

UFRRJ
INSTITUTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Eficiência do Revestimento e de Doses de Ureia nas
Características Estruturais, Acúmulo e Valor
Nutritivo da Forragem do capim-massai**

Camila de Almeida Pires

2014



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

**EFICIÊNCIA DO REVESTIMENTO E DE DOSES DE UREIA NAS
CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS, ACÚMULO E VALOR
NUTRITIVO DO CAPIM-MASSAI**

Camila de Almeida Pires

Sob a Orientação do Professor
Carlos Augusto Brandão de Carvalho

e Co-Orientação do Professor
Robert de Oliveira Macedo

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 e Conservação de Plantas Forrageiras.

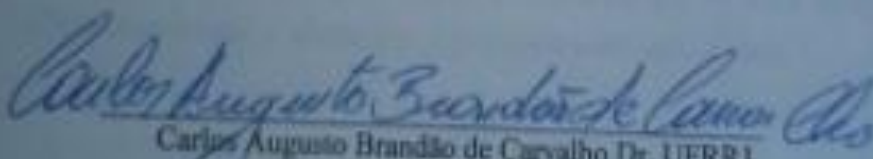
Seropédica, RJ
Agosto de 2014

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

CAMILA DE ALMEIDA PIRES

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 29/08/2014


Carlos Augusto Brandão de Carvalho Dr. UFRRJ
(Orientador)


Sergio Trabali Camargo Filho Dr. PESAGRO-RIO


Ednaldo da Silva Araújo Dr. EMBRAPA

Dedico

Aos meus pais e familiares.

Ao meu namorado.

Aos meus amigos.

Obrigada por todo amor e confiança.

*Este trabalho é dedicado a vocês que sempre acreditaram que eu seria capaz de
atravessar tantos obstáculos e conseguir mais esta vitória.*

**Tudo tem começo e meio. O fim só
existe para quem não acredita no
recomeço.**

Zíbia Gasparetto

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter me dado forças em todos os momentos difíceis.

À minha família que em todos os instantes se manteve presente, minha mãe Lucia, minha amada avó Euridyce, minha madrinha Vera Lucia, Tia Nila e Elza, meus irmãos Cássio e Cleuber, meu pai Vanderlei, meu muito obrigado por vocês existirem na minha vida.

Ao meu amado, amigo e companheiro Felipe que compreendeu tantos momentos os quais precisei abdicar para poder concluir este trabalho. Obrigada por tudo. Amo você.

Aos meus amigos Aline Gama, Debora Costa, Pablo Giliard, Ludmila Campana, Ana Carolina Bueno, Elon Candez, Bruno Motta, Mariana Silvestre, Karla Rodrigues, Vinicius Antônio, Marcos Nascimento, Isa Sampaio e muitos outros, muitíssimo obrigada, sem vocês eu realmente não teria forças para esta caminhada.

Aos professores João Carlos, Robert Macedo, Rosana Colatino, Elisa Modesto, Nivaldo os quais foram mais que mestre, foram amigos e companheiros, o apoio de vocês foi fundamental nesta jornada.

Ao professor e orientador, amigo e puxador das minhas orelhas Carlos Augusto Brandão de Carvalho, obrigada por tudo professor, pela oportunidade e por ter acreditado no meu trabalho e no meu potencial.

Ao pesquisador e amigo Ednaldo Araújo por ter me recebido e auxiliado nas análises de volatilizado na Embrapa Agrobiologia. Aos profissionais que se tornam meus amigos, Altiberto, Naldo, Sr. Selmo, sentirei saudades dos cafés e dos trabalhos.

Aos meus queridos estagiários e principalmente amigos, Guilherme (Goiano), Gustavo, Ana Carla, Ana Clara, Liliam, obrigada pela ajuda e pelas risadas.

Aos novos, porém de muita consideração, amigos de longe, mas de coração, Esalquianos que sempre guardarei no meu coração, Bruna Arruda, Ana Correa, Will, Ioná, e outros.

Aos antigos e para sempre orientadores David Campos, José Carlos Polidoro, e Fabiano Balieiro, pela ajuda nas análises, conselhos e conversas, obrigada.

Ao Sr. Pedro, Sr. Jô, Roberto, Sr. Natalino, obrigada pela ajuda, pelas águas e cafezinhos nos dias de corte do massai.

Aos meus fiéis e leais amigos e companheiros de quatro patas, Barriga e Bolinha meus lindos gatinhos, que foram fundamentais em vários momentos, os quais mesmo sendo seres irracionais entendiam muito mais do que os seres humanos. A você Bazinho, amado e querido espero que daí do céu possa vê todo o esforço, você que muitas vezes era o único presente em momentos de lágrimas e sorrisos, companheiro de madrugadas, e madrugadas de estudos. Amo vocês.

A minha segunda família, que sem ter nenhum vinculo de sangue, me adotaram como filha, amiga e confidente, agradeço de coração tudo que fizeram por mim e agradeço mais ainda por Deus ter me dado à oportunidade de fazer parte da vida de vocês. Alô Zé Ronaldo que se tornou um pai, obrigada por descangalhar o Kazinho por ai.. A Luiza, vulgo Luzia e seus cafés e conversas maravilhosas, ao Will pela risadas, a Moah Madeira pelas lambidas de carinho e ao Nino José pelas corridas e a você minha grande amiga Ana Carolina (Nina) pela parceria em tantos momentos bons e ruins, obrigada.

Aos funcionários e amigos do Lab de Bromatologia da UFRRJ, Marcos Pessoa (Marquinhos), Felipe Didelis (Coxinha) e Evandro, obrigada por tudo e desculpas pelas milhões de vezes que perturbei vocês.

As queridas: Chiara e Tatiana Pires, pela ajuda nas coletas de DIVMS, nas análises, no fornecimento de materiais e aparelhos, e pelo carinho, amizade, vocês foram fundamentais.

A UFRRJ por me proporcionar os melhores e trabalhosos anos de minha vida, que me fizeram crescer como pessoa e profissional.

A CAPES pela concessão da bolsa.

E aos que por esquecimento do momento não citei, mas que fizeram parte dessa história agradeço de coração, e que Deus continue nos abençoando, pois cada um que participou dessa caminhada sabe quantas lágrimas e sorrisos foram presentes, e o quanto cada um foi fundamental.

BIOGRAFIA

Camila de Almeida Pires, nascida em 06 de Janeiro de 1987 na cidade de Belford Roxo – RJ, filha de Lucia Marcelina de Almeida e Vanderlei Gomes Pires. Em 2007, ingressou no ensino superior no curso de Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ – RJ), concluindo em 2011. Durante a graduação, foi bolsista de Iniciação Científica CNPq na Embrapa Solos – RJ. No primeiro semestre de 2012 ingressou no curso Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRRJ com bolsa da CAPES e desenvolvendo pesquisa na área de produção e conservação de plantas forrageiras.

RESUMO GERAL

PIRES, Camila de Almeida. **Eficiência do Revestimento e de Doses de Ureia nas Características Estruturais, Acúmulo e Valor Nutritivo da Forragem de capim-massai.** 2014. 80p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Departamento de Nutrição Animal e Pastagens, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Para obter equilíbrio entre adaptação, produtividade e persistência dos pastos, e de forma que o acúmulo de forragem seja preferencialmente de folhas relativamente a colmos e material morto, favorecendo o consumo voluntário e, conseqüentemente, o desempenho animal, o planejamento de sistemas de produção animal pode e deve ser alicerçado em conhecimento acerca da ecofisiologia das plantas forrageiras tropicais, somado aos conhecimentos relativos à fertilidade do solo e valor nutritivo da forragem. Desta maneira, para estudar a eficiência do uso de fontes e doses de adubação nitrogenada no comportamento produtivo e qualitativo da forragem do capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai), este foi submetido a práticas de manejo de adubação nitrogenada com fontes de ureia (comum e revestida por Policote[®]) e doses de N (100, 200 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹), sob delineamento de blocos completos casualizados em arranjo fatorial (3x2+1) com quatro repetições, durante as estações de verão de 2011/2012 (verão I), outono inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II). Para tanto foram avaliadas a composição morfológica, as características estruturais e de valor nutritivo da forragem do capim-massai. A composição morfológica, e as características estruturais do capim-massai foram influenciadas positivamente com o uso da ureia revestida, principalmente nos períodos de maior déficit hídrico, e pela ureia comum nas estações de verão e primavera. Enquanto que, para área foliar específica e densidades populacionais de perfilhos (DPP), efeito linear positivo para o uso de ureia revestida durante todas as estações do período experimental. Somado a isso, maiores DPP também foram obtidas para a dose de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida. O uso de ureia revestida como fonte de adubação nitrogenada aumenta os teores proteicos do capim-massai nas estações de outono, inverno e primavera, e reduz os componentes de parede celular (FDA, LIG e CEL), durante as mesmas estações sob maiores doses de N. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca aumenta com incremento das doses de ureia comum e revestida no verão.

Palavras-chave: Características morfológicas. Características estruturais. Valor nutritivo. *Panicum maximum* cv. Massai.

GENERAL ABSTRACT

PIRES, Camila de Almeida. **Efficiency of the sources and urea rates on structural characteristics, accumulation and nutritive value of forage massai grass.** 2014. 80p Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Departamento de Nutrição Animal e Pastagens, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

For balance between adaptation, productivity and persistence of pastures, and so the herbage accumulation is preferably of leaves relative to stems and dead material, favoring voluntary intake and consequently animal performance, the planning of livestock production systems can and should be grounded in knowledge about the ecophysiology of tropical forage plants, added to the knowledge related to soil fertility and nutritional value of forage. Thus, to study the efficiency of the use of sources and nitrogen rates fertilization on productive and quality behavior of the massai grass (*Panicum maximum* cv. Massai) forage, this one was subjected to management practices with sources of nitrogen fertilizer urea (plain and coated urea by Policote[®]) and N rates (100, 200 and 400 kg ha⁻¹ year⁻¹), in a randomized complete block design with factorial arrangement (3x2+1) with four replications during seasons of summer 2011/2012 (summer I), autumn and spring 2012, and summer 2012/2013 (summer II). For this purpose were available the morphological composition, structural characteristics and nutritive value of the massai grass forage. Morphological composition and structural characteristics of massai grass were positively influenced by use of the coated urea, especially during periods of water restrictive, and of the plain urea in the spring and summer seasons. While for specific leaf area and tiller population density (DPP) there were a linear positive effect for use of the coated urea during all seasons of the trial period. Added to this, the greatest DPP were also obtained for 400 kg ha⁻¹ year⁻¹ rate of the N-coated urea. The use of the coated urea as a source of nitrogen fertilization increases the protein levels of massai grass in autumn, winter and spring seasons, and reduces cell wall components (FDA, LIG and CEL) during the same seasons under higher doses N. The *in vitro* digestibility of dry matter increases with increasing common and coated urea rates in summer.

Key words: Morphological. Structural characteristics. Nutritive value. *Panicum maximum* cv. Massai.

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Resultados da primeira análise química do solo da área experimental em 22/06/2011..... | 10 |
| Tabela 2. Resultados da segunda análise química do solo da área experimental em 23/05/2012..... | 11 |
| Tabela 3. Datas de cortes e de adubações durante as estações verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II) no capim-massai em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio..... | 13 |
| Tabela 4. Massa de forragem (MF), massas secas de lâminas foliares (MSLF), de colmos (MSC) e de material morto (MSMM), e de taxas de acúmulo de forragem (TxAF) do capim-massai, em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio e das estações verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II)..... | 18 |
| Tabela 5. Porcentagens de massas secas de lâminas foliares (%MSLF), de colmos (%MSC) e de material morto (%MSMM), e relação lâmina foliar:colmo (RLFC) do capim-massai, em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio, durante as estações de verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II)..... | 21 |
| Tabela 6 Eficiência do uso do nitrogênio (EUN) no capim-massai, em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio, nas estações de verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão II de 2012/2013 (verão II)..... | 24 |
| Tabela 7 Altura (ALT), densidade populacional de perfilhos (DPP), índice de área foliar estimado pelo aparelho integrador de área foliar (IAFi) e área foliar específica (AFE) do capim-massai, em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio e das estações de verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II)..... | 36 |
| Tabela 8 Índice de área foliar estimado pelo aparelho AccuPAR (IAFa) do capim-massai, em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio, nas estações de verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013..... | 30 |

CAPÍTULO II

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Resultados da primeira análise química do solo da área experimental em 22/06/2011..... | 38 |
| Tabela 2. Resultados da segunda análise química do solo da área experimental em 23/05/2012..... | 39 |
| Tabela 3. Datas de cortes e de adubações durante as estações verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II) no capim-massai em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio..... | 41 |
| Tabela 4. Teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), do capim-massai, em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio durante as estações de verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II)..... | 44 |
| Tabela 5. Teor de fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), N ligado a FDN (PIDN) e N ligado a FDA (PIDA), lignina (LIG) e celulose (CEL) do capim-massai, em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio durante as estações de verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II)..... | 46 |
| Tabela 6. Teor de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) do capim-massai, em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio durante as estações de verão de 2011/2012 (verão I) e inverno de 2012 (verão II)..... | 51 |

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

| | |
|---|----|
| Figura 1. Precipitação (mm), temperatura máxima - C° e temperatura mínima - C° de dezembro de 2011 a abril de 2013 para a área experimental..... | 11 |
| Figura 2. Extrato do balanço hídrico mensal de dezembro de 2011 a abril de 2013. Fonte: Banco de dados do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)..... | 12 |
| Figura 3. Vista geral da área experimental localizada no Instituto de Zootecnia – UFRRJ..... | 14 |
| Figura 4. Avaliação do percentual de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IL) (AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR – 80) (A), medidas de altura com régua graduada (B), corte manual das plantas (C), pesagem do material para separação (D)..... | 16 |
| Figura 5. Composições morfológicas (de material morto, de pseudocolmo e lâmina foliar) (E), lâminas foliares verdes - determinação de área com integrador de área foliar (Licor, LI-3000®) (F)..... | 18 |

CAPÍTULO II

| | |
|--|----|
| Figura 1. Precipitação (mm), temperatura máxima - C° e temperatura mínima - C° de dezembro de 2011 a abril de 2013 para a área experimental..... | 45 |
| Figura 2. Extrato do balanço hídrico mensal de dezembro de 2011 a abril de 2013. Fonte: Banco de dados do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)..... | 46 |
| Figura 3. Vista geral da área experimental localizada no Instituto de Zootecnia – UFRRJ..... | 48 |
| Figura 4. Análise de valor nutritivo do capim-massai: (A) preparação das garrafas com solução de detergente ácido para análises de fibra em detergente ácido (FDA); (B) amostras sendo filtradas em cadinhos filtrantes; (C) cadinhos após a filtragem com as amostras de FDA na estufa – 65°C; (D) cadinhos filtrantes – preparação para análise de lignina em solução de permanganato de potássio. Laboratório de Análises Bromatológicas – Departamento de Nutrição Animal e Pastagem – UFRRJ..... | 51 |
| Figura 5. Coleta de inóculo ruminal em bovino no Hospital Veterinário de Grandes Animais – UFRRJ (A); Análise de Digestibilidade <i>in vitro</i> da Matéria Seca do capim-massai no fermentador artificial de rúmen denominado DAISY ^{II} da ANKOM® no Laboratório de Análises Bromatológicas – Departamento de Nutrição Animal e Pastagem – UFRRJ (B)..... | 52 |

INTRODUÇÃO GERAL

A pecuária brasileira é baseada em sistemas de produção a pasto. A bovinocultura é um dos principais destaques do agronegócio do país frente ao cenário mundial, no qual se destaca o desenvolvimento em dois segmentos lucrativos: produção de carne e leite, que contribuem com valor bruto de produção estimado em R\$ 67 bilhões (MAPA, 2013), evidenciando a grande participação econômica destes segmentos.

O Brasil dispõe de grandes áreas agrícolas. Destas, cerca de 100 milhões de hectares aproximadamente (ZIMMER et al., 2002) correspondem a áreas de pastagens cultivadas. No entanto, algumas dessas áreas são excessivamente exploradas, mal manejadas, levando à degradação, com acentuada diminuição da produtividade agrícola (DIAS FILHO, 2005).

Pastagens de *Panicum maximum* são conhecidas mundialmente por sua alta produtividade, capacidade de produção de folhas longas e bom valor nutritivo, além da sua adaptação a diferentes condições edafoclimáticas (JANK et al., 2010). Em busca de alternativas de novos genótipos, com o objetivo de aumentar a diversidade de plantas forrageiras para a alimentação animal, a Embrapa Gado de Corte e parcerias lançaram, comercialmente em 2001, o *Panicum maximum* cv. Massai, um híbrido espontâneo entre *P. maximum* e *P. infestum* (EMBRAPA 2001), o qual apresenta boa adaptabilidade quando submetido a sombreamento, ou a solos com acidez elevada e/ou menor fertilidade, isso quando comparado a outros cultivares do gênero *Panicum*, além de possuir um sistema radicular mais adaptado a solos que apresentam maior compactação (BONO et al., 2000; ANDRADE et al., 2004).

Além das características particulares de cada gramínea forrageira, a utilização de interceptação luminosa (IL) como estratégia de acompanhamento da rebrota e crescimento da planta permite que a forrageira seja colhida em condição fisiológica semelhante, contribuindo para maior otimização da produtividade da pastagem com maior controle de material morto ou senescido e forragem com menor variabilidade de suas características (PEDREIRA et al., 2007). Nesse sentido, diversos trabalhos foram realizados utilizando como critério para o corte ou desfolha da planta forrageira, 95% de IL, os quais apresentaram resultados promissores como descrito por Barbosa et al. (2007) que avaliaram três níveis de IL (90, 95 e 100%) e três alturas de resíduo (60, 70 e 85 cm) em capim-Tanzânia; Carnevalli et al. (2006), com capim-mombaça sob dois níveis de interceptação (95 e 100%) e duas alturas de resíduo (30 e 50 cm); e por Pedreira et al. (2007), com capim-xaraés, comparando o manejo baseado em dias (28 dias de descanso) e o por IL (95 e 100%).

Desta maneira, para garantir produtividade aos agrossistemas é necessário também fornecer boas condições ao solo, pois sua qualidade irá interferir em outros atributos ambientais essenciais, como o fluxo e a qualidade da água, a biodiversidade de espécies da fauna e da flora, além do equilíbrio na emissão de gases (LOPES & GUILHERME, 2007). Desta forma, a realização de boas práticas de manejo da fertilidade do solo, compreende um dos caminhos para alcançar melhores resultados na produção vegetal, mitigando as perdas de nutrientes essenciais como o nitrogênio para o meio ambiente. Este nutriente pode gerar poluentes, como o óxido nitroso (N_2O), gás importante para o efeito estufa oriundo do processo de desnitrificação, sendo cerca de 5-30% do N-fertilizante pode ser perdido por este processo (CANTARELLA, 2007). Outra forma de perda é pela lixiviação do nitrato (NO_3^-), o qual possui estreita dependência com a quantidade de água que percola no perfil do solo, podendo gerar a contaminação de rios e águas subterrâneas e, por sua vez, iniciar o processo de eutrofização em ecossistemas naturais (PRIMAVESI et al., 2002). As emissões de N na forma de amônia (NH_3^+) são geradas pelo processo de volatilização, que em pastagens essas perdas podem chegar até 61% quando a ureia é aplicada na superfície do solo (CANTARELLA et al., 2001a, b).

De acordo com Werner (1994), o fornecimento de nutrientes é fundamental para garantir bons resultados, buscando maior desempenho e sustentabilidade de ecossistemas de pastagens. Assim, dentre os macro nutrientes, o nitrogênio (N) configura-se como de extrema importância para as gramíneas forrageiras, uma vez que está intimamente relacionado com a síntese de ácidos nucléicos, proteínas e clorofila, além de vários outros compostos (TAIZ & ZEIGER, 2006). Somado a isso, como descrito por Nascimento Júnior et al. (2008), seu fornecimento adequado determina os aumentos nas taxas de aparecimento de folhas em gramíneas tropicais (GARCEZ-NETO et al., 2002; ALEXANDRINO et al., 2004; ALEXANDRINO et al., 2005; MARTUSCELLO et al., 2005) e, de forma indireta, em características estruturais como tamanho da folha (GARCEZ-NETO et al., 2002; ALEXANDRINO et al., 2005), densidade populacional de perfilhos (GARCEZ-NETO et al., 2002; ALEXANDRINO et al., 2004; ALEXANDRINO et al., 2005; FAGUNDES et al., 2006), número de folhas vivas por perfilho (GARCEZ-NETO et al., 2002; ALEXANDRINO et al., 2004) e, possivelmente, na altura média dos pastos (NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2008). Portanto, investigações quanto aos níveis e formas de utilização do N, visando maior eficiência da adubação nitrogenada, fazem-se necessárias a fim de elucidar os mecanismos e as melhores estratégias que regem e incrementam, respectivamente, a produtividade dos pastos em ambiente tropical.

Portanto, produzir alimentos para o consumo animal não consiste apenas em explorar o potencial máximo da planta forrageira, é necessário adotar práticas de manejo que integrem o adequado fornecimento de nutrientes via adubação visando o aumento da fertilidade do solo. Desta forma, realizar estudos com doses e fontes de nutrientes com o intuito de reduzir o impacto ambiental gerado pela sua inadequada ou excessiva utilização mostra-se de extrema importância.

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar a eficiência do revestimento e de doses de ureia nas características estruturais, acúmulo e composição química da forragem de Capim Massai durante as estações de verão 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II).

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E ACÚMULO DE FORRAGEM DO CAPIM-MASSAI SOB DOSES E REVESTIMENTO DA UREIA

RESUMO

PIRES, Camila de Almeida. **Características estruturais e acúmulo de forragem do capim-massai sob doses e revestimento da ureia.** 2014. 80p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Departamento de Nutrição Animal e Pastagens, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Objetivou-se avaliar a eficiência do revestimento e de doses de ureia nas características estruturais, composição morfológica e acúmulo de forragem de *Panicum maximum* cv. Massai, durante as estações de verão de 2011/2012 (verão I), outono inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II). O experimento, foi delineado em blocos completos casualizados, com quatro repetições, sob arranjo fatorial (3x2) +1, representado por três doses de N (100, 200 e 400 kg N ha ano⁻¹), duas fontes de N (ureia e ureia revestida com Policote[®]), e um tratamento testemunha (sem adubação com N). Foram avaliadas as variáveis de composição morfológica e de acúmulo de forragem: massa de forragem (MF), massas secas de lâminas foliares (MSLF), de colmos (MSC), e de material morto (MSMM), porcentagens de massas secas de lâminas foliares (PMSLF), de colmos (PMSC) e de material morto (PMSMM) da MF, relação lâmina foliar: colmo (RLFC), e taxa de acúmulo de forragem (TxAF); e estruturais: altura do dossel (ALT), densidade populacional de perfilhos (DPP), índice de área foliar com integrador (IAFa) e com AccuPAR (IAFi), área foliar específica (AFE), e densidade volumétrica da forragem (DVF) do capim-massai; além da eficiência de utilização do nitrogênio (EUN). Houve interação (P<0,05) entre doses, fontes de ureia, e estações do ano para todas as variáveis avaliadas, com exceção apenas do IAFa, para o qual houve interação entre dose de N e fontes de ureia. A adubação nitrogenada exerceu influência benéfica na composição morfológica, características estruturais, e acúmulo de forragem do capim-massai. A TxAF foi beneficiada de forma positiva por ambas as fontes de ureia, com exceção do outono para a ureia comum (não houve efeito da adubação nitrogenada). A participação da MSLF na MF foi influenciada de forma linear positiva por ambas as fontes de ureia no inverno, enquanto a PMSC apresentou comportamento linear negativo nesta mesma estação. No outono, a ureia revestida apresentou efeito linear positivo para as DPP, IAFi, AFE, e DVF. Somente no verão I houve efeito linear positivo da ureia revestida para EUN. O aumento da adubação nitrogenada com ureia revestida proporciona benefícios para as características estruturais e composição morfológica da forragem do capim-massai, principalmente em estações com restrições hídricas. O uso da ureia revestida favorece a DPP e AFE do capim-massai durante todas as estações avaliadas, assim como o IAFi nas estações de verão I, outono e inverno. Há maior taxa de acúmulo de forragem com uso de ureia revestida durante o outono. A adubação nitrogenada aumenta o IAF e a densidade volumétrica da forragem do capim-massai.

Palavras-chave: Capim-massai. Densidade volumétrica da forragem. Massa de forragem.

ABSTRACT

PIRES, Camila de Almeida. **Structural characteristics and Accumulation of forage massai grass under rates and sources of urea.** 2014. 80p. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Departamento de Nutrição Animal e Pastagens, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

The objective of this study was to evaluate the efficiency of the different sources and rates of urea on the structural characteristics, morphological composition and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Massai during the summer seasons 2011/2012 (summer I), autumn, winter and spring 2012, and summer 2012/2013 (summer II). The experiment was designed as a randomized complete block design with four replications in a factorial arrangement (3x2) + 1, represented by three N rates (100, 200 and 400 kg N ha⁻¹ year⁻¹), two N sources (plain and coated Policote[®]), and one control treatment (no N fertilization). The variables of morphological composition and herbage accumulation: forage mass (MF), dry matter of leaf blade (MSLF), dry matter of stem (MSC), and dead material (MSMM), percentage of dry matter of leaf blades evaluated (PMSLF), stem (PMSC) and dead material (PMSMM), leaf:stem ratio (RLFC), and rate of herbage accumulation (TxAF); and structural: canopy height (ALT), tiller population density (DPP), leaf area index by integrator (IAFi) and AccuPAR (IAFa), specific leaf area (AFE), and forage bulk density (DVF) of massai grass; addition of nitrogen use efficiency (EUN). There was an interaction (P<0.05) between rates, sources of urea, and seasons for all variables, except only one the IAFa, for which there was interaction between N rates and urea sources. Nitrogen fertilization exerted beneficial influence on the morphological composition, structural characteristics and forage accumulation of massai grass. The TxAF positively benefited by both urea sources, except for the plain autumn urea (there was no effect of nitrogen fertilization). Participation in the MSLF of MF was influenced in a positive linear fashion by both urea sources in winter, while the PMSC had a negative linear behavior in this same season. In autumn, there was a positive linear effect of coated urea the DPP, IAFi, AFE, and DVF, except only the height, to which one there was a negative linear for effect. Only in the summer I was a positive linear effect of coated urea for EUN. Increased nitrogen fertilization with coated urea provides benefits to the structural characteristics and forage morphological composition of massai grass mainly at seasons with water restrictions. The use of coated urea favors the DPP and the AFE massai grass evaluated during all seasons as well, as IAFi the summer I, autumn and winter seasons. The use of coated urea favors the DPP and the AFE massai grass evaluated during all seasons, as well as IAFi the summer I, autumn and winter seasons. There is a higher rate of herbage accumulation with the use of urea coated during autumn. The nitrogen fertilization increases the IAF forage bulk density of the massai grass.

Key words: Bulk density of the massai grass. Forage mass. Massai grass.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui aproximadamente 170 milhões de hectares de pastagens, dos quais 100 milhões são formados por espécies forrageiras introduzidas e 70 milhões por espécies nativas (FONSECA et al., 2010). O pasto constitui a base para a alimentação de ruminantes, e a degradação das áreas de pastagem configura-se um problema para a pecuária brasileira (KICHEL, 1997). Estima-se que cerca de 80% dos 45-50 milhões de hectares da área de pastagem nos Cerrados do Brasil Central encontra-se, atualmente, em algum estágio de degradação (BARCELLOS, 1996).

O potencial de produção das gramíneas tropicais, como aquelas do gênero *Panicum*, é bastante alto, desde que sejam feitas os devidos manejos de fertilidade do solo, somadas as demais condições de ambiente, e de corte ou pastejo das espécies desse gênero. Pastagens de *Panicum maximum* apresentam alta capacidade de produção de forragem e bom valor nutritivo (CORSI & SANTOS, 1995; MACHADO et al., 1998; REGO, 2001; CANO et al., 2004; SARMENTO et al., 2005; CARNEVALLI et al., 2006; BARBOSA et al., 2007). Entretanto, é sabido que os capins desta espécie são mais exigentes quanto à fertilidade do solo, sobretudo que aqueles do gênero *Urochloa*, em especial a espécie *Urochloa decumbens* (EUCLIDES, 1995). A espécie é a mais produtiva forrageira tropical propagada por sementes e tem despertado a atenção de pecuaristas também por sua abundante produção de folhas longas, porte elevado e alta aceitabilidade pelos animais das mais variadas categorias e espécies de ruminantes (JANK et al., 2010), em equídeos o consumo de gramíneas do gênero *Panicum* (em especial cv. Tanzânia, Mombaça e Massai) pode gerar problemas como cólicas, não sendo recomendado pastagens implantadas a mais de dois anos e em fase de rebrota, casos desta doença são verificados principalmente no início do período chuvoso, sendo sugerido o uso de áreas com pastagens alternativas evitando o pastejo exclusivo (EMBRAPA, 2009; TOKARNIA et al., 2012).

