

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**RODRIGO GREGÓRIO DA SILVA**

**INTENSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE LEITE EM PASTAGENS NO  
TRÓPICO ÚMIDO**

**FORTALEZA  
CEARÁ, BRASIL**

**2011**

**RODRIGO GREGÓRIO DA SILVA**

Engenheiro Agrônomo

**INTENSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE LEITE EM PASTAGENS NO  
TRÓPICO ÚMIDO**

Tese submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Zootecnia.  
Área de concentração: Forragicultura e Pastagens

**Orientador**

Prof. D. Sc. José Neuman Miranda Neiva

**Coorientador**

Prof. D. Sc. Magno José Duarte Cândido

**FORTALEZA  
CEARÁ, BRASIL**

**2011**

**RODRIGO GREGÓRIO DA SILVA**

**INTENSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE LEITE EM PASTAGENS NO  
TRÓPICