg/ha de calcáreo dolomítico, em cobertura, seguida de gradagem para incorporação. Os tratamentos consistiram em cinco doses de N-uréia (0; 150; 300; 450 e 600 kg/ha), arranjados segundo um delineamento em blocos casualizados, com oito repetições. Cada parcela ou unidade experimental foi representada por um canteiro com 16m² de área total (4 x 4 m). A área útil para avaliações experimentais foi o quadrado central, com área de 4,0 m², considerando-se uma bordadura de 1 m (Figura 1, cap.1). A distância entre cada unidade experimental dentro de bloco foi de 2m, e a largura da rua de circulação entre blocos 3 m.

O plantio foi realizado no dia 3/11/2006, utilizando-se estolões enraizados de capim, em sulcos espaçados de 1,0 m (cinco linhas e quatro entrelinhas). Previamente ao plantio, as parcelas receberam 150 Kg P₂O₅/ha (superfosfato simples), aplicado no fundo do sulco (aproximadamente, 0,1 m de profundidade), onde o adubo era misturado com terra, a fim de evitar o seu contato direto com as mudas.

O N, na forma de uréia (solução aquosa) foi aplicado em duas parcelas. Uma primeira metade foi aplicada no dia 5 de fevereiro 2007 (aos 94 dias após plantio, DAP), doze dias após o corte de uniformização (altura de corte: 0,1 m), e a metade restante, aos 139 DAP, doze dias após o primeiro corte experimental. As parcelas receberam uma aplicação basal de KCl, na dose de 600 kg/ha, aplicado parceladamente, junto com as doses de N, de forma a eliminar diferenças de disponibilidade desses elementos.

Foram feitas coletas aos 43, 37, 36 e 42 DAC (primeiro, segundo, terceiro e quarto cortes, respectivamente), para avaliação da massa total. Para tal, a massa verde contida dentro de um quadrante com 0,25 m² de área interna, lançado ao acaso sobre a área útil da parcela, foi cortada a uma altura de 0,1 m. Posteriormente ao corte, o material foi levado a uma bancada à sombra, onde após a remoção de invasoras foi fracionado em lâminas foliares, colmos + bainhas e material senescente. Durante o fracionamento, o material cortado era mantido em geladeira, a 8° C para minimizar possíveis perdas de matéria seca. A massa fresca de cada componente foi pesada em balança de precisão e posta a secar em estufa de ventilação forçada (60±5 °C; 72 horas), para a obtenção da matéria seca. Com base nessas pesagens foi determinado o quociente massa seca/massa fresca (expresso como %) de cada uma das frações. Foi determinada ainda, a relação F/C (massa seca de folhas/massa seca de colmos), após cada ciclo de crescimento. A produção de massa seca de cada componente foi obtida através do produto da massa verde (g/m²) pelo seu percentual de massa seca, dividido por 100.

Em seguida, as amostras de folhas verdes e de colmos foram moídas em moinho tipo Wiley, provido com peneira de 1 mm de diâmetro para determinação do teor de nitrogênio total (NT, AOAC, 1990), corrigido com base na MS a 105 °C. O acúmulo de N na fitomassa foi obtido através do produto da massa seca (kg/ha) pela concentração de N (% NT) dividido por 100.

A eficiência de uso do N (kg de MS/kg de N) foi determinada através do quociente entre massa seca produzida (folhas, colmo e total, em kg MS/ha) e o acúmulo de N na respectiva fração (kg N/ha).

Os dados de massa verde e seca, relação F/C e acúmulo de N foram submetidos à análise de variância, para verificar diferenças estatísticas entre tratamentos, épocas de corte e a correspondente interação entre esses fatores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produção de Massa Verde e Seca Total

Na figura 1 são mostrados os valores correspondentes às massas de forragem obtidas nos respectivos cortes, em função dos níveis de N aplicados.

Para a produção da massa verde total (Figura 1A), a ANOVA revelou efeitos significativos para os fatores adubação nitrogenada ($p < 0,00001$) e época ($p < 0,00001$), assim como para a sua interação ($p = 0,001$). No desdobramento da interação, estudando doses de N dentro de cada época, foi observado efeito significativo ($p < 0,00001$ na chuva e $p < 0,0264$ na seca) da adubação nas duas épocas. Subsequentemente, a análise de regressão evidenciou efeitos quadráticos significativos para as doses de N em ambas as épocas (Figura 1A). Dentro da estação chuvosa, os rendimentos em MVT (kg/ha) tenderam à estabilização acima de 450 kg N/ha, com uma produção da ordem de 13,5 t/ha. Já na época seca, como era de se esperar, os rendimentos resultaram muito menores, tendo o N um efeito muito mais restrito, como pode ser aferido pela comparação dos coeficientes linear e quadrático das respectivas equações de ajuste.

No relativo à produção de massa seca total da parte aérea (MST), a análise de variância revelou significância para os fatores adubação nitrogenada ($P < 0,00001$) e época ($p < 0,00001$), assim como para a interação dose x época ($p = 0,0001$). No desdobramento da interação, estudando doses de N dentro de cada época, foi observado efeito significativo nas épocas chuvosa ($p < 0,00001$) e na seca ($p < 0,0369$). As respectivas curvas de regressão, ambas com componente quadrático significativo, mostraram que, sob disponibilidade ampla de água, a taxa de incremento da MS em função do N tomou-se nula ($dMST / dN = 0$) com 501 Kg de N-uréia, enquanto que sob dessecação progressiva do solo, não existe valor máximo dentro da faixa aplicada, sendo que seriam necessários 940 kg N/ha para se atingir menos de duas toneladas de MS por hectare (Figura 1B).

As produções de matéria seca encontradas no presente trabalho são inferiores a alguns resultados citados na literatura (CECATO, 1996; VILELA e ALVIM, 1998; TONATO, 2007). Isso pode ter ocorrido porque os dois cortes da época das chuvas foram realizados no período de 24/01 a 17/04/2007, curto período de avaliação quando comparado com a literatura citada.

Ribeiro et al. (1998), Alvim et al. (1999) e Menegatti et al. (2002), também observaram aumentos na produção de matéria seca, com a elevação da dose de adubo nitrogenado. No entanto, estes autores obtiveram resposta linear positiva para esta variável.

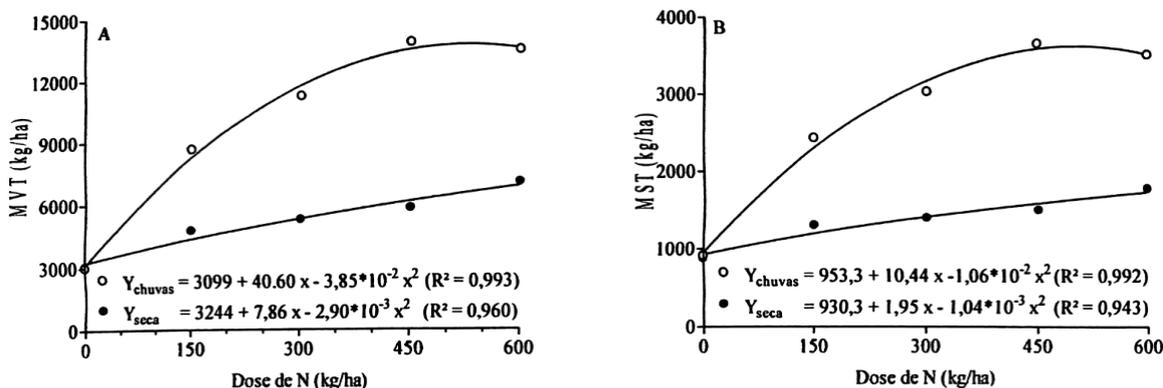


Figura 1. A: Produção de massa verde total (MVT) ou B: produção de massa seca total (MST) do capim Tifton 85 em resposta a doses de N e épocas de aplicação. ○: fevereiro - maio de 2007; ●: maio - julho de 2007.

Vilela e Alvim (1998) relataram que os capins Tifton 68 e Tifton 85, submetidos a cinco doses de N (0, 100, 200, 400 e 600 kg/ha/ano) e a três frequências de corte, apresentaram resultados semelhantes, quanto à produção de matéria seca. 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); e para o Tifton 85, a produção de MS variou linearmente entre 1,9 e 17,8 t/ha (nas chuvas) e de 0,7 a 5,8 t/ha (na seca), de acordo com a dose de N aplicada (0 ou 600 kg/ha), e o intervalo de corte.

Destaca-se, no presente caso, que o baixo valor de MST obtido na ausência da adubação nitrogenada, evidencia a importância deste nutriente para que esta gramínea expresse seu potencial.

3.1.1 Produção de massa seca de folhas e colmos

A produção de massa seca nas frações folha (MSF) e colmo (MSC) variaram em função da adubação nitrogenada ($p < 0,00001$) e época ($p < 0,00001$), existindo interação entre esses fatores ($p = 0,0001$). No desdobramento das interações, estudando doses de N dentro de cada época, foi observado, para MSF efeito ($p < 0,05$) da adubação nas duas épocas, e para a fração colmo apenas na época das chuvas, sendo os resultados ajustados por meio de regressão quadrática (Figuras 2A e B). Houve tendência à estabilização dos níveis de produção de massa seca de folhas e colmos a partir da dose 450 kg/ha de N (Figura 2A).

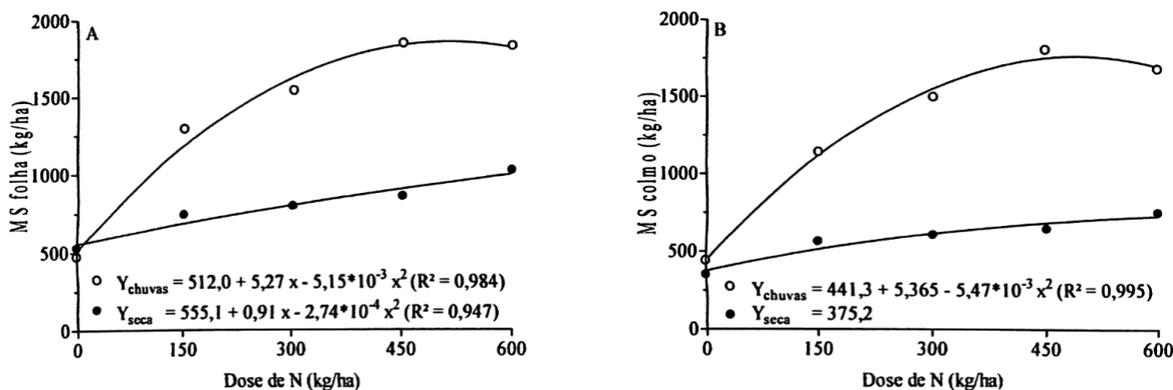


Figura 2. A: Produção de massa seca de folha (MSF) ou B: produção de massa seca de colmo (MSC) do capim Tifton 85 em resposta a doses de N e épocas de aplicação. ○: fevereiro - maio de 2007; ●: maio - julho de 2007.

3.2 Relação Folha:Colmo

A relação folha: colmo (F:C) é uma variável de grande importância para a nutrição animal e para o manejo das plantas forrageiras. A alta relação folha:colmo representa forragem de maior teor de proteína e fósforo e menor teor de fibra, aumentando a digestibilidade e o consumo (GOMIDE e QUEIROZ, 1994).

No presente estudo, a relação F:C variou ($P < 0,05$) apenas em função da época, sendo maior no período seco do que no período chuvoso ($1,46 \pm 0,29$ vs. $1,10 \pm 0,17$ g/g, respectivamente). Esta menor relação F:C no período chuvoso foi uma consequência do maior crescimento do dossel, com aumentos na proporção de folha e de colmo. Já no período seco, menor crescimento significou menor altura do dossel, e com isso, menor massa seca do colmo (Figura 12) o que contribuiu para elevar a relação. Basso et al. (2007) estudando as respostas do Tifton 85 à adubação nitrogenada, em experimento conduzido em Ilha Solteira, SP, durante a estação chuvosa, obtiveram valores de F:C de 1,73; 1,85; 1,79 e 2,29 para aplicações de N-uréia entre 0 e 90 kg/ha. Em outro tipo de experimento, conduzido em Maringá, PR, Gonçalves et al. (2002) observaram, em pastagens de Tifton-85 adubadas com 80 kg/ha de N-uréia, e submetidas a cortes com intervalos de 42 dias, que as relações F:C variaram de 0,59 no verão, para 3,06 no outono, caindo para 1,39 no inverno. Tomados em conjunto, esses resultados indicam que o Tifton 85 aparentemente possui uma elevada plasticidade fenotípica para este importante atributo do dossel, em vista da amplitude e diversidade de resultados encontrados na literatura.