A busca por novos cultivares de gramíneas, com potencial produtivo, menos exigentes em fertilidade de solo e com resistência às pragas e doenças, levou a Embrapa Gado de Corte juntamente com parcerias, a lançar comercialmente em Campo Grande, MS, em 2001, o capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai), que é um híbrido espontâneo entre *P. maximum* e *P. infestum* (Registro SNPA BRA 007102, e ORSTOM T21), coletado em 1969, selecionado inicialmente pela Embrapa Gado de Corte (Embrapa, 2001). É uma planta cespitosa de porte baixo (aproximadamente 0,6 m), com folhas estreitas, eretas e quebradiças nas pontas, considerada precoce por florescer e produzir sementes várias vezes ao ano (até 85 kg ha⁻¹ de sementes, em parcelas). O capim-massai destaca por apresentar produção de massa seca de folhas (15,6 t ha⁻¹) semelhante ao capim-colonião (14,3 t ha⁻¹), além da maior capacidade de produção de folhas em relação aos colmos (30%), de rebrota (83%), e menor estacionalidade de produção (53%) que o capim-colonião, apesar de seu menor porte (60 cm para capim-massai versus 150 cm para capim-colonião). Somado a isso, também apresenta porcentagem de folhas na massa de forragem (80%) semelhante aos cultivares Tanzânia e Mombaça, denotando seu potencial produtivo e fenológico para produção forrageira, além de percentuais de proteína bruta nas folhas (12,5%) e nos colmos (8,5%) semelhantes ao cultivar Tanzânia (JANK et al., 2010). Não menos importante, outro aspecto relevante de adaptação do capim-massai é sua resistência à cigarrinha-das-pastagens (*Notozulia entriperiana*), para o qual é considerado mais resistente que os cultivares Tanzânia, Mombaça e Tobiata (MORENO, 2004).

Emerenciano Neto et al. (2013), trabalhando com quatro gramíneas (Aruana, Marandu, Massai e Piatã), pastejadas por ovinos sob lotação intermitente em dois estratos de pré-pastejo (0-25 cm e 25-50cm), observaram que o capim-massai obteve a maior massa de forragem (média 4864 kg ha⁻¹) nos dois estratos, além da maior densidade volumétrica (242 kg cm⁻¹ ha⁻¹) no estrato de 0-25 cm. Cano et al. (2004), avaliando a produção de forragem do capim-

Tanzânia pastejado em diferentes alturas, observaram que as alturas de 20 e 80 cm para esta gramínea não eram recomendadas e que, nas alturas de 40 e 60 cm, a oferta de folhas era maior, acompanhada de uma boa cobertura do solo e favorável taxa de acúmulo de forragem.

Buscando maior exploração e eficiência na produção, colheita e entendimento das respostas de determinadas gramíneas forrageiras submetidas a práticas de manejo, tornam-se cada vez mais necessárias informações acerca das características estruturais particulares de cada espécie (altura, IAF, massa de forragem, dentre outras) que determinam as condições do pasto, as quais refletem na produção animal, assegurando maior sustentabilidade do ecossistema pastagem. Estas variáveis foram objetos de estudos de renomados pesquisadores como Brougham (1955), que, há muito tempo, já buscavam entender e demonstrar, por exemplo, a importância do índice de área foliar (IAF) para a compreensão das relações entre interceptação luminosa (IL) pelo dossel e o acúmulo de forragem.

É importante considerar que em um ambiente de pastagem as respostas tanto das plantas forrageiras como dos animais em pastejo são condicionadas e determinadas por variações em estrutura e condição do dossel forrageiro (HODGSON & DA SILVA, 2002). O manejo para o corte ou desfolha ao ser adotado exercer grande influência no desenvolvimento da comunidade de plantas. A utilização do critério de manejo com 95% de interceptação luminosa baseia-se na morfofisiologia da planta, com maior controle de hastes e material senescente, gerando resultados positivos para a produção animal (GIACOMINI et al., 2009).

Os principais componentes do manejo de N-fertilizante em pastagem são a dose, fonte e forma de parcelamento do N aplicado (CANTARELLA, 2007; QUEIROZ et al., 2011). Desta forma, o estudo da dinâmica deste nutriente em gramíneas tropicais é de grande importância, devido permitir avaliar a resposta da planta à adubação em relação às características estruturais e composição morfológica e, em contrapartida, elucidar questões relacionadas às perdas de nitrogênio. Estas perdas podem ocorrer por diversos fatores como solos com pH alcalino, baixa capacidade de troca de cátions, baixa capacidade de tampão do hidrogênio, alta temperatura, umidade e altas doses de nitrogênio, podendo ser pela ação isolada de um desses fatores ou pelo conjunto destes (OLIVEIRA & BALBINO, 1995).

A ureia é um dos principais fertilizantes nitrogenados utilizados no mundo, devido sua maior concentração de N, em torno de 45% na forma amídica $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$, e aos custos menos onerosos em relação a outras fontes (MELGAR, 1991). Porém, a utilização deste insumo gera questionamentos principalmente relacionados com suas perdas, que já elucidadas pela literatura científica, estão envolvidas com a lixiviação do nitrato (NO_3^-), a volatilização da NH_3^+ , a desnitrificação e a imobilização pela biomassa microbiana (BREDA et al., 2010). O que se configura em um problema, pois além de não ser aproveitada pela planta totalmente, ainda gera poluentes para o meio ambiente, como contaminação de lençóis freáticos, emissão de gases, dentre outros. Essas perdas do fertilizante nitrogenado por volatilização da amônia podem chegar até 80% (MARTHA JÚNIOR, 2004).

Visualizando esta questão, estudos estão sendo realizados com fertilizantes tradicionais que são recobertos por substâncias orgânicas, polímeros ou resinas sintéticas com o objetivo de liberar o(s) nutriente(s) de forma gradual buscando diminuir as perdas do N para o ecossistema (GIRARDI & MOURÃO FILHO, 2003). Segundo Shaviv (2001), as principais vantagens destes fertilizantes são: redução das perdas de nutrientes devido à lixiviação, imobilização e, ainda, volatilização; fornecimento regular e contínuo de nutrientes para as plantas, menor frequência de aplicações em solos, eliminação de danos causados a raízes pela alta concentração de sais, maior praticidade no manuseio dos fertilizantes, além da contribuição à redução da poluição ambiental pelo NO_3^- , atribuindo valor ecológico à atividade agrícola.

Diversos estudos estão sendo apresentados com a utilização de adubações de eficiência aumentada em culturas como milho (VALDERRAMA et al., 2011; SARATTO et al., 2011; CIVARDI et al., 2011), café (FERNANDES & FRAGA JÚNIOR, 2010; GOMES et

al., 2011; GARCIA et al., 2011), maracujá (MENDONÇA et al., 2007), mudas de espécies florestais (ROSSA et al., 2011), dentre outros, contribuindo para o maior entendimento da utilização destas fontes para a produção agrícola.

Objetivou-se com este estudo avaliar a eficiência do revestimento e de doses de ureia nas características estruturais, composição morfológica, e acúmulo de forragem de capim-massai, durante as estações de verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Departamento de Nutrição e Pastagem do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, município de Seropédica – RJ, ‘situado a 22°45’ de latitude Sul e 43°41’ de longitude Oeste e a 33 metros de altitude, utilizando solo com as características descritas na Tabela 1 e 2. O clima da região é do tipo AW (Köppen), com uma estação seca que se estende de abril a setembro e outra quente e chuvosa, de outubro a março.

As médias dos dados climáticos e de balanço hídrico (balanço hídrico normal por THORNTHWAITE & MATHER, 1955), do período experimental foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia, com base nos dados da estação experimental de Seropédica-RJ, e encontram-se nas Figuras 1 e 2.

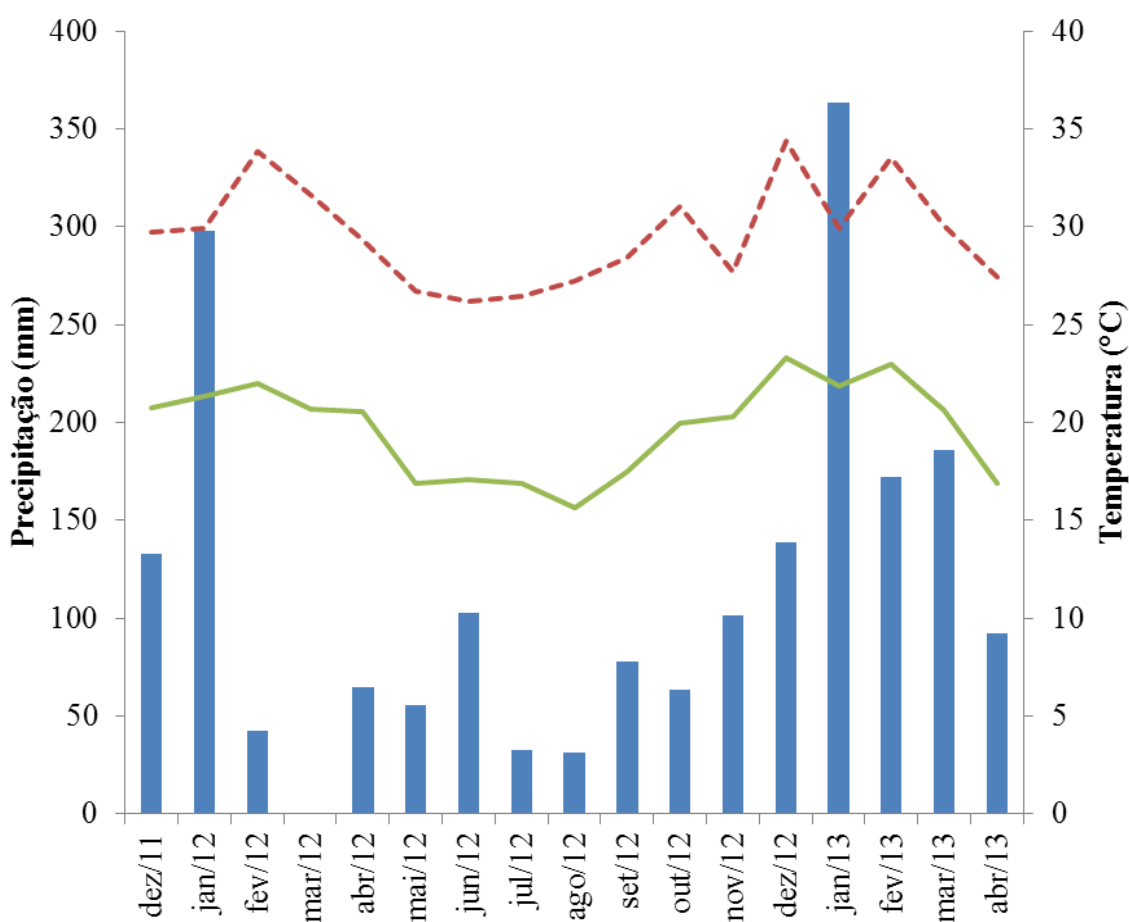


Figura 1. Precipitação (mm), temperatura máxima - C°(---) e temperatura mínima - C° (—) de dezembro de 2011 a abril de 2013 para a área experimental.

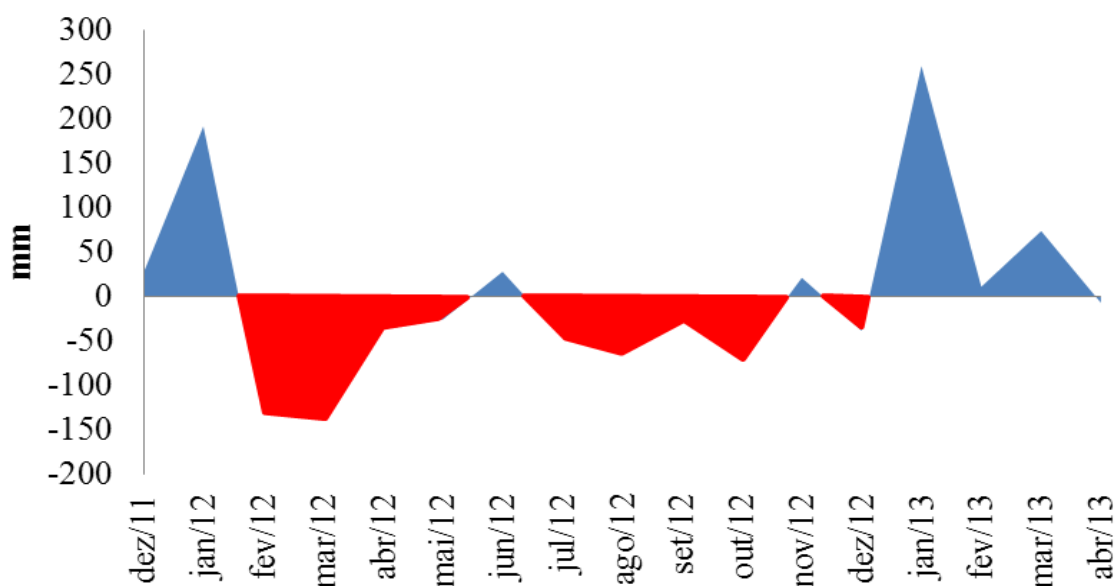


Figura 2. Extrato do balanço hídrico mensal de dezembro de 2011 a abril de 2013, segundo Thornthwaite & Mather (1955) - Fonte: Banco de dados do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os resultados das análises químicas de solo, cujas amostras foram coletadas em 22/06/2011 e 23/05/2012, encontram-se nas Tabelas 1 e 2. Na área experimental foram realizadas aplicações superficiais de 4,8 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 76%) em 22/12/2010 antes da aração e gradagem da área experimental, além de Superfosfato Simples (80 kg ha⁻¹ de P₂O₅) no sulco de semeio em 23/12/2010, seguindo as recomendações de De-Polli et al. (1990).

Tabela 1. Resultados da primeira análise química do solo da área experimental em 22/06/2011.

| Bloco | Profund (cm) | Na | Ca | Mg | H+Al | Al | S | T | P | K | V | pH | Corg |
|-------|-----------------|---|-----|-----|------|-----|-----------------------------|------|------|------|-------|------|------|
| | | -----Cmol _c /dm ³ ----- | | | | | -----mg/dm ³ --- | | | % | 1:2,5 | g/kg | |
| B1 | 0-20 | 0,027 | 1,3 | 0,7 | 2,1 | 0,2 | 2,24 | 4,34 | 3,23 | 0,21 | 52 | 5,6 | 5,6 |
| B2 | 0-20 | 0,027 | 1,4 | 0,8 | 1,7 | 0,2 | 2,48 | 4,18 | 2,26 | 0,25 | 59 | 5,8 | 5,8 |
| B3 | 0-20 | 0,020 | 1,6 | 0,5 | 1,0 | 0,2 | 2,34 | 3,34 | 4,2 | 0,21 | 70 | 5,9 | 5,9 |
| B4 | 0-20 | 0,027 | 1,6 | 0,4 | 1,3 | 0,2 | 2,28 | 3,58 | 2,26 | 0,25 | 64 | 5,8 | 5,8 |

Fonte: Laboratório de análise de solo, plantas e resíduos – LABFER- UFRRJ – Seropédica - Rio de Janeiro.

Tabela 2. Resultados da segunda análise química do solo da área experimental em 23/05/2012.

| Bloco | Profund (cm) | Na | Ca | Mg | H+Al | Al | S | T | P | K | V | pH | Cog |
|-------|-----------------|-------|-----|-----|------|----|-----|-----|-----|------|----|-----|-----|
| | | | | | | | | | | | | | |
| B1 | 0-20 | 0,021 | 1,4 | 0,4 | 1,6 | 0 | 1,9 | 3,7 | 3,1 | 0,51 | 53 | 5,9 | 6,4 |
| B2 | 0-20 | 0,021 | 1,7 | 0,4 | 1,3 | 0 | 2,3 | 3,8 | 2,3 | 0,58 | 65 | 6,2 | 6,6 |
| B3 | 0-20 | 0,021 | 1,5 | 0,5 | 1,3 | 0 | 2,2 | 3,7 | 1,8 | 0,69 | 57 | 6,1 | 6,7 |
| B4 | 0-20 | 0,021 | 1,8 | 0,8 | 1,5 | 0 | 2,7 | 3,9 | 2,4 | 0,58 | 64 | 6,2 | 6,4 |

Fonte: Laboratório de análise de solo, plantas e resíduos – EMBRAPA SOLOS – Rio de Janeiro.

O capim-massai (Registro SNPA BRA 007102, e ORSTOM T21) híbrido (*Panicum maximum x Panicum infestun*), foi semeado (2 kg de sementes puras viáveis ha⁻¹) a 2,0 cm de profundidade, em 05/05/2011. Foi realizada adubação de formação, com a aplicação de 12 kg N+12 kg K₂O ha⁻¹ em 25/05/2011 e 28 kg N+12 kg K₂O ha⁻¹ em 16/06/2011, utilizando ureia e cloreto de potássio como fontes. Nesta adubação de formação, as fontes de fertilizantes foram diluídas em água (10L parcela⁻¹) distribuída sobre a superfície do solo. Em 09/08/2011 foi feito um corte de uniformização das plantas, em todas as parcelas, a uma altura de 15 cm do solo. O período experimental total foi de um ano e cinco meses, iniciou-se a partir do dia 20/12/11, com a realização da adubação a lanço conforme recomendação técnica do fabricante da ureia revestida (Policote[®]), e seu termino em 03/05/13.

O experimento, foi delineado em blocos completos casualizados, com quatro repetições, sob arranjo fatorial (3x2) +1, representando por três doses de N (100, 200 e 400 kg N ha ano⁻¹), duas fontes de N (ureia e ureia revestida com Policote[®]) e um tratamento controle ou testemunha (sem adubação com N). A adoção do delineamento experimental foi baseada tanto na declividade apresentada no relevo da área, como na diferença de fertilidade observada através da análise química de terra ao início na fase experimental. As doses de N foram fracionadas em cinco aplicações iguais durante o ano, aplicadas 10 dias após os cortes das plantas forrageiras. Foi realizada adubação potássica de manutenção (400 kg K₂O ha⁻¹ ano⁻¹), utilizando cloreto de potássio como fonte, aplicada juntamente com as doses de adubação nitrogenada (tratamentos), em cinco parcelas iguais durante o período experimental, para todas as doses de N e para o tratamento testemunha. A unidade experimental foi formada por quatro linhas, espaçadas por 0,5 m e com 4,0 m de comprimento, totalizando parcelas 8,0 m² cada (Figura 3). Foram consideradas como área útil as duas fileiras centrais, descartando-se 1,0 m de cada extremidade.



Figura 3. Vista geral da área experimental localizada no Instituto de Zootecnia – UFRRJ.

Semanalmente foi avaliado o percentual de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IL) (AccuPAR Linear PAR/LAI *ceptometer*, Model PAR – 80), por meio de 12 leituras (Figura 4 – A), acima e abaixo do dossel forrageiro, em cada parcela, simultaneamente. Quando a IL média de cada tratamento alcançava o valor de 95% foi realizado o corte manual das plantas a 10 cm de altura do solo conforme datado na Tabela 3 e ilustrado na Figura 4 – C. As alturas dos dosséis forrageiros foram medidas nas mesmas datas de leitura de IL, contabilizando 20 medidas por unidade experimental, com base nas curvaturas das últimas folhas já expandidas, conforme descrito por Carnevalli et al. (2006), utilizando-se régua graduada (Figura 4 –B).

Tabela 3. Datas de cortes e de adubações durante as estações verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II) no capim-massai em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio.

| ESTAÇÃO | TRATAMENTOS | CORTES – 95% IL | ADUBAÇÕES | INTERVALOS ENTRE CORTES (dias) |
|----------|------------------|------------------|-----------|--------------------------------|
| VERÃO I | Controle – sem N | 15/02/12 | - | 61 |
| | UC 100 | 17/01/12 | 24/01/12 | 34 |
| | UP 100 | 17/01/12 | 24/01/12 | 34 |
| | UC 200 | 12/01/12 | 19/01/12 | 35 |
| | UP 200 | 12/01/12 | 19/01/12 | 30 |
| | UC 400 | 10/01/12 | 17/01/12 | 29 |
| | UP 400 | 10/01/12 | 17/01/12 | 29 |
| | UP 400 | 05/03/12 | - | 55 |
| OUTONO | Controle – sem N | 24/04/12 | - | 69 |
| | UC 100 | 04/04/12 | 13/04/12 | 78 |
| | UC 100 | 30/05/12 | 12/06/12 | 56 |
| | UP 100 | 16/04/12 | 27/04/12 | 90 |
| | UC 200 | 24/04/12 | 04/05/12 | 103 |
| | UP 200 | 16/04/12 | 27/04/12 | 95 |
| | UC 400 | 11/04/12 | 24/04/12 | 92 |
| | UP 400 | 30/05/12 | 12/06/12 | 49 |
| INVERNO | Controle – sem N | 29/09/12 | - | 158 |
| | UC 100 | 01/08/12 | 11/08/12 | 62 |
| | UP 100 | 20/08/12 | 30/08/12 | 126 |
| | UC 200 | 21/07/12 | 01/08/12 | 88 |
| | UP 200 | 20/09/12 | 01/11/12 | 166 |
| | UC 400 | 10/07/12 | 20/07/12 | 41 |
| | UP 400 | 03/07/12 | 12/07/12 | 34 |
| | PRIMAVERA | Controle – sem N | 14/01/13 | - |
| UC 100 | | 18/12/12 | 28/12/12 | 137 |
| UP 100 | | 18/12/12 | 28/12/12 | 118 |
| UC 200 | | 03/12/12 | 13/12/12 | 132 |
| UP 200 | | 18/12/12 | 28/12/12 | 79 |
| UC 400 | | 03/12/12 | 13/12/12 | 138 |
| UP 400 | | 22/10/12 | 06/11/12 | 109 |
| UP 400 | | 28/11/12 | - | 36 |
| VERÃO II | Controle – sem N | 03/05/13 | - | 109 |
| | UC 100 | 08/02/13 | - | 52 |
| | UC 100 | 22/04/13 | - | 73 |
| | UP 100 | 08/02/13 | - | 52 |
| | UP 100 | 22/04/13 | - | 73 |
| | UC 200 | 01/02/13 | 11/02/13 | 60 |
| | UC 200 | 22/04/13 | - | 80 |
| | UP 200 | 18/02/13 | 28/02/13 | 79 |
| | UP 200 | 22/04/13 | - | 62 |
| | UC 400 | 14/01/13 | - | 47 |
| | UC 400 | 03/05/13 | - | 109 |
| | UP 400 | 14/01/13 | - | 84 |
| UP 400 | 03/05/13 | - | 109 | |

Devido os tratamentos com 200 kg ha⁻¹ de N de ambas as fontes não conseguirem atingir a quinta adubação (parcela) dentro das quatro estações planejadas assim como os demais tratamentos, foi necessário inserir ao período experimental a estação de verão II de 2012/2013. Este fato ocorreu devido às plantas não conseguirem atingir 95% de interceptação luminosa, critério de corte adotado no experimento.

A massa de forragem (MF), descrita como kg ha⁻¹ de massa seca, foi estimada por meio do corte de toda a forragem contida na área útil (3 m²) de cada unidade experimental

(parcela de 8 m²). A forragem foi cortada manualmente a uma altura de 10 cm do solo (altura de resíduo). As amostras colhidas foram acondicionadas em sacos plásticos identificados, pesadas e separadas em duas subamostras de 500 g cada (Figura 4 – D). A subamostra 1 foi fracionada em material morto, pseudocolmo (colmo + bainha foliar) e lâmina foliar (Figura 5 – A), e a subamostra 2, em material morto e material verde. Todas as frações foram secas em estufa de ventilação de ar forçado, à 55° C, durante 72 horas, até alcançarem peso constante, para obtenção de seus respectivos teores de matéria seca. As massas secas (kg ha⁻¹) das frações, massa seca de lâminas foliares (MSLF), de colmos (MSC) e de material morto (MSMM) foram estimadas com base nesses resultados e suas composições morfológicas calculadas de acordo com a representação da massa seca de cada fração na massa de forragem (MF) das amostras, expressas em porcentagem (%).



Figura 4. Avaliação do percentual de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IL) (AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR – 80) (A), medidas de altura com régua graduada (B), corte manual das plantas – altura de resíduo 10cm (C), pesagem do material para separação (D).

A relação lâmina foliar:colmo (RLFC) foi obtida pelo quociente da massa seca de lâminas foliares pela massa seca de colmos. As taxas de acúmulo de forragem (TxAF), descritas como kg ha⁻¹dia⁻¹ de massa seca, foram estimadas segundo o quociente obtido entre as somas das MF e o período compreendido para todos os cortes realizados para cada tratamento, em cada estação do ano avaliada. As densidades volumétricas (kg de massa seca/ha/cm) da forragem foram estimadas com base nos valores dos quocientes obtidos pela divisão das massas de forragem pelas respectivas alturas médias dos dosséis.

A eficiência do uso de N (EUN) pela forrageira foi calculada utilizando-se a seguinte equação: $EUN = (TAF \text{ no tratamento adubado} - TAF \text{ do tratamento controle ou testemunha}) \div \text{Dose aplicada de nitrogênio de cada tratamento em cada estação, em kg ha}^{-1}$.

O IAF foi avaliado com frequência semanal utilizando-se, para tanto, os dados obtidos do aparelho analisador de dossel (AccuPAR Linear PAR/LAI *ceptometer*, Model PAR – 80), com base nas doze (12) leituras feitas de forma simultânea, acima e abaixo do dossel forrageiro de cada parcela (unidade experimental).

Esta variável também foi estimada por meio de corte de amostras e mensuração das áreas de lâminas foliares por um integrador de área foliar LI-COR modelo LAI-3100. Para tanto, quando a média das parcelas atingiu 95% de IL, foi colhida (cortada manualmente) uma amostra de forragem contida no interior de uma moldura de 0,09 m² (0,30 × 0,30 m) por unidade experimental, a 10 cm de altura de resíduo, que foi fracionada em lâmina foliar verde, colmo (colmo+bainha) e material morto. Após a separação dos componentes morfológicos, as lâminas foliares verdes tiveram suas áreas medidas pelo aparelho medidor (integrador) de área foliar (LAI-3100) – (Figura 5 - B) e foram secas em estufa de ventilação de ar forçado, a 55° C, por 72 horas, para determinação de seus pesos secos e de suas áreas foliares específicas (AFE), obtidas pelo quociente resultante da área foliar das lâminas foliares mensuradas pelo integrador de área foliar por suas respectivas massas secas (cm² g⁻¹ de massa seca). Assim, o IAF foi estimado a partir da divisão da área foliar total (m²) pela área de solo de cada amostra (0,09 m²).

A densidade populacional de perfilhos (perfilhos m⁻²) foi avaliada por meio da contagem do número de perfilhos contidos no interior da mesma moldura de 0,09 m² (0,30 × 0,30 m) por unidade experimental, nos mesmos dias dos cortes das amostras de forragem para estimativa do índice de área foliar (IAF).

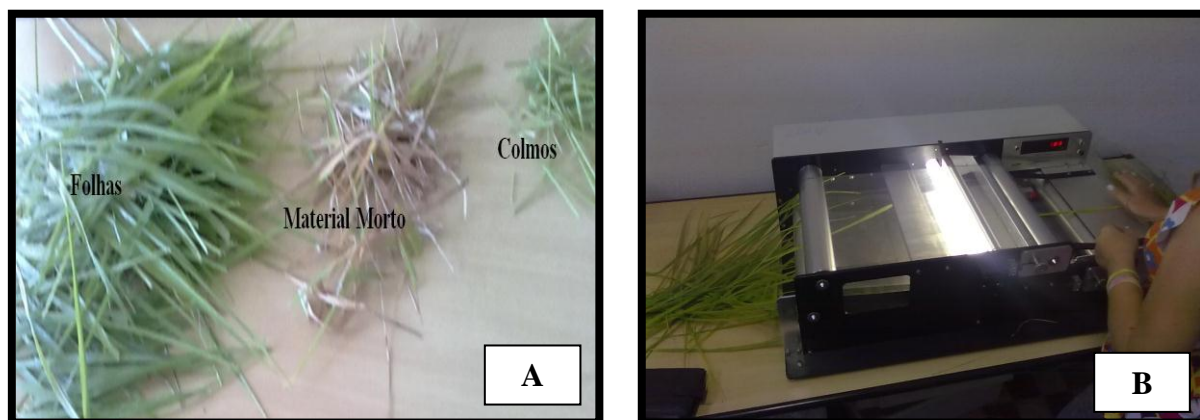


Figura 5. Composições morfológicas (lâmina foliar “folha”, de pseudocolmo, e de material morto) (A), lâminas foliares verdes - determinação de área com integrador de área foliar (Licor, LI-3000[®]) (B).

Os resultados obtidos foram inicialmente testados para as prerrogativas básicas da análise de variância (normalidade dos erros experimentais, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo) e submetidos à análise de variância utilizando-se o procedimento PROC MIXED do pacote estatístico SAS[®] (Statistical Analysis System), versão 9.2 para Windows, específico para casos de medidas repetidas no tempo e em que o tempo é um fator a ser estudado como causa de variação. A escolha de matriz de variância e de covariância foi feita utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993) e a análise de variância feita com base nas seguintes causas de variação: blocos, fonte e dose de ureia, estação do ano e as interações entre elas. Os efeitos de fonte e dose de ureia, estação do ano e suas interações foram considerados fixos. Como efeitos aleatórios foram considerados aqueles de bloco e suas interações. Para avaliação dos efeitos de fatores quantitativos (doses de ureia) os dados foram avaliados por análise de regressão utilizando o PROC REG e, para efeitos

qualitativos (fontes de ureia e estações do ano) foram utilizadas as comparações de médias dos tratamentos, estimadas pelo “LSMENS”, e comparadas pela probabilidade da diferença (“PDIFF”), com 5% de probabilidade para todos os testes utilizados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição Morfológica

3.1.1 Resultados

Houve interação ($P < 0,0001$) entre dose, fonte de nitrogênio, e estação do ano para massa de forragem (MF), massas secas de lâminas foliares (MSLF), de colmos (MSC), e de material morto (MSMM), e para taxa de acúmulo de forragem (TxAF), conforme apresentado na Tabela 4.

A MF (kg ha^{-1}) foi maior para $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum durante o verão I (4554 kg ha^{-1}), e menor para o tratamento controle (2916 kg ha^{-1}). No outono, os tratamentos de 100 e $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum e revestida apresentaram maiores valores (média de 5986 kg ha^{-1}). No inverno, o tratamento de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida obteve maior valor (4778 kg ha^{-1}) em relação aos demais tratamentos (média de 2779 kg ha^{-1}). Na primavera, o tratamento de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum apresentou maior MF (8586 kg ha^{-1}). No verão II maiores MF foram verificadas para os todos os tratamentos com ureia comum e para as doses de 100 e $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida (média de 7806 kg ha^{-1}). Para ambas as fontes de ureia utilizadas no verão I, houve efeito quadrático negativo com valores mínimos estimados de 3693 e 3518 kg ha^{-1} de MS, obtidos com 215 e $256 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum e revestida, respectivamente. No outono, os valores máximos estimados foram de 5967 e 6587 kg ha^{-1} de MS, com 238 e $202 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum e revestida, respectivamente. No inverno para a ureia com revestimento houve efeito linear negativo com diminuição de $3,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de MS para a adição de cada kg de N, e para ureia comum os dados não se ajustaram a qualquer modelo de regressão linear simples (média de 2933 kg ha^{-1}). Enquanto na primavera, houve acréscimo de $8,0 \text{ kg ha}^{-1}$ de MS para a adição de cada kg de N de ureia comum. No verão II, houve efeito linear positivo para a ureia comum com acréscimo de $5,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de MS para a adição de cada kg de N e, em relação a ureia revestida, houve efeito quadrático positivo com valor máximo estimado de 8242 kg ha^{-1} de MS, obtido com $210 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N.

Tabela 4. Massa de forragem (MF), massas secas de lâminas foliares (MSLF), de colmos (MSC) e de material morto (MSMM), e de taxas de acúmulo de forragem (TxAF) do capim-massai, em função do tratamento da ureia e doses de nitrogênio, durante as estações verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II).

| Estação | N (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹) | | | | EPM | Equações | R ² | |
|--|--|-----------|--------------------|---------------------|---------------------|----------|--|------|
| | 0 | Ureia | 100 | 200 | | | | 400 |
| Massa de Forragem (kg ha⁻¹) | | | | | | | | |
| Ver I | 2916 ^C | Comum | 3922 ^B | 3782 ^B | 4554 ^A | 203 | $\hat{Y}=4874,1-10,979x+0,0255x^{2**}$ | 0,51 |
| | | Revestida | 3678 ^B | 3816 ^B | 3881 ^B | | $\hat{Y}=4797,3-9,9885x+0,0195x^{2*}$ | 0,37 |
| Out | 4046 ^D | Comum | 5569 ^{AB} | 5752 ^{AB} | 5149 ^{BC} | 360 | $\hat{Y}=4129,6+15,407x-0,0323x^{2*}$ | 0,48 |
| | | Revestida | 6237 ^A | 6385 ^A | 4281 ^{CD} | | $\hat{Y}=4148,4+24,151x-0,0598x^{2**}$ | 0,61 |
| Inv | 3342 ^B | Comum | 2863 ^B | 2901 ^B | 2626 ^B | 355 | $\hat{Y}=2933$ | - |
| | | Revestida | 4778 ^A | 2570 ^B | 2375 ^B | | $\hat{Y}=3631,9-3,2453x^*$ | 0,23 |
| Prim | 5363 ^{CD} | Comum | 6284 ^{BC} | 7136 ^B | 8586 ^A | 341 | $\hat{Y}=5441,1+8,0073x^{**}$ | 0,69 |
| | | Revestida | 5039 ^D | 5590 ^{CD} | 4934 ^D | | $\hat{Y}=5231$ | - |
| Ver II | 4992 ^C | Comum | 7717 ^A | 8037 ^A | 7716 ^A | 379 | $\hat{Y}=16146,3+5,5386x^*$ | 0,29 |
| | | Revestida | 7271 ^{AB} | 8287 ^A | 6266 ^B | | $\hat{Y}=4964,4+31,25x-0,0745x^{2**}$ | 0,80 |
| Massa Seca de Lâminas Foliares (kg ha⁻¹) | | | | | | | | |
| Ver I | 2751 ^B | Comum | 3061 ^B | 2848 ^B | 3431 ^A | 120 | $\hat{Y}=3739,6-8,3865x+0,0191x^{2**}$ | 0,67 |
| | | Revestida | 2831 ^B | 2955 ^B | 3008 ^B | | $\hat{Y}=3660,6-7,3176x+0,0144x^{2*}$ | 0,46 |
| Out | 2205 ^D | Comum | 3543 ^A | 2477 ^{CD} | 2968 ^B | 122 | $\hat{Y}=2798$ | - |
| | | Revestida | 3081 ^B | 2816 ^{BC} | 2976 ^B | | $\hat{Y}=2769$ | - |
| Inv | 1943 ^{CD} | Comum | 2527 ^B | 2607 ^B | 2350 ^{BC} | 203 | $\hat{Y}=1973+6,0169x-0,0127x^{2*}$ | 0,34 |
| | | Revestida | 3903 ^A | 1696 ^D | 2105 ^{BCD} | | $\hat{Y}=2412$ | - |
| Prim | 4051 ^{BC} | Comum | 3833 ^{BC} | 4381 ^B | 5247 ^A | 301 | $\hat{Y}=3790,5+3,3564x^*$ | 0,32 |
| | | Revestida | 3387 ^C | 3984 ^{BC} | 3304 ^C | | $\hat{Y}=3682$ | - |
| Ver II | 2488 ^D | Comum | 4330 ^{BC} | 4393 ^{ABC} | 4533 ^{AB} | 247 | $\hat{Y}=3196,9+4,2259x^*$ | 0,37 |
| | | Revestida | 4820 ^{AB} | 5046 ^A | 3816 ^C | | $\hat{Y}=2614,4+23,945x-0,0526x^{2**}$ | 0,78 |
| Massa Seca de Colmos (kg ha⁻¹) | | | | | | | | |
| Ver I | 840 ^{AB} | Comum | 717 ^C | 698 ^C | 898 ^A | 28 | $\hat{Y}=838,18-1,5932x+0,0044x^{2*}$ | 0,56 |
| | | Revestida | 763 ^{BC} | 723 ^C | 512 ^D | | $\hat{Y}=851,45-0,8097x^{**}$ | 0,83 |
| Out | 1734 ^{BC} | Comum | 1724 ^{BC} | 2634 ^A | 1883 ^B | 233 | $\hat{Y}=1994$ | - |
| | | Revestida | 3084 ^A | 3037 ^A | 1083 ^C | | $\hat{Y}=1797,8+15,505-0,0434x^{2**}$ | 0,65 |
| Inv | 1297 ^B | Comum | 2049 ^A | 1623 ^B | 1591 ^B | 131 | $\hat{Y}=1640$ | - |
| | | Revestida | 2101 ^A | 1653 ^B | 1334 ^B | | $\hat{Y}=1596$ | - |
| Prim | 855 ^C | Comum | 1526 ^B | 1540 ^B | 2243 ^A | 123 | $\hat{Y}=983,05+3,1901x^{**}$ | 0,62 |
| | | Revestida | 878 ^C | 1224 ^B | 700 ^C | | $\hat{Y}=869,5+3,7527x-0,0105x^{2**}$ | 0,52 |
| Ver II | 875 ^C | Comum | 2810 ^A | 2479 ^A | 2728 ^A | 308 | $\hat{Y}=1085,1+14,219x-0,0257x^{2**}$ | 0,65 |
| | | Revestida | 2588 ^A | 2591 ^A | 1513 ^B | | $\hat{Y}=934,53+19,113x-0,0417x^{2**}$ | 0,73 |

Tabela 4. (Continuação)

| | | Massa Seca de Material Morto (kg ha ⁻¹) | | | | | | |
|---------------|------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|----|--|------|
| Ver I | 369 ^A | Comum | 147 ^B | 245 ^B | 225 ^B | 42 | $\hat{Y}=247$ | - |
| | | Revestida | 186 ^B | 207 ^B | 242 ^B | | $\hat{Y}=352,75-1,5302x+0,0032x^{2**}$ | 0,58 |
| Out | 107 ^C | Comum | 400 ^B | 642 ^A | 331 ^B | 42 | $\hat{Y}=89,302+4,5567x-0,0098x^{2**}$ | 0,85 |
| | | Revestida | 568 ^A | 531 ^A | 100 ^C | | $\hat{Y}=137,15+4,7203x-0,0122x^{2**}$ | 0,68 |
| Inv | 643 ^A | Comum | 40 ^C | 132 ^{BC} | 157 ^{BC} | 43 | $\hat{Y}=243$ | - |
| | | Revestida | 166 ^B | 573 ^A | 54 ^{BC} | | $\hat{Y}=556,35-1,127x^*$ | 0,38 |
| Prim | 457 ^E | Comum | 989 ^C | 1374 ^A | 1506 ^A | 42 | $\hat{Y}=610,4+2,4577x^{**}$ | 0,85 |
| | | Revestida | 591 ^D | 433 ^E | 595 ^D | | $\hat{Y}=519$ | - |
| Ver II | 457 ^C | Comum | 664 ^A | 702 ^A | 656 ^A | 59 | $\hat{Y}=620$ | - |
| | | Revestida | 584 ^{AB} | 691 ^A | 515 ^{BC} | | $\hat{Y}=448,12+2,0797x-0,0048x^{2*}$ | 0,28 |
| | | Taxa Acúmulo de Forragem (kg ha dia ⁻¹) | | | | | | |
| Ver I | 81 ^E | Comum | 116 ^{CD} | 108 ^D | 157 ^B | 6 | $\hat{Y}=84,9+0,1741x^{**}$ | 0,75 |
| | | Revestida | 112 ^{CD} | 127 ^C | 210 ^A | | $\hat{Y}=79,459+0,2834x^{**}$ | 0,91 |
| Out | 58 ^{CD} | Comum | 80 ^B | 56 ^D | 70 ^{BC} | 5 | $\hat{Y}=66$ | - |
| | | Revestida | 70 ^{BC} | 67 ^{BCD} | 104 ^A | | $\hat{Y}=55,45+0,1114x^{**}$ | 0,62 |
| Inv | 21 ^D | Comum | 46 ^B | 33 ^C | 64 ^A | 3 | $\hat{Y}=25,05+0,019x^{**}$ | 0,66 |
| | | Revestida | 38 ^C | 16 ^D | 70 ^A | | $\hat{Y}=26,89+0,3198x^*$ | 0,49 |
| Prim | 51 ^{CD} | Comum | 46 ^{CD} | 54 ^C | 65 ^B | 3 | $\hat{Y}=46,8+0,0415x^*$ | 0,36 |
| | | Revestida | 43 ^D | 71 ^B | 87 ^A | | $\hat{Y}=44,45+0,1053x^{**}$ | 0,68 |
| Ver II | 46 ^C | Comum | 122 ^A | 119 ^A | 110 ^A | 4 | $\hat{Y}=78,35+0,1205x^*$ | 0,26 |
| | | Revestida | 116 ^A | 109 ^A | 66 ^B | | $\hat{Y}=51,577+0,659x-0,0016x^{2**}$ | 0,75 |

Médias dispostas na mesma linha ou coluna para o tratamento controle ou para os demais, seguidas da mesma letra maiúscula e dentro da mesma estação do ano, não diferem entre si ($P>0,05$) pela PDIF. R^2 = coeficiente de determinação da equação de regressão. X: kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. EPM: Erro padrão da média. (Ver I: Verão I/ Out: Outono/Inv: Inverno/Prim: Primavera/Ver II: Verão II). * ($P<0,05$) e **($P<0,01$).

Para MSLF (kg ha⁻¹) ocorreu efeito semelhante a MF (kg ha⁻¹) no verão I, uma vez que o tratamento com 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum também apresentou maior valor (3431 kg ha⁻¹), e também houve efeito quadrático negativo para ambas as fontes de ureia, com mínimos estimados de 2819 e 2732 kg ha⁻¹ de MS, obtidos com 220 e 254 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, respectivamente. Os tratamentos de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum no outono, e de ureia revestida no inverno, apresentaram maiores MSLF (3543 e 3903 kg ha⁻¹, respectivamente). Maior MSLF foi obtida para a dose de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum na primavera (5247 kg ha⁻¹). No verão II, para os tratamentos de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de ureia revestida, e de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia e de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum, apresentaram maiores valores (média de 4698 kg ha⁻¹) e menor valor para o tratamento controle (2488 kg ha⁻¹). No inverno houve efeito quadrático positivo para ureia comum, com máximo estimado de 2686 kg ha⁻¹ de MS, obtido com 237 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. Na primavera e no verão II houve efeito linear positivo, com acréscimo de 3,4 e 4,2 kg ha⁻¹ de MS para a adição de cada kg de N para a ureia comum. Enquanto que, para ureia revestida, houve efeito quadrático positivo no verão II, com valor máximo estimado de 5339 kg ha⁻¹ de MS, obtido com 228 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N.

A MSC (kg ha⁻¹) foi maior para o tratamento de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de ureia comum e para o tratamento controle (média de 869 kg ha⁻¹) no verão I. No outono, maiores valores foram observados para a dose de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N para ambas as fontes de ureia e para o tratamento com 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia com revestimento (média de 2918 kg ha⁻¹). No inverno, maiores MSC foram obtidas para os tratamentos de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia (média de 2075 kg ha⁻¹). Na primavera maior MSC foi obtida para o tratamento de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum (2243 kg ha⁻¹). No verão II, os

tratamentos de 100 e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de ambas as fontes de ureia, bem como aquele de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum apresentaram os maiores valores (média de 2639 kg ha⁻¹). No verão I para ambas as fontes houve comportamento negativo, quadrático para a ureia comum, com mínimo estimado em 694 kg ha⁻¹ de MS, obtido com 181 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e linear para a ureia revestida com diminuição de 0,8 kg ha⁻¹ de MS para cada kg de N aplicado. No outono houve efeito quadrático positivo, com máximo estimado em 3183 kg ha⁻¹ de MS, com 179 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida, e para a ureia comum os dados não se ajustaram a um modelo de regressão (média de 1994 kg ha⁻¹), bem como ocorreu no inverno para ambas as fontes de ureia (média de 1640 e 1596 kg ha⁻¹, respectivamente). Na primavera, houve aumento linear de 3,2 kg ha⁻¹ de MS para a adição de cada kg de N, enquanto que, para ureia revestida, houve efeito quadrático positivo com máximo estimado em 1206 kg ha⁻¹ de MS, obtido com 179 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. No verão II houve efeito quadrático positivo para ambas as fontes, com valores máximos estimados de 3052 kg ha⁻¹ e de 3124 kg ha⁻¹, obtidos com 277 e 229 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N para ureia comum e revestida, respectivamente.

A MSMM (kg ha⁻¹) foi maior para o tratamento controle (369 kg ha⁻¹), e semelhante para os demais tratamentos (média de 209 kg ha⁻¹) no verão I. No outono os tratamentos de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia apresentaram maiores valores (média de 580 kg ha⁻¹), enquanto os menores foram observados para a dose de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida e para o tratamento controle (média de 104 kg ha⁻¹). No inverno maior valor foi obtido para o tratamento controle e para a dose de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida (média de 608 kg ha⁻¹). Na primavera as doses de 200 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum apresentaram os maiores valores (média de 1440 kg ha⁻¹), em relação aos demais tratamentos (média de 613 kg ha⁻¹). No verão II, os tratamentos com a ureia comum, juntamente com aqueles de 100 e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida apresentaram maiores valores (média de 659 kg ha⁻¹), e o tratamento controle o menor valor (457 kg ha⁻¹). No verão I houve efeito quadrático negativo para a ureia revestida, com mínimo estimado de 170 kg ha⁻¹, obtido com 239 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. No outono houve efeito quadrático positivo para ambas as fontes, com máximos estimados em 619 e 594 kg ha⁻¹ de MS, com 232 e 193 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum e revestida, respectivamente. No inverno houve efeito linear negativo, com diminuição de 1,1 kg ha⁻¹ de MS para a adição de cada kg de N de ureia revestida. Na primavera houve efeito linear positivo para a ureia comum, com acréscimos de 2,4 kg ha⁻¹ de MS para cada kg de N aplicado. Já no verão II houve comportamento quadrático positivo, com máximo estimado em 673 kg ha⁻¹ de MS, com 217 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida.

O tratamento de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida apresentou maiores valores de TxAF para as estações de verão I, outono e primavera (210, 104 e 87 kg ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente). No inverno maiores TxAF foram obtidas para os tratamentos de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia (média de 67 kg ha⁻¹ dia⁻¹), e os menores para os tratamentos de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida e para o controle (média de 19 kg ha⁻¹ dia⁻¹). No verão II, os tratamentos de 100 e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia e aquele de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum apresentaram maiores valores (média de 116 kg ha⁻¹ dia⁻¹), enquanto menor valor foi obtido para o tratamento controle (46 kg ha⁻¹ dia⁻¹). Nas estações de verão I, inverno e primavera houve efeito linear positivo para ambas as fontes de ureia, assim como no outono para ureia revestida (acrécimo médio de 0,1 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de N adicionado). No verão II para a ureia comum, houve efeito linear positivo, com acréscimo de 0,1 kg ha⁻¹ para a adição de cada kg de N, e para ureia revestida houve comportamento quadrático positivo com máximo estimado de 119 kg ha⁻¹ dia⁻¹, obtido com 206 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N.

Houve interação (P<0,0001) entre dose, fonte de nitrogênio, e estação do ano (P<0,05) para as porcentagens de massas secas de lâminas foliares (PMSLF), de colmos (PMSC), e de

material morto (PMSMM), e relação lâmina foliar:colmo (RLFC), conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Porcentagens de massas secas de lâminas foliares (PMSLF), de colmos (PMSC) e de material morto (PMSMM), e relação lâmina foliar: colmo (RLFC) do capim-massai, em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio, durante as estações de verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II).

| Estação | Doses (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹) | | | | EPM | Equação | R ² | |
|--|--|-----------|---------------------|---------------------|--------------------|---------|--|------|
| | 0 | Fontes | 100 | 200 | | | | 400 |
| Porcentagem de Massa Seca de Lâminas Foliares (%MF) | | | | | | | | |
| Ver I | 66,7 ^B | Comum | 78,1 ^A | 75,7 ^A | 75,3 ^A | 1,7 | $\hat{Y}=73,9$ | - |
| | | Revestida | 77,2 ^A | 77,5 ^A | 77,9 ^A | | $\hat{Y}=74,8$ | - |
| Out | 55,2 ^{BC} | Comum | 67,5 ^A | 43,2 ^D | 65,2 ^A | 2,9 | $\hat{Y}=57,7$ | - |
| | | Revestida | 52,2 ^{BCD} | 44,4 ^{CD} | 72,5 ^A | | $\hat{Y}=48,435+0,044x^*$ | 0,24 |
| Inv | 58,8 ^B | Comum | 88,6 ^A | 89,8 ^A | 89,6 ^A | 3,0 | $\hat{Y}=70,765+0,626x^*$ | 0,36 |
| | | Revestida | 83,1 ^A | 65,6 ^B | 89,1 ^A | | $\hat{Y}=63,83+0,0589x^*$ | 0,35 |
| Prim | 55,5 ^E | Comum | 60,9 ^{DE} | 61,6 ^{CDE} | 58,2 ^E | 2,1 | $\hat{Y}=70,385-0,036x^*$ | 0,40 |
| | | Revestida | 67,0 ^{BCD} | 71,3 ^A | 68,2 ^{BC} | | $\hat{Y}=65,5$ | - |
| Ver II | 51,0 ^C | Comum | 60,1 ^{AB} | 61,0 ^{AB} | 56,1 ^{BC} | 3,0 | $\hat{Y}=57,0$ | - |
| | | Revestida | 66,0 ^A | 56,2 ^{BC} | 62,0 ^{AB} | | $\hat{Y}=58,8$ | - |
| Porcentagem de Massa Seca de Colmos (%MF) | | | | | | | | |
| Ver I | 16,7 ^{AB} | Comum | 17,2 ^{AB} | 17,9 ^{AB} | 19,7 ^A | 1,4 | $\hat{Y}=17,8$ | - |
| | | Revestida | 17,7 ^{AB} | 16,9 ^{AB} | 15,6 ^B | | $\hat{Y}=16,7$ | - |
| Out | 42,0 ^{AB} | Comum | 23,9 ^C | 45,5 ^{AB} | 30,0 ^C | 2,7 | $\hat{Y}=35,3$ | - |
| | | Revestida | 38,9 ^B | 47,2 ^A | 24,7 ^C | | $\hat{Y}=45,445-0,0408x^*$ | 0,32 |
| Inv | 12,8 ^A | Comum | 9,5 ^A | 4,5 ^A | 9,5 ^A | 3,4 | $\hat{Y}=9,1$ | - |
| | | Revestida | 11,8 ^A | 5,2 ^A | 8,7 ^A | | $\hat{Y}=9,6$ | - |
| Prim | 15,9 ^B | Comum | 24,3 ^A | 21,7 ^{AB} | 24,9 ^A | 2,2 | $\hat{Y}=18,675+0,0175x^*$ | 0,21 |
| | | Revestida | 20,9 ^{AB} | 20,8 ^{AB} | 20,0 ^{AB} | | $\hat{Y}=16,234+0,0551x-0,0001x^2^*$ | 0,35 |
| Ver II | 38,4 ^A | Comum | 33,3 ^{AB} | 34,0 ^{AB} | 30,6 ^B | 2,0 | $\hat{Y}=39,506-0,0251x^*$ | 0,47 |
| | | Revestida | 33,6 ^{AB} | 35,7 ^{AB} | 30,0 ^B | | $\hat{Y}=40,235-0,0269x^*$ | 0,49 |
| Porcentagem de Massa Seca de Material Morto (%MF) | | | | | | | | |
| Ver I | 7,1 ^A | Comum | 3,8 ^D | 7,1 ^A | 4,9 ^{BC} | 0,4 | $\hat{Y}=5,7$ | - |
| | | Revestida | 4,5 ^{CD} | 4,6 ^{CD} | 5,7 ^B | | $\hat{Y}=6,9036-0,0245x+0,0000544x^2^{**}$ | 0,69 |
| Out | 2,5 ^C | Comum | 7,4 ^B | 11,2 ^A | 3,8 ^C | 0,5 | $\hat{Y}=2,5817+0,0761x-0,0002x^2^{**}$ | 0,85 |
| | | Revestida | 7,7 ^B | 8,2 ^B | 2,7 ^C | | $\hat{Y}=3,2853+0,0546x-0,0001x^2^{**}$ | 0,89 |
| Inv | 12,2 ^A | Comum | 1,1 ^D | 3,5 ^{BC} | 4,3 ^B | 0,8 | $\hat{Y}=5,3$ | - |
| | | Revestida | 3,6 ^{BC} | 11,9 ^A | 1,6 ^{CD} | | $\hat{Y}=18,835-0,0372x^*$ | 0,25 |
| Prim | 8,5 ^D | Comum | 14,7 ^B | 15,7 ^{AB} | 16,8 ^A | 0,8 | $\hat{Y}=10,755+0,0182x^{**}$ | 0,55 |
| | | Revestida | 12,0 ^C | 7,7 ^D | 11,7 ^C | | $\hat{Y}=9,9$ | - |
| Ver II | 12,8 ^A | Comum | 6,5 ^{CD} | 8,1 ^{BC} | 8,2 ^B | 1,1 | $\hat{Y}=12,084-0,0454x+0,0001x^2^*$ | 0,47 |
| | | Revestida | 6,4 ^D | 8,5 ^B | 8,0 ^{BCD} | | $\hat{Y}=11,991-0,0422x+0,0001x^2^*$ | 0,43 |

Tabela 5 (Continuação)

| | | RLFC | | | | | | |
|---------------|-------------------|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-----|---------------|---|
| Ver I | 4,1 ^{AB} | Comum | 4,5 ^{AB} | 4,3 ^{AB} | 3,8 ^B | 1,7 | $\hat{Y}=4,2$ | - |
| | | Revestida | 3,8 ^B | 4,7 ^{AB} | 5,2 ^A | | $\hat{Y}=4,4$ | - |
| Out | 1,3 ^C | Comum | 3,8 ^B | 1,0 ^C | 3,6 ^B | 0,7 | $\hat{Y}=2,4$ | - |
| | | Revestida | 1,4 ^C | 1,0 ^C | 5,9 ^A | | $\hat{Y}=2,4$ | - |
| Inv | 1,3 ^{BC} | Comum | 1,0 ^C | 1,3 ^B | 1,3 ^{BC} | 0,1 | $\hat{Y}=1,2$ | - |
| | | Revestida | 1,5 ^{AB} | 1,7 ^A | 1,6 ^A | | $\hat{Y}=1,5$ | - |
| Prim | 4,7 ^A | Comum | 2,6 ^C | 2,9 ^C | 2,5 ^C | 0,4 | $\hat{Y}=3,2$ | - |
| | | Revestida | 3,5 ^{BC} | 3,5 ^{BC} | 4,1 ^{AB} | | $\hat{Y}=3,9$ | - |
| Ver II | 1,4 ^B | Comum | 2,4 ^A | 2,0 ^A | 2,2 ^A | 0,2 | $\hat{Y}=2,0$ | - |
| | | Revestida | 2,1 ^A | 1,7 ^{AB} | 2,3 ^A | | $\hat{Y}=1,9$ | - |

Médias dispostas na mesma linha ou coluna para o tratamento controle ou para os demais, seguidas da mesma letra maiúscula e dentro da mesma estação do ano, não diferem entre si ($p>0,05$) pela PDIFF. R^2 = coeficiente de determinação da equação de regressão. X: $\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de N. EPM: Erro padrão da média. (Ver I: Verão I/ Out: Outono/Inv: Inverno/Prim: Primavera/Ver II: Verão II). * ($P<0,05$) e ** ($P<0,01$).

A PMSLF na MF foi maior e semelhante entre os demais tratamentos com utilização de N (média de 76,9%) em relação aquele controle (66,7%) no verão I. No outono, os tratamentos com $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de N de ureia comum e $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de N de ambas as fontes de ureia apresentaram os maiores valores (média de 68,4%). No inverno, os tratamentos que foram adubados com ureia comum e as doses de 100 e $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de N de ureia revestida, apresentaram maiores valores (média de 88,0%). Na primavera maior valor foi obtido para o tratamento de $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de N de ureia com revestimento (71,3%). No verão II os tratamentos de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de N de ambas as fontes de ureia, $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de N de ureia comum, e de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de N de ureia revestida apresentaram maiores valores (média de 62,3%). No verão I e II os dados não se ajustaram ao modelo de regressão para ureia comum e revestida (médias de 73,9 e 74,8%; 57,0 e 58,8% respectivamente). No outono houve efeito linear positivo somente para a ureia revestida, com acréscimo de 0,04% para adição de cada kg de N. No inverno houve acréscimos de 0,6 e 0,06% para ureia comum e revestida, para a adição de cada kg de N, respectivamente. Enquanto que, na primavera, houve efeito linear negativo, com diminuição de 0,04% para cada kg de N aplicado somente para ureia comum.

A PMSC na MF foi menor e maior para os tratamentos de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de N de ureia revestida (15,6%) e comum (19,7%), e semelhante entre todos os demais tratamentos (média de 17,2%). No outono, os tratamentos de $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de N de ambas as fontes e o tratamento controle apresentaram maiores valores (média de 45,0%), enquanto que os tratamentos de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de N de ureia comum e de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de N com ambas as fontes de ureia os menores (média de 27,0%). No inverno, os valores de todos os tratamentos foram semelhantes (média de 8,9%). Na primavera, para todos os tratamentos com doses de N de ambas as fontes de ureia apresentaram maiores valores (média de 22,1%), que aquele controle (15,9%). No verão II, o tratamento controle apresentou maior valor (38,4%) que aqueles de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de ambas as fontes de ureia (média de 30,3%), enquanto demais tratamentos apresentaram valores semelhantes a ambos (média de 34,1%). No verão I os dados não se ajustaram a um modelo de regressão, para a ureia comum e revestida (médias de 17,8 e 16,7%, respectivamente), assim como no inverno (médias de 9,1 e 9,6%, para ureia comum e revestida). No outono houve efeito linear negativo para ureia revestida, com diminuição linear de 0,04% para a adição de cada kg de N. Na primavera houve acréscimo de 0,02% para cada kg de N aplicado na forma de ureia comum, e efeito quadrático positivo para ureia revestida, com valor máximo estimado 23,8%, obtido com $275 \text{ kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ de N. No verão II, para ambas as fontes de ureia, houve efeito linear negativo com diminuição média de 0,03% para cada kg de N aplicado.