3.3 Teores de Nitrogênio Total

Houve efeito ($P < 0,00001$) das doses de N e da época de corte ($P < 0,0014$) sobre os teores de N total (NT) de lâminas foliares, não existindo interação significativa ($p = 0,0665$). Na fração colmo houve apenas efeito significativo para doses de N ($p < 0,00001$), não havendo significância para época ($p = 0,8802$) e para a interação ($p = 0,0584$).

Foi observado efeito linear positivo da adubação nitrogenada sobre os teores de N, particularmente nas folhas, tanto no período de chuvas quanto no período seco (Figura 3A). Já os teores de N nos colmos resultaram independentes das condições climáticas, porém refletindo ainda um efeito moderado da adubação nitrogenada (Figura 3B).

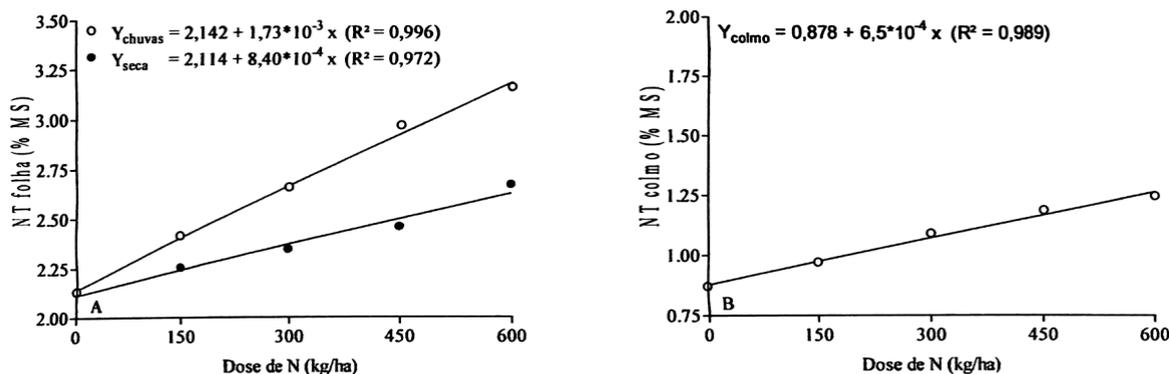


Figura 3. Teores de nitrogênio total (NT) na folha e no colmo do capim-Tifton 85 em função das diferentes doses de N.

A distribuição do N entre folhas e colmos está fortemente ligada as suas funções nos tecidos desses órgãos. Assim, como uma parte substancial do N foliar está na forma de enzimas fotossintéticas, há uma maior concentração de N nas folhas do que nos colmos, sendo que nestes últimos, como já observado, teor de N não resultou alterado pela oscilação climática sazonal (Tabela 2).

Tabela 2. Médias e respectivos desvios padrão dos teores de nitrogênio total na folha (NTF), nitrogênio total no colmo (NTC), nas diferentes épocas.

| Época | Nitrogênio total (%MS) | |
|--------|------------------------|---------------|
| | Folha | Colmo |
| Chuvas | 2,66 ± 0,46 a | 1,07 ± 0,34 a |
| Seca | 2,37 ± 0,20 b | 1,08 ± 0,18 a |

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste F ($P > 0,05$).

3.4 Acúmulo de N na Fitomassa.

O acúmulo de N na fitomassa de folhas (N_F) e de colmos (N_C) variou em função da adubação nitrogenada ($p < 0,00001$); da época de corte ($p < 0,00001$) e da interação entre estes fatores ($p < 0,001$). O desdobramento da interação para N_F indicou haver efeito significativo das doses de N nas duas épocas, ($p < 0,00001$) na chuva e $p < 0,05$ na seca. Para N_C , o desdobramento da interação indicou efeito significativo apenas na época das chuvas ($p < 0,00001$).

A partir dos resultados da ANOVA, os dados foram ajustados por meio de regressão, obtendo-se as relações lineares mostradas na figura 4.

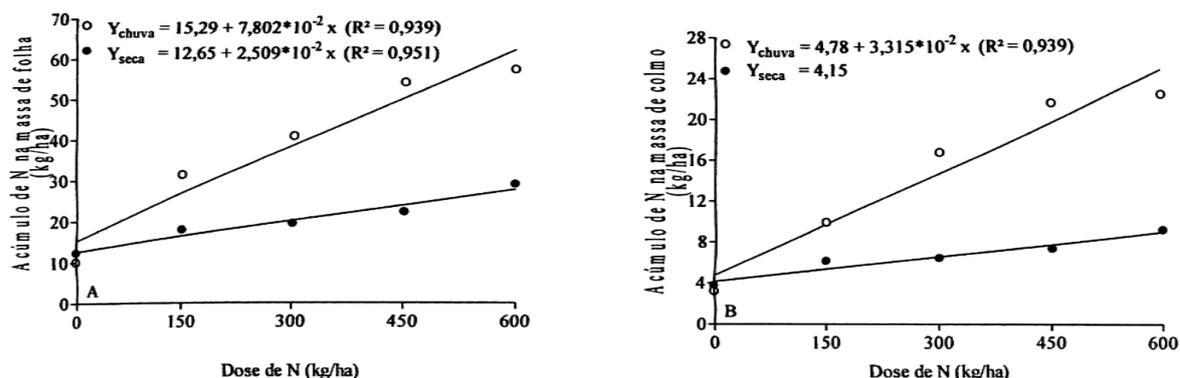


Figura 4. Acúmulo de N na fitomassa (kg/ha) nas frações folha (5A) e colmo (5B), nos períodos da chuva (○) e da seca (●), em função das diferentes doses de N.

O acúmulo de N nas folhas na época chuvosa, triplicou em relação à verificada na seca (0,078 vs. 0,025 kg N_F / kg N-uréia) e é explicável pelo efeito direto do adubo na concentração de N foliar (Tabela 2), e pelo indireto, sobre a biomassa de folhas (Figura 2A).

Todavia, uma explicação mais precisa desses efeitos requer considerações. Assim, de acordo a Jeuffroy et al. (2002), a absorção de N na planta é controlada por dois grupos de fatores: os relacionados à concentração de N-NO₃ na solução do solo e os relacionados ao crescimento da planta, ou seja, à sua demanda metabólica. Segundo esse modelo, quando a concentração de NO₃ na solução do solo é baixa, a planta investe o N absorvido somente em morfogênese. Com o aumento progressivo da disponibilidade externa do nutriente, o N absorvido é investido na promoção das estruturas foliares metabolicamente ativas (área foliar). Por essa razão, existe normalmente uma relação bastante ajustada entre o IAF e a absorção de nitrogênio (SINCLAIR e HORIE, 1989; BELLOW, 1995; FERNANDES e ROSSIELLO, 1995; GASTAL e LEMAIRE, 2002). No presente casos, os sucessivos cortes, sempre associados à alta desfolhação, devem acarretar modificações adicionais na distribuição interna do N absorvido e do N previamente acumulado como reserva em rizomas e raízes, de forma similar ao que foi observado com a absorção e utilização do N em *Lolium perenne*, em resposta à intensidade e frequência de desfolha (LESTIENNE et al., 2006).

A figura 5 mostra o N total acumulado na parte aérea. O acúmulo de N variou em função da adubação nitrogenada ($p < 0,00001$); da época de corte ($p < 0,00001$) e da interação entre estes fatores ($p = 0,0001$). O desdobramento da interação indicou haver efeito significativo das doses de N nas duas épocas, ($p < 0,00001$, chuva) e ($p < 0,05$, seca).

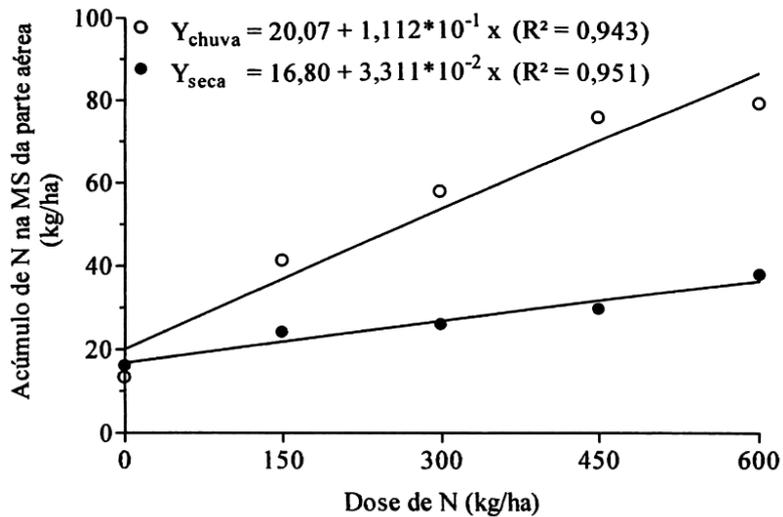


Figura 5. Acúmulo de N na fitomassa (kg/ha) da parte aérea nos períodos da chuva (○) e da seca (●), em função de doses de N.

3.5 Eficiência de Utilização do N Pela Parte Aérea

A figura 6 apresenta a EUN pela parte aérea do capim Tifton 85 sob doses de N nas duas épocas estudadas. Não foram encontradas diferenças significativas para os fatores estudados ($p = 0,155$, para dose de N e $p = 0,491$, para estação de crescimento), tal como indicam os valores médios de $54,7 \pm 9,7$ e $52,2 \pm 3,5$ kg MSPA/kg N, para os cortes de março-abril ou maio-julho, respectivamente. Esse é um resultado pouco comum, se comparado a valores constantes na literatura, embora as poucas referências encontradas se refiram à eficiência de uso externa, ou seja, à eficiência de uso do fertilizante. Gomide (1989) relatou variação na eficiência de resposta da ordem de 7,0kg a 42,6kg de MS/kg de N aplicado.

Os presentes resultados podem ser comparados mais diretamente com os dados de Magiero (2004), que trabalhando com *Brachiaria humidicola* em Planossolo, com doses de N entre 0 e 400 kg/ha, obteve valores entre 99,8 e 61,4 kg MSPA/kg N absorvido, para a dose máxima e mínima respectivamente. Ou seja, nesse trabalho, a EUN mostrou uma redução progressiva com o aumento da dose de N-uréia aplicada, situação que, como mencionado, não se verificou no presente caso. Serão necessárias novas pesquisas, mais diretamente ligadas ao balanço do N no sistema solo-planta, para determinar se esses padrões diferenciais expressam, de fato, comportamentos genotípicos diferenciados ou decorreram de outros fatores ligados à dinâmica do N no solo.

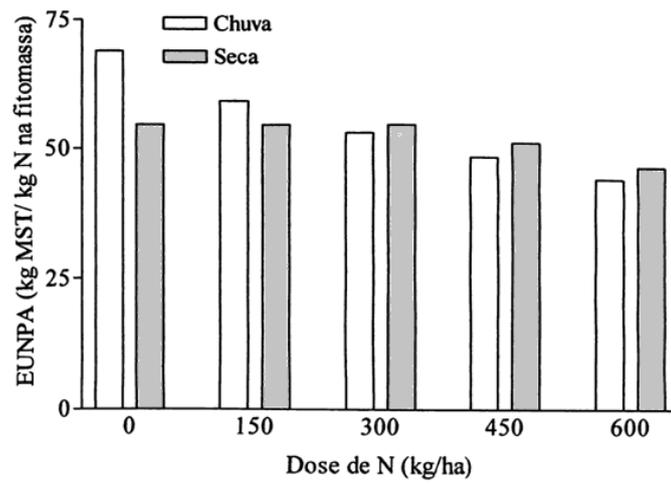


Figura 6. Eficiência de utilização do N pela parte aérea (EUNP A) da pastagem de Tifton 85 em função de diferentes doses de N e da época do corte.

4 CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada no capim Tifton 85 aumentou a produção de massa de forragem, de folhas e colmos tanto na época chuvosa quanto na seca. A aplicação de nitrogênio também aumentou os teores de N nas plantas. Por outro lado, a adubação nitrogenada, *per se*, não modifica a partição da massa seca produzida entre folhas e colmos nem influencia a eficiência com a qual a pastagem produz massa seca por unidade de nitrogênio acumulado na sua fitomassa.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, M.J., XAVIER, D. F., VERNEQUE, R. S., BOTREL, M. DE A. Resposta do Tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalo de cortes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 2345-2352, 1999.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. Vol. I. 15th ed., Arlington, Virginia, USA, 1117p., 1990.
- BASSO, F.C.; ISEPON, O.J.; LIMA F, R.R.; CANGANI, M.T.; LODO, B.N. Avaliação do rendimento e qualidade de massa seca de dois cultivares de Cynodon submetidos a doses de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. 1 CD ROM.
- BELLOW, F.E. Nitrogen metabolism and crop productivity. In: PESSARAKLI, M (Ed.). **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekker Inc. p. 275-301. 1995.
- 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.114116.
- ENGELS, C. & MARSCHNER, II. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: P.E, Bacon. (Ed). **Nitrogen fertilization in the enviroment**. New York: Marcel Dekker, Inc. 1995. p. 41-81.
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York: Marcel Dekker, Inc. 1991. 476 p.
- FERNANDES, M. S., ROSSIELLO, R. O. P. Mineral nitrogen in plant physiology and plant nutrition. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.14, p.111-148, 1995.
- GASCHO, G.J.; ANDERSON, D.L.; OZAKI, H.Y. Cultivar dependent sugarcane response to nitrogen. **Agronomy Journal**, Madison, 78: 1064-1069, 1986.
- GASTAL, F.; LEMAIRE, G. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, n. 370, p. 789799, 2002.
- GERLOFF, G.C. Plant efficiency in th e use of nitrogen, phosphorus and potassium. In: WRIGHT, M.J., ed. **Plant adaptation to mineral stress in problem soils**. Cornell University Agric. Exp. Sth., Ithaca, New York, 1976. p. 163-173.
- GOMIDE, J. A. Aspectos biológicos e econômicos da adubação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 1, 1989, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 1989. p.237-270

GOMIDE, J. A., QUEIROZ, D. S. Valor alimentício das brachiárias. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 16, Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.223-248, 1994.

GONÇALVES, D. G., et al. Produção e valor nutritivo de gramíneas do gênero *Cynodon* em diferentes idades ao corte durante o ano. Rev. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 24, n. 4, p. 1163-1174, 2002.

ISHIKAWA, T.; SUBBARAO, G.V.; ITO, O. et al. Suppression of nitrification and nitrous oxide emission by the tropical grass *Brachiaria humidicola*. **Plant and Soil**, v. 255, p. 413-419, 2003.

JEUFFROY, M.H.; NEY, B.; OURRY, A. Integrated physiological and agronomic modelling of N capture and use within the plant. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, p. 809-823, 2002.

LATA, J.C.; DEGRANGE, V.; RAYNAUD, X. MARON, P. A; LENS, R.; ABBADIE, L. Grass populations control nitrification in savanna soils. **Functional Ecology**, v. 18, p. 605-611, 2004.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: Hodgson, J., Illius, A.W. (Ed.) **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.3-36.

LESTIENNE, F.; THORNTON, B.; GASTAL, F. Impact of defoliation intensity and frequency on N uptake and mobilization in *Lolium perenne*. **Journal of Experimental Botany**, Vol. 57, No. 4, pp. 997-1006, 2006.

MAGIERO, J. Q. **Estratégias de manejo da adubação nitrogenada e potássica em uma pastagem de *Brachiaria humidicola*, estabelecida em Planossolo da Baixada Fluminense, durante a estação chuvosa**. Seropédica: UFRRJ, 2004. 73p. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia).

MENEGAITI, D.P.; ROCHA, G.P.; FURTINI NETO, A.E.; MUNIZ, J.A. Nitrogênio na produção de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta de três gramíneas do gênero *Cynodon*. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.26, n.3, p.633-642, mai./jun., 2002

MILLARD, P. The accumulation and storage of nitrogen by herbaceous plants. **Plant Cell Environ.** v.11, p. 1-8, 1988.

RIBEIRO, K. G., PEREIRA, O. G., GARCIA, R., et al. Rendimento forrageiro e valor nutritivo do capim Tifton 85, em três frequências de corte sob diferentes doses de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu : SBZ, 1998, p.542-544.

ROSSIELLO, R.O.P. **Bases fisiológicas da acumulação de nitrogênio e potássio em cana-de-açúcar (*Saccharum spp*, CV. NA 56-79) em resposta a adubação nitrogenada em cambissolo**. 1987. Tese (doutorado em agronomia — Solos e nutrição de plantas). ESALQ-USP. Piracicaba, 1987. p.172.

ROSSIELLO, R.O.P.; MAGGIERO, J.Q.; ALVES, B.R.; RIBEIRO, R.C.; COSTA, R.G., MILAN J.R. Ampla predominância de N-amônio sobre N-Nitrato em Planossolo da Baixada Fluminense, RJ, sob pastagem de Brachiaria humidicola. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. 1 CD ROM.

SINCLAIR, T.R.; HORIE, T. Leaf nitrogen, photosynthesis and crop radiation use efficiency: a review. **Crop Science**. v.29:90-98. 1989.

TONATO, F.; PEDREIRA, C.G.S.; MORENO, L.S.B.; PEDREIRA, B.C. Produtividade e distribuição estacional da produção de cinco gramíneas do gênero Cynodon sob manejo intensivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. 1 CD ROM.

VENDRAMINI, J.M.B.; SILVEIRA, M.L.A.; DUBEUX Jr.; J.C.B. & SOLLENBERGER. Environmental impacts and nutrient recycling on pastures grazed by cattle. **Rev. Bras. Zootec.**, v.36, suplemento especial, p. 139-149, 2007.

VILELA, D, ALVIM, M. J. Manejo de pastagens do gênero Cynodon: Introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 15, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba : FEALQ, 1998. p.23-54.

CAPÍTULO III

VALIDAÇÃO DE ATRIBUTOS DO DOSSEL COMO ESTIMADORES INDIRETOS DO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR E DA PRODUÇÃO DE MASSA SECA

RESUMO

Foram avaliados procedimentos indiretos para a estimativa da relação funcional entre as massas verde e seca e o índice de área foliar da pastagem. Foram estudados a frequência de ocorrência e o índice de cobertura verde como sucedâneos do IAF, utilizando-se correlação simples. O estudo foi realizado no campo experimental da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, município de Seropédica-RJ, em área de ocorrência de Planossolo. Cada unidade experimental foi composta de uma parcela com 16 m², com área central útil de 4 m². Os tratamentos consistiram de cinco doses de N (0; 150; 300; 450 e 600 kg N-uréia/ha) arrançados em um desenho experimental de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcela dividida. As características consideradas foram a frequência de ocorrência de plantas, o índice de cobertura verde (ICV), o índice de área foliar (IAF) e as produções de massa verde e seca (MVT e MST), obtidas em quatro cortes seqüenciais, entre os meses de fevereiro e julho de 2007. Observou-se uma correlação altamente significativa entre a MVT e MST e o IAF ($r=0,947$ e $0,948$, respectivamente). Os coeficientes de correlação obtidos entre frequência de ocorrência e ICV com o IAF foram de $0,802$ e $0,748$, respectivamente. Finalmente considerando-se a correlação entre os atributos indiretos e a produção de biomassa verde e seca, os valores de r foram $0,848$ e $0,796$, para frequência, e $0,689$ e $0,668$, para o ICV. Este estudo exploratório mostrou a existência de um grau de associação significativo entre as estimativas de atributos do dossel ligados à área foliar e a produção de forragem. Todavia, são necessários estudos adicionais para melhorar a confiabilidade e acurácia de tais estimativas.

Palavras-chave: *Cynodon* spp. Estimativa indireta. Frequência de ocorrência de plantas. Índice de área foliar. Índice de cobertura verde. Massa de forragem.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate indirect procedures for estimate the functional relation between the green and dry mass and the LAI. The occurrence frequency (OF) and the green covering index (GCI) were tested as LAI substitutes using simple correlation procedure. The study was developed in the experimental center of the Rio de Janeiro Federal Rural University, district of Seropedica-RJ, in area of Planosol occurrence. The treatments consisted of five doses of N (0; 150; 300; 450 and 600 kg N-urea/ha) arranged in an experimental design randomized complete of blocks, with four replications, in split plot outline. Each experimental unit had 16 m², with an effective central area of 4 m². The variables GCI, LAI, and the production of green and dry mass (TGM and TDM) were obtained in four sequential cuts, between the months of February and July of 2007. A highly significant correlation was observed between MVT and MST with LAI ($r = 0.947$ and 0.948 ; respectively). The correlations coefficients between FO and GCI with LAI were $r = 0.802$ and 0.748 , respectively. Finally being considered the correlation between the indirect attributes and the production of green and dry biomass, the r values were, respectively, 0.848 and 0.796 to FO; and 0.689 and 0.668 for GCI. This exploratory study showed a significant association degree among the canopy attributes estimates associated to the leaf area and the forage production. Though, additional studies are necessary to improve the reliability and accuracy of this estimates.

Key words: *Cynodon* spp. Frequency of occurrence. Forage mass. Green cover index. Leaf area index. Indirect estimating.

1 INTRODUÇÃO

Em países de clima temperado, os estudos sobre as relações entre forma e função de tecidos e órgãos das plantas forrageiras encontram-se em estado avançado, assegurando uma base sólida para a formulação de estratégias de manejo de pastagens e do pastejo (LEMAIRE e AGNUSDEI, 1999; SBRISSIA e DA SILVA, 2001; DA SILVA e NASCIMENTO Jr., 2007). Um aspecto importante desses estudos diz respeito à correlação entre a interceptação de luz pelo dossel forrageiro e a sua estrutura (LUDLOW, 1978; LEMAIRES e CHAPMAN, 1996; DA SILVA e CORSI, 2003).

Para forrageiras tropicais, estudos com esse enfoque vêm sendo realizados, desde 1995, apresentando resultados satisfatórios, verificando-se que as forrageiras tropicais, assim como as temperadas, modificam a forma de crescimento das plantas, em função da intensidade de desfolhação e do desenvolvimento do dossel forrageiro, ou seja, da interceptação da radiação solar incidente (CARVALHO et al., 2007; DA SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

A produção e o acúmulo de biomassa podem ser explicados como produto de uma inter-relação entre a taxa de assimilação fotossintética e a utilização constante dos produtos da fotossíntese ao nível dos sítios metabólicos ativos da planta, representados pelas regiões meristemáticas (ROBSON et al., 1988). Dentro deste contexto, o N é um dos nutrientes que mais contribuem para a produtividade das pastagens, uma vez que o aumento da sua disponibilidade interfere positivamente sobre a expressão dos atributos morfofisiológicos formadores da produção (WILSON, 1975; MILLARD et al., 1990).

Nos últimos anos, tem ganhado destaque os estudos sobre a parametrização de atributos estruturais e nutricionais dos dosséis vegetais através de técnicas espectralradiométricas próprias do sensoriamento remoto ou proximal (SCURLOCK e PRINCE, 1993; DAUGHTRY et al., 2000; SUNAGA et al., 2006; ZHAO et al., 2007). Todavia, a validação dessas novas abordagens, no caso das pastagens, requer o prévio conhecimento dos padrões de variabilidade espacial e temporal de importantes atributos estruturais dos dosséis, como o Índice de área foliar (IAF) e o acúmulo de biomassa (SUNAGA et al., 2006). Além da mensuração do IAF, é importante saber também, a sua distribuição espacial no volume do relvado. Para tal, são necessários métodos rápidos, confiáveis e não onerosos de estimativa da área foliar.