A PMSMM na MF foi maior nos tratamentos de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum e no controle (média de 7,1%) no verão I. No outono, maior valor foi obtido para o tratamento de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum (11,2%) e os menores para os tratamentos controle e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia (média de 3,0%). No inverno, os tratamentos de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida e controle apresentaram maiores valores (média de 12,1%). Na primavera, as doses de 200 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum apresentaram maiores valores (média de 16,3%) e os menores para os tratamentos controle e para a dose de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de ureia revestida (média de 8,1%). No verão II, apenas o tratamento controle apresentou maior valor (média de 12,8%). Os dados não se ajustaram a um modelo de regressão linear simples, para a ureia comum no verão I (média de 5,7) e para a ureia revestida, houve comportamento quadrático negativo, com mínimo estimado em 4,4% obtidos com 225 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. No outono houve efeito quadrático positivo para ambas as fontes de ureia, com valores máximos estimados de 9,8% e de 10,7%, obtidos com 190 e 273 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, para a ureia comum e revestida, respectivamente. No inverno houve efeito linear negativo para ureia revestida, com redução média de 0,04% para a adição de cada kg de N. E, na primavera, houve acréscimos de 0,02% para cada kg de N aplicado na forma de ureia comum. No verão II, efeito quadrático negativo, com mínimos estimados em 6,9 e 7,5%, obtidos com 227 e 211 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum e revestida, respectivamente.

A RLFC foi maior para os tratamentos de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum, 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes, 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida e para o controle (média de 4,6), no verão I. No outono, o tratamento de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida apresentou maior valor (média de 5,9). No inverno, maior RLFC foi obtida para os tratamentos que receberam adubação nitrogenada com ureia revestida (média de 1,6). Na primavera, maior RLFC foi obtida para os tratamentos com 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida, bem como para o tratamento controle (média de 4,4). No verão II, houve semelhança entre todos os tratamentos com adubação nitrogenada de ambas as fontes (média de 2,2), diferindo apenas o tratamento controle (1,4). Os dados obtidos não se ajustaram a qualquer modelo de regressão linear simples para ambas as fontes de ureia durante todas as estações do ano, com médias gerais de 4,3, 2,4, 1,4, 3,1 e 2,0 para ambas as fontes de ureia, nas estações de verão I, outono, inverno e primavera, respectivamente.

Houve interação ($P < 0,0001$) entre dose, fonte de nitrogênio, e estação do ano para eficiência do uso do nitrogênio (EUN) do capim-massai (Tabela 6).

Tabela 6. Eficiência do uso do nitrogênio (EUN) no capim-massai, em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio, nas estações de verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II).

| Estação | N (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹) | | | | EPM | Equação | R ² | |
|---------|--|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|-----------------|------|
| | 0 | Ureia | 100 | 200 | | | | 400 |
| Ver I | 0,0 ^C | Comum | 0,31 ^A | 0,15 ^B | 0,17 ^B | 0,03 | Ŷ=0,16 | - |
| | | Revestida | 0,32 ^A | 0,20 ^B | 0,30 ^A | | Ŷ=0,11+0,0006x* | 0,23 |
| Out | 0,0 ^C | Comum | 0,22 ^A | 0,0 ^C | 0,05 ^{BC} | 0,04 | Ŷ=0,06 | - |
| | | Revestida | 0,10 ^{BC} | 0,07 ^{BC} | 0,12 ^{AB} | | Ŷ=0,07 | - |
| Inv | 0,0 ^E | Comum | 0,17 ^B | 0,05 ^{CD} | 0,20 ^{AB} | 0,03 | Ŷ=0,11 | - |
| | | Revestida | 0,25 ^A | 0,01 ^E | 0,10 ^C | | Ŷ=0,09 | - |
| Prim | 0,0 ^D | Comum | 0,01 ^D | 0,05 ^{AB} | 0,02 ^B | 0,02 | Ŷ=0,02 | - |
| | | Revestida | 0,01 ^D | 0,10 ^A | 0,10 ^A | | Ŷ=0,05 | - |
| Ver II | 0,0 ^D | Comum | 0,73 ^A | 0,37 ^B | 0,15 ^C | 0,03 | Ŷ=0,31 | - |
| | | Revestida | 0,65 ^A | 0,32 ^B | 0,02 ^D | | Ŷ=0,25 | - |

Médias dispostas na mesma linha ou coluna para o tratamento controle ou para os demais, seguidas da mesma letra maiúscula e dentro da mesma estação do ano, não diferem entre si (P>0,05) pela PDIFF. R² = coeficiente de determinação da equação de regressão. X: kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. EPM: Erro padrão da média. (Ver I: Verão I/ Out: Outono/Inv: Inverno/Prim: Primavera/Ver II: Verão II). *(P<0,05) **(P<0,01).

A EUN (kg ha⁻¹ de MS por kg N aplicado) foi maior para os tratamentos de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia com revestimento (média de 0,31 kg ha⁻¹ de MS por kg N aplicado) no verão I. No outono os tratamentos de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida apresentaram maiores EUN (média de 0,17 kg ha⁻¹ de MS por kg N aplicado). No inverno maior EUN foi observada para os tratamentos com 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum (média de 0,23 kg ha⁻¹ de MS por kg N aplicado). Na primavera os tratamentos de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida apresentaram os maiores valores (média de 0,08 kg ha⁻¹ de MS por kg N aplicado). No verão II o tratamento de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes apresentaram os maiores valores (0,69 kg ha⁻¹ de MS por kg N aplicado). Somente no verão I houve efeito linear positivo para a ureia com revestimento, com acréscimo de 0,0006 kg ha⁻¹ de MS por kg de N aplicado. Para as estações de outono, inverno, primavera e verão II os dados não se ajustaram a um modelo de regressão para ambas as fontes de ureia, com média de 0,006; 0,11; 0,03 e 0,28 kg ha⁻¹.

3.1.2 Discussão

Durante o verão I, para ambas as fontes de ureia, o aumento da adubação nitrogenada promoveu efeito quadrático negativo para massa de forragem e massa seca de lâmina foliar (Tabela 4), assim como para a massa seca de colmo com o uso de ureia comum, revelando que doses intermediárias (100 e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹) não foram benéficas para o aumento destas variáveis. Contudo, deve-se considerar que pode ter havido reflexo da adaptação do capim-massai tanto ao manejo de cortes, como às adubações iniciais, pois nesta estação somente foi utilizado 1/5 das doses totais de N previstas para todo o período experimental (Tabela 3). Já para massa seca de colmo, com o uso de ureia revestida, houve uma diminuição linear e, para massa seca de material morto, houve diminuição quadrática somente para ureia revestida, revelando benefício desta fonte uma vez que estes componentes não apresentam contribuição efetiva para a alimentação animal. Em contrapartida, concomitantemente, foi observado efeito positivo de ambas as fontes de ureia para a área foliar específica (Tabela 6), revelando que a

planta priorizou aumentar sua área de captação de radiação fotossinteticamente ativa, do que a produção de componentes como lâmina foliar ou colmos durante este período, o que também pode estar relacionado com a capacidade adaptativa ou à plasticidade fenotípica das plantas ao início do período experimental. A taxa de acúmulo de forragem foi influenciada positivamente e de forma linear, revelando efeito positivo da adubação nitrogenada para ambas as fontes de ureia na produção de forragem nesta estação, fato evidenciado pelos valores de R^2 obtidos para ureia comum (0,75) e revestida (0,91).

Já nas demais estações chuvosas (primavera e verão II) houve efeito linear positivo para ureia comum em ambas, enquanto que, para ureia revestida, somente houve efeito quadrático positivo durante o verão II para massa de forragem e massa seca de lâmina foliar, o que revela efeito mais consistente da adubação com ureia comum para aumento destas variáveis nestas mesmas estações. Fato este reforçado pelo comportamento da massa seca de colmo e massa seca de material morto na primavera, que apresentaram efeito linear positivo somente para adubação nitrogenada com ureia comum. Contudo, as taxas de acúmulo de forragem de ambas as fontes de ureia foram lineares positivas na primavera, com maior taxa (0,1 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ kg de N adicionado) para ureia revestida, revelando maior eficiência do uso dessa fonte para o acúmulo de forragem nesta estação. Já no verão II, houve maior eficiência para o uso de ureia comum como fonte de N devido ao efeito linear positivo verificado com a adubação nitrogenada em relação àquela feita com ureia revestida que apresentou efeito quadrático positivo para taxa de acúmulo de forragem. Os altos índices pluviométricos ocorridos no verão II (Figuras 1 e 2) podem ter favorecido maior solubilização da ureia comum em relação à revestida, disponibilizando assim, mais rapidamente o nutriente para a forrageira, resultando em maiores respostas produtivas.

Em relação às estações de período seco (menos chuvoso), o efeito quadrático positivo na massa de forragem para ambas as fontes de ureia no outono, assim como na massa seca de lâmina foliar apenas para ureia comum no inverno, pode estar relacionado com o fato de neste período as perdas de ureia para o meio ambiente serem menores, pois esta encontra-se menos susceptível a hidrólise, visto que, este processo pode ser acelerado de acordo com o aumento do teor de água do solo, assim como a elevação da temperatura, fatores estes típicos de primavera-verão (VOLK, 1959; BREMNER & MULVANEY, 1978; TERMAN, 1979; LARA CABEZAS et al., 1992, CANTARELLA, 2007). Além disso, supõe-se que a umidade relativa do ambiente tenha auxiliado na disponibilização do nitrogênio, e sua assimilação pela planta, promovendo os efeitos observados. Primavesi et al. (2006) destacam que as perdas de N por lixiviação em ambiente de pastagem contribuem minimamente para as estatísticas, não sendo considerado um problema, porém o potencial de perdas de N por volatilização em regiões tropicais ou nos cultivos de verão é maior do que em regiões de clima temperado ou do que adubações feitas no outono-inverno (CANTARELLA, 2007).

As doses intermediárias de ureia revestida durante o período de outono foram suficientes para gerar efeitos positivos observados na massa seca de colmo e na massa seca de material morto, desencadeando desta maneira, uma resposta no aceleração do metabolismo vegetal, estimulando o desenvolvimento da planta, e conseqüentemente a produção destes componentes, no entanto, doses menores podem não ter alcançado o mínimo para nutrição exigida pelo capim-massai frente às condições ambientais momentâneas, assim como doses maiores de ureia revestida podem ter ultrapassado suas exigências, sendo perdidas para o ecossistema.

A diminuição linear da massa seca de material morto com uso de ureia revestida no inverno, assim como a redução da sua participação na massa de forragem (Tabela 5), pode ser influência das menores temperaturas neste período (Figura 1), as quais naturalmente interferem no crescimento e desenvolvimento da planta, como também pode estar relacionado com a disponibilidade gradual do nitrogênio para forragem, principalmente durante este período crítico, no qual o capim-massai pode ter priorizado a participação de massa seca de

lâmina foliar na massa de forragem como mecanismo de sobrevivência aumentando sua área foliar específica, densidade populacional de perfilhos, assim como o índice de área foliar estimado pelo aparelho integrador de área foliar (Tabela 7), as quais são características fundamentais que auxiliam na captação da radiação fotossinteticamente ativa, utilizando assim, de forma mais dinâmica e eficiente o nitrogênio disponível, com redução da participação da massa seca de material morto.

Somado a este fato, houve redução linear da porcentagem de massa seca de colmo para ureia revestida na estação de outono, com aumento linear da porcentagem de massa seca de lâmina foliar, o que reforça ainda mais os benefícios do uso de ureia revestida em períodos de reconhecidas restrições climáticas (secas) para obtenção de forragem com maior participação de massa seca de lâmina foliar e menor de massa seca de colmo e massa seca de material morto na massa de forragem, culminando em possível maior valor nutritivo da mesma.

No entanto, a relação lâmina foliar:colmo não variou em função da adubação nitrogenada, assim como relatado por Rodrigues et al. (2008), Pinto et al. (1994), e Paciullo et al. (2008), os quais obtiveram resultados semelhantes para esta mesma variável estudando o efeito de adubação nitrogenada. No entanto, Martuscello et al. (2006), trabalhando com capim-massai sob adubação nitrogenada, observaram efeitos positivos para esta variável, relatando que o fornecimento deste nutriente influencia muito mais na produção do componente folha em relação ao colmo. O que ser justificado no presente trabalho como efeito direto de comportamento semelhante entre massa seca de lâmina foliar e massa seca de colmo quanto ao aumento da adubação nitrogenada para ambas as fontes de ureia. Porém, vale ressaltar que os resultados obtidos foram superiores aquele considerado como crítico (1,1) por Pinto et al. (1994).

A ocorrência de efeito positivo da adubação nitrogenada na eficiência do uso do nitrogênio apenas para a ureia revestida no verão I (Tabela 6) revela maior eficiência do uso da ureia revestida nesta estação. Rolim et al. (2012) também encontraram maior eficiência do uso do nitrogênio para ureia revestida em relação a ureia convencional na cultura do arroz, assim como Cobucci et al. (2010), para a cultura de arroz de terras altas. Contudo, deve-se ressaltar que a recuperação do N dos fertilizantes nitrogenados pode variar com a espécie vegetal, práticas de manejo, propriedades do solo, condições ambientais e fonte de N utilizada (SHAVIV, 2001; PEGORARO et al., 2009; ESPINDULA et al., 2010), o que pode ter levado à não ocorrência de efeito da adubação nitrogenada nas demais estações do ano no presente trabalho. Porém, sabe-se que a maximização da eficiência de conversão do N no fertilizante em massa seca de forragem é extremamente importante para o resultado bioeconômico final do manejo da adubação nitrogenada em pastagens (MARTHA JÚNIOR et al., 2007).

3.2 Características Estruturais

3.2.1 Resultados

Houve interação ($P < 0,0001$) entre dose, fonte de nitrogênio, e estação do ano para altura (ALT), densidade populacional de perfilhos (DDP), índice de área foliar estimado pelo aparelho integrador de área foliar (IAFi) e área foliar específica (AFE) do capim-massai, conforme Tabela 7.

Tabela 7. Altura do dossel (ALT), densidade populacional de perfilhos (DPP), índice de área foliar estimado pelo aparelho integrador de área foliar (IAFi) e área foliar específica (AFE) e densidade volumétrica da forragem (DVF) do capim-massai, em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio e das estações de verão de 2011/2012 (verão I), outono inverno e primavera de 2012, e verão II de 2012/2013 (verão II).

| Estação | N (kg ha ano ⁻¹) | | | | EPM | Equação | R ² | |
|--------------------------------------|------------------------------|-----------|--------------------|-------------------|--------------------|---------|---|------|
| | 0 | Ureia | 100 | 200 | | | | 400 |
| Altura do dossel (cm) | | | | | | | | |
| Ver I | 89 ^A | Comum | 55 ^B | 53 ^B | 60 ^B | 1,9 | $\hat{Y}=74,15-0,0555x^*$ | 0,24 |
| | | Revestida | 52 ^B | 57 ^B | 59 ^B | | $\hat{Y}=74,2-0,0558x^*$ | 0,25 |
| Out | 106 ^B | Comum | 90 ^B | 108 ^A | 82 ^B | 3,5 | $\hat{Y}=104,5-0,045x^*$ | 0,27 |
| | | Revestida | 113 ^A | 111 ^A | 65 ^C | | $\hat{Y}=118,15-0,1101x^{**}$ | 0,51 |
| Inv | 54 ^{CD} | Comum | 55 ^{BC} | 62 ^A | 57 ^{BC} | 2,7 | $\hat{Y}=57$ | - |
| | | Revestida | 66 ^A | 60 ^{ABC} | 47 ^D | | $\hat{Y}=55,75+0,0912x-0,0003x^{2*}$ | 0,31 |
| Prim | 81 ^B | Comum | 95 ^A | 77 ^B | 80 ^B | 2,9 | $\hat{Y}=83$ | - |
| | | Revestida | 41 ^D | 83 ^B | 58 ^C | | $\hat{Y}=66$ | - |
| Ver II | 95 ^{CD} | Comum | 101 ^{ABC} | 98 ^{BC} | 90 ^D | 2,7 | $\hat{Y}=95,148 + 0,0593x-0,0002x^{2*}$ | 0,40 |
| | | Revestida | 106 ^A | 103 ^{AB} | 102 ^{ABC} | | $\hat{Y}=98,261+0,0263x^*$ | 0,28 |
| DPP (perfilhos/m²) | | | | | | | | |
| Ver I | 1848 ^D | Comum | 2041 ^C | 2511 ^B | 2808 ^A | 66 | $\hat{Y}=1865,9+2,493x^{**}$ | 0,85 |
| | | Revestida | 1678 ^D | 2563 ^B | 2111 ^C | | $\hat{Y}=2050$ | - |
| Out | 1020 ^B | Comum | 1171 ^B | 970 ^B | 1656 ^A | 176 | $\hat{Y}=942,75+1,4921x^{**}$ | 0,53 |
| | | Revestida | 1176 ^B | 1108 ^B | 1717 ^A | | $\hat{Y}=996,14+1,2254x^{**}$ | 0,51 |
| Inv | 178 ^E | Comum | 2030 ^A | 819 ^D | 1943 ^A | 57 | $\hat{Y}=688+3,1268x^*$ | 0,30 |
| | | Revestida | 859 ^B | 996 ^C | 1570 ^B | | $\hat{Y}=319,55+3,2629x^{**}$ | 0,89 |
| Prim | 1594 ^D | Comum | 1598 ^D | 2470 ^B | 2778 ^A | 101 | $\hat{Y}=1586,8+3,068x^{**}$ | 0,91 |
| | | Revestida | 1828 ^D | 2150 ^C | 2453 ^B | | $\hat{Y}=1627,1+2,1662x^{**}$ | 0,72 |
| Ver II | 1500 ^B | Comum | 1468 ^B | 1367 ^B | 1764 ^A | 97 | $\hat{Y}=1525$ | - |
| | | Revestida | 1454 ^B | 1382 ^B | 1750 ^A | | $\hat{Y}=1407,9+0,6488x^*$ | 0,21 |
| IAFi | | | | | | | | |
| Ver I | 0,5 ^E | Comum | 3,7 ^A | 1,8 ^D | 2,5 ^B | 0,11 | $\hat{Y}=2,1$ | - |
| | | Revestida | 1,6 ^D | 2,2 ^C | 2,1 ^C | | $\hat{Y}=0,9585+0,0037x^{**}$ | 0,55 |
| Out | 0,9 ^{EF} | Comum | 1,5 ^{DE} | 0,5 ^F | 2,0 ^{CD} | 0,21 | $\hat{Y}=1,2$ | - |
| | | Revestida | 2,1 ^C | 4,5 ^A | 3,1 ^B | | $\hat{Y}=1,6405+0,0057x^*$ | 0,31 |
| Inv | 0,2 ^E | Comum | 0,7 ^C | 0,5 ^{CD} | 1,3 ^B | 0,08 | $\hat{Y}=0,143+0,0028x^{**}$ | 0,70 |
| | | Revestida | 0,5 ^D | 0,2 ^E | 1,5 ^A | | $\hat{Y}=-0,102+0,0035x^{**}$ | 0,65 |
| Prim | 0,7 ^C | Comum | 1,8 ^B | 0,3 ^D | 1,8 ^B | 0,10 | $\hat{Y}=1,2$ | - |
| | | Revestida | 2,5 ^A | 2,5 ^A | 1,8 ^B | | $\hat{Y}=1,9$ | - |
| Ver II | 0,2 ^E | Comum | 1,1 ^A | 0,5 ^D | 0,9 ^B | 0,04 | $\hat{Y}=0,7$ | - |
| | | Revestida | 1,1 ^A | 0,6 ^D | 0,7 ^C | | $\hat{Y}=0,6$ | - |

Tabela 7 (Continuação)

| | | Área Foliar Específica (cm ² /g MS) | | | | | | |
|--------|-------------------|---|-------------------|-------------------|--------------------|-----|---|------|
| Ver I | 7,6 ^F | Comum | 66,4 ^A | 40,3 ^D | 56,5 ^B | 1,4 | $\hat{Y}=27,926+0,084x^*$ | 0,26 |
| | | Revestida | 27,4 ^E | 44,7 ^C | 40,7 ^D | | $\hat{Y}=16,365+0,0787x^{**}$ | 0,59 |
| Out | 24,9 ^D | Comum | 34,5 ^C | 18,9 ^E | 39,7 ^{BC} | 2,1 | $\hat{Y}=29,5$ | - |
| | | Revestida | 42,5 ^B | 42,3 ^B | 62,5 ^A | | $\hat{Y}=25,926+0,0907x^{**}$ | 0,91 |
| Inv | 1,4 ^E | Comum | 18,8 ^C | 13,5 ^D | 34,5 ^B | 1,1 | $\hat{Y}=4,1875+0,0736x^{**}$ | 0,79 |
| | | Revestida | 14,6 ^D | 6,4 ^E | 47,6 ^A | | $\hat{Y}=-2,749+0,1073x^{**}$ | 0,66 |
| Prim | 14,3 ^D | Comum | 31,0 ^B | 13,2 ^E | 21,5 ^C | 1,7 | $\hat{Y}=20,0$ | - |
| | | Revestida | 49,3 ^A | 49,4 ^A | 45,6 ^A | | $\hat{Y}=29,042+0,0606x^*$ | 0,29 |
| Ver II | 3,7 ^E | Comum | 19,8 ^B | 10,8 ^D | 16,8 ^C | 0,8 | $\hat{Y}=8,953+0,022x^*$ | 0,22 |
| | | Revestida | 21,9 ^A | 11,8 ^D | 20,2 ^{AB} | | $\hat{Y}=9,338+0,0289x^*$ | 0,28 |
| | | Densidade Volumétrica da Forragem (kg MS/ha/cm) | | | | | | |
| Ver I | 55 ^B | Comum | 72 ^A | 71 ^A | 77 ^A | 4,1 | $\hat{Y}=56,616+0,1445x-0,0003x^2^*$ | 0,42 |
| | | Revestida | 69 ^A | 68 ^A | 66 ^A | | $\hat{Y}=64,5$ | - |
| Out | 38 ^D | Comum | 62 ^{AB} | 53 ^C | 62 ^{AB} | 2,4 | $\hat{Y}=45,85+0,0462x^*$ | 0,33 |
| | | Revestida | 55 ^C | 58 ^{BC} | 65 ^A | | $\hat{Y}=43,22+0,0618x^{**}$ | 0,69 |
| Inv | 61 ^{AB} | Comum | 51 ^{BC} | 47 ^C | 46 ^C | 4,0 | $\hat{Y}=57,465-0,0345x^*$ | 0,29 |
| | | Revestida | 72 ^A | 43 ^C | 51 ^{BC} | | $\hat{Y}=56,6$ | - |
| Prim | 66,0 ^C | Comum | 67 ^C | 94 ^{AB} | 107 ^{AB} | 8,0 | $\hat{Y}=63,58+0,1142x^{**}$ | 0,60 |
| | | Revestida | 114 ^A | 68 ^C | 87 ^C | | $\hat{Y}=83,8$ | - |
| Ver II | 52,8 ^D | Comum | 76 ^B | 81 ^A | 86 ^A | 3,4 | $\hat{Y}=61,465+0,0722x^{**}$ | 0,53 |
| | | Revestida | 68 ^{BC} | 80 ^A | 61 ^{CD} | | $\hat{Y}=51,987+0,2431x-0,0005x^2^{**}$ | 0,58 |

Médias dispostas na mesma linha ou coluna para o tratamento controle ou para os demais, seguidas da mesma letra maiúscula e dentro da mesma estação do ano, não diferem entre si ($p>0,05$) pela PDIFF. R^2 = coeficiente de determinação da equação de regressão. X: kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. EPM: Erro padrão da média. (Ver I: Verão I/ Out: Outono/Inv: Inverno/Prim: Primavera/Ver II: Verão II). *($P<0,05$) e **($P<0,01$).

A ALT (cm) no verão I foi maior para o tratamento controle (89 cm), e os demais tratamentos foram semelhantes (média de 56 cm). No outono, as maiores ALT ocorreram para os tratamentos de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia (média de 111 cm). No inverno os tratamentos de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida, bem como o de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia, apresentaram maiores valores (média de 63 cm). Na primavera maior valor foi obtido para o tratamento com 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum (95 cm). No verão II, todos os tratamentos com ureia revestida, assim como o de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum apresentaram maiores ALT (média de 103 cm). No verão I e no outono houve efeito linear negativo para ambas as fontes de ureia, com redução de 0,05 cm/kg N adicionado no verão I, e 0,04 e 0,11 cm/kg N adicionado no outono, para ureia comum e revestida, respectivamente. No inverno houve efeito quadrático positivo, com máximo estimado em 63 cm, obtido com 152 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida. Já na primavera não houve resposta à adubação nitrogenada, com média de 83 e 66 cm, para ureia comum e revestida, respectivamente. Enquanto que, no verão II, houve efeito quadrático positivo, com máximo estimado de 99 cm com 148 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum, e aumento linear para a ureia revestida, com acréscimo de 0,03 cm para cada kg de N aplicado ao solo.

A DPP (perfilhos/m²) foi maior no verão I para o tratamento de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum (média de 2808 perfilhos/m²). No outono maiores valores foram obtidos para os tratamentos de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes (média de 1687 perfilhos/m²). Já no inverno, os tratamentos de 100 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum, apresentaram maiores valores (média 1987 perfilhos/m²). Na primavera a dose de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de

ureia comum apresentou maior DPP (média de 2778 perfilhos/m²). Enquanto no verão II, a dose de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia apresentaram maiores valores (média de 1757 perfilhos/m²). Nas estações dos verões I e II houve aumento linear de 2,5 e 0,6 perfilhos/m² para cada kg de N utilizado de ureia comum e revestida, para as respectivas estações. No outono, inverno e primavera houve aumento linear para ambas as fontes de ureia, com acréscimos médios de 1,4; 3,2 e 2,7 perfilhos/m² para cada kg de N utilizado, respectivamente.

O IAFi foi maior no verão I para o tratamento de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum (3,7), para o tratamento de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida (4,5) no outono e, no inverno, para o tratamento de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida (1,5). Na primavera, as doses de 100 e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida apresentaram maiores valores (média de 2,5) e o tratamento controle o menor valor (0,7). No verão II, a dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes obtiveram os maiores resultados (média de 1,1). No verão I e outono houve efeito linear positivo para ureia revestida com acréscimos de 0,004 e 0,006 para a adição de cada kg de N. No inverno houve acréscimo linear positivo médio de 0,003 para cada kg de N aplicado de ambas as fontes. Já na primavera e verão II o IAFi não variou com o aumento da adubação nitrogenada, com médias de 1,5 e 0,7; respectivamente.

A AFE (cm²/g MS) foi maior para os tratamentos de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum (66,4 cm²/g MS) e menor para o tratamento controle (7,6 cm²/g MS) no verão I. Maior AFE foi obtida para o tratamento de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida no outono (62,5 cm²/g MS), bem como no inverno (47,6 cm²/g MS). Na primavera, todos os tratamentos com ureia revestida apresentaram maiores valores (média de 48,1 cm²/g MS). E no verão II, os tratamentos de 100 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida obtiveram maiores valores (média de 21,1 cm²/g MS). No verão I e II, assim como no inverno houve efeito linear positivo para ambas as fontes de ureia (acrécimos médios de 0,08; 0,03 e 0,09/kg de N adicionado, respectivamente). No outono e primavera houve efeito linear positivo somente para ureia revestida, com acréscimos de 0,09 e 0,06 cm²/g MS para adição de cada kg de N, respectivamente.

A DVF (kg MS ha⁻¹ cm⁻¹) no verão I foi maior para todos os tratamentos que receberam adubação nitrogenada (média de 71 kg MS ha⁻¹ cm⁻¹) em relação ao tratamento controle (55 kg MS ha⁻¹ cm⁻¹). No outono, os tratamentos de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum e de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia apresentaram maiores valores (média de 63 kg MS ha⁻¹ cm⁻¹), e o tratamento controle, o menor (38 kg MS ha⁻¹ cm⁻¹). No inverno, a dose de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida e o tratamento controle apresentaram maiores DVF (média de 67 kg MS ha⁻¹ cm⁻¹). Na primavera os tratamentos de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida e 200 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum apresentaram maiores valores (média de 105 kg MS ha⁻¹ cm⁻¹). No verão II, as doses de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes e de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum apresentaram maiores valores (média de 82 kg MS ha⁻¹ cm⁻¹), enquanto os menores foram observados para o tratamento controle e para dose de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida (média de 57 kg MS ha⁻¹ cm⁻¹). No verão I houve efeito quadrático positivo para a ureia comum, com máximo estimado em 74 kg MS ha⁻¹ cm⁻¹ com 241 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. No outono houve aumento linear com acréscimos de 0,05 e 0,06 kg MS ha⁻¹ cm⁻¹ para a adição de cada kg de N de ureia comum e revestida, respectivamente. No inverno houve diminuição de 0,03 kg MS ha⁻¹ cm⁻¹ para cada kg de N aplicado de ureia comum, enquanto na primavera, para esta mesma fonte de ureia, houve acréscimo de 0,1 kg MS ha⁻¹ cm⁻¹ para a adição de cada kg de N. No verão II houve efeito linear positivo, com acréscimos de 0,07 kg MS ha⁻¹ cm⁻¹ para cada kg de N para ureia comum e, para ureia revestida, houve efeito quadrático positivo com máximo estimado em 82 kg MS ha⁻¹ cm⁻¹, obtido com 243 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N.