Uma possibilidade é a utilização de correlações entre o IAF e outras propriedades do dossel como a interceptação de radiação solar, o acúmulo de biomassa verde ou algum indicador de cobertura vegetal. Com relação a este último atributo, a captura de imagens, tomadas verticalmente sobre o relvado, com o auxílio de câmara digital, e posterior análise através de softwares especializados, é uma possibilidade ainda não explorada em pastagens. Estudos preliminares, em coberturas formadas por consórcio entre *Brachiaria humidicola* e *Desmodium ovalifolium*, tem mostrado resultados promissores, tanto para estimativa indireta da área foliar como da biomassa verde e seca (RIBEIRO, 2006).

Considerando-se o exposto, esse trabalho objetivou estudar as possíveis relações do IAF com: produção de massa verde (MVT) e seca (MST); frequência de ocorrência e o ICV. Adicionalmente, foram estudadas relações entre a MVT e a MST com a frequência de ocorrência e o índice de cobertura verde (ICV). Em todos os casos, procuraram-se aquelas associações que apresentassem melhor coeficiente de correlação simples entre elas, visando identificar alternativas para a estimativa indireta do IAF e a produção de biomassa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado nas dependências da Estação para Pesquisas Parasitológicas “Wilhelm Otto Neitz” do Instituto de Veterinária da UFRRJ (22°45’ S, 43° 41’ W, 33 m.s.n.m), em área de ocorrência de Planossolo Háplico, textura superficial arenosa.

Uma análise da camada superficial (0-0,2 m) desse solo revelou as seguintes propriedades químicas (Tabela 1):

Tabela 1. Algumas propriedades químicas da camada arável do solo da área experimental⁽¹⁾

| ⁽²⁾ Prof. (m) | Ca ²⁺ (cmolc/dm) | Mg ²⁺ (cmolc/dm ³) | K ⁺ (cmolc/dm ³) | P (*) (mg/dm ³) | M.O. ^(**) (g/kg) | pH (água,1:2,5) |
|-----------------------------|--------------------------------|--|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 0,0-0,2 | 1,8 | 1,0 | 0,08 | 15 | 1,70 | 5,4 |

⁽¹⁾Amostragem realizada em setembro de 2006. ⁽²⁾ Profundidade

(*) P disponível (Mehlich- I). (**) C orgânico (Walkey-Black) x 1,72.

Em 11/09/2006, a área recebeu uma aplicação basal de 1000 kg/ha de calcáreo dolomítico, em cobertura, seguida de gradagem para incorporação. Os tratamentos consistiram em cinco doses de N-uréia (0; 150; 300; 450 e 600 kg/ha), arranjados segundo um delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Cada parcela ou unidade experimental foi representada por um canteiro com 16m² de área total (4 x 4 m). A área útil para avaliações experimentais foi o quadrado central, com área de 4,0 rd, considerando-se uma bordadura de 1,0 m. A distância entre cada unidade experimental dentro de bloco foi de 2,0 m, e a largura da rua de circulação entre blocos 3,0 m.

O plantio foi realizado no dia 3/11/2006, utilizando-se estolões enraizados de capim, em sulcos espaçados de 1,0 m (cinco linhas e quatro entrelinhas). Previamente ao plantio, as parcelas receberam 150 Kg P/ha (superfosfato simples), aplicado no fundo do sulco, onde o adubo era misturado com terra, a fim de evitar o seu contato direto com as mudas.

O N, na forma de uréia (solução aquosa), foi aplicado em duas vezes. A primeira metade foi aplicada em cinco de fevereiro de 2007 (94 dias após plantio, DAP), doze dias após o corte de uniformização (altura de corte: 0,1 m), e o restante, aos 139 DAP, doze dias após o primeiro corte experimental. Junto com as doses de N, as parcelas receberam uma aplicação total de KCl, na dose de 600 kg/ha.

Foram feitas coletas aos 43, 37, 36 e 42 DAC (primeiro, segundo, terceiro e quarto cortes respectivamente), para avaliação da massa em pé da parte aérea, contida dentro de um quadrante com 0,25 m² de área interna, lançado ao acaso sobre a área útil da parcela.

A massa verde foi cortada manualmente, com o auxílio de um cutelo, a 0,08 m de altura. Subsequentemente, o material foi levado a uma bancada à sombra, onde após a remoção de invasoras, foi fracionado em lâminas foliares, colmos+bainhas e material senescente. Durante o fracionamento, o material cortado era mantido em geladeira, a 8° C para minimizar possíveis perdas de matéria seca. A massa fresca de cada componente foi imediatamente pesada em balança de precisão, e posta a secar em estufa de ventilação forçada (65°C; 72 horas), para a obtenção da correspondente massa seca. A produção de massa seca foi obtida através do produto da massa verde (g/m²) pelo percentual de massa seca, dividido por 100.

As variáveis: frequência de ocorrência de plantas, índice de área foliar (IAF) e índice de cobertura verde (ICV) estudadas no presente capítulo, foram relatadas no capítulo 1. Para efeitos de análise de correlação, cada parcela foi considerada um ponto amostral. Foi determinado o coeficiente de correlação linear (Pearson) para cada corte isoladamente, assim como para os quatro cortes combinados e o seu correspondente nível de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1(A e B) estão representadas as associações entre a massa verde (MVT) e a massa seca (MST) da parte aérea e os correspondentes valores de IAF, considerando-se os quatro cortes realizados ($n=80$). Em ambos os casos da relação o valor de r é praticamente idêntico (0,94). Quando se considera a MST, o alto valor de r obtido na combinação dos quatro cortes (0,948) é mantido, ou melhorado quando se considera cada período de crescimento isoladamente: 0,950; 0,964; 0,973 e 0,964 ($p < 0,0001$) para o primeiro, segundo, terceiro e quarto cortes, respectivamente.

As variáveis: frequência de ocorrência de plantas, índice de área foliar (IAF) e índice de cobertura verde (ICV) estudadas no presente capítulo, foram relatadas no capítulo 1. Para efeitos de análise de correlação, cada parcela foi considerada um ponto amostrai. Foi determinado o coeficiente de correlação linear (Pearson) para cada corte isoladamente, assim como para os quatro cortes combinados e o seu correspondente nível de significância.

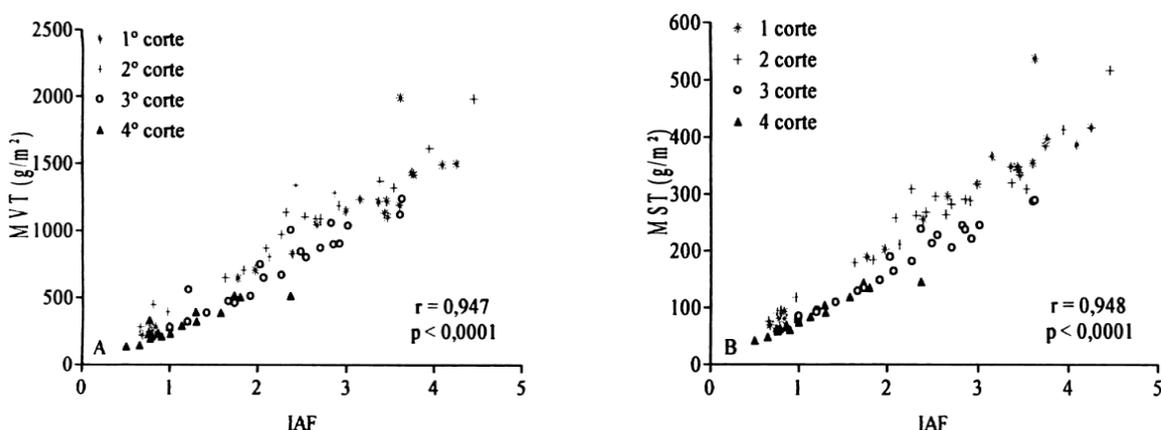


Figura 1. Correlação entre A: massa verde total por unidade de superfície e o IAF; B massa seca total por unidade de superfície e o IAF em pastagem de Tifton 85: Os dados correspondem a quatro cortes combinados ($n = 80$).

Do ponto de vista da produtividade fotossintética da pastagem, a manutenção de altos valores de IAF (via adubação nitrogenada) é o principal requisito para a expressão da produtividade forrageira do Tifton 85. Isto acontece porque a interceptação de luz é um processo dependente da área foliar (NOBEL e LONG, 1988, e Figura 12, Capítulo 1), e o acúmulo de biomassa ($g MS/m^2$) pode ser expresso como o produto do fluxo da radiação fotossinteticamente ativa absorvida (MJ/m^2) pela eficiência de conversão ($g MS/MJ$). Por essa razão, supondo ser o IAF a variável causal das variações em MVT ou MST foi verificada a natureza da relação entre ambas as variáveis. Em ambos os casos, foram verificados, pelo método “*run test*”, que a relação entre MVT ou MST e IAF foi significativamente não linear ($p < 0,001$).

Uma alternativa indireta para se aproximar do IAF do dossel é através da sua relação com a frequência de ocorrência. Estes dois estimadores do dossel se mostraram altamente relacionados, conforme mostra a figura 2.

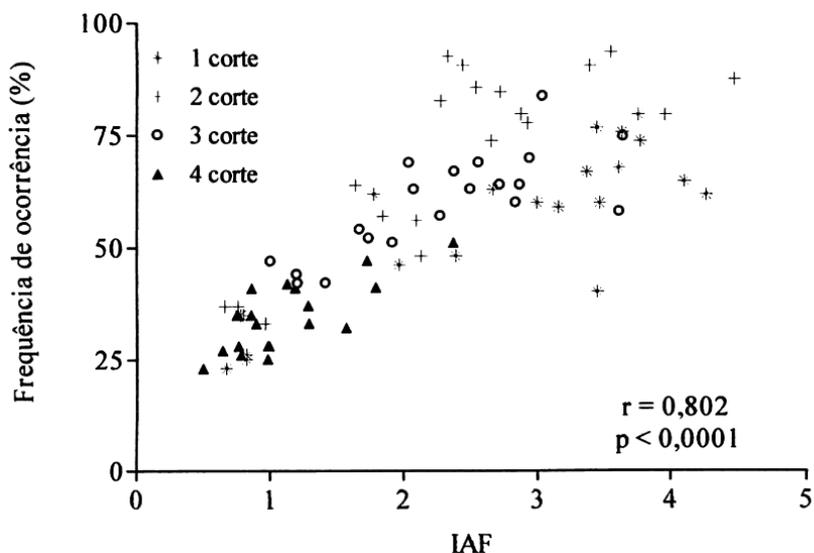


Figura 2. Correlação entre a frequência de ocorrência e o índice de área foliar (IAF) em pastagem de Tifton 85: os dados correspondem a quatro cortes combinados (n=80).

Dada à elevada correlação obtida, considerando-se o conjunto dos dados, foi verificada a possibilidade de se estabelecer uma relação funcional simples entre ambas as variáveis. Para tal, foram selecionados o conjunto de dados relativos à condição IAF < 3,0, e ajustados por regressão linear, obtendo-se a relação:

$$\text{IAF} = -0,08 + 0,035 \text{ Freq (\%)} \quad (R^2 = 0,738; p < 0,0001) \quad [1]$$

Desconsiderando-se o pequeno valor da interceptação, e forçando a regressão pela origem, a equação se reduz a (Figura 3):

$$\text{IAF} = 0,0349 \text{ Freq (\%)} \quad (R^2 = 0,954; p < 0,0001) \quad [2]$$

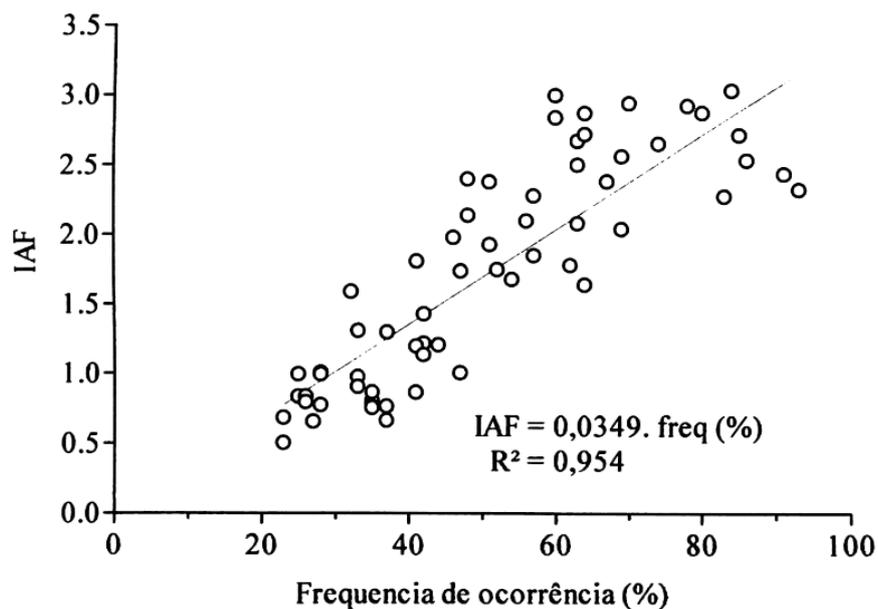


Figura 3. Relação entre o Índice de Área Foliar e a frequência de ocorrência em uma pastagem de Tifton 85.

A equação [2], dada a sua simplicidade estrutural poderia indicar um atalho para a estimativa do IAF, devendo, entretanto ser suplementada com mais observações de forma a reduzir o erro residual. Ter estimativas indiretas, rápidas e confiáveis do IAF é importante para estudos que tratem do aumento da produtividade da pastagem através de práticas de manejo que respeitem os limites ecofisiológicos relativos à interceptação da radiação solar incidente e a eficiência de conversão da radiação assimilada em produtos fotossintéticos.

Foi possível observar também, relações positivas entre os valores do IAF e os correspondentes ICV, tanto dentro de cada época de corte, como quando considerados em conjunto (Figura 4). Os coeficientes de correlação ICV x IAF, para cada época de crescimento, foram os seguintes: 1º corte $r = 0,781$ ($p < 0,0001$); 2º corte $r = 0,740$ ($p < 0,0002$); 3º corte $r = 0,758$ ($p < 0,0001$) e 4º corte $r = 0,689$ ($p < 0,0008$). A forma da relação entre ambas as variáveis parece apoiar as conclusões de Steven et al. (1986), no sentido de que o IAF pode ser estimado de forma simples através do ajuste dos dados de calibração a uma curva tipo Mitscherlich. A figura 4 também indica de que uma relação linear entre ICV e IAF somente pode ser esperada a baixos valores de área foliar.

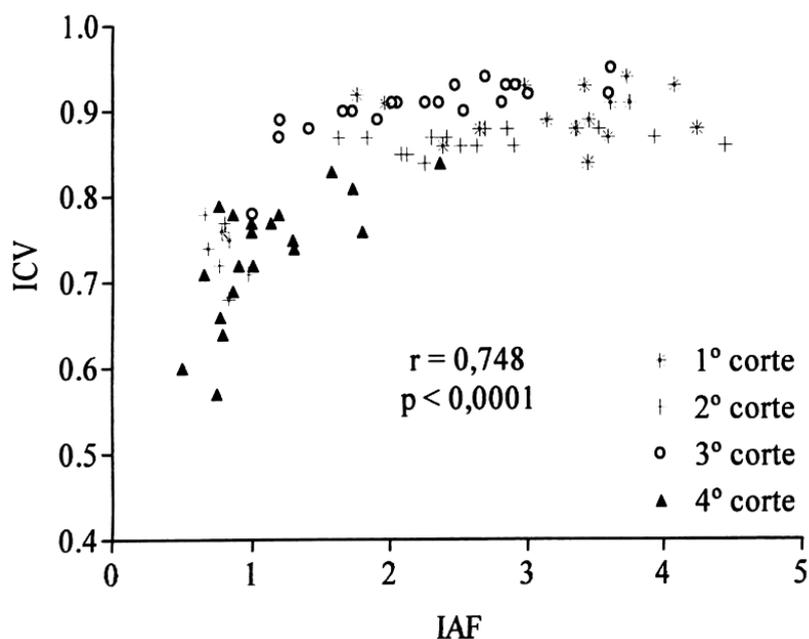


Figura 4. Relação entre o índice de área foliar (IAF) e o índice de cobertura verde (ICV) em pastagem de Tifton 85, em amostragens realizadas no período fevereiro-julho de 2007. Dados combinados de cinco níveis de N e quatro cortes. Cada ponto corresponde a uma observação por parcela.

Dada a boa associação entre a produção de biomassa verde ou seca com o IAF, anteriormente referida, foi suposto que a produção de biomassa também pudesse estar relacionada com a frequência de ocorrência. As figuras 5 e 6 mostram os resultados dessas análises.

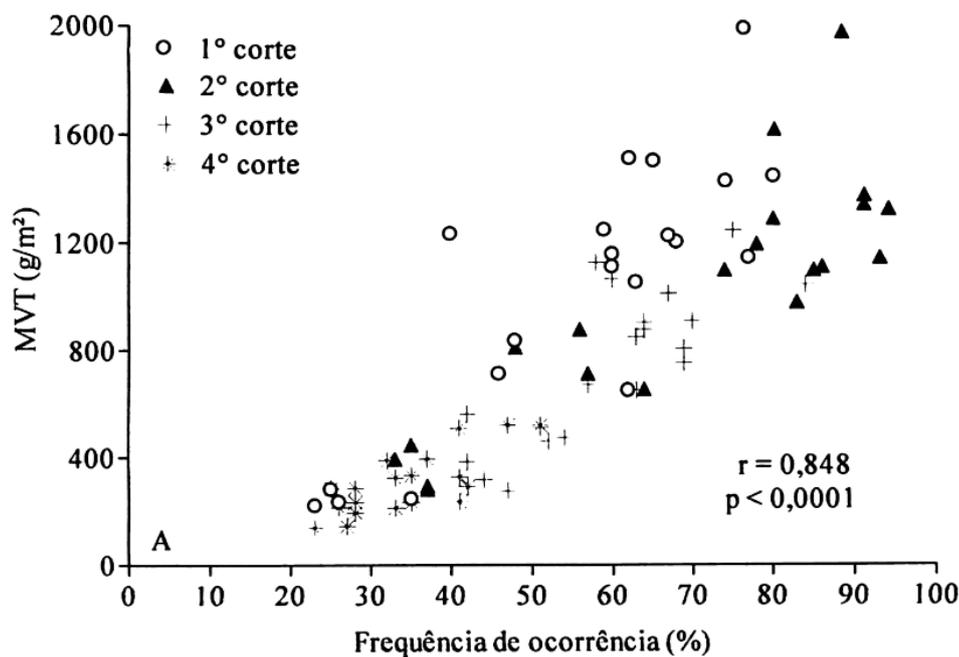


Figura 5. Correlação entre massa verde total por unidade de superfície e a frequência de ocorrência de plantas, em pastagem de Tifton 85. Os dados correspondem a quatro cortes combinados (n =80). Para cada corte, isoladamente, os valores de r (p <0,0001) foram: 0,840; 0,857; 0,790; 0,751 para o primeiro, segundo, terceiro e quarto corte, respectivamente.

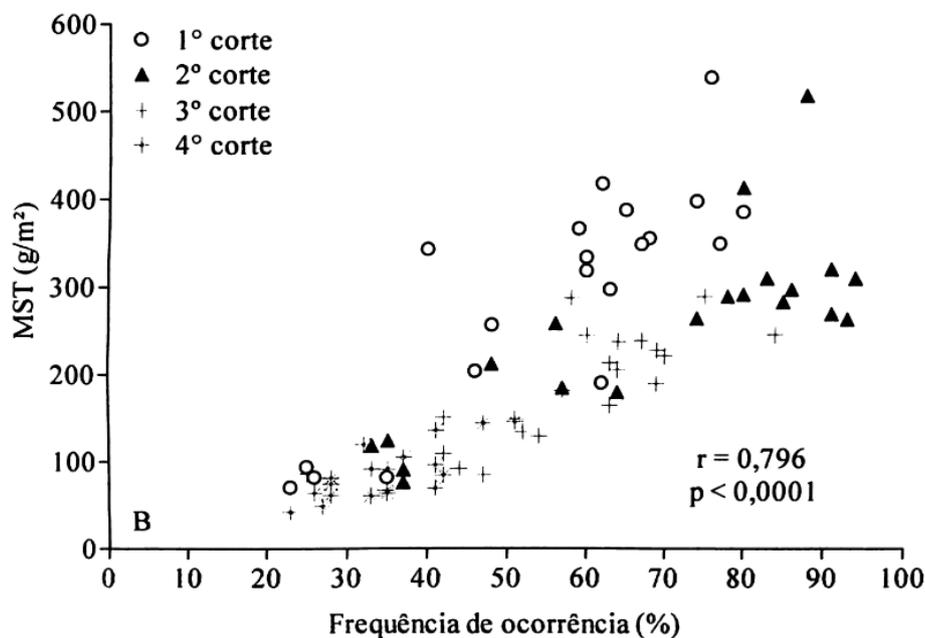


Figura 6. Correlação entre massa seca total por unidade de superfície e a frequência de ocorrência de plantas, em pastagem de Tifton 85. Os dados correspondem a quatro cortes combinados (n =80). Para cada corte, isoladamente, os valores de r (p <0,0001) foram: 0,852; 0,799; 0,772 e 0,729 para o primeiro, segundo, terceiro e quarto corte, respectivamente.

Independentemente do fato da correlação com base na MVT ser mais robusta (0,848 vs. 0,796), em ambos os casos se observa que as relações ficaram melhor definidas para valores baixos a médios de frequência. Já para valores acima de 60-70 % de frequência, a relação torna-se progressivamente mais difusa, em virtude do aumento da variabilidade espacial e temporal.

Situação totalmente inversa foi verificada quando se analisou a relação entre as massas de forragem obtidas em cada corte em relação aos respectivos valores de ICV dentro de cada parcela experimental. A representação gráfica dessas relações é mostrada na figura 7 (A e B).

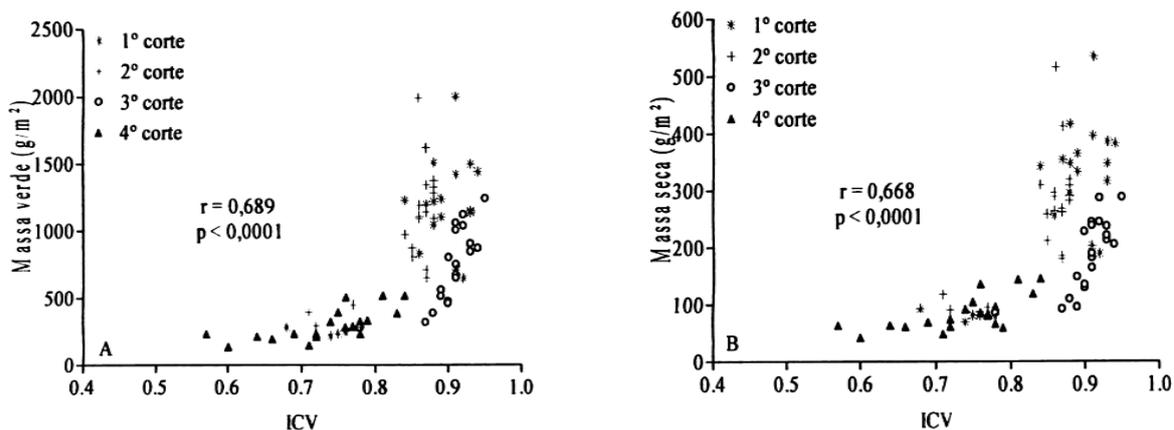


Figura 7. Correlação entre massa verde e seca total por unidade de superfície e o índice de cobertura verde (ICV) em pastagem de Tifton 85. A: massa verde total (MVT, g/m²); B: massa seca total (MST, g/m²). Os dados correspondem a quatro cortes combinados ($n = 80$)

Tanto para a produção de massa verde ou seca, as massas de forragem guardam uma relação não linear com os seus respectivos ICV, obtidos por análise digital de imagens, por razões já discutidas no capítulo 1 (pág. 21).