Houve interação entre revestimento da ureia e dose de nitrogênio ($P < 0,05$) para o índice de área foliar estimado pelo aparelho AccuPAR (IAFa) do capim-massai, conforme Tabela 8.

Tabela 8. Índice de área foliar do capim-massai, estimado pelo aparelho AccuPAR (IAFa), em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio, durante as estações de verão de 2011/2012, outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II).

| 0 | N ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) | | | | EPM | Equação | R ² |
|------------------|--|------------------|-------------------|-------------------|------|---------------|----------------|
| | Ureia | 100 | 200 | 400 | | | |
| 3,3 ^C | Comum | 3,7 ^C | 4,1 ^{BC} | 4,5 ^B | 0,25 | $\hat{Y}=3,1$ | - |
| | Revestida | 4,8 ^A | 4,6 ^{AB} | 4,2 ^{BC} | | $\hat{Y}=4,2$ | - |

Médias dispostas na mesma linha ou coluna para o tratamento controle ou para os demais, seguidas da mesma letra maiúscula e dentro da mesma estação do ano, não diferem entre si ($p > 0,05$) pela PDIFF. R² = coeficiente de determinação da equação de regressão. X: $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N. EPM: Erro padrão da média.

Os tratamentos de 100 e 200 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida apresentaram maiores valores (média de 4,7), em relação aos demais (média de 4,0). O IAFa não variou em função da adubação nitrogenada, com médias de 3,1 e 4,2, para ureia comum e revestida, respectivamente.

3.2.2 Discussão

No verão I e outono, para ambas as fontes de ureia, houve efeito linear negativo para altura (Tabela 7), provavelmente como resposta adaptativa do capim-massai. Porém no verão II, houve efeito positivo para esta variável, assim como para massa seca de lâmina foliar e massa seca de colmos (Tabela 4), ressaltando maior desenvolvimento de colmos e folhas durante este período, possivelmente na busca por maior captação de radiação fotossinteticamente ativa, frente às condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento da planta. Importante destacar que a altura configura-se como uma das características estruturais que influenciam diretamente na taxa de bocados do animal e, logo, no consumo, denotando contribuição significativa para os estudos relacionados com o manejo e a nutrição de animais criados em ambientes de pastagens. Mesmo considerando a influência positiva da adubação nitrogenada na altura média dos pastos (NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2008), no presente trabalho, maior altura foi obtida para o tratamento controle no verão I, o que pode estar relacionado com a disposição mais vertical das folhas (mais planófilas) em relação ao solo desse tratamento em relação aos demais (observação pessoal) o que, possivelmente, culminou em menor interceptação luminosa devido ao fechamento mais tardio de seu dossel ao atingir 95% de IL (critério de corte) em relação aos demais tratamentos com adubação nitrogenada. Durante a primavera não houve efeito da adubação nitrogenada com ambas as fontes de ureia para esta variável, o que pode estar relacionado à realização da adubação da maior parte dos tratamentos ter ocorrido no final desta estação (Tabela 3), quando houve acentuado déficit hídrico (Figuras 1 e 2). O efeito quadrático positivo verificado para esta variável com uso de ureia revestida no inverno reforça a maior eficiência do uso de doses intermediárias com esta fonte de ureia já verificada para outras variáveis.

Os efeitos lineares positivos das densidades populacionais de perfilhos com aumento da adubação nitrogenada durante todas as estações do ano avaliadas foram mais consistentes para ureia revestida que para ureia comum, uma vez que não houve ajuste dos dados a um modelo de regressão linear simples durante o verão II para ureia comum. Somado a isso, exceto no verão II, os valores de R² foram sempre maiores para ureia revestida que para comum. Sabe-se que a capacidade de perfilhamento de uma gramínea forrageira é determinada geneticamente, porém a adubação nitrogenada somada a fatores como

temperatura, pluviosidade, fornecimento de outros nutrientes essenciais, estimulam a produção e multiplicação de novos tecidos, intensificando desta forma, a captação de radiação solar bem como a produção da forrageira (PACIULLO et al., 1998) e que, esta variável, é diretamente influenciada pela adubação nitrogenada (GARCEZ-NETO et al., 2002; ALEXANDRINO et al., 2004; ALEXANDRINO et al., 2005; FAGUNDES et al., 2006), fato corroborado no presente trabalho.

O aumento linear do índice de área foliar estimado pelo aparelho integrador de área foliar em função da adubação nitrogenada para ureia revestida durante o verão I, outono e inverno, e também para a ureia comum no inverno (Tabela 7), reforça o efeito benéfico do fornecimento de N para esta variável devido à maior taxa de crescimento das gramíneas, como resposta mais rápida da recuperação da área foliar após o corte e, conseqüentemente, da maior interceptação da luz incidente (PACIULLO et al., 2008). Além disso, a área foliar específica acompanhou a mesma tendência linear positiva observada para a ureia revestida no índice de área foliar estimado pelo aparelho integrador de área foliar nas estações de verão I, outono e inverno, reforçando a hipótese de maior benefício para planta com a utilização desta fonte, visto que, além das estações já citadas, a ureia revestida também promoveu acréscimos nas estações de primavera e verão II. Tal fato revela que o uso de ureia revestida torna-se interessante quando se objetiva aumentar a área foliar da planta forrageira em mesma massa de forragem, o que pode culminar em maior eficiência fotossintética das mesmas. Santos Júnior et al. (2004 e 2005), trabalhando com capim-marandu e capim-tanzânia, respectivamente, também observaram influência das doses de N na área foliar específica, indicando que, com o aumento do suprimento de N, a planta diminui a espessura da folha, aumentando sua área de captação de luz.

Os efeitos lineares positivos da densidade volumétrica da forragem ocorridos no outono para ambas às fontes de ureia são explicados também pelos efeitos lineares negativos observados para altura (Tabela 7), bem como pelos efeitos quadráticos positivos apresentados pela massa de forragem (Tabela 4) na mesma estação. O que também explica os acréscimos lineares da densidade volumétrica da forragem ocorridos na primavera e verão II para ureia comum. De acordo com Pereira et al. (2010), o uso de adubação nitrogenada gera aceleração no ritmo de crescimento dos pastos, o que resulta em aumentos na densidade volumétrica de folhas e colmos.

O uso de ureia revestida, nas doses de 100 e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, proporcionou maiores valores para o índice de área foliar do capim-massai, estimado pelo aparelho AccuPAR (Tabela 8), assim como para massa de forragem e massa seca de lâmina foliar (Tabela 4). Somado a isto, a média geral obtida com uso de ureia revestida foi 1,1 unidades de IAF maior que para ureia comum, revelando maior efeito do uso desta fonte para incremento desta variável. Porém, ainda são escassos estudos sobre o uso de fertilizantes de eficiência aumentada, como a ureia revestida por polímero, no IAF. No entanto, com fertilizantes convencionais, muitos trabalhos relatam o benefício do nitrogênio para esta variável, assim como descrito por Paciullo et al. (1998); Sarmiento et al. (2005) e Fagundes et al. (2006). Cabe ressaltar que esta variável também é influenciada pelo ângulo foliar, assim como pela a estrutura do dossel como um todo, qualidade da luz, dentre outros fatores (De PAULA et al., 2012).

4 CONCLUSÕES

O aumento da adubação nitrogenada com ureia revestida proporciona benefícios para as características estruturais e composição morfológica da forragem do capim-massai, principalmente em estações com restrições hídricas. Há maior benefício do uso de ureia revestida para a taxa de acúmulo de forragem em função do aumento da adubação nitrogenada durante o outono.

O uso da ureia revestida favorece a densidade populacional de perfilhos e área foliar específica do capim-massai durante todas as estações do ano, assim como o índice de área foliar estimado pelo aparelho integrador de área foliar nas estações de verão I, outono e inverno. A adubação com ureia comum proporciona maior benefício para incremento da massa de forragem e da massa seca de lâmina foliar que a ureia revestida durante as estações das águas (primavera e verão).

A adubação nitrogenada aumenta o índice de área foliar estimado pelo aparelho integrador de área foliar e a densidade volumétrica da forragem do capim-massai.

CAPÍTULO II

VALOR NUTRITIVO DA FORRAGEM DO CAPIM-MASSAI SOB DOSES E REVESTIMENTO DA UREIA

RESUMO

PIRES, Camila de Almeida. **Valor nutritivo da forragem de capim-massai sob doses e revestimento da ureia.** 2014. 93p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Departamento de Nutrição Animal e Pastagens, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

Objetivou-se avaliar a eficiência do revestimento e de doses de ureia no valor nutritivo da forragem de *Panicum maximum* cv. Massai durante as estações de verão I de 2011/2012, outono inverno e primavera de 2012, e verão II de 2012/2013. O experimento, foi delineado em blocos completos casualizados, com quatro repetições, sob arranjo fatorial (3x2)+1, representando por três doses de N (100, 200 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹), duas fontes de N (ureia e ureia revestida com Policote[®]) e um tratamento testemunha (sem adubação com N). Foram avaliadas as variáveis de teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), nitrogênio aderido a FDN (PIDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), nitrogênio aderido a FDA (PIDA), lignina (LIG), celulose (CEL) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Houve interação (p<0,05) entre doses, fontes de nitrogênio, e estações do ano para todas as variáveis avaliadas. A adubação nitrogenada com ambas as fontes de ureia promoveram efeitos negativos sobre o teor de MS do capim-massai, com exceção no outono e primavera para ureia comum, e verão II para ureia revestida. Em contrapartida, a ureia revestida promoveu efeito linear positivo nos teores de PB em todas as estações, exceto no verão I. Houve diminuição linear dos teores de FDN para a ureia revestida nas estações de inverno e primavera, assim como no outono, primavera e verão II para os teores de FDA. Houve efeito quadrático positivo no outono para os teores de LIG e CEL, porém no verão II, houve efeito linear negativa para ambas as fontes. Ambas as fontes de ureia promoveram efeito linear positivo para DIVMS no verão I. O uso de ureia revestida como fonte de adubação nitrogenada aumenta os teores proteicos do capim-massai em todas as estações do ano, e reduz os componentes de parede celular (FDA, LIG e CEL), sobretudo no verão. A adubação nitrogenada com ureia revestida reduz os teores de proteína insolúvel ligada a FDN no inverno, e aqueles ligados a FDA (% PB) da forragem do capim-massai no verão II e primavera. A DIVMS aumenta com incremento das doses de ureia comum e revestida no verão.

Palavras-chave: Fibra em detergente neutro e ácido. Matéria mineral. Ureia revestida.

ABSTRACT

PIRES, Camila de Almeida. **Nutritive value of forage massai grass under rates and sources of urea.** 2014. 80p. Dissertation (Master Science in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Departamento de Nutrição Animal e Pastagens, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

The objective of this study was to evaluate the efficiency of the coating and rates of urea on the nutritive value of *Panicum maximum* cv. Massai herbage, during the summer seasons of 2011/2012 (summer I), autumn and winter 2012, and summer 2012/2013 (summer II). The experiment was designed as a randomized complete block design with four replications in a factorial arrangement (3x2) +1, representing three rates of N (100, 200 and 400 kg N ha⁻¹ year), two N sources (plain and coated urea Policote[®]) and a control treatment (no N fertilization). Variables of dry matter (MS), crude protein (PB), mineral matter (MM), neutral detergent fiber (FDN), nitrogen attached to the NDF (PIDN), acid detergent fiber (FDA), nitrogen attached to FDA (PIDA), lignin (LIG), cellulose (CEL) and in vitro digestibility of dry matter (DIVMS). There was an interaction (P<0.05) between rates, nitrogen sources, and seasons for all variables. Nitrogen fertilization with both urea sources promoted negative effect on the MS massai grass content, except in autumn and spring for plain urea and coated urea in Summer II. In contrast, the coated urea caused a positive linear effect on the PB in all seasons except summer I. There was a linear decrease in FDN for coated urea in the spring seasons, as well as, in autumn, spring and summer II for FDA rates. There was a positive quadratic effect in the autumn for LIG and CEL but in contents summer II, there was a negative linear effect for both sources. Both sources of urea promoted positive linear effect for DIVMS in summer I. The use of coated urea as a source of nitrogen fertilization increases the protein rates of massai grass in all seasons, and reduces cell wall components (FDA, LIG and CEL), especially in summer. Nitrogen fertilization with coated urea reduces the rates of insoluble protein attached to PIDN in the winter, and those linked to FDA (% PB) forage massai grass in summer II and spring. DIVMS increased with increasing rates of plain and coated urea in summer.

Key words: Neutral and acid detergent fiber. Mineral matter and Coated urea.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade da forrageira é influenciada por atributos físicos que podem ou não estar associados com as frações químicas (VAN SOEST, 1994). Esses fatores estão relacionados com, a espécie forrageira (genética), a fração da planta analisada, a sua idade fisiológica, a fertilidade do solo e fatores climáticos, e o parcelamento da adubação nitrogenada (WERNER et al., 1967), assim como a modalidade de uso (ERDMAN, 1993; RIBEIRO et al., 1999).

Forrageiras tropicais possuem a capacidade natural de acumular mais constituintes de parede celular que as espécies de clima temperado (MOORE & MOTT, 1973). E no caso do gênero *Panicum*, os valores de parede celular raramente são observados abaixo de 55%, normalmente são superiores a 65%, dependendo do estágio de maturidade da planta (EUCLIDES, 1995). A temperatura na qual a planta se desenvolve atua fortemente no efeito anatômico da gramínea e, em altas temperaturas, estas podem acelerar o espessamento da parede celular, induzindo à lignificação (PACIULLO et al., 2002).

A maior parte dos cultivares de *Panicum maximum* liberados comercialmente possuem alto valor nutritivo (CÂNDIDO et al., 2005; DIFANTE et al., 2009; STABILE et al., 2010; EUCLIDES et al., 2012a), exceto a cv. Massai (BRÂNCIO et al., 2002; EUCLIDES et al., 2008 e EMERENCIANO NETO, 2012). Esta peculiaridade se deve ao fato do cv. Massai possuir uma estrutura denominada, Girder I, que consiste num arranjo de células esclerenquimáticas entre as células epidérmicas e de bainhas do feixe vascular nas lâminas foliares (LEMPPE et al., 2000). Esta dificulta ou impede a remoção da epiderme por digestão ou por força física, limitando o consumo voluntário pelos animais. Brâncio et al. (2003) e Euclides et al. (2008) observaram que novilhos em pastos de capim-massai ganharam menos peso do que aqueles manejados em capim Tanzânia e Mombaça. Estes autores sugeriram que, devido a esta estrutura, ocorre uma limitação do consumo voluntário dessa forrageira pelos animais, diminuindo assim o desempenho animal.

Além dessa característica anatômica, o capim-massai possui a capacidade de florescer durante um longo período (outubro a maio), com maior intensidade durante os meses de abril a maio (SAVIDAN et al., 1990; VALENTIM & MOREIRA, 1994a; EMBRAPA, 2001; VALENTIM & VAZ, 2001). Conferindo assim, maior produção de hastes reprodutivas, as quais agregam menor valor nutritivo em comparação às lâminas foliares, devido à diluição do conteúdo celular (RIBEIRO et al., 1999).

Segundo Van Soest (1994), a adubação nitrogenada é aquela que mais causa efeito sobre a composição do vegetal em relação aos demais nutrientes. Assim, doses mais elevadas de nitrogênio incrementam o teor de proteína bruta das gramíneas (ALVIM & MOOJEN, 1984; GOMIDE et al., 1984). Somado a isso, Ribeiro et al. (1999), descrevem que a adubação nitrogenada acelera o crescimento da planta, tornando possíveis colheitas mais frequentes de forragem mais digestível.

Objetivou-se com este estudo avaliar a eficiência do revestimento e de doses de ureia (verão I) no valor nutritivo do capim-massai durante as estações do ano de verão de 2011/2012, outono inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Departamento de Nutrição e Pastagem do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, município de Seropédica – RJ, ‘situado a 22°45’ de latitude Sul e 43°41’ de longitude Oeste e a 33 metros de altitude, utilizando solo com as características descritas na Tabela 1 e 2. O clima da região é do tipo AW (Köppen), com uma estação seca que se estende de abril a setembro e outra quente e chuvosa, de outubro a março.

As médias dos dados climáticos e de balanço hídrico (balanço hídrico normal por THORNTHWAITE & MATHER, 1955), do período experimental foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia, com base nos dados da estação experimental de Seropédica-RJ, e encontram-se nas Figuras 1 e 2.

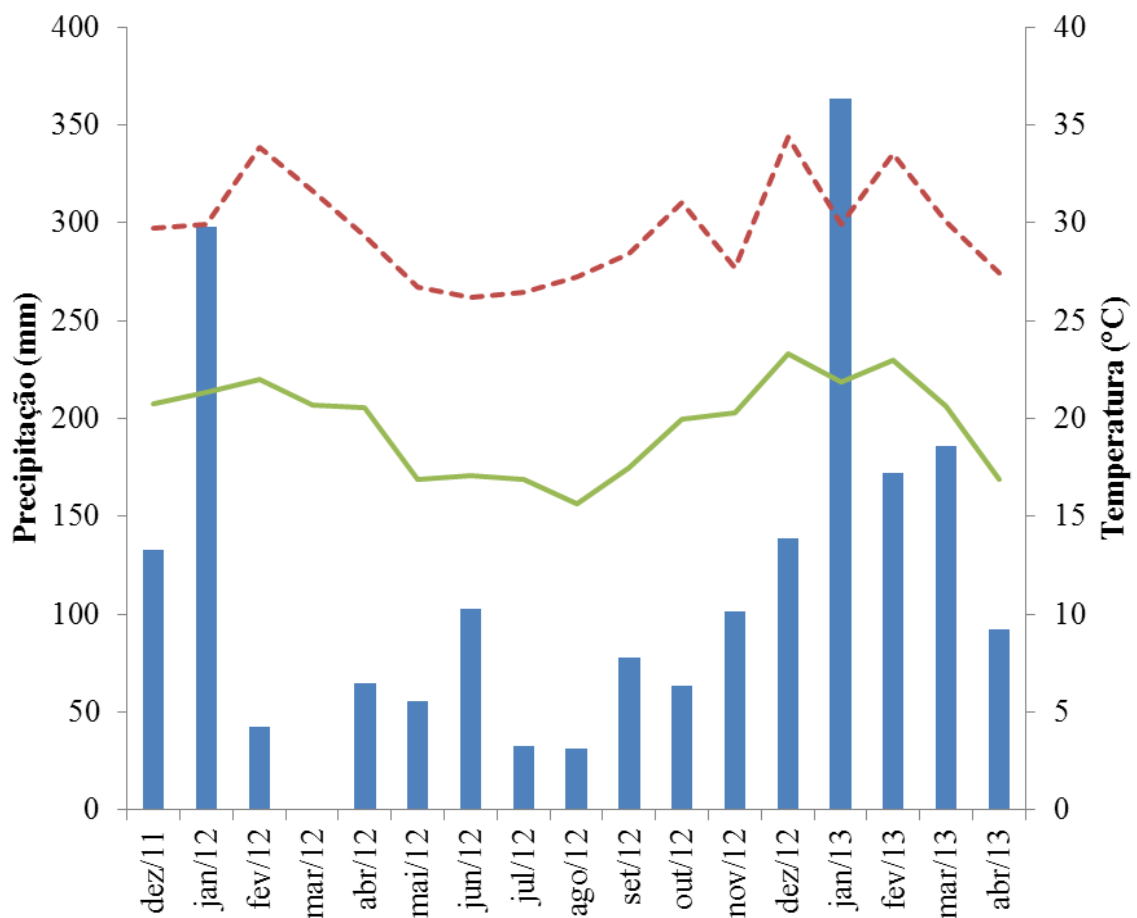


Figura 1. Precipitação (mm), temperatura máxima - C°(---) e temperatura mínima - C° (—) de dezembro de 2011 a abril de 2013 para a área experimental.

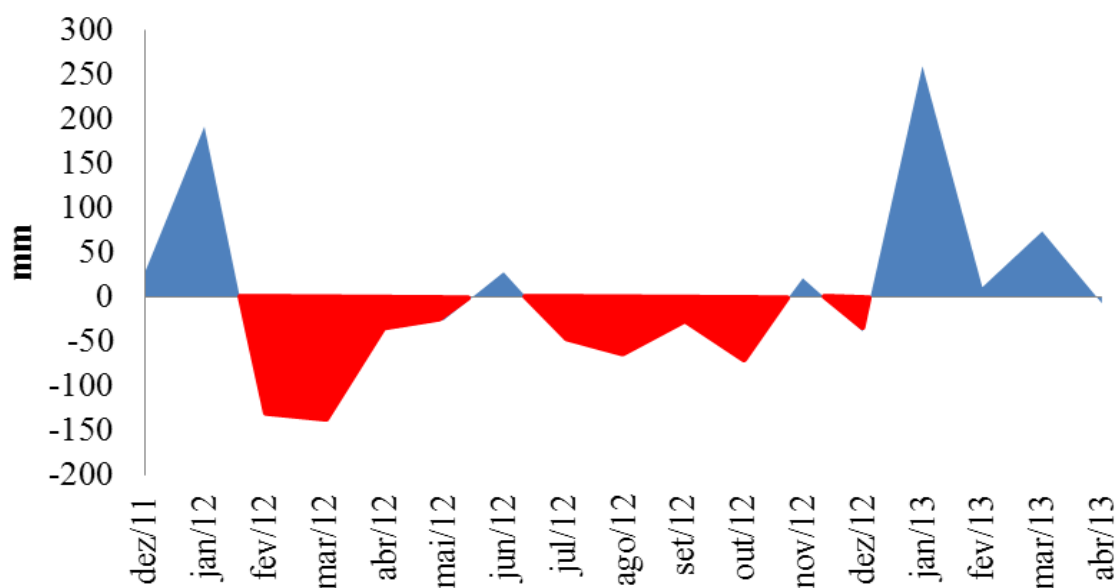


Figura 2. Extrato do balanço hídrico mensal de dezembro de 2011 a abril de 2013, segundo Thornthwaite & Mather (1955) - Fonte: Banco de dados do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Os resultados das análises químicas de solo, cujas amostras foram coletadas em 22/06/2011 e 23/05/2012, encontram-se nas Tabelas 1 e 2. Na área experimental foram realizadas aplicações superficiais de 4,8 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 76%) em 22/12/2010 antes da aração e gradagem da área experimental, além de Superfosfato Simples (80 kg ha⁻¹ de P₂O₅) no sulco de semeadura em 23/12/2010, seguindo as recomendações de De-Polli et al. (1990).

Tabela 1. Resultados da primeira análise química do solo da área experimental em 22/06/2011.

| Bloco | Profund (cm) | Na | Ca | Mg | H+Al | Al | S | T | P | K | V | pH | Corg |
|-------|--------------|---------------------------------|-----|-----|------|-----|-----------------------------|------|------|------|-------|------|------|
| | | -----Cmol/dm ³ ----- | | | | | -----mg/dm ³ --- | | | % | 1:2,5 | g/kg | |
| B1 | 0-20 | 0,027 | 1,3 | 0,7 | 2,1 | 0,2 | 2,24 | 4,34 | 3,23 | 0,21 | 52 | 5,6 | 5,6 |
| B2 | 0-20 | 0,027 | 1,4 | 0,8 | 1,7 | 0,2 | 2,48 | 4,18 | 2,26 | 0,25 | 59 | 5,8 | 5,8 |
| B3 | 0-20 | 0,020 | 1,6 | 0,5 | 1,0 | 0,2 | 2,34 | 3,34 | 4,2 | 0,21 | 70 | 5,9 | 5,9 |
| B4 | 0-20 | 0,027 | 1,6 | 0,4 | 1,3 | 0,2 | 2,28 | 3,58 | 2,26 | 0,25 | 64 | 5,8 | 5,8 |

Fonte: Laboratório de análise de solo, plantas e resíduos – LABFER- UFRRJ – Seropédica - Rio de Janeiro.

Tabela 2. Resultados da segunda análise química do solo da área experimental em 23/05/2012.

| Bloco | Profund (cm) | Na | Ca | Mg | H+Al | Al | S | T | P | K | V | pH | Cog |
|-------|-----------------|----------------------------------|-----|-----|------|----|-----|-------------------------------|-----|------|---------|------|-----|
| | | -----Cmolc/dm ³ ----- | | | | | | -----mg/dm ³ ----- | | % | 01:02,5 | g/kg | |
| B1 | 0-20 | 0,021 | 1,4 | 0,4 | 1,6 | 0 | 1,9 | 3,7 | 3,1 | 0,51 | 53 | 5,9 | 6,4 |
| B2 | 0-20 | 0,021 | 1,7 | 0,4 | 1,3 | 0 | 2,3 | 3,8 | 2,3 | 0,58 | 65 | 6,2 | 6,6 |
| B3 | 0-20 | 0,021 | 1,5 | 0,5 | 1,3 | 0 | 2,2 | 3,7 | 1,8 | 0,69 | 57 | 6,1 | 6,7 |
| B4 | 0-20 | 0,021 | 1,8 | 0,8 | 1,5 | 0 | 2,7 | 3,9 | 2,4 | 0,58 | 64 | 6,2 | 6,4 |

Fonte: Laboratório de análise de solo, plantas e resíduos – EMBRAPA SOLOS – Rio de Janeiro.

O capim-massai (Registro SNPA BRA 007102, e ORSTOM T21) híbrido (*Panicum maximum x Panicum infestun*), foi semeado (2 kg de sementes puras viáveis ha⁻¹) a 2,0 cm de profundidade, em 05/05/2011. Foi realizada adubação de formação, com a aplicação de 12 kg N+12 kg K₂O ha⁻¹ em 25/05/2011 e 28 kg N+12 kg K₂O ha⁻¹ em 16/06/2011, utilizando ureia e cloreto de potássio como fontes. Nesta adubação de formação, as fontes de fertilizantes foram diluídas em água (10L parcela⁻¹) distribuída sobre a superfície do solo. Em 09/08/2011 foi feito um corte de uniformização das plantas, em todas as parcelas, a uma altura de 15 cm do solo. O período experimental total foi de um ano e cinco meses, iniciou-se a partir do dia 20/12/11, com a realização da adubação a lanço conforme recomendação técnica do fabricante da ureia revestida (Policote[®]), e seu termino em 03/05/13.

O experimento, foi delineado em blocos completos casualizados, com quatro repetições, sob arranjo fatorial (3x2) +1, representando por três doses de N (100, 200 e 400 kg N ha⁻¹), duas fontes de N (ureia e ureia revestida com Policote[®]) e um tratamento controle ou testemunha (sem adubação com N). O delineamento experimental adotado foi baseado na declividade apresentada no relevo da área, bem como pela diferença de fertilidade observada através da análise de fertilidade obtida. As doses de N foram fracionadas em cinco aplicações iguais durante o ano, aplicadas 10 dias após os cortes das plantas forrageiras. Foi realizada adubação potássica de manutenção (400 kg K₂O ha⁻¹ ano⁻¹), utilizando cloreto de potássio como fonte, aplicada juntamente com as doses de adubação nitrogenada (tratamentos), em cinco parcelas iguais durante o período experimental, para todas as doses de N e para o tratamento testemunha. A unidade experimental foi formada por quatro linhas, espaçadas por 0,5 m e com 4,0 m de comprimento, totalizando parcelas 8,0 m² cada (Figura 3). Foram consideradas como área útil as duas fileiras centrais, descartando-se 1,0 m de cada extremidade.



Figura 3. Vista geral da área experimental localizada no Instituto de Zootecnia – UFRRJ.

Semanalmente foi avaliado o percentual de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IL) (AccuPAR Linear PAR/LAI *ceptometer*, Model PAR – 80), por meio de 12 leituras (Figura 4 – A), acima e abaixo do dossel forrageiro, em cada parcela, simultaneamente. Quando a IL média de cada tratamento alcançava o valor de 95% foi realizado o corte manual das plantas a 10 cm de altura do solo conforme datado na Tabela 3 e ilustrado na Figura 4 – C. As alturas dos dosséis forrageiros foram medidas nas mesmas datas de leitura de IL, contabilizando 20 medidas por unidade experimental, com base nas curvaturas das últimas folhas já expandidas, conforme descrito por Carnevalli et al. (2006), utilizando-se régua graduada (Figura 4 –B).