4 CONCLUSÕES

O IAF isoladamente mostrou uma associação elevada com a produção de biomassa. O presente estudo mostrou também a existência de correlações significativas entre estimativas indiretas de atributos ligados à área foliar (frequência de ocorrência e índice de cobertura verde) e a produção de forragem. Todavia, serão necessários estudos adicionais com maior coleta de dados, obtidos de forma mais precoce em termos de dias após desfolha, permitindo assim melhorar a confiabilidade e acurácia de tais estimativas, antes que as mesmas possam ser propostas como sucedâneos do índice de área foliar.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHEN, J.; SHIYOMI, M.; YAMAMURA, Y.; HORI, YOSHIMICHI. Distribution model and spatial variation of cover in grassland vegetation. **Grassland Science**, v. 52, p. 167-173, 2006
- DA SILVA, S.C., CORSI, M. Manejo do pastejo. In: A.M. PEIXOTO, J.C. de MOURA, S.C. da SILVA, V.D. de FARIA, V.D. (Eds.) **Simpósio sobre Manejo da Pastagem**, 20. Piracicaba: FEALQ, 2003.p. 155 - 185.
- DAUGHTRY, C. S. T.; WALTHALL, C. L.; KIM, M. S.; BROWN DE COLSTOUN, E.; MC MURTREY III, J. E. Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance. **Remote Sensing of Environment**, v. 74, p. 229-239, 2000.
- DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO Jr., D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Rev. Bras. Zootec.**, v.36, suplemento especial, p. 121-138, 2007.
- LEMAIRE, G. & AGNUSDEI, M. Leaf turnover and efficiency of herbage utilisation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1, Curitiba, 1999. **Anais...** Curitiba: UFPR, p.165-183, 1999.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: Hodgson, J., Illius, A.W. (Ed.) **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.3-36.
- LUDLOW, M.M. Light relations of pasture plants. In: WILSON, J.R. (Ed) **Plant Relations in pastures**. CSIRO, East Melbourne, Australia, 1978, p.35-49.
- MILLARD, P.; THOMAS, R.J.; BUCKLAND, S.T. Nitrogen supply affects the remobilization of nitrogen for the regrowth of defoliated *Lolium perenne* L. **Journal of Experimental Botany**, v.41, p. 941-947, 1990.
- NOBEL, P.S., LONG, S.P. Estructura del dosel e interceptación de luz. In: J.COOMBS, D.O. HALLS, S.P. LONG, J.M. SCURLOCK (Eds.) **Técnicas en Fotosíntesis y Bioproductividad**. Colégio de Postgraduados, Chapingo, México. 1988. p. 34-41.
- RIBEIRO, R.C. **Estabelecimento de leguminosas em pastagens de *Brachiaria humidicola*: variações sazonais de atributos do dossel vegetativo**. Dissertação de Mestrado em Zootecnia. Seropédica: UFRRJ, 58 p., 2006.
- ROBSON, M.J.; RYLE, G.J.A.; WOLEDGE. The grass plant - its form and function. In: JONES, M.B. e LAZENBY, A. (Eds). The grass crops. **The physiological basis of production**. London: Chapman and Hall Ltda, 1988. p. 25-83.
- SCURLOCK, J. M. O.; PRINCE, S. D. Remote sensing of biomass and productivity. In: HALL, D. O., SCURLOCK, J. M. O., BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R., LEEGOOD, R. C., LONG, S. P. **Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual**. London: Chapman & Hall, 1993; p. 22-35.

SBRISSIA, A.F., DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: W.R.S. MATTOS et al (Eds.). **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 731-754.

STEVEN MD, BISCOE PV, JAGGARD KW, PARUNTU J. 1986. Foliage cover and radiation intercepted. **Field Crops Research**, 13: 75-87.

SUNAGA,Y., HARADA, H., KAWACHI,T., HATANAKA, T., EBATO, M. Simple technique for estimating nitrate nitrogen concentration of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) at the heading stage using a chlorophyll meter. **Grassland Science**, v. 52, p. 133-140,2006.

WILSON, J.R. Influence of temperature and nitrogen on growth, photosynthesis and accumulation of non-structural carbohydrate in a tropical grass, *Panicum maximum* var. Trichoglume. **Netherlands Journal of agricultural Science**, v. 23, p. 48-61,1975.

ZHAO, D., STARKS P.J., BROWN, M.A., PHILLIPS, W.A., COLEMAN, S.W. Assessment of forage biomass and quality parameters of bermudagrass using proximal sensing of pasture canopy reflectance. **Grassland Science**, v. 53, p. 39-49,2007.

CAPÍTULO IV

ADUBAÇÃO NITROGENADA E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DO CAPIM-TIFTON 85

RESUMO

Objetivou-se estudar o efeito da aplicação de N-uréia sobre as características químico-bromatológicas de folhas e colmos do capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.). O experimento foi instalado nas dependências da Estação para Pesquisas Parasitológicas “Wilhelm Otto Neitz” do Instituto de Veterinária da UFRRJ, em área de ocorrência de Planossolo Háptico, textura superficial arenosa. Os tratamentos consistiram de cinco níveis de N (0; 150; 300; 450 e 600 kg/ha), distribuídos segundo um delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema de parcela subdividida, onde as doses de N foram alocadas na parcela principal, e as épocas na parcela dividida. Foram realizadas duas coletas (cortes) no período das águas (março-abril) e duas no período seco (maio-julho) com períodos de rebrota de 43; 37 e 36; 42 dias, respectivamente. Em cada colheita o material fresco foi pesado, fracionado em folhas verdes e colmos, e processados no laboratório para a determinação dos teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG). Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da adubação nitrogenada e da época sobre os teores de PB, FDN e HEM. Foi observada resposta linear positiva ($P < 0,05$) para os teores de PB, e resposta linear negativa ($P < 0,05$) para FDN e HEM, com o aumento das doses de N. Os teores de lignina na fração colmo foram influenciados ($P < 0,05$) pela interação N x época, com redução dos teores apenas na época chuvosa. Para os teores de celulose foi observado efeito ($P < 0,05$) somente de época e apenas na fração colmo, sendo maior na época das chuvas (30,4 e 29,4). Os resultados obtidos demonstram que o capim-Tifton 85 responde à adubação nitrogenada, melhorando a qualidade da forragem, com aumentando dos teores de proteína bruta e redução da fração fibrosa.

Palavras-chave: *Cynodon* spp. Fibra em detergente neutro. Lignina. Proteína bruta. Qualidade da forragem.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effect of nitrogen (N) fertilization on chemical characteristics in leaf and stem of Tifton 85. The experiment was carried out at the Parasitological Research Center “Wilhelm Otto Neitz” – Veterinary Medicine Institute – UFRRJ, in area of Planosol Haplic occurrence. Five N doses (0; 150; 300; 450 and 600 kg/ha) in two seasons (dry and rainy) were evaluated. The experiment was arranged in randomized complete blocks design, in split plot outline, in with the N doses were considered as main plot, and the periods as split plots. The samples were collected at two months in each season to the 43; 37 e 36; 42 days of regrowth, respectively, to the months March and April (rainy season) and May and July (dry season). The sample collected was weighted, fractionated in green leaves and stems, and processed to determination of crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), cellulose (CEL), hemicellulose (HEM) and lignin (LIG). There was effect ($P<0.05$) of N fertilization and season to the variables: CP, NDF and HEM. There was positive linear response ($P<0.05$) for CP, and negative linear response ($P<0.05$) for NDF and HEM, with the increase of N doses. The LIG contents in the stem fraction were affected ($P<0.05$) by interaction of N fertilization x season, with decrease of contents in the rainy season. The CEL contents had effect ($P<0.05$) only for season. The results indicate that the N fertilization improves the forage quality of Tifton 85, increasing CP contents and decreasing fibrous fraction.

Key words: Crude protein. *Cynodon* spp. Forage quality. Lignin. Fibrous fraction.

1 INTRODUÇÃO

O valor nutritivo das forrageiras está associado, principalmente, aos teores de proteína bruta (PB) e de fibra em detergente neutro (FDN), e ao acúmulo da lignina indigerível na célula vegetal (MORENZ, 2000). A queda no teor e na qualidade da proteína, associada a elevados teores de FDN proporciona menor disponibilidade de carboidratos e compostos nitrogenados para a microbiota ruminai, influenciando negativamente o crescimento microbiano, com redução das taxas de degradação ruminai, e da ingestão de matéria seca (IMS), com reflexos no desempenho dos animais (VAN SOEST, 1994).

O capim-Tifton 85 é um híbrido resultante do cruzamento do capim-Tifton 68 com uma introdução de *Cynodon dactylon* (PI 290884), proveniente da África do Sul (BURTON et al., 1993). É resistente a invasão por plantas daninhas e, por possuir rizomas, mostra tolerância ao frio e à seca, adaptações que, em conjunto, proporcionam maior cobertura vegetal do solo. No entanto, é uma forrageira exigente quanto à fertilidade, respondendo bem à adubação nitrogenada (ALVIM et al., 1999; SARMIENTO et al., 2006).

A nutrição nitrogenada de plantas controla a taxa de crescimento vegetativo, agindo sobre o metabolismo protéico dos tecidos meristemáticos, proporcionando intensa síntese de ácidos nucléicos e proteínas (CECATO et al., 1996). É um elemento importante para o crescimento das gramíneas forrageiras, pois acelera a formação e o crescimento de novas folhas, e 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).

Além desses efeitos sobre o crescimento vegetativo, a aplicação de N é também uma alternativa tecnológica eficaz para melhorar a qualidade da forragem produzida contribuindo para o desenvolvimento de tecido novo, contendo elevados teores de proteína e menor proporção dos constituintes da parede celular (WHITNEY, 1974; BERRETA et al., 1999; HERINGER e JACQUES, 2002).

Por outro lado, o potencial de resposta à adubação nitrogenada depende de diversos fatores, de ordem variada, como: espécie forrageira, fertilidade, propriedades físicas do solo, topografia, entre outros. As recomendações de adubação nitrogenada existentes para pastagens, não levam em consideração estes aspectos, de forma que doses e fontes do nutriente, modos de aplicação e tipo de manejo do adubo, são aspectos que devem ser decididos por meio de experimentação local, haja vista que, dada à natureza das transformações do N nos solos de Baixada, durante a estação chuvosa (MAGGIERO, 2004), os resultados da adubação nitrogenada podem diferir em função das condições edafoclimáticas.

Este trabalho teve como objetivo estudar os efeitos da adubação nitrogenada sobre as características químico-bromatológicas do capim-Tifton 85, em experimento conduzido em Planossolo de ocorrência no Município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências da Estação para Pesquisas Parasitológicas “Wilhelm Otto Neitz” do Instituto de Veterinária da UFRRJ (22°45' S, 43° 41' W, 33 m.s.n.m), em área de ocorrência de Planossolo Háplico.

Uma análise da camada superficial (0-0,20 m) desse solo revelou as seguintes propriedades químicas (Tabela 1):

Tabela 1. Algumas propriedades químicas da camada arável do solo da área experimental⁽¹⁾.

| ⁽²⁾ Prof. (m) | Ca ²⁺ (cmolc/dm) | Mg ²⁺ (cmolc/dm ³) | K ⁺ (cmolc/dm ³) | P ^(*) (mg/dm ³) | M.O. ^(**) (g/kg) | Ph (água,1:2,5) |
|-----------------------------|--------------------------------|--|--|---|--------------------------------|--------------------|
| 0,0-0,2 | 1,8 | 1,0 | 0,08 | 15 | 1,70 | 5,4 |

⁽¹⁾ Amostragem realizada em setembro de 2006. ⁽²⁾ Profundidade

^(*) P disponível (Mehlich-1). ^(**) C orgânico (Walkey-Black) x 1,72.

Em 11/09/2006, a área recebeu aplicação basal de 1.000 kg/ha de calcáreo dolomítico, em cobertura, seguida de gradagem para incorporação. Os tratamentos consistiram em cinco doses de N-uréia (0; 150; 300; 450 e 600 kg/ha). Cada parcela ou unidade experimental foi representada por um canteiro com 16 m² de área total (4 x 4 m). A área útil para avaliações experimentais foi o quadrado central, com área de 4,0 m², considerando-se uma bordadura de 1,0 m. A distância entre cada unidade experimental dentro de bloco foi de 2,0 m, e a largura da rua de circulação entre blocos 3,0 m.

O plantio foi realizado no dia 03/11/2006, utilizando-se estolões enraizados de capim, em sulcos espaçados de 1,0 m (cinco linhas e quatro entrelinhas). Previamente ao plantio, as parcelas receberam 150 Kg P/ha (superfosfato simples), aplicado no fundo do sulco (aproximadamente, 0,1 m de profundidade), onde o adubo era misturado com terra, a fim de evitar o seu contato direto com as mudas.

O N, na forma de uréia (solução aquosa) foi aplicado em duas parcelas. Uma primeira metade foi aplicada o dia 5 de fevereiro 2007 (aos 94 dias após plantio, DAP), doze dias após o corte de uniformização (altura de corte: 0,1 m), e a metade restante, aos 139 DAP, doze dias após o primeiro corte experimental. As parcelas receberam uma aplicação basal de KCl, na dose de 600 kg/ha, aplicado parceladamente, junto com as doses de N.

Os cortes foram realizados aos 43 e 37 dias de idade de rebrota, nos meses de março e abril de 2007 (período das águas) e aos 36 e 42 dias de rebrota, nos meses de maio e julho (período da seca).

Foram feitas coletas para avaliação da massa total em pé da parte aérea a partir de um quadrante com 0,25 m² de área interna, que era lançado ao acaso sobre a área útil da parcela. A massa verde foi coletada manualmente, com auxílio de um cutelo, a 0,08 m do solo. Posteriormente à colheita, o material verde foi levado a uma bancada à sombra, onde após a remoção de invasoras, foi fracionado em lâminas foliares, colmos+bainhas e material senescente. O material cortado foi conservado em geladeira antes do fracionamento, para minimizar perdas de massa seca. A massa fresca de cada componente foi imediatamente pesada em balança de precisão, e posto a secar em estufa com ventilação forçada (65°C; 72 horas). Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo *Wiley*, provido com peneira de 1,0 mm de diâmetro e armazenadas em frascos devidamente identificados para determinação da composição químico-bromatológica.

As análises foram realizadas de acordo com o AOAC (1990) para a determinação dos teores de nitrogênio total; e Van Soest et al. (1991), para a determinação dos componentes da parede celular (fibra em detergente Neutro - FDN, fibra em detergente ácido — FDA, hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e Lignina — LIG). Os valores estão apresentados com base na matéria seca a 105 °C (ASE).

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (quatro blocos), com oito repetições (sub-blocos), onde cada sub-bloco foi composto pela interação bloco x mês de coleta. As doses de nitrogênio foram alocadas na parcela principal e as épocas (águas e seca) na parcela dividida. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (Teste F, $\alpha=0,05$). Dado o caráter quantitativo da variável principal (dose de N), os contrastes significativos foram ajustados por análise de regressão, utilizando-se o teste “t” a 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Proteína Bruta (PB)

Houve efeito das doses de N ($P < 0,001$) e da época do ano ($P = 0,0015$) sobre os teores de PB para as amostras de lâminas foliares, não existindo ($P > 0,05$) a interação doses de N x época do ano. Para a fração colmo observou-se resposta ($P < 0,001$) apenas para doses de N, não havendo diferenças entre as épocas estudadas. Os resultados foram ajustados por meio de regressão, sendo obtida resposta linear positiva (Figuras 1A e B).

Para o fator estacionai, as amostras da fração folha apresentaram maiores valores na época das águas (Tabela 2). Em se tratando de nutrição mineral de plantas, esta resposta deveu-se à maior absorção de N em decorrência da maior produção de área foliar que, beneficiada pela grande disponibilidade de luz e temperatura nesta época, contribuiu para a maior produção de compostos nitrogenados (Figura 1A).

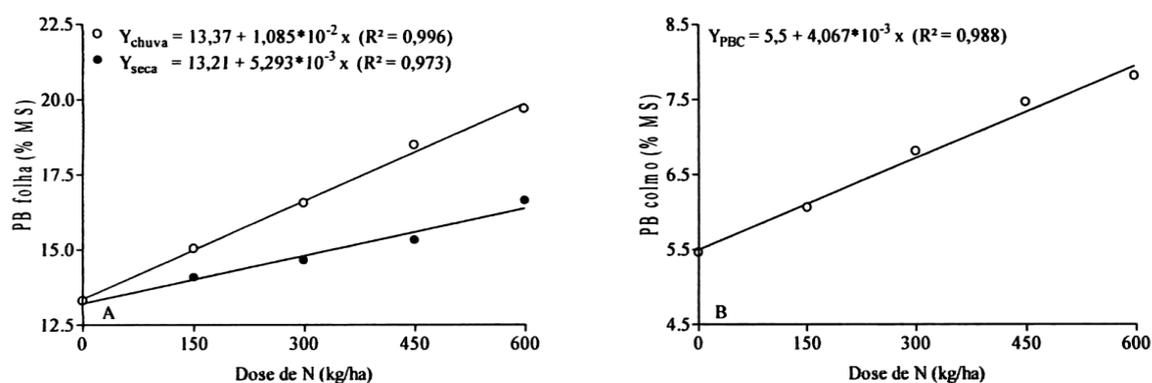


Figura 1. A: Teores de proteína bruta (PB) nas folhas ou B: teores de PB nos colmos do capim-Tifton 85 em função das diferentes doses de N e da época de corte.

Tabela 2. Médias e respectivos desvios padrão de proteína bruta na folha (PBF) e proteína bruta no colmo (PBC) nas diferentes épocas.

| Época | Proteína bruta (%MS) | |
|--------|----------------------|-------------|
| | Folha | Colmo |
| Chuvas | 16,6212,90 a | 6,6912,09 a |
| Seca | 14,8011,27 b | 6,7511,13 a |

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste F ($p > 0,05$).

Avaliando o capim-Tifton 85 sob diferentes doses de N, Ribeiro et al. (1998), Alvim et al. (1999) e Menegatti et al. (2002), também observaram resposta linear positiva para o teor de PB com o aumento dos níveis de adubação. De forma similar, Corrêa et al. (2007), trabalhando com cinco doses (0, 25, 50, 100 e 200 kg/ha) e duas formas (N-uréia e N-nitrato de amônio), observaram aumentos nos teores de PB com a elevação da dose de N.

Os teores de PB no presente trabalho variaram de 13,3 a 16,6% na folha e de 4,5 a 7,8 % no colmo. Menegatti et al. (1999), encontraram teores de PB de 17,14% para o Coastcross; 15,17% para o Tifton 68 e 14,91% para o Tifton 85 utilizando 200 kg/ha de N, com três cortes a intervalos de 35 dias, durante o período das chuvas.

Houve aumento nos teores de PB nas frações estudadas à medida que as doses de N foram aumentarias. Esta resposta associada às maiores produções de biomassa e aos altos teores médios de PB que este gênero apresenta, pode ser devido à maior disponibilidade e absorção de N pelas plantas, o que permitiu uma maior síntese de ácidos nucléicos e proteínas. Segundo Van Soest (1994), o aumento dos teores de PB proporciona maior disponibilidade de compostos nitrogenados no rúmen, permitindo maior eficiência da síntese de proteína microbiana.

3.2 Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA)

Os teores de FDN da fração folha apresentaram efeito significativo ($P < 0,001$) para doses de N (Figura 2A), não sendo observado efeito ($P > 0,05$) de época ou da interação destes fatores. Quanto à fração caule houve efeito da adubação nitrogenada ($P = 0,0298$) e da época de corte ($P = 0,0318$), havendo interação destes fatores ($P = 0,0410$).

No desdobramento dos graus de liberdade das interações observou-se efeito ($P < 0,0012$) das doses de N apenas para a época das águas, onde houve resposta linear negativa, com redução nos teores de FDN em função do aumento da dose de N (Figura 2B).

Assis (1997) trabalhando com cinco gramíneas (Tifton 44, Tifton 85, Coastcross, Estrela Porto Rico e Roxo), com 400 kg/ha/ano ou sem N, em quatro cortes, com intervalo de 35 dias, no período do verão, registrou decréscimo nos teores de FDN. A mesma resposta também foi verificada por Basso et al. (2007), trabalhando com doses entre 0 a 90 kg/ha de N.

Os valores médios de FDN reportados por Ribeiro et al. (1998) foram superiores (84,1%, aos 42 dias de idade) aos encontrados no presente trabalho. No entanto, Rocha et al. (2001), trabalhando com doses entre 0 e 400 kg/ha de N, obtiveram teores de FDN de 75,16%, 73,03% e 72,14%, para os capins Tifton 85, Tifton 68 e Coastcross, respectivamente.

A redução nos teores de FDN pode ser decorrente do efeito de diluição, haja vista que, aumentos nas doses de N promovem maiores produções de biomassa. O mesmo evento foi descrito por Rocha et al (2001), quando avaliaram os capins Coastcross, Tifton 68 e Tifton 85 submetidos a quatro doses de N.

Segundo Van Soest (1994), a importância do conhecimento dos teores de FDN se deve ao fato de que teores acima de 60% na matéria seca correlacionam-se negativamente com o consumo da forragem.

A redução dos teores de FDN, além de aumentar a disponibilidade de energia, proporciona maior ingestão de matéria seca (MS), uma vez que a ingestão de forragens nos trópicos é, geralmente, menor do que aquela necessária para suprir as exigências dos animais ruminantes, especialmente no caso de forrageiras de baixa qualidade, onde o nível de ingestão de MS é controlado pelo fator físico de enchimento ruminal, exercido pela fração fibrosa da forrageira (VAN SOEST, 1994).

Os teores de FDA não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos fatores estudados, com valores médios de 32,3 e 38%, para folha e colmo, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com os valores médios encontrados em gramíneas do gênero *Cynodon* (30 a 40%), com idade entre 20 e 40 dias (CASTRO, 1997), indicando a possibilidade de consumo mais elevado, caso esta forrageira seja colhida dentro deste intervalo de tempo.

Rocha et al. (2001) trabalhando com três gramíneas do mesmo gênero (Coastcross, Tifton 68 e Tifton 85) submetidas a quatro doses de N (0, 100, 200 e 400 kg/ha) também não encontraram resultados significativos para os teores de FDA. BASSO et al. (2007) trabalhando com os capins Tifton 85 e Florakirk obtiveram queda nos teores de FDA com a média dos dois cultivares variando de 35,7 (com zero de N) a 40,5% na maior dose (90 kg/ha).

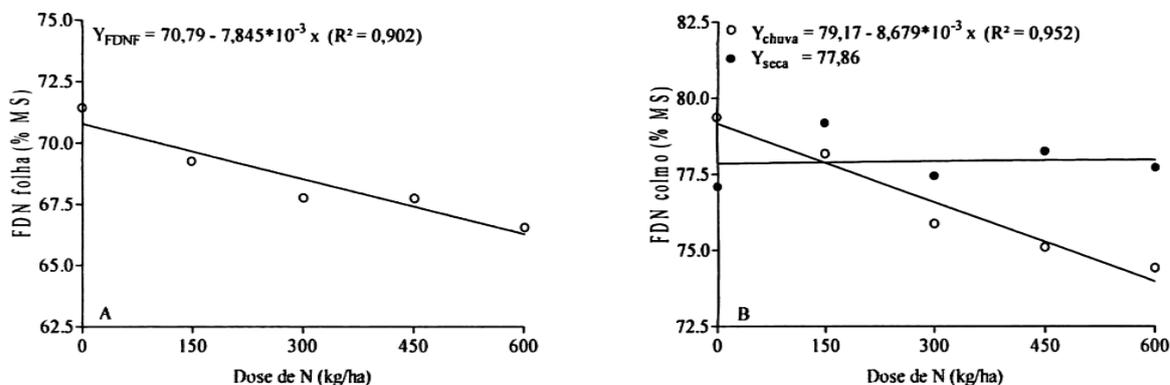


Figura 2. A: Teores de fibra em detergente neutro (FDN) nas folhas ou B: teores de FDN nos colmos na época das chuvas e da seca em pastagem de Tifton 85 sob doses de N.