Tabela 3. Datas de cortes e de adubações durante as estações verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II) no capim-massai em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio.

| ESTAÇÃO | TRATAMENTOS | CORTES – 95% IL | ADUBAÇÕES | INTERVALOS ENTRE CORTES (dias) |
|----------|------------------|------------------|-----------|--------------------------------|
| VERÃO I | Controle – sem N | 15/02/12 | - | 61 |
| | UC 100 | 17/01/12 | 24/01/12 | 34 |
| | UP 100 | 17/01/12 | 24/01/12 | 34 |
| | UC 200 | 12/01/12 | 19/01/12 | 35 |
| | UP 200 | 12/01/12 | 19/01/12 | 30 |
| | UC 400 | 10/01/12 | 17/01/12 | 29 |
| | UP 400 | 10/01/12 | 17/01/12 | 29 |
| | UP 400 | 05/03/12 | - | 55 |
| OUTONO | Controle – sem N | 24/04/12 | - | 69 |
| | UC 100 | 04/04/12 | 13/04/12 | 78 |
| | UC 100 | 30/05/12 | 12/06/12 | 56 |
| | UP 100 | 16/04/12 | 27/04/12 | 90 |
| | UC 200 | 24/04/12 | 04/05/12 | 103 |
| | UP 200 | 16/04/12 | 27/04/12 | 95 |
| | UC 400 | 11/04/12 | 24/04/12 | 92 |
| | UP 400 | 30/05/12 | 12/06/12 | 49 |
| INVERNO | Controle – sem N | 29/09/12 | - | 158 |
| | UC 100 | 01/08/12 | 11/08/12 | 62 |
| | UP 100 | 20/08/12 | 30/08/12 | 126 |
| | UC 200 | 21/07/12 | 01/08/12 | 88 |
| | UP 200 | 20/09/12 | 01/11/12 | 166 |
| | UC 400 | 10/07/12 | 20/07/12 | 41 |
| | UP 400 | 03/07/12 | 12/07/12 | 34 |
| | PRIMAVERA | Controle – sem N | 14/01/13 | - |
| UC 100 | | 18/12/12 | 28/12/12 | 137 |
| UP 100 | | 18/12/12 | 28/12/12 | 118 |
| UC 200 | | 03/12/12 | 13/12/12 | 132 |
| UP 200 | | 18/12/12 | 28/12/12 | 79 |
| UC 400 | | 03/12/12 | 13/12/12 | 138 |
| UP 400 | | 22/10/12 | 06/11/12 | 109 |
| UP 400 | | 28/11/12 | - | 36 |
| VERÃO II | Controle – sem N | 03/05/13 | - | 109 |
| | UC 100 | 08/02/13 | - | 52 |
| | UC 100 | 22/04/13 | - | 73 |
| | UP 100 | 08/02/13 | - | 52 |
| | UP 100 | 22/04/13 | - | 73 |
| | UC 200 | 01/02/13 | 11/02/13 | 60 |
| | UC 200 | 22/04/13 | - | 80 |
| | UP 200 | 18/02/13 | 28/02/13 | 79 |
| | UP 200 | 22/04/13 | - | 62 |
| | UC 400 | 14/01/13 | - | 47 |
| | UC 400 | 03/05/13 | - | 109 |
| | UP 400 | 14/01/13 | - | 84 |
| UP 400 | 03/05/13 | - | 109 | |

Devido os tratamentos com 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes não conseguirem atingir a quinta adubação (parcela) dentro das quatro estações planejadas assim como os demais tratamentos, foi necessário inserir ao período experimental a estação de verão II de 2012/2013. Este fato ocorreu devido às plantas não conseguirem atingir 95% de interceptação luminosa, critério de corte adotado no experimento.

Para análise da composição química da forragem foi utilizada a subamostra 2 (material verde) após secagem em estufa de circulação de ar forçado a 55 °C, por 72 horas (conforme

descrito no Capítulo I). Estas amostras foram processadas em moinho tipo Willey, utilizando peneira de 1 mm. Os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM) foram estimados de acordo com Silva & Queiroz (2002). Os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), em detergente ácido (FDA) (Figura 1 A, B e C) e de lignina (Figura 1 D) e celulose, foram analisados segundo metodologia proposta por Van Soest et al. (1991). E os teores de PIDN e PIDA foram estimados segundo a metodologia de Van Soest et al. (1991), seguido da determinação de N via Kjeldahl. Todas as análises de N foram realizadas pelo método de Kjeldahl e para conversão em proteína bruta, foi utilizado o fator de correção 6,25.

A Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS) foi realizada utilizando-se um fermentador artificial de rúmen denominado DAISY^{II} da ANKOM[®] Techonology Corporation (MABJEESH et al., 2000), o qual permiti determinar a DIVMS, de uma grande quantidade de amostras simultaneamente, em jarros de vidro, utilizando-se inóculo ruminal e saliva artificial, cujo resultados seriam comparáveis aos obtidos pelo método de Tilley & Terry (1963), conforme relatado por Holden (1999) e Santos et al. (2000). Com possibilidade de recuperação do resíduo final para posterior análise de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

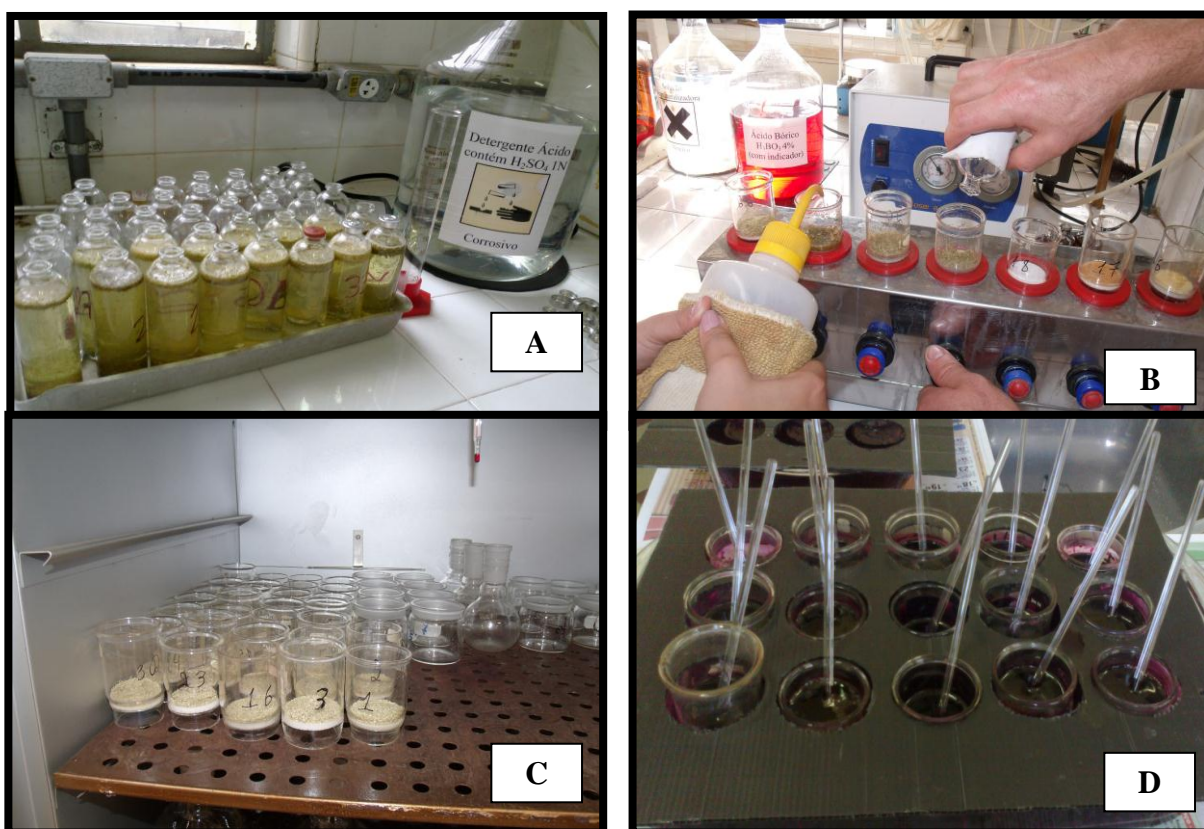


Figura 4. Análise de valor nutritivo do capim-massai: (A) preparação das garrafas com solução de detergente ácido para análises de Fibra em detergente ácido (FDA); (B) amostras sendo filtradas em cadinhos filtrantes; (C) cadinhos após a filtragem com as amostras de FDA na estufa – 65 °C; (D) cadinhos filtrantes – preparação para análise de lignina em solução de permanganato de potássio. Laboratório de Análises Bromatológicas – Departamento de Nutrição Animal e Pastagem – UFRRJ.

Para a determinação da DIVMS pela técnica de ANKOM[®] foram utilizadas amostras das estações de verão I e inverno de 2012. Estas foram pesadas em duplicatas de

aproximadamente 0,5 g de MS cada e acondicionadas em sacos de filtro de náilon (F57 - ANKOM[®]), com dimensões de 6,0 x 6,0 cm e malhas de 30 mm, lacrados a quente e colocados em jarro, no DAISY^{II}, contendo 25 sacos por jarro. Em cada jarro adicionou-se 1,332 mL de solução tampão A₁ e 268 mL de solução tampão B₂, de maneira a se obter um pH final de 6,8 a 39 °C, purgando-se CO₂ para manter o meio anaeróbico. Após 30 minutos foram adicionados 400 mL de líquido de rúmen filtrado (Figura 2 – A), mantido em banho-maria a 39 °C e purgado com CO₂. O jarro permaneceu na incubadora por 48 h (Figura 2 –B), mantendo-se aquecido a 39,0 °C e em agitação constante. Completando-se a incubação foram adicionados a cada jarro 8 g de pepsina (1:10000) e 40 mL de HCl 6N, e os jarros mantidos aquecidos a 39 °C por mais 24 h. Em seguida os jarros foram drenados e adicionou-se água destilada à temperatura da sala para a lavagem dos sacos com água destilada por algumas vezes consecutivas, tendo-se exercido ligeira pressão sobre os sacos para remover o gás neles contido, e eles foram secados em estufa a 105 °C por 24 h.

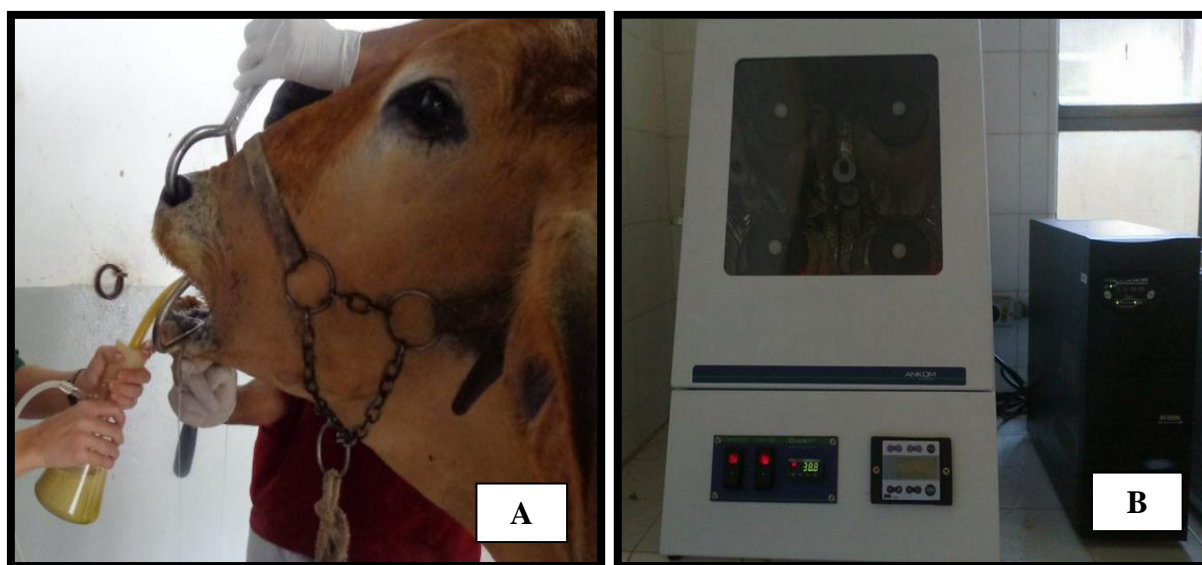


Figura 5. Coleta de inóculo ruminal em bovino no Hospital Veterinário de Grandes Animais – UFRRJ (A); Análise de Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca do capim-massai no fermentador artificial de rúmen denominado DAISY^{II} da ANKOM[®] no Laboratório de Análises Bromatológicas – Departamento de Nutrição Animal e Pastagem – UFRRJ (B).

Os resultados obtidos foram inicialmente testados para as prerrogativas básicas da análise de variância (normalidade dos erros experimentais, homogeneidade das variâncias e aditividade do modelo) e submetidos à análise de variância utilizando-se o procedimento PROC MIXED do pacote estatístico SAS[®] (Statistical Analysis System), versão 9.2 para Windows, específico para casos de medidas repetidas no tempo e em que o tempo é um fator a ser estudado como causa de variação. A escolha de matriz de variância e de covariância foi feita utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993) e a análise de variância feita com base nas seguintes causas de variação: blocos, fonte e dose de ureia, estação do ano e as interações entre elas. Os efeitos de fonte e dose de ureia, estação do ano e suas interações foram considerados fixos. Como efeitos aleatórios foram considerados aqueles de bloco e suas interações. Para avaliação dos efeitos de fatores quantitativos (doses de ureia) os dados foram avaliados por análise de regressão utilizando o PROC REG e, para efeitos qualitativos (fontes de ureia e estações do ano) foram utilizadas as comparações de médias dos tratamentos, estimadas pelo “LSMENS”, e comparadas pela probabilidade da diferença (“PDIFF”), com 5% de probabilidade para todos os testes utilizados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultados

Houve efeito ($P < 0,0001$) de interação entre dose, fonte de ureia, e estação do ano para os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM), conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) do capim-massai, em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio durante as estações de verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II).

| Est | Doses (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹) | | | | EPM | Equação | R ² | |
|-----------------|--|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|---|------|
| | 0 | Fontes | 100 | 200 | | | | 400 |
| MS (%) | | | | | | | | |
| Ver I | 27,7 ^A | Comum | 17,2 ^D | 20,8 ^C | 17,9 ^D | 0,11 | $\hat{Y}=24,125-0,0181x^*$ | 0,35 |
| | | Revestida | 17,6 ^D | 20,4 ^C | 23,6 ^B | | $\hat{Y}=26,626-0,0779x+0,0002x^{2***}$ | 0,61 |
| Out | 25,8 ^{BC} | Comum | 23,8 ^D | 27,3 ^A | 22,6 ^E | 0,32 | $\hat{Y}=24,8$ | - |
| | | Revestida | 26,1 ^B | 24,8 ^C | 19,6 ^F | | $\hat{Y}=26,95-0,0163x^{**}$ | 0,78 |
| Inv | 29,8 ^{AB} | Comum | 24,3 ^B | 24,3 ^B | 20,6 ^C | 0,18 | $\hat{Y}=28,39-0,0205x^{**}$ | 0,61 |
| | | Revestida | 32,2 ^A | 32,0 ^A | 19,2 ^C | | $\hat{Y}=33,38-0,0288x^*$ | 0,54 |
| Prim | 28,2 ^B | Comum | 31,8 ^A | 27,8 ^B | 27,9 ^B | 0,25 | $\hat{Y}=28,9$ | - |
| | | Revestida | 30,6 ^A | 30,8 ^A | 23,7 ^C | | $\hat{Y}=30,605-0,0129x^*$ | 0,33 |
| Ver II | 31,1 ^A | Comum | 21,2 ^D | 24,3 ^C | 21,8 ^D | 0,39 | $\hat{Y}=27,66-0,0174x^*$ | 0,35 |
| | | Revestida | 21,3 ^D | 26,3 ^B | 24,2 ^C | | $\hat{Y}=25,7$ | - |
| PB (%MS) | | | | | | | | |
| Ver I | 4,7 ^E | Comum | 7,9 ^D | 8,4 ^{CD} | 9,1 ^{BC} | 0,3 | $\hat{Y}=5,863+0,0096x^{**}$ | 0,58 |
| | | Revestida | 9,9 ^B | 11,4 ^A | 8,1 ^D | | $\hat{Y}=4,87+0,0603x-0,0001x^{2***}$ | 0,90 |
| Out | 5,0 ^{DE} | Comum | 7,0 ^C | 4,1 ^E | 8,9 ^B | 0,4 | $\hat{Y}=4,8785+0,0081x^*$ | 0,35 |
| | | Revestida | 5,7 ^D | 5,0 ^{DE} | 12,7 ^A | | $\hat{Y}=3,768+0,0192x^{**}$ | 0,68 |
| Inv | 5,0 ^F | Comum | 8,2 ^C | 6,1 ^E | 7,5 ^D | 0,2 | $\hat{Y}=6,7$ | - |
| | | Revestida | 5,4 ^F | 13,4 ^B | 15,9 ^A | | $\hat{Y}=4,677+0,03x^{**}$ | 0,84 |
| Prim | 5,2 ^B | Comum | 5,4 ^B | 5,1 ^B | 4,9 ^B | 0,3 | $\hat{Y}=5,1$ | - |
| | | Revestida | 5,4 ^B | 5,6 ^B | 11,9 ^A | | $\hat{Y}=4,0055+0,0172x^{**}$ | 0,74 |
| Ver II | 3,5 ^E | Comum | 6,9 ^C | 5,8 ^D | 9,4 ^A | 0,2 | $\hat{Y}=4,1655+0,0128x^{**}$ | 0,77 |
| | | Revestida | 6,9 ^C | 6,5 ^C | 7,6 ^B | | $\hat{Y}=4,649+0,0085x^{**}$ | 0,56 |

Tabela 4. (Continuação)

| | | MM (% MS) | | | | | | |
|---------------|-------------------|-----------|--------------------|-------------------|-------------------|-----|--|------|
| Ver I | 9,1 ^{AB} | Comum | 9,4 ^A | 9,4 ^A | 7,9 ^C | 0,3 | $\hat{Y}=9,0916+0,0043x-0,0000144x^2*$ | 0,52 |
| | | Revestida | 8,6 ^{ABC} | 8,9 ^{AB} | 8,3 ^{BC} | | | |
| Out | 7,6 ^B | Comum | 8,9 ^A | 8,7 ^A | 7,6 ^B | 0,4 | $\hat{Y}=7,766+0,0122x-0,000031x^2*$ | 0,49 |
| | | Revestida | 6,3 ^C | 7,5 ^B | 8,7 ^A | | | |
| Inv | 8,5 ^C | Comum | 8,7 ^C | 8,4 ^C | 8,9 ^{BC} | 0,3 | $\hat{Y}=9,018+0,0031x*$ | 0,23 |
| | | Revestida | 9,9 ^A | 9,7 ^{AB} | 10,1 ^A | | | |
| Prim | 7,8 ^{AB} | Comum | 8,4 ^A | 7,2 ^B | 7,6 ^{AB} | 0,3 | $\hat{Y}=7,8096-0,0082x+0,0000231x^2*$ | 0,32 |
| | | Revestida | 7,2 ^B | 7,1 ^B | 8,2 ^A | | | |
| Ver II | 6,6 ^{CD} | Comum | 6,5 ^D | 7,0 ^{BC} | 7,5 ^B | 0,2 | $\hat{Y}=6,4825+0,0024x*$ | 0,25 |
| | | Revestida | 8,1 ^A | 6,7 ^{CD} | 6,5 ^{CD} | | | |

Médias dispostas na mesma linha ou coluna para o tratamento controle ou para os demais, seguidas da mesma letra maiúscula e dentro da mesma estação do ano, não diferem entre si ($p>0,05$) pela PDIFF. R^2 = coeficiente de determinação da equação de regressão. X: $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N. EPM: Erro padrão da média. (Ver I: Verão I/ Out: Outono/Inv: Inverno/Prim: Primavera/Ver II: Verão II). *($P<0,05$) ** ($P<0,01$).

O teor de MS foi maior para o tratamento controle (27,7%) no verão I. No outono, a dose de $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum obteve maior valor (27,3%), e menor para a dose de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida (19,6%). No inverno menores valores ocorreram para a dose de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N para ambas as fontes de ureia (média de 19,9%), e maiores valores para os tratamentos de 100 e $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida e para o tratamento controle (média de 31,3%). Já para primavera, as doses de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ambas as fontes de ureia e de $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de ureia revestida apresentaram maiores valores (média de 31,1%). No verão II somente o tratamento controle obteve maior teor de MS (31,1%). No verão I houve aumento linear para a ureia comum, com acréscimos de 0,02% para adição de cada kg de N, e para ureia revestida, efeito quadrático positivo, com máximo estimado em 19,0%, obtido com $195 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N. No outono e na primavera a ureia revestida promoveu diminuição de 0,02 e 0,01% para a adição de cada kg de N, respectivamente. Enquanto no inverno, para ambas as fontes houve diminuição linear de média 0,02% para cada kg de N aplicado. No verão II houve efeito linear negativo para a ureia comum, com diminuição de 0,02% para adição de cada kg de N.

O teor de PB foi maior para a dose de $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N para ureia revestida (11,4%), e menor para o tratamento controle (4,7%), no verão I. Nas estações de outono, inverno e primavera, o tratamento de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida apresentou maiores valores (12,7; 15,9 e 11,9%, respectivamente). No verão II, o tratamento controle apresentou menor valor (3,5%), a dose de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum o maior (9,4%), seguido pela mesma dose de ureia revestida (7,6%). No verão I, houve efeito linear positivo para ureia comum, com acréscimos de 0,01% para a adição de cada kg de N e, para a ureia revestida, houve comportamento quadrático positivo, com máximo estimado em 14% com uso de $301 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N. Já no outono houve efeito linear positivo, com acréscimos de 0,008 e de 0,019% para cada kg de N de ureia comum e revestida, respectivamente. No inverno, assim como para a primavera houve aumento linear de 0,03 e 0,02% para cada kg de N de ureia revestida. No verão II houve acréscimo médio de 0,01% para a adição de cada kg de N de ureia comum e revestida.

O teor de MM foi maior para os tratamentos de 100 e $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ambas as fontes e para o tratamento controle (média de 9,1%), no verão I. Enquanto no outono, os tratamentos de 100 e $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum e de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida apresentaram maiores valores (média de 8,8%). No inverno, os tratamentos de 100 e $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida apresentaram os maiores valores (média de 9,9%). As doses de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum, e de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de

ambas as fontes de ureia, além do tratamento controle, apresentaram maiores valores (média de 8,0%). No verão II, foi obtido maior valor para o tratamento de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia com revestimento (8,1%). Houve efeito quadrático positivo para ureia comum no verão I e outono, com máximos estimados de 9,4 e 8,9% MM, obtidos com 150 e 197 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. E na primavera o mínimo observado foi de 7,1% MM, obtidos com 177 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida. No inverno e verão II houve efeitos lineares positivos, com acréscimo de 0,003 e 0,002% MM para a adição de cada kg de N, para ureia revestida e comum, respectivamente.

Houve efeito (P<0,0001) de interação entre dose, fonte de ureia, e estação do ano para fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), N ligado a FDN (PIDN) e N ligado a FDA (PIDA), lignina (LIG) e celulose (CEL) do capim-massai, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Teor de fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), N ligado a FDN (PIDN) e N ligado a FDA (PIDA), lignina (LIG) e celulose (CEL) do capim-massai, em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio durante as estações de verão de 2011/2012 (verão I), outono, inverno e primavera de 2012, e verão de 2012/2013 (verão II).

| Est | Doses (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹) | | | | EPM | Equação | R ² | |
|-------------------|--|-----------|--------------------|---------------------|--------------------|---------|--|------|
| | 0 | Fontes | 100 | 200 | | | | 400 |
| FDN (%MS) | | | | | | | | |
| Ver I | 80,7 ^{CD} | Comum | 84,4 ^{AB} | 79,4 ^{DE} | 77,2 ^E | 0,9 | $\hat{Y}=82,605-0,0125x^*$ | 0,33 |
| | | Revestida | 85,5 ^A | 81,9 ^{BCD} | 82,4 ^{BC} | | $\hat{Y}=82,6$ | - |
| Out | 81,9 ^C | Comum | 85,2 ^{AB} | 83,9 ^{BC} | 82,4 ^C | 0,8 | $\hat{Y}=83,3$ | - |
| | | Revestida | 83,6 ^{BC} | 87,0 ^A | 79,1 ^D | | $\hat{Y}=81,322+0,0511x-0,0001x^2^{**}$ | 0,63 |
| Inv | 82,4 ^A | Comum | 81,4 ^A | 82,2 ^A | 83,1 ^A | 1,3 | $\hat{Y}=82,2$ | - |
| | | Revestida | 80,9 ^A | 79,8 ^A | 71,4 ^B | | $\hat{Y}=83,51-0,0278x^{**}$ | 0,63 |
| Prim | 80,6 ^B | Comum | 82,9 ^A | 78,7 ^B | 80,0 ^B | 0,8 | $\hat{Y}=80,5$ | - |
| | | Revestida | 79,4 ^B | 75,7 ^C | 74,3 ^C | | $\hat{Y}=80,416-0,0166x^{**}$ | 0,69 |
| Ver II | 81,5 ^B | Comum | 81,5 ^B | 84,3 ^A | 79,1 ^C | 0,9 | $\hat{Y}=81,6$ | - |
| | | Revestida | 82,9 ^{AB} | 82,8 ^{AB} | 81,8 ^B | | $\hat{Y}=82,2$ | - |
| PIDN (%MS) | | | | | | | | |
| Ver I | 2,8 ^F | Comum | 6,1 ^{BC} | 6,4 ^{DE} | 7,0 ^A | 0,3 | $\hat{Y}=3,7735+0,0088x^{**}$ | 0,61 |
| | | Revestida | 5,8 ^{BC} | 5,4 ^{CD} | 4,5 ^E | | $\hat{Y}=3,1298+0,0252x-0,0000546x^2^{**}$ | 0,60 |
| Out | 2,7 ^C | Comum | 3,9 ^B | 2,6 ^C | 5,4 ^A | 0,2 | $\hat{Y}=2,6365+0,0059x^{**}$ | 0,50 |
| | | Revestida | 2,9 ^C | 3,1 ^C | 5,4 ^A | | $\hat{Y}=2,335+0,007x^{**}$ | 0,69 |
| Inv | 3,2 ^E | Comum | 5,6 ^B | 4,8 ^C | 8,0 ^A | 0,2 | $\hat{Y}=3,541+0,0108x^{**}$ | 0,80 |
| | | Revestida | 4,1 ^D | 3,3 ^E | 8,0 ^A | | $\hat{Y}=2,678-0,0115x^{**}$ | 0,71 |
| Prim | 2,7 ^D | Comum | 3,5 ^C | 3,5 ^C | 3,5 ^C | 0,1 | $\hat{Y}=3,0515+0,0017x^*$ | 0,25 |
| | | Revestida | 4,1 ^B | 3,7 ^{BC} | 6,9 ^A | | $\hat{Y}=2,641+0,0099x^{**}$ | 0,85 |
| Ver II | 2,0 ^D | Comum | 4,7 ^B | 4,4 ^{BC} | 5,4 ^A | 0,2 | $\hat{Y}=2,9075+0,0071x^{**}$ | 0,59 |
| | | Revestida | 4,5 ^{BC} | 4,0 ^C | 4,4 ^{BC} | | $\hat{Y}=2,982+0,0044x^*$ | 0,33 |