3.3 Lignina (LIG), Hemicelulose (HEM) e Celulose (CEL)

Não foi observado efeito significativo ($P > 0,05$) dos fatores estudados sobre os teores de LIG na fração folha, apresentando valores médios de 4,75 %. Resposta semelhante foi relatada por Basso et al. (2007) quando avaliaram os capins Tifton 85 e Florakirk submetidos a quatro doses de N (0, 30, 60 e 90 kg/ha).

Os teores de LIG na fração caule não foram influenciados pelas doses de N ($P = 0,1006$) nem pela época ($P = 0,1208$), com efeito, apenas da interação destes fatores ($P = 0,0297$). No desdobramento das interações, estudando dose de N dentro de época, observou-se efeito ($P < 0,05$) apenas na época das chuvas, onde houve redução dos teores de LIG com o aumento das doses de N (Figura 3). Adese (2003), comparando as respostas obtidas com a aplicação de N nas folhas e colmos, observou que o efeito do N foi mais marcante nos colmos.

Na nutrição animal, a importância das ligninas prende-se a sua influência negativa sobre a digestibilidade de outros nutrientes, evidenciada pela existência de altas correlações negativas entre o teor de ligninas e a digestibilidade da matéria seca, da celulose e da hemicelulose (SILVA e QUEIROZ, 2002).

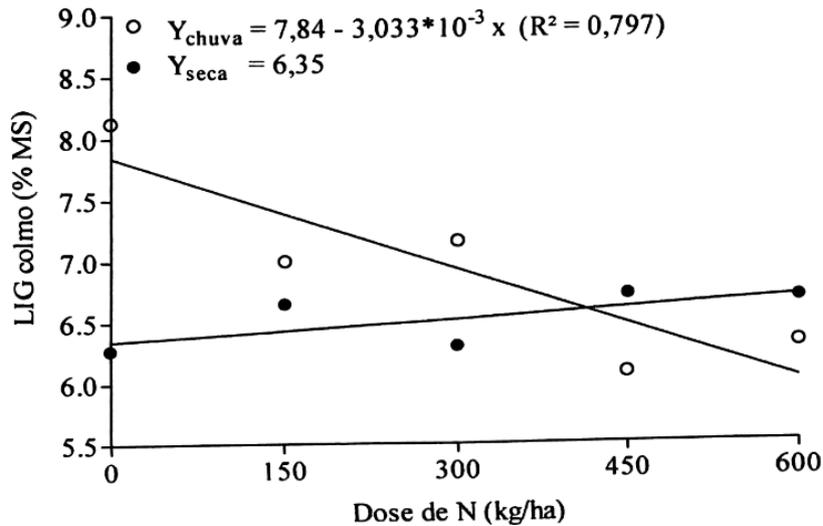


Figura 3. Teores de Lignina na fração colmo no período da chuva e da seca, em função das doses de N.

Os teores de HEM na folha variaram ($P < 0,001$) em função das doses de N, com redução dos teores nas maiores doses, caracterizando resposta linear negativa (Figura 4A).

Na fração colmo, os teores de HEM foram influenciados pelas doses de N ($P = 0,0397$) e pela época de corte ($P = 0,0035$), com maiores valores observados no período seco (Tabela 3).

Tabela 3. Médias e respectivos desvios padrão dos teores de hemicelulose na folha, hemicelulose no colmo e celulose no colmo (HEMF, HEMC e CELC) nas diferentes épocas.

| Época | Variável | | |
|--------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | HEM F | HEM C | CEL C |
| chuvas | $35,88 \pm 3,32$ a | $38,20 \pm 13,42$ a | $30,43 \pm 2,0$ a |
| seca | $36,72 \pm 2,63$ a | $40,46 \pm 2,66$ b | $29,41 \pm 1,61$ b |

Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste F ($P > 0,05$).

A redução nos teores de HEM na folha comprovam que a adição de N melhora a qualidade da pastagem com a diminuição da fração fibrosa, haja vista que o mesmo comportamento foi observado para a FDN. No componente colmo, houve influencia da época, com redução do teor de HEM (também verificado para as variáveis FDN e LIG) na época chuvosa, em razão do maior crescimento e, conseqüentemente, maior alongamento do colmo, característica comum a cultivar estudada.

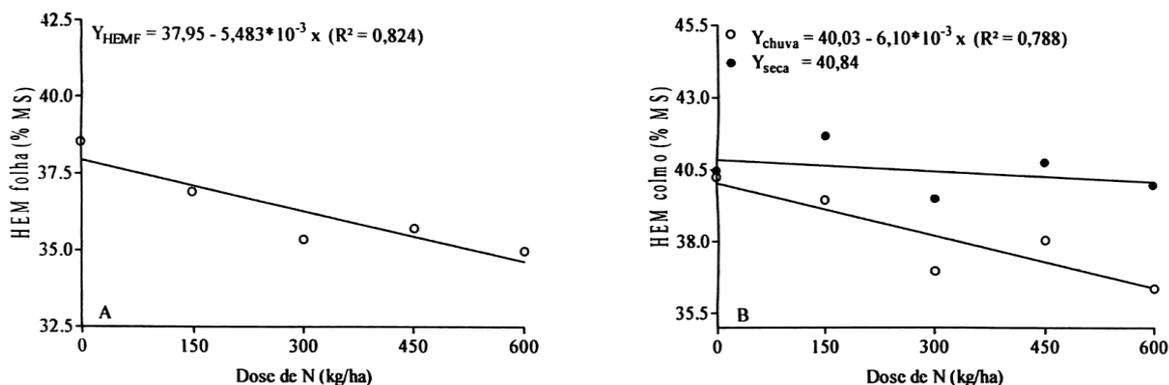


Figura 4. A: Teores de hemicelulose (HEM) nas folhas ou B: teores de HEM nos colmos do capim-Tifton 85 em função das diferentes doses de N e da época de corte.

O teor de celulose (CEL) na fração folha não foi influenciado ($P > 0,05$) pelos fatores estudados, apresentando valor médio de 24,8 %. Na fração colmo, houve efeito ($P = 0,0277$) apenas da época, com maiores teores obtidos para o período chuvoso (Tabela 3). Basso et al. (2007) ao avaliarem os capins Tifton 85 e Florakirk, submetidos a quatro doses de N (0, 30, 60 e 90 kg/ha), verificaram decréscimo no teor de celulose em função do aumento das doses aplicadas.

Adese (2003), estudando o efeito de quatro doses de N (0, 100, 200 e 300 kg/ha) em capim coastcross, verificou que o aumento da adubação nitrogenada até 300 kg/ha, reduziu o percentual de celulose nas folhas verdes, não sendo observado efeito sobre a fração colmo.

Os resultados obtidos indicam que a fração fibrosa no componente colmo pode ser influenciada tanto por fatores nutricionais quanto sazonais, enquanto que, nas folhas houve resposta apenas ao N aplicado.

4 CONCLUSÕES

O capim-Tifton 85 responde à adubação nitrogenada, melhorando a qualidade da forragem, com aumento nos teores de PB e redução dos teores da fração fibrosa.

A redução dos teores das frações fibrosas ocorreu com parte destas frações (FDN e HEM na fração folhas) sendo influenciadas somente pelo nitrogênio independente da época, parte sendo responsiva ao N apenas na época das chuvas (FDN, LIG e HEM na fração colmo) e parte apenas pelo fator sazonal (CEL na fração colmo).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, M.J., XAVIER, D. F., VERNEQUE, R. S., BOTREL, M. DE A. Resposta do Tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalo de cortes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 2345-2352, 1999.

ASSIS, M.A. **Digestibilidade in vitro, degradabilidade in situ e composição química de gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas ou não a adubação nitrogenada**. 1997. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS — AOAC. **Official methods of analysis**. Vol. 1. 15th ed., Arlington, Virginia, USA, 1117p., 1990.

BASSO, F.C.; ISEPON, O.J.; LIMA F, R.R.; CANGANI, M.T.; LODO, B.N. Avaliação do rendimento e qualidade de massa seca de dois cultivares de *Cynodon* submetidos a doses de nitrogênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. 1 CD ROM.

BERRETA, E. J., RISSO, D. F., MONTOSI, F., FIGURINA, G. Problems of animal production related to pastures in South America:Uruguay. In: GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY INTERNATIONAL, 1999, Curitiba. **Proceedings...** Curitiba: UFPR, 1999. p.438-442.

BURTON, G. W., GATES, R. N., HILL, G. M. Registration of Tifton 85 bermudagrass. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 3, p. 644-645, May/June 1993.

CASTRO, F.G. **Efeito de idade de corte sobre a produção, composição química-bromatológica, digestibilidade in vitro da matéria seca da matéria orgânica e conteúdo de ácido cianídrico de *Cynodon nlemfuensis* var. *nlemfuensis* cv. Florico**.Dissertação. 128p. Piracicaba. ESALQ—USP, 1997.

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.114116.

CORRÊA, L.A.; CANTARELLA, H.; PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; FREITAS, A.R.; DA SILVA, A.G. Efeito de fontes e doses de nitrogênio na produção e qualidade da forragem de capim-coastcross. **Rev. Bras. Zootec.**, v.36, n.4, p.763-772, 2007.

HERINGER, I. & JACQUES, A. V. Á. Qualidade da forragem de pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.3, p.399406, 2002.

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

MENEGATTI, D.P.; ROCHA, G.P.; FURTINI NETO, A.E.; MUNIZ, J.A. Nitrogênio na produção de matéria seca, teor e rendimento de proteína bruta de três gramíneas do gênero *cynodon*. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.26, n.3, p.633-642, mai./jun., 2002

MENEGATTI, D.P. *et al.* Efeito de doses de nitrogênio sobre a produção de matéria seca e o valor nutritivo dos capins Coastcross, Tifton 68 e Tifton 85. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999, p.90.

MINSON, W. G.; BURTON, G. W. Harvest frequency and fertilizer effects on yield, quality, and persistence of eight bermudagrasses. ***Agronomy Journal***, Madison, v. 74, p. 371-374, 1982.

MORENZ, M.J.F. **Frações nitrogenadas, métodos de processamento das amostras e degradabilidade “in situ” de gramíneas tropicais**. 2000. 63f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) — Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes

RIBEIRO, K .G., PEREIRA, O. G., GARCIA, R., et al. Rendimento forrageiro e valor nutritivo do capim Tifton 85, em três frequências de corte sob diferentes doses de nitrogênio. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 35, Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu : SBZ, 1998, p.542-544.

ROCHA, G.P.; EVANGELISTA, A.R.; PAIVA, P.C.A.; FREITAS, R.T.F.; SOUZA, A.F.; GARCIA, R. Digestibilidade e fração fibrosa de três gramíneas do gênero *cynodon*. ***Ciênc. Agrotec.***, Lavras, v.25, n.2, p.396-407, mar./abr., 2001.

SARMIENTO, P., NASCIMENTO, R.C., MARTINS, A.T., DA CRUZ, M.C.P., FERREIRA, M. E. Nutrientes limitantes ao desenvolvimento do capim-Tifton 85 em Argissolo Vermelho-Amarelo. ***Boletim da Indústria Animal***, v. 63, p. 11-18, 2006

SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa : UFV, 2002. 235p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. ***Journal of Dairy Science***. v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

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, y. 66, p. 281-187, Mar./Apr. 1974.

CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com a hipótese de trabalho formulada, cabem as seguintes conclusões:

1. O índice de área foliar, a frequência de ocorrência e a altura das plantas, assim como índice de cobertura verde e o nível de radiação interceptada, responderam, à adubação nitrogenada, conforme um padrão logístico e variaram sazonalmente, em interação com as doses de N.

2. Dentro das condições ambientais prevalentes, a adubação nitrogenada no capim Tifton 85 resultou benéfica em termos de produção de massa de forragem, estimulando a produção de folhas e colmos tanto na época chuvosa quanto na seca, porém sem causar modificação na relação folha:colmo.

3. A aplicação de nitrogênio também aumentou os teores de N nas folhas e colmos, porém não influencia a eficiência com a qual a pastagem produz massa seca por unidade de nitrogênio acumulado na sua fitomassa.

4. O capim-Tifton 85 responde à adubação nitrogenada, melhorando a qualidade da forragem, com aumento nos teores de PB e redução dos teores da fração fibrosa.