Tabela 5. (Continuação)

| | | PIDN (%PB) | | | | | | |
|---------------|--------------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|-----|---|------|
| Ver I | 56,0 ^C | Comum | 72,0 ^B | 58,2 ^C | 62,1 ^C | 2,8 | $\hat{Y}=62,1$ | - |
| | | Revestida | 80,5 ^A | 55,9 ^C | 62,4 ^C | | $\hat{Y}=63,7$ | - |
| Out | 54,5 ^A | Comum | 56,1 ^A | 63,4 ^A | 58,5 ^A | 5,1 | $\hat{Y}=58,1$ | - |
| | | Revestida | 53,5 ^A | 62,1 ^A | 58,6 ^A | | $\hat{Y}=57,2$ | - |
| Inv | 65,0 ^{AB} | Comum | 67,7 ^A | 63,2 ^{AB} | 60,4 ^{BC} | 2,4 | $\hat{Y}=64,1$ | - |
| | | Revestida | 66,1 ^{AB} | 62,5 ^{AB} | 53,9 ^C | | $\hat{Y}=67,178-0,0301x^*$ | 0,36 |
| Prim | 53,9 ^C | Comum | 66,8 ^{AB} | 69,7 ^{AB} | 68,7 ^{AB} | 4,0 | $\hat{Y}=64,7$ | - |
| | | Revestida | 77,3 ^A | 67,5 ^{AB} | 58,9 ^{BC} | | $\hat{Y}=64,4$ | - |
| Ver II | 60,0 ^B | Comum | 67,8 ^{AB} | 77,8 ^A | 56,6 ^B | 4,6 | $\hat{Y}=58,736+0,1687x-0,0004x^{2**}$ | 0,29 |
| | | Revestida | 66,0 ^{AB} | 59,6 ^B | 60,4 ^B | | $\hat{Y}=61,5$ | - |
| | | FDA (% MS) | | | | | | |
| Ver I | 39,5 ^{AB} | Comum | 39,3 ^{ABC} | 37,8 ^C | 38,8 ^{ABC} | 0,6 | $\hat{Y}=38,8$ | - |
| | | Revestida | 39,7 ^A | 39,6 ^A | 37,9 ^{BC} | | $\hat{Y}=39,2$ | - |
| Out | 43,6 ^B | Comum | 40,8 ^C | 43,7 ^B | 39,6 ^D | 0,4 | $\hat{Y}=43,327-0,008x^*$ | 0,32 |
| | | Revestida | 44,3 ^{AB} | 45,2 ^A | 39,1 ^D | | $\hat{Y}=45,098-0,0116x^{**}$ | 0,44 |
| Inv | 38,7 ^{AB} | Comum | 39,6 ^A | 39,2 ^A | 37,6 ^B | 0,6 | $\hat{Y}=38,7$ | - |
| | | Revestida | 39,9 ^A | 39,7 ^A | 34,5 ^C | | $\hat{Y}=38,779+0,0197x-0,0001x^{2**}$ | 0,72 |
| Prim | 41,7 ^A | Comum | 40,4 ^{AB} | 37,0 ^C | 41,1 ^A | 0,8 | $\hat{Y}=40,393-0,0019x^*$ | 0,27 |
| | | Revestida | 38,4 ^{BC} | 37,0 ^C | 36,6 ^C | | $\hat{Y}=40,499-0,0118x^{**}$ | 0,55 |
| Ver II | 41,4 ^A | Comum | 38,9 ^C | 41,9 ^A | 39,5 ^{BC} | 0,6 | $\hat{Y}=40,4$ | - |
| | | Revestida | 40,8 ^{AB} | 41,5 ^A | 38,3 ^C | | $\hat{Y}=41,794-0,0074x^*$ | 0,43 |
| | | PIDA (%MS) | | | | | | |
| Ver I | 1,6 ^B | Comum | 1,6 ^B | 1,8 ^{AB} | 2,1 ^A | 0,1 | $\hat{Y}=1,7$ | - |
| | | Revestida | 1,7 ^B | 1,8 ^{AB} | 1,4 ^B | | $\hat{Y}=1,6$ | - |
| Out | 0,5 ^C | Comum | 1,3 ^B | 1,4 ^B | 1,2 ^B | 0,1 | $\hat{Y}=0,5716+0,0078x-0,0000154x^{2**}$ | 0,75 |
| | | Revestida | 1,5 ^B | 1,5 ^B | 1,8 ^A | | $\hat{Y}=0,7272+0,0031x^{**}$ | 0,81 |
| Inv | 0,2 ^C | Comum | 0,3 ^C | 1,6 ^A | 1,6 ^A | 0,1 | $\hat{Y}=0,2655+0,0037x^{**}$ | 0,67 |
| | | Revestida | 1,4 ^{AB} | 1,3 ^B | 1,4 ^{AB} | | $\hat{Y}=1,1$ | - |
| Prim | 1,4 ^D | Comum | 1,2 ^D | 1,7 ^B | 1,6 ^{BC} | 0,1 | $\hat{Y}=1,3194+0,0008x^*$ | 0,31 |
| | | Revestida | 1,4 ^{CD} | 1,3 ^D | 2,2 ^A | | $\hat{Y}=1,225+0,002x^*$ | 0,57 |
| Ver II | 1,1 ^D | Comum | 1,4 ^B | 1,5 ^{BC} | 4,1 ^A | 0,2 | $\hat{Y}=0,716+0,0077x^{**}$ | 0,78 |
| | | Revestida | 1,4 ^{BC} | 1,8 ^C | 1,2 ^{BC} | | $\hat{Y}=1,0536+0,0059x-0,000014x^{2*}$ | 0,42 |
| | | PIDA (%PB) | | | | | | |
| Ver I | 30,0 ^A | Comum | 19,2 ^B | 20,1 ^B | 18,5 ^B | 2,8 | $\hat{Y}=21,9$ | - |
| | | Revestida | 20,6 ^B | 18,2 ^B | 21,6 ^B | | $\hat{Y}=34,302-0,145x+0,0003x^{2**}$ | 0,69 |
| Out | 12,3 ^D | Comum | 19,5 ^C | 32,7 ^A | 19,0 ^C | 1,4 | $\hat{Y}=10,788+0,1657x-0,0004x^{2**}$ | 0,70 |
| | | Revestida | 26,1 ^B | 30,1 ^{AB} | 14,2 ^D | | $\hat{Y}=12,536+0,1746x-0,0004x^{2**}$ | 0,88 |
| Inv | 15,1 ^D | Comum | 31,5 ^A | 21,7 ^B | 11,6 ^C | 1,0 | $\hat{Y}=19,9$ | - |
| | | Revestida | 22,9 ^{AB} | 24,4 ^{AB} | 19,5 ^C | | $\hat{Y}=5,9463+0,193x-0,0005x^{2**}$ | 0,88 |
| Prim | 27,2 ^B | Comum | 23,6 ^{BC} | 35,1 ^A | 33,7 ^A | 1,7 | $\hat{Y}=26,032+0,022x^*$ | 0,24 |
| | | Revestida | 24,6 ^B | 23,7 ^B | 18,8 ^C | | $\hat{Y}=27,143-0,0202x^*$ | 0,35 |
| Ver II | 31,0 ^B | Comum | 20,5 ^{CD} | 26,9 ^{BC} | 33,0 ^A | 2,5 | $\hat{Y}=23,585+0,387x^*$ | 0,30 |
| | | Revestida | 18,7 ^D | 27,4 ^{BC} | 14,2 ^D | | $\hat{Y}=28,741-0,0337x^*$ | 0,35 |

Tabela 5. (Continuação)

| | | LIG (%MS) | | | | | | |
|---------------|--------------------|-----------|---------------------|---------------------|--------------------|-----|--|------|
| Ver I | 6,5 ^{AB} | Comum | 5,9 ^{BCD} | 5,3 ^D | 6,2 ^{BC} | 0,3 | $\hat{Y}=6,6359-0,0115x+0,000026x^2*$ | 0,49 |
| | | Revestida | 7,0 ^A | 5,9 ^{BCD} | 5,8 ^{CD} | | | |
| Out | 7,9 ^A | Comum | 6,3 ^B | 8,0 ^A | 6,3 ^B | 0,3 | $\hat{Y}=7,5232+0,0089x-0,0000271x^2*$ | 0,27 |
| | | Revestida | 8,2 ^A | 8,1 ^A | 6,5 ^B | | | |
| Inv | 7,4 ^A | Comum | 6,4 ^{AB} | 7,4 ^A | 5,6 ^B | 0,4 | $\hat{Y}=6,7$ | - |
| | | Revestida | 5,4 ^B | 5,7 ^B | 5,6 ^B | | | |
| Prim | 7,4 ^A | Comum | 6,2 ^{ABC} | 7,3 ^{AB} | 5,8 ^{BC} | 0,6 | $\hat{Y}=6,6$ | - |
| | | Revestida | 5,8 ^{BC} | 6,6 ^{ABC} | 5,6 ^C | | | |
| Ver II | 8,2 ^A | Comum | 5,9 ^C | 6,6 ^{BC} | 7,1 ^B | 0,3 | $\hat{Y}=7,9658-0,0171x+0,0000379x^2*$ | 0,36 |
| | | Revestida | 6,7 ^{BC} | 7,0 ^B | 6,5 ^{BC} | | | |
| | | CEL (%MS) | | | | | | |
| Ver I | 32,5 ^{AB} | Comum | 32,9 ^{AB} | 31,6 ^B | 27,2 ^C | 0,7 | $\hat{Y}=33,191-0,0092x**$ | 0,65 |
| | | Revestida | 33,8 ^A | 32,2 ^{AB} | 32,7 ^{AB} | | | |
| Out | 35,5 ^B | Comum | 33,7 ^C | 34,8 ^B | 33,6 ^C | 0,3 | $\hat{Y}=35,09+0,0265x-0,0001x^2**$ | 0,72 |
| | | Revestida | 35,8 ^B | 38,0 ^A | 32,7 ^C | | | |
| Inv | 28,6 ^B | Comum | 30,9 ^A | 29,0 ^B | 31,2 ^A | 0,6 | $\hat{Y}=29,9$ | - |
| | | Revestida | 31,6 ^A | 32,2 ^A | 28,7 ^B | | | |
| Prim | 31,6 ^{AB} | Comum | 28,8 ^C | 33,0 ^A | 30,9 ^{AB} | 0,8 | $\hat{Y}=31,1$ | - |
| | | Revestida | 32,5 ^{AB} | 32,5 ^{AB} | 30,4 ^{BC} | | | |
| Ver II | 33,3 ^{BC} | Comum | 34,2 ^{AB} | 34,1 ^{ABC} | 32,8 ^{BC} | 0,6 | $\hat{Y}=34,618-0,0041x*$ | 0,37 |
| | | Revestida | 34,0 ^{ABC} | 35,1 ^A | 32,5 ^C | | | |

Médias dispostas na mesma linha ou coluna para o tratamento controle ou para os demais, seguidas da mesma letra maiúscula e dentro da mesma estação do ano, não diferem entre si ($p>0,05$) pela PDIFF. R^2 = coeficiente de determinação da equação de regressão. X: $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N. EPM: Erro padrão da média. (Ver I: Verão I/ Out: Outono/Inv: Inverno/Prim: Primavera/Ver II: Verão II). *($P<0,05$) e **($P<0,01$).

O teor de FDN (%MS) foi menor para a dose de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum (77,2 %MS) no verão I, e os maiores valores foram obtidos para a dose de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ambas as fontes (média de 85,0% MS). No outono, os tratamentos de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum e de $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida apresentaram os maiores valores (média de 86,1% MS), e menor para a dose de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida (79,1%MS). Já no inverno, o tratamento de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida apresentou o menor valor (71,4% MS), em relação aos demais tratamentos (média de 81,6% MS). Enquanto na primavera, o tratamento de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum obteve maior valor (82,9% MS), e os menores valores foram apresentados pelos tratamentos de 200 e $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida (média de 75,0% MS). No verão II, os tratamentos de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida e de $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ambas as fontes apresentaram os maiores valores (média de 83,4% MS), e o menor valor ocorreu para a dose de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum (79,1% MS). Para as análises de regressão, houve diminuição linear de 0,01% MS para cada kg de N de ureia comum no verão I. Contudo, no outono, houve efeito quadrático positivo para a ureia revestida, com máximo estimado em 87,8% MS, obtido com $256 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N. Enquanto que, no inverno e na primavera, houve diminuição linear de 0,03 e 0,02% MS para cada kg de N de ureia revestida aplicada, respectivamente.

O teor de PIDN corrigido para a MS (%) foi maior para dose de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum (média de 7,0% MS) no verão I, e menor para o tratamento controle (2,8% MS). No outono e no inverno o tratamento de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ambas as fontes de ureia apresentaram maiores valores (média de 5,4 e 8,0% MS, respectivamente). Já na

primavera, o tratamento de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida apresentou maior valor (6,9% MS) e o tratamento controle menor valor (2,7% MS). Enquanto no verão II, a dose de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida apresentou maior valor (5,4% MS) e o tratamento controle menor (2,0% MS). Em relação às análises de regressão houve efeito linear positivo para a ureia comum, com acréscimos de 0,001% MS para cada kg de N, e quadrático para a ureia revestida, com máximo estimado em 6,1% MS com 231 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. No verão I. No outono, inverno, primavera e verão II houve aumento linear médio de 0,006; 0,015; 0,006 e 0,006% MS para a adição de cada kg de N, respectivamente.

Houve o maior valor (80,5% PB) no teor de PIDN corrigido para PB (%) para o tratamento de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida durante o verão I, e menores para os tratamentos de 200 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes e para tratamento controle (58,9% PB). No outono houve semelhança entre os tratamentos (média de 58,1% PB). No inverno os tratamentos de 100 e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia, e o tratamento controle apresentaram os maiores valores (média de 64,9% PB). Na primavera, os tratamentos de 100 e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes e de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum apresentaram os maiores valores (média de 70,0% PB). Já no verão II, as doses de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia e a dose de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum apresentaram os maiores valores (média de 70,5% PB). No inverno, houve diminuição linear de 0,03% PB para a adição de cada kg de N. No verão II houve efeito quadrático positivo para a ureia comum com, máximo estimado em 76,5% PB, obtido com 211 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. Para as estações de verão I, outono e primavera os dados não se ajustaram a um modelo definido de regressão linear simples para ambas as fontes de ureia, com média de 62,9; 57,6 e 64,5%, respectivamente, para cada estação.

O teor de FDA (%MS) foi menor para a dose de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum (37,8% MS) no verão I, e no outono para ambas as fontes do tratamento de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N (média de 39,3% MS). No inverno os tratamentos de 100 e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia e o tratamento controle apresentaram os maiores valores (média de 39,4% MS). Enquanto na primavera, os tratamentos de 100 e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum e o tratamento controle obtiveram os maiores valores (média de 41,1% MS). Já no verão II, as doses de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida, 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia e o tratamento controle apresentaram maiores valores (média de 41,4% MS). Em relação às análises de regressão não houve efeito da adubação nitrogenada para esta variável no verão I, com média de 39,0% para ambas as fontes de ureia. Enquanto que, no outono, houve diminuição linear média de 0,01% MS para a adição de cada kg de N para ambas as fontes de ureia. Já no inverno, houve efeito quadrático positivo para a ureia revestida, com máximo estimado em 39,7% MS com 99 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e, na primavera, para ambas as fontes de ureia, houve diminuição linear de média 0,01% MS para a cada kg de N aplicado. No verão II, para a ureia revestida, houve diminuição de 0,01% MS para adição de cada kg de N.

O teor de PIDA corrigido para MS (%) foi maior para os tratamentos de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum (média de 1,9 %MS), no verão I. No outono, a dose de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida apresentou maior valor (1,8 %MS). Enquanto que, no inverno, os tratamentos de 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida, 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum e 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia, apresentaram maiores valores (média de 1,5% MS) e, na primavera, a dose de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida apresentou maior valor (2,2% MS). No verão II, a dose de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia comum obteve maior valor (3,1% MS), e o tratamento controle o menor (1,1% MS). Em relação às análises de regressão, os dados não se ajustaram a um modelo de regressão linear simples, (média de 1,6%) para ambas as fontes de ureia no verão I. Enquanto que, no outono, houve efeito quadrático positivo para a ureia comum, com máximo estimado em 1,5% com 253 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N e, para a ureia revestida, houve

aumento linear positivo, com acréscimo de 0,003% MS para a adição de cada kg de N. E no inverno, a ureia comum proporcionou aumento linear positivo de 0,003% MS para cada kg de N aplicado. Na primavera, houve aumento médio de 0,001% MS para ambas as fontes de ureia e, no verão II, houve acréscimo de 0,007% MS com a adição de cada kg de N para a ureia comum, e efeito quadrático positivo para ureia revestida, com máximo estimado em 1,7%, obtido com $211 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N.

Em relação ao teor de PIDA corrigido para PB (%), este foi maior para o tratamento controle (30,0% PB) e, para os demais tratamentos, houve semelhança (média de 19,7 % PB) no verão I. No outono, a dose de $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ambas as fontes apresentou os maiores valores (média de 31,4% PB), e menores para os tratamentos de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida e tratamento controle (média de 13,3% PB). Já no inverno, os tratamentos de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ambas as fontes de ureia e de $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida, apresentaram os maiores valores (média de 26,3% PB). Em relação à primavera, os tratamentos de 200 e $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum obtiveram maiores valores (média de 34,4%) enquanto que, no verão II, foi obtido maior valor (33,0% PB) para o tratamento de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum. Em relação às análises de regressão, no verão I, houve efeito quadrático negativo, com mínimo estimado em 16,8% PB, obtido com $242 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida. Contudo, no outono, para ambas as fontes de ureia, houve efeito quadrático positivo, com máximos estimados em 27,9 e 31,6% PB, obtidos com 207 e $218 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum e revestida, respectivamente. Enquanto que, no inverno, houve efeito quadrático positivo para a ureia revestida, com máximo estimado em 24,5% PB, obtido com $193 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N. Já na primavera e verão II, houve aumento linear positivo para a ureia comum, com acréscimos de 0,02 e 0,3% PB e, para ureia revestida, diminuição de 0,02 e 0,03% PB, com a adição de cada kg de N.

O teor de LIG (%MS) foi maior para a dose de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida e para o tratamento controle (média de 6,7% MS) no verão I. No outono, maiores valores foram verificados para os tratamentos controle, de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida e de $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ambas as fontes de ureia (média de 8,1% MS). Em relação ao inverno, maiores valores foram obtidos para o tratamento controle e para as doses de 100 e $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum (média de 7,1% MS). Enquanto na primavera, os tratamentos de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum, $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ambas as fontes de ureia, e o tratamento controle, apresentaram maiores valores (média de 6,9% MS). Já no verão II, o tratamento controle obteve maior valor (8,2% MS). Em relação às análises de regressão, houve efeito quadrático negativo para a ureia comum no verão I, com mínimo estimado em 5,4% MS, obtido com $221 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N, enquanto que, no outono, houve efeito quadrático positivo para a ureia revestida, com máximo estimado em 8,3% MS, obtido com $164 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N. No verão II, houve efeito quadrático negativo para a ureia comum, com mínimo estimado em 6,0% MS obtido com $226 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N, enquanto que, para a ureia revestida, ocorreu diminuição linear de 0,003% MS com a adição de cada kg de N. Nas estações de inverno e de primavera, os dados de ambas as fontes de ureia não se ajustaram à modelos de regressão linear simples, com médias de 6,3 e 6,5%, respectivamente.

O teor de CEL (% MS) foi menor para a dose de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum (27,2%) e maior para a dose de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ambas as fontes de ureia, 200 e $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida e para o tratamento controle (média de 32,8 % MS) no verão I. Os tratamentos de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ambas as fontes de ureia e de $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum obtiveram menores valores (média de 33,3% MS) no outono. No inverno, menores valores foram obtidos para os tratamentos de $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum, $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida, e para o tratamento controle (média de 28,7% MS), em relação aos demais tratamentos (média de 31,5%). Já na primavera, os tratamentos com $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia revestida, $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ambas as fontes, $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N de ureia comum, e o tratamento controle, apresentaram os

maiores valores (média de 32,1 %MS). Enquanto que, no verão II, as doses de 100 e 200 de ambas as fontes de ureia apresentaram os maiores valores (média de 34,3% MS). Com relação às análises de regressão, houve diminuição linear de 0,009% MS para adição de cada kg de N de ureia comum no verão I. Contudo, no outono e no inverno houve efeito quadrático positivo para ureia revestida, com máximos estimados de 38,4e 32,0% MS, obtidos com 133 e 182 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, respectivamente. Na primavera houve diminuição linear de 0,005% MS para a adição de cada kg de N de ureia revestida e, no verão II, houve comportamento semelhante para ambas as fontes de ureia, com diminuição média de 0,004% MS para cada kg de N aplicado.

Houve efeito (P<0,0001) de interação entre dose, fonte de ureia, e estação do ano para o teor de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do capim-massai, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6. Teor de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do capim-massai, em função do tratamento da ureia e das doses de nitrogênio durante as estações de verão I de 2011/2012 e inverno de 2012.

| Est | Doses (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹) | | | | EPM | Equação | R ² | |
|-------|--|-----------|---------------------|--------------------|--------------------|---------|----------------------------|------|
| | 0 | Fontes | 100 | 200 | | | | 400 |
| Ver I | 69,6 ^{CD} | Comum | 70,5 ^{CD} | 72,4 ^{BC} | 79,1 ^A | 1,5 | $\hat{Y}=68,925+0,0215x^*$ | 0,40 |
| | | Revestida | 66,8 ^D | 76,8 ^{AB} | 79,5 ^A | | $\hat{Y}=67,766+0,0296x^*$ | 0,38 |
| Inv | 66,8 ^C | Comum | 70,2 ^{ABC} | 68,0 ^{BC} | 71,8 ^{AB} | 1,4 | $\hat{Y}=69,2$ | - |
| | | Revestida | 66,5 ^C | 59,3 ^D | 73,5 ^A | | $\hat{Y}=66,5$ | - |

Médias dispostas na mesma linha ou coluna para o tratamento controle ou para os demais, seguidas da mesma letra maiúscula e dentro da mesma estação do ano, não diferem entre si (p>0,05) pela PDIFF. R² = coeficiente de determinação da equação de regressão. X: kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. EPM: Erro padrão da média. (Ver I: Verão I/Inv: Inverno). *(P<0,05) e **(P<0,01).

O teor de DIVMS (%) foi maior para a dose de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ambas as fontes de ureia no verão I (média de 79,3 %) e para 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida (76,8%). Enquanto no inverno, a DIVMS (%) foi maior somente para o tratamento de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida (média de 73,5%), e menor para a dose de 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N de ureia revestida (59,3%). Houve comportamento linear positivo para ambas as fontes de ureia no verão I, com aumento médio de 0,0255% MS por kg de N adicionado. Em relação ao inverno os dados de ambas as fontes de ureia não se ajustaram à modelos de regressão linear simples, com médias de 69,2 e 66,5; respectivamente.

3.2 Discussão

A redução dos teores de matéria seca verificada para ambas as fontes de ureia em relação ao aumento das doses de N, em praticamente todas as estações avaliadas, pode estar relacionada ao maior desenvolvimento vegetativo da gramínea sob maior aporte de N, levando a maior absorção e manutenção de teores de água no conteúdo celular (efeito de turgor e equilíbrio osmótico), promovendo maior alongamento celular (LARCHER, 2000). Nas estações de outono e primavera, somente houve efeito linear negativo da adubação nitrogenada para a ureia revestida, o que denota benefício do uso desta fonte nas estações em que ocorreu déficit hídrico, corroborando os resultados obtidos para massa de forragem e massa seca de lâmina foliar (Tabela 4 do Cap. I). Contudo, para as estações que apresentam condições climáticas mais favoráveis ao desenvolvimento da planta (verões I e II), o uso de ureia comum promoveu menores teores de matéria seca em relação à ureia revestida, com

efeitos lineares negativos para teor de matéria seca nestas estações. Este efeito pode ser atribuído ao fato de que, com o uso da ureia comum, aliado às condições favoráveis de umidade e temperatura, o N da ureia que inicialmente é disponível na forma amídica, pode ter sofrido uma rápida nitrificação e disponibilização do nitrato para planta (PRIMAVESI et al., 2006; CANTARELLA, 2007). No entanto, como a ureia revestida libera de forma gradativa o N, seu efeito poder ter sido menos acentuado.

Os efeitos positivos verificados para os teores de proteína bruta em quase todas as estações, juntamente com os menores teores de matéria seca com uso de ureia revestida, em comparação à ureia comum, podem promover melhor valor nutritivo da forragem, o que reforça a hipótese de que a liberação gradativa do nutriente (N) contribuiu positivamente para a elevação deste valor. O N disponibilizado na solução do solo pela ureia está na forma de NH_4^+ , ponto este positivo, pois, na forma de NO_3^- está muito mais susceptível a perdas por lixiviação e, como a ureia revestida disponibiliza o N em menores quantidades em relação à ureia comum, tanto o NH_4^+ disponibilizado, quanto NO_3^- (reduzido) podem ser logo assimilados pela planta, incorporados aos compostos de carbono, formando aminoácidos e aminas, atuando na biossíntese de proteínas e demais substâncias nitrogenadas (LARCHER, 2000), agregando desta maneira, maior conteúdo protéico a célula. Oertli (1980) descreve que, a liberação do nutriente com o uso de fertilizantes com esta tecnologia, pode variar de poucos até 20 meses para a sua liberação total, sendo que a longevidade é específica de cada formulação do fertilizante. Ou seja, possivelmente houve uma disponibilidade gradual e contínua do N para planta, favorecendo os resultados obtidos para proteína bruta. Os valores médios de todos os tratamentos referentes a cada estação: verão I (8,5%), outono (7,0%), inverno (13,1%), primavera (6,2%) e verão II (6,6%), encontram-se na maioria destas, dentro da faixa aceitável para o não comprometimento da dieta animal, uma vez que valores abaixo de 7% de proteína bruta podem levar a restrição do consumo voluntário pelo animal (MILFORD & MINSON, 1965) devido à redução na atividade microbiana no rúmen, interferência na taxa de digestão da celulose, e aumento no tempo de retenção da forragem no trato digestivo (BRÂNCIO et al., 2003).

Importante destacar, que o nitrogênio no solo possui intensa mobilidade, porém dependendo das condições do solo (umidade, por exemplo), este pode ficar disponível no solo como “reserva”, ou seja, imóvel (CANTARELLA, 2007). Assim este evento, somado a adubação realizada após o corte, favoreceu o maior crescimento do capim-massai, uma vez que possivelmente havia mais nutriente (N) prontamente disponível para ser assimilado e metabolizado pelas plantas, favorecendo de maneira mais eficiente a restauração da área foliar e produção de assimilados, fato este corroborado com os resultados obtidos para área foliar específica durante estas mesmas estações (Tabela 6 – Cap. I), além dos resultados positivos obtidos também para proteína bruta (Tabela 4).

A adubação nitrogenada promoveu efeitos positivos para o teor de matéria mineral nas estações de verão I e II, bem como no outono para a ureia comum e, no inverno e primavera, os resultados obtidos para a ureia revestida, reforçam a hipótese de melhor desempenho desta fonte nestas estações, assim como observado para proteína bruta, nas mesmas. Os valores médios obtidos para esta variável ficaram entre 6 a 10%, semelhantes aqueles obtidos por Balsalobre et al. (2003) com capim-tanzânia, que relataram que estes são valores comuns de serem obtidos em pastagens tropicais adubadas. Henriques et al. (2007) também obtiveram valores semelhantes para os capins-setária, hemarthria e acroceres, cortados com 42 dias de idade sob doses de adubação nitrogenada. Já Gomide (1976), citado por Oliveira et al. (2000), descrevem que os teores dos elementos minerais tendem a uma diminuição gradativa com o avanço da idade na planta, devido a um efeito de diluição destes elementos na matéria seca da planta.

Em relação aos teores de fibra em detergente neutro, a adubação com ureia comum promoveu diminuição linear desta variável apenas no verão I e, em contrapartida, a ureia

revestida proporcionou este comportamento nas estações de inverno e primavera, contribuindo para menor participação deste componente estrutural da parede celular o qual está relacionado com a ingestão de matéria seca pelo animal, visto que configura-se na fração fibrosa responsável pelo enchimento e saciedade do animal (VAN SOEST, 1994). Este resultado concretiza o efeito benéfico desta fonte de ureia protegida nestas estações, visto que houve menor teor de matéria seca e maiores teores de matéria mineral e proteína bruta (Tabela 1), culminando de forma positiva com menores teores de fibra em detergente neutro, nestes mesmos períodos. No outono, o efeito quadrático positivo verificado para ureia protegida, pode ser explicado tanto por influência das doses intermediárias desta fonte, como pelo intenso florescimento e elevação de colmos e inflorescências do capim-massai nesta mesma estação (observação pessoal), assim como descrito por (SAVIDAN et al., 1990; VALENTIM & MOREIRA, 1994a; EMBRAPA, 2001; VALENTIM & VAZ, 2001). A ausência de efeito da adubação nitrogenada nos teores de fibra em detergente neutro nos verões I e II para ureia revestida e, no outono, inverno e primavera para ureia comum, corrobora os resultados obtidos por Brâncio et al. (2002), os quais também não observaram efeito do N para esta variável.

Os valores de fibra em detergente neutro obtidos no presente estudo são superiores aquele mencionado por Mertens (1996) como crítico para comprometer negativamente o consumo animal. Porém, Euclides et al. (1995) descrevem que teores inferiores a 55% de componentes da parede celular são dificilmente encontrados gramíneas tropicais, sendo comuns valores superiores a 65%, principalmente no início da rebrotação e, de 75 a 80%, em estádios avançados de maturação. Nesse contexto, Brâncio et al. (2002) estudaram os efeitos da adubação nitrogenada em três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. (Massai, Tanzânia e Mombaça) e observaram teores acima de 75% para todos os cultivares, o que atuou como regulador de consumo para os animais em pastejo. Souza et al. (2006), testando quatro doses de adubação nitrogenada, também encontraram maior teor de fibra em detergente neutro para o Massai em comparação aos demais cultivares: Massai (60,8%), Atlas (55,8%) e Tobiatã (59,6%).

A utilização de adubação nitrogenada com ureia revestida proporcionou efeito positivo para os teores de N ligado a fibra em detergente neutro (PIDN na MS), em todas as estações, de forma similar ao observado para proteína bruta (Tabela 4), com exceção apenas do inverno, o qual apresentou comportamento linear negativo. Ao analisar os resultados obtidos para os teores de N ligado a fibra em detergente neutro (PIDN na PB), somente houve efeito linear negativo para ureia revestida no inverno, ressaltando vantagem no uso desta fonte para redução nos teores de N indisponível à microbiota ruminal, aderido à parede celular. Porém, no verão II, houve efeito quadrático positivo para ureia comum apresentando, desta forma, comportamento semelhante àqueles resultados de proteína insolúvel corrigida para matéria seca. Estas respostas obtidas podem estar relacionadas com maior estímulo do crescimento e desenvolvimento da planta pelo fornecimento de N e, consecutivamente, maior necessidade de porções de parede celular para fins de sustentação (RIBEIRO et al., 1999). Os valores obtidos dos teores de N ligados a fibra em detergente neutro (PIDN na MS) são similares aqueles encontrados por Malafaia et al. (1997), para os capins Tifton 85, Elefante, *Brachiaria brizantha* e *B. decumbes*. Já em relação à proteína indigestível corrigida para proteína bruta, os resultados obtidos no presente estudo foram maiores que aqueles observados por Balsalobre et al. (2003), que encontraram média de 49,1% trabalhando com capim-tanzânia sob irrigação.

A utilização de ureia revestida promoveu decréscimos lineares dos teores de fibra em detergente ácido da forragem do capim-massai nas estações de outono, primavera e verão II, possivelmente devido o capim-massai ter apresentado mais de um corte nestas estações (Tabela 3 – Cap. I) e, conseqüentemente, maior renovação de tecidos, somado a liberação gradativa do N proporcionada pelo uso desta fonte de ureia. Os valores médios de fibra em

detergente ácido verificados para todos os tratamentos nas estações de verão I (38,9%), outono (42,3%), inverno (38,5%), primavera (38,9%) e verão II (40,3%) estão próximos ou acima de 40%, considerado por Nussio et al. (1998) como regulador de consumo, devido a redução na digestibilidade da forragem. Nesse sentido, Balsalobre et al. (2003) relacionam valores de fibra em detergente ácido acima de 40% a plantas com idade fisiológica avançada, e, ou obtidos sob condições edafoclimáticas críticas.

O efeito positivo da adubação nitrogenada nos teores de N ligado a fibra em detergente ácido (PIDA na MS) em todas as estações, exceto no verão I (no qual não houve efeito de adubação com ambas as fontes de ureia), revela que, exceto no verão I, a adubação nitrogenada promoveu maior quantidade de proteína contida na fibra em detergente ácido, a qual se encontra indisponível por estar associado à lignina, complexos tanino-proteína e produtos oriundos da reação de Maillard altamente resistentes às enzimas microbianas, sendo considerada como indigestível ao longo do trato gastrointestinal (LICITRA et al., 1996; BALSALOBRE et al., 2003).

Os efeitos lineares negativos verificados para N ligado a fibra em detergente ácido (PIDA corrigida para PB) nas estações de primavera e verão II somente com o uso de ureia comum foram contrários àqueles observados para proteína bruta (Tabela 4) nas mesmas estações, sugerindo que esta fonte de ureia influenciou positivamente no teor proteico prontamente acessível na primavera e verão II. Os resultados obtidos neste estudo estão abaixo daqueles observados para capim-elefante e próximos aqueles obtidos para capim-tifton-85 em diferentes idades de corte por Cabral et al. (2000).

A não ocorrência de efeito da adubação nitrogenada nos teores de lignina na estação de inverno assemelha-se com os resultados observados para massa seca de colmo e porcentagem de massa seca de colmo (Tabelas 4 e 5). Contudo, nesta estação assim como na primavera, houve comportamento linear negativo para fibra em detergente neutro e linear positivo para proteína bruta para ureia revestida (Tabela 4) provando ser uma fonte mais eficaz quanto à composição química da forragem para nutrição animal nestes períodos.

As doses intermediárias de ureia comum proporcionaram efeito quadrático negativo para lignina, assim como para massa seca de colmo (Tabela 1 – Cap. I), e linear negativa para fibra em detergente neutro no verão I, possivelmente devido à influência das melhores condições climáticas do período (Figuras 1 e 2), com altos índices pluviométricos que viabilizaram a diluição da ureia, disponibilizando mais rapidamente o N para a assimilação da planta que, possivelmente priorizou o direcionamento dos assimilados para aumento de proteína, como da área foliar específica (Tabela 3 – Cap. I). Em relação à estação de outono, houve comportamento quadrático positivo para ureia revestida, assim como foi observado para fibra em detergente neutro e celulose, e para massa seca de colmo (Tabela 1 – Cap. I). Contudo, deve-se considerar que todas essas variáveis são muito afetadas pelo período reprodutivo da planta, uma vez que, neste mesmo estágio, ocorre alongamento de seus colmos, aumentando a espessura da parede das células do esclerênquima (BALSALOBRE et al., 2003).

Os efeitos quadráticos positivos verificados para os teores de celulose observados nas estações de outono e inverno para ureia revestida podem ser consequência do período de maior florescimento do capim-massai, o que gerou maior participação desta variável a fim de conferir maior sustentação, sobretudo às hastas reprodutivas (inflorescências). Em contrapartida, nas estações de primavera e verão II a ureia revestida proporcionou efeito linear negativo para esta variável no dossel forrageiro, enfatizando o efeito positivo desta fonte de N para o capim-massai. Os teores de celulose obtidos no presente trabalho foram semelhantes aqueles citados por Paciullo et al. (2002) para os capins braquiária, gordura e bermuda em suas lâminas foliares.

A adubação com doses crescentes de N pode gerar variação na composição química da matéria seca das plantas, determinando incremento no teor da proteína bruta, como observado

na Tabela 4, com consequente melhora da digestibilidade *in vitro* da matéria seca, tanto devido ao aumento da participação da massa seca de folhas (CECATO et al., 2001), como na densidade populacional de perfilhos e índice de área foliar estimado pelo aparelho integrador de área foliar observado neste estudo (Tabela 7 – Cap. 1). Somado a isso também há o efeito da redução do conteúdo de açúcares, uma vez que estes são utilizados na síntese de aminoácidos e proteínas, e o aumento no suprimento de nitrogênio para as plantas promove este efeito, visto que as proteínas são acumuladas no conteúdo celular e têm o efeito de diluição dos componentes da parede celular, aumentando a digestibilidade da forragem (BRÂNCIO et al., 2002). No inverno, a não ocorrência de efeito para adubação nitrogenada pode estar relacionada com a dificuldade da planta durante este período captar e assimilar os nutrientes no solo frente à quantidade necessária de umidade, o aporte de nitrogênio provavelmente não foi suficiente para promover modificações significativas na digestibilidade da forrageira, visto que os valores médios obtidos para ureia comum e revestida (69,2 e 66,5%), encontram-se dentro da faixa de variação descrita por Machado et al. (1998) para seis cultivares (Aruana, Centenário, Colonião, Mombaça, Tanzânia e Tobiatã) e dois acessos (K249 e KK8) de *Panicum maximum* Jacq., em duas alturas de corte (20 e 40 cm) durante o período seco.

CONCLUSÕES

O uso de ureia revestida como fonte de adubação nitrogenada aumenta os teores proteicos do capim-massai em todas as estações do ano.

Após o início do período experimental (verão I), o uso de ureia revestida promove menor participação da fibra em detergente ácido e celulose na parede celular do capim-massai na primavera e verão.

A adubação nitrogenada com ureia revestida reduz os teores de proteína insolúvel ligada à fibra em detergente neutro no inverno, e aqueles ligados a fibra em detergente ácido (% PB) da forragem do capim-massai no verão II e primavera.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca aumenta com uso de maiores doses de ureia comum e revestida no verão I.

CONCLUSÕES GERAIS

O uso de ureia revestida proporciona melhoria nas características estruturais e composição morfológica do capim-massai, além de maior acúmulo de forragem no outono.

Há benefício do uso de ureia revestida para melhoria do valor nutritivo do capim-massai, sobretudo no verão.

A utilização da ureia revestida como fonte de adubação nitrogenada apresenta benefícios produtivos e qualitativos para o capim-massai em períodos de restrição hídrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR., D.; MOSQUIM, P.R. Características morfológicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio e frequências de corte. **Acta Scientiarum**, v.27, n.1, p.17-24, 2005.
- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR., D.; MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA, F.C.; SOUZA, D.P. Características morfológicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio e frequências de corte. **Acta Scientiarum**, v.27, n.1, p.17-24, 2004.
- ALVIM, M.J. & MOOJEN, E.L. Efeitos de fontes e níveis de nitrogênio e práticas de manejo sobre a produção e qualidade da forragem de azevém anual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.13, p.243-253, 1984.
- ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C.; VAZ, F.A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.263-270, 2004.
- BALSALOBRE, M.A.A.; CORSI, M.; SANTOS, P.M. Composição química e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos do capim Tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.519-528, 2003.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; DA SILVA, S.C.; ZIMMER, A.H.; TORRES JÚNIOR, R.A.A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.329-340, 2007.
- BARCELLOS, A. De O. Sistemas extensivos e semi-intensivos de produção: pecuária bovina de corte nos Cerrados. In: PEREIRA, R.C.; NASSER, L.C.B (Eds.). In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO. BIODIVERSIDADE E PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE ALIMENTOS E FIBRAS NOS CERRADOS. 1996. Brasília. **Anais...** Brasília, 1996, p.130-136.
- BONO, J.A.M.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.B.P. Biomassa e área do sistema radicular e resistência do solo à penetração em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. Sob pastejo rotacionados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., **Anais...** Viçosa: SBZ. 2000. CD-ROM.
- BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; FONSECA, D.M.; ALMEIDA, R.G.; MACEDO, M.C.M.; BARBOSA, R.A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. Sob pastejo: Disponibilidade de forragem, altura do resíduo pós-pastejo e participação de folhas, colmo e material morto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.55-63, 2003.
- BRÂNCIO, P.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; REGAZZI, A.J.; ALMEIDA, R.G.; FONSECA, D.M.; MACEDO, M.C.M.; BARBOSA, R.A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq sob pastejo. Composição química e digestibilidade da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1605-1613, 2002.
- BREDA, F.A.F.; WERNECK, C.G.; ALTO, E.; LIMA, E.S.A.; POLIDORO, J.C.; ZONTA, E.; LIMA, E. Perdas por volatilização de N – ureia revestida com polímero. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 11., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8., 2010. Guarapari. **Anais...** Guarapari: FERTBIO, 2010, CD-ROM.

- BREMNER, J.M. & MULVANEY, R.L. Urease activity in soils. In: BURNS, R.G. **Academic Press**, p.149-196, 1978.
- BROUGHAM, R.W. A study in rate of pasture growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.6, p.804-812, 1955.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; MALAFAIA, P.A.M.; LANA, R.P.; SILVA, J.F.C.; VIEIRA, R.A.M.; PEREIRA, E.S. Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de degradação estimadas pela técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2087-2098, 2000. Supl.
- CÂNDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, W.E. Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1459-1467, 2005.
- CANO, C.C.P.; CECATO, U.; CANTO, M.W.; RODRIGUES, A.B.; JOBIM, C.C.; RODRIGUES, A.M.; GALBEIRO, S.; NASCIMENTO, W.G. Produção de forragem do Capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1949-1958, 2004.
- CANTARELLA, H. **Fertilidade do Solo**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. P.375-470, 2007.
- CANTARELLA, H.; CORRÊA, L.A.; PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; FERITAS, A.R.; SILVA, A.G. Ammonia losses by volatilization from coastcross pasture fertilized with two nitrogen sources. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001a. Águas de São Pedro. **Proceedings...**, São Paulo, 2001a, p.190-192.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; SILVA, G.N.; MORAES, J.P. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, p.165-176, 2006.
- CECATO, U.; SANTOS, G.T.; MACHADO, M.A.; GOMES, L.H.; DAMACENO, J.C.; JOBIM, C.C.; RIBAS, N.P.; MIRA, R.T.; CANO, C.C.P. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* com e sem nitrogênio. **Acta Scientiarum**. V.23, n.4, p.781-788, 2001.
- CIVARDI, E.A.; SILVEIRA NETO, A.N.; RAGAGNIN, V.A.; GODOY, E.R.; BROD, E. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.1, p.52-59, 2011.
- COBUCCI, T.; FAGERIA, N.K.; REIS JR, R.A.; LIMA, D.A.P.; SILVA, B.T. Eficiência do uso de nitrogênio pelo arroz de terras altas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 11., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO,8., 2010. Guarapari. **Anais...** Guarapari: FERTBIO, 2010, CD-ROM.
- CORSI, M.; SANTOS, P.M. Potencial de Produção do *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995, p.275-303.
- DA ROS, C. O.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Volatilização de amônia com aplicação de uréia na superfície do solo, no sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v.35, p. 799-805, 2005.
- DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D.L.; SANTOS, G.A. **Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí: UFRRJ, 179p, 1990.

- DIAS FILHO, M.B. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; CASTRO, J.M.DA C. (Eds.) SIMPÓSIO DA REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2005, João Pessoa, **Anais...** João Pessoa: SBZ: UFPB, 2005, v.35, p.535-553.
- DIFANTE, G.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; DA SILVA, S.C.; BARBOSA, R.A.; VELASQUEZ, W.G. Sward structure and nutritive value of tanzania guineagrass subjected to rotational stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.9-19, 2009.
- ECKERT, D.J.; DICK, W.A.; JOHNSON, J.W. Response of no-tillage grown in corn and soybean residues to several nitrogen fertilizer sources. **Agronomy Journal**, v.78, p.231-235, 1986.
- EMBRAPA GADO DE CORTE. Capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai): alternativa para diversificação de pastagens. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de corte, 2001. 5p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 69).
- EMBRAPA GADO DE CORTE. Cólica e equídeos sob pastejo em *Panicum maximum* na região Amazônica. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de corte, 2009. 2p. (Embrapa Gado de Corte. Nota técnica).
- EMERENCIANO NETO, J.V. **Avaliação de pastagens tropicais em sistemas de produção de ovinos de corte no nordeste brasileiro**. 2012. 69p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012.
- EMERENCIANO NETO, J.V.; DIFANTE, G.S.; MONTAGNER, D.B.; BEZERRA, M.G.S.; GALVÃO, R.C.P.; VASCONCELOS, R.I.G. Características estruturais do dossel e acúmulo de forragem em gramíneas tropicais, sob lotação intermitente e pastejada por ovinos. **Bioscience Journal**, v.29, n.4, p.962-973, 2013.
- ERDMAN, R. Silage fermentation characteristics affecting feed intake. In: SILAGE PRODUCTION – FROM SEED TO ANIMAL. **Proceedings...**New York, Northeast Regional Agricultural Engineering Service. 1993, p.210-219.
- ESPINDULA, M.C.; ROCHA, V.S.; SOUZA, M.A.de.; GROSSI, J.A.S.; SOUZA, L.T.de. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.6, p.1404-1411, 2010.
- EUCLIDES, V. P. B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, 1995, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba, FEALQ, 1995, p.245-273.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VALLE, L.C.S. **Avaliação dos acessos de *Panicum maximum* sob pastejo**. Campo Grande: Embrapa – CNPGC, 7p. 1995.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H.; JANK, L.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação dos capins Mombaça e Massai sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.18-26, 2008.
- EUCLIDES, V.P.B.; DIFANTE, G.S.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, R.A.; COSTA, J.A.R. Desempenho animal em pastos de capim-tanzânia submetidos a duas estratégias de desfolha. In: XXXXVIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Brasília. 2012a, **Anais...** Brasília, 2012a, CD-ROM.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C.; MORAIS, R.V.; VITOR, C.M.T.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; CASAGRANDE, D.R.; COSTA, L.T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com

nitrogênio avaliadas nas quatro estações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.21-29, 2006.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C.; VITOR, C.M.T.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JÚNIOR., D.; SANTOS, M.E.R.; LAMBERTUCCI, D.M. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.30-37, 2006.

FERNANDES, A.L.T. & FRAGA JÚNIOR, E.F. Doses de fontes nitrogenadas convencionais e nitrogênio polimerizado na produtividade e maturação do cafeeiro irrigado. **FAZU em Revista**, n.7, p.37-41, 2010.

FONSECA, D.M.; SANTOS, M.E.R.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas Forrageiras**. In: FONSECA, D.M. & MARTUSCELLO, J.A. Editora: UFV. Cap.1, p.166-196. 2010.

GARCEZ-NETO, A.F.; NASCIMENTO Jr., D.; RAGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M.; MOSQUIM, P.R.; GOBBI, K.F. Respostas morfogênicas e estruturais do *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.

GARCIA, A.L.A.; PADILHA, L.; GARCIA, W.R.; MENDES, A.N.G.; CARVALHO, C.H.S. Efeito da ureia com inibidor de uréase no crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, v.6, n.1, p.1-7, 2011.

GIACOMINI, A.A.; SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L. Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agricola**, v.66, n.6, p.733-741, 2009.

GOMES, C.A.; LIMAS DIAS, K.G.; COGO, F.D.; ORFÃO, P.A.S.; CEREDA, G.J.; TOLEDO, G.C. Fertilizante de liberação gradativa em cafeeiros em produção. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.5, n.2, p.35-39, 2011.

GOMIDE, J.A. & COSTA, G.G. Adubação nitrogenada e consorciação de capim-colonião e capim-jaraguá. III – Efeitos de níveis de nitrogênio sobre a composição mineral e digestibilidade da matéria seca das gramíneas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.215-224, 1984.

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

GOMIDE, J.A., LEÃO, M.I., OBEID, J.A. Avaliação de pastagens de capim colonião e capim-jaraguá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.13, p.1-9, 1984.

HENRIQUES, L.T.; SILVA, C.; DETMANN, E.; VASQUEZ, H.M.; PEREIRA, O.G. Frações de carboidratos de quatro gramíneas tropicais em diferentes idades de corte e doses de adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.730-739, 2007.

HODGSON, J. & DA SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39.; Simpósio Internacional de Forragicultura, 2002, Recife, **Anais...** Recife: SBZ, 2002, p.180-202.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro matter digestibility for ten feeds. **Journal Dairy Science**, v.82, n.8, p.1791-1794, 1999.

JANK, L.; MARTUSCELLO, J.A.; EUCLIDES, V.P.B.; VALLE, C.B.; RESENDE, R.M.S. **Plantas Forrageiras**. In: FONSECA, D.M. E MARTUSCELLO, J.A. Editora: UFV. Cap.5, p.166-196, 2010.

KEENEY, D.R. & BREMNER, J.M. Effect of cultivation on the nitrogen distribution in soils. **Soil Science Society. Amazing**, v.28, p.653-656, 1964.

KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B.; ZIMMER, A.H. Fatores de degradação de pastagens sob pastejo rotacionados com ênfase na fase de implantação. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba, 1997, p.193-211.

LARA CABEZAS, W.AR.; TRIVELIN, P.C.O.; BOARETTO, A.E. Efeito do tamanho do grânulo e relação N/S da ureia aplicada em superfície na volatilização da amônia sob diferentes umidades iniciais do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 16, p.409-413, 1992.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Editora: RiMa Artes e Textos. São Carlos, Sp. 531p. 2000.

LEMPP, B.; EUCLIDES, V.P.B.; MORAIS, M.G. Avaliações do resíduo da digestão de três cultivares de *Panicum maximum*. In: 37^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. CD-ROM.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

LOPES, A.S. & GUILHERME, G.R.L. **Fertilidade do solo**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARRUTTI, R.B.; NEVER, J.C.L. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, p.1017, 2007.

MABJEESH, S.J.; COHEN, M., ARIELL, A. In vitro methods for measuring the dry matter digestibility of ruminant feedstuffs: comparison of methods and inoculum source. **Journal Dairy Science**, n.83, v.10, p.2289-2294, 2000.

MACHADO, A.O.; CECATO, U.; MIRA, R.T. Avaliação da composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq. sob duas alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.1057-1063, 1998.

MALAFAIA, P.A.M.; VIEIRA, R.A.M. Técnicas de determinação e avaliação dos compostos nitrogenados em alimentos para ruminantes In: TEIXEIRA, J.C. (Ed) **Digestibilidade em Ruminantes**, Lavras: Minas Gerais, p.29-54, 1997.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos>. Acessado em: 02/12/2013.

MARTHA JÚNIOR, G.B. **Produção de forragem e transformação do nitrogênio do fertilizante em pastagem irrigada de capim Tanzânia**. 2004. 149p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz. Piracicaba”, Piracicaba – SP.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. **Adubação nitrogenada**. In: Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina: Embrapa Cerrado, p.117-144, 2007.

- MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Características morfogênicas e estruturais do capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.665-671, 2006.
- MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P.M.; RIBEIRO-JÚNIOR, J.I.; CUNHA, D.N.F.V.; MOREIRA, L.M. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1475-1482, 2005.
- MELGAR, R.J.; SMYTH, T.J.; CRAVO, M.S. Aplicação de fertilizante nitrogenado para milho em Latossolo da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.15, n.2, p.289-296, 1991.
- MENDONÇA, V.; TOSTA, M.S.; MACHADO, J.R.; GOULART JÚNIOR, S.A.R.; TOSTA, J.S.; BISCARO, G.A. Fertilizante de liberação lenta na formação de mudas de maracujazeiro 'Amarelo'. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.2, p.344-348, 2007.
- MENGEL, D. **Manejo de nutrientes na cultura do milho de alta produtividade**. Piracicaba: Patafós, 1996. 16p. (Informações Agronômicas, 73)
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. **Forage Quality, Evaluation, and Utilization**. In: FAHEY E George, C. Nebraska: American Society of Agronomy, Crop Science of America, Soil Science of America, 988p, 1996.
- MILFORD, R.; MINSON, D.J. Intake of tropical pastures species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., São Paulo, **Anais...** São Paulo, 1965, v.1, p.815-822.
- MOORE, J.E., MOTT, G.O. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. In: MATCHES, A.G. **Anti quality components of forages**. Madison: CSSA, Special publication, n.4, p.53-98, 1973.
- MORENO, L.S.B. **Produção de forragem de capins do gênero *Panicum* e modelagem de respostas produtivas e morfofisiológicas em função de variáveis climáticas**. 2004, 86p. Dissertação (Mestrado)- Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba – SP.
- NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SBRISSIA, A.F.; Da SILVA, S.C. Atualidades sobre manejo do pastejo nos trópicos. In: PEREIRA, O.G.; OBEID. J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. (Org.). In: IV SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM. 01, 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Suprema Gráfica e Editora Ltda., 2008, p.1-20.
- NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1998, p.203-242.
- OERTLI, J.J. Controlled-release fertilizers. **Fertilizer Research**, The Hague, v.1, p.103-123, 1980.
- OLIVEIRA, E. F. & BALBINO, L. C. **Efeitos de fontes e doses de nitrogênio aplicados em cobertura nas culturas de trigo, milho e algodão**. Cascavel, PR: OCEPAR, 1995. (Resultados de Pesquisa, n.1).
- OLIVEIRA, M.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; OBEID, J.A.; CECON, P.R.; MORAES, S.A.; SILVEIRA, P.R. Rendimento e valor nutritivo do capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) em diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.29, n.6, p.1949-1960, 2000.

- PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.917-923, 2008.
- PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; RIBEIRO, K.G. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 1. Rendimento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.1069-1075, 1998.
- PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; SILVA, E.A.M. Características anatômicas da lâmina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.890-899, 2002.
- PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.281-287, 2007.
- PEREIRA, L.E.T.; PAIVA, A.J.; DA SILVA, S.C.; CAMINHA, F.O.; GUARDA, V.D.; PEREIRA, P.M. Sward structure of marandu palisadegrass subjected to continuous stocking and nitrogen-induced rhythms of growth. **Science Agricultural**, v.67, n.5, p.531-539, 2010.
- PEGORARO, R.F.; MISTURA, C.; WENDLING, B.; FONSECA, D.M.Da.; FAGUNDES, J.L. Manejo da água e do nitrogênio em cultivo de capim-elefante. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.2, p.461-467, 2009.
- PINTO, J.C.; GOMIDE, J.A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha/caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.313-326, 1994.
- PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; CANTARELLA, H. & SILVA, A.G. Absorção de cátions e ânions pelo capim-coastcross adubado com ureia e nitrato de amônio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.247-253, 2006.
- PRIMAVESI, O.; FREITAS, A.R.; PRIMAVESI, A.C. Water quality of the Canchim's creek watershed, in São Carlos, SP, Brazil, occupied by beef and dairy cattle activities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.45, n.2, p.209-217, 2002.
- QUEIROZ, A.M.; SOUZA, C.H.E.; MACHADO, V.J.; LANA, R.M.Q. Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea mays* L.) **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.3, p.257-266, 2011.
- REGO, F.C.A. **Avaliação da qualidade, densidade e características morfológicas do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia-1) manejado em diferentes alturas, sob pastejo**. 2001. 90p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR.
- RIBEIRO, K.G.; GOMIDE, J.A.; PACIULLO, D.S.C. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 2. Valor nutritivo ao atingir 80 e 120 cm de altura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1194-1202, 1999.
- RODRIGUES, R.C.; MOURÃO, G.B.; BRENNECKE, K.; LUZ, P.H.C.; HERLING, V.R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivada com combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.394-400, 2008.
- ROLIM, M.V.; SOUZA, J.R.; CASTRO, G.S.A.; RIBEIRO, B.N.; KANEKO, F.H. Eficiência agronômica da ureia revestida com polímeros em cobertura na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO

DE PLANTAS, 30.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 14.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 12.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 9.; SIMPÓSIO SOBRE SELÊNIO NO BRASIL, 1., 2012, Maceió. **Anais...** Maceió: FERTBIO, 2012, CD-ROM.

ROSSA, U.B.; ANGELO, A.C.; NOGEURIA, A.C.; REISSMANN, C.B.; GROSSI, F.; RAMOS, M.R. Fertilizante de liberação lenta no crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorifera*. **Floresta**, v.41, n.3, p.491-500, 2011.

SANTOS JÚNIOR, J.D.G.; MONTEIRO, F.A.; LAVRES JÚNIOR, J. Análise de crescimento do capim-marandu submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1985-1991, 2004.

SANTOS JÚNIOR, J.D.G.; MONTEIRO, F.A.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.P.B. Componentes morfológicos do capim-tanzânia cultivado em quatro condições de fertilidade do solo na região dos Cerrados. **Boletim de Indústria Animal**, v.62, n.2, p.91-99, 2005.

SANTOS, G.T., M.A. ASSIS, G.D. GONÇALVES, E.C. MODESTO, U. CECATO, C.C. JOBIM E J.C. DAMACENO. Determinação da digestibilidade *in vitro* de gramíneas do gênero *Cynodon* com uso de diferentes metodologias. **Acta Scientiarum**, v22, p.761-764, 2000.

SARATTO, R.P.; DILVA, A.H.; CARDOSO, S.M.; MENDONÇA, C.G. Doses e Fontes alternativas de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo arenoso. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.1, p.62-70, 2011.

SARMENTO, P.; RODRIGUES, L.R.A.; LUGÃO, S.M.B.; Da CRUZ, M.C.P.; CAMPOS, F.P.; FERREIRA, M.E. Respostas agronômicas e morfológicas de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio, sob pastejo, à adubação nitrogenada. **Boletim de Indústria Animal**, v.62, n.4, p.333-346, 2005.

SAS INSTITUTE. <http://v9doc.sas.com/sashtml/>. (20 março 2011).

SAVIDAN, Y.H.; JANK, L.; COSTA, J.C.G. Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum*. Campo Grande, 68 p. 1990. (EMBRAPA-CNPQC. Documentos, 44).

SHAVIV, A. Advances in controlled-release fertilizers. **Advances in Agronomy**, v.71, p.1-49, 2001.

SILVA, D.J. & QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2.ed. Viçosa: Imprensa Universitária. 156 p, 2002.

SOUZA, C.G.; SANTOS, M.V.F.; SILVA, M.C.; CUNHA, M.V.; LIRA, M.A. Medidas qualitativas de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. submetidos a adubação nitrogenada. **Revista Caatinga**, v.19, n.4, p.333-338, 2006.

STABILE, S.S.; SALAZAR, D.R.; JANK, L.; RENNÓ, F.P.; SILVA, L.F.P. Características de produção e qualidade nutricional de genótipos de capim-colonião colhidos em três estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1417-1428, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 3ed. Sunderland: Sinuauer Associates. 720p. 2006.

TERMAN, G.L. Volatilization losses of nitrogen as ammonia from surface-applied fertilizers, organic amendments, and crop residues. **Advance Agronomy**, v.31, p. 207-214, 1979.

THORNTHWAIT, C.W.; MATHER, R.J. 1955. **The water balance**. Drexel Institute of Technology, Centerton, NJ, USA. 690p, 1955.

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

- TOKARNIA, C.H.; BRITO, J.D.; BARBOSA, J.D.; PEIXOTO, P.C.; DÖBEREINER, J. **Plantas Tóxicas no Brasil para Animais de Produção**. Editora: Helianthus. 2 eds, p.586, 2012.
- VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C.G.S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.2, p. 254-263, 2011.
- VALENTIM, J.F. & MOREIRA, P. **Vantagens e limitações dos capins Tanzânia-1 e Mombaça para a formação de pastagens no Acre**. Rio Branco: EMPRAPA-CPAF/AC –, 3p, 1994a, (Comunicado Técnico, 60).
- VALENTIM, J.F. & VAZ, F.A. **Capim Massai**. Rio Branco: Embrapa Acre. 1 folder, 2001.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant: plant, animal and environment**. 2 ed. New York: Cornell University Press, Cap. 6, p.77-92, 1994.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-97, 1991.
- VOLK, G.M. Efficiency of urea as affected by method of application, soil moisture and lime. **Journal Agronomy**, v.58, p.746-749, 1959.
- WERNER, J.C. Adubação de pastagens de *Brachiaria* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994, p.209-223.
- WERNER, J.C.; PEDREIRA, J.V.S.; CAIELLI, E.L. Estudos de parcelamento e níveis de adubação nitrogenada em capim pangola. **Boletim de Indústria Animal**. v.24, p.147-154. 1967.
- WOLFINGER, R.D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics Simulation and Computation**, v.22, p.1079-1106, 1993.
- ZIMMER, A.; SILVA, M.P.; E MAURO, R. Sustentabilidade e impactos ambientais da produção animal em pastagens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; PEDREIRA, C.G.S.; E FARIA, V.P., eds. **Inovações tecnológicas no manejo de pastagens**. Piracicaba, FEALQ, 2002, p.31-58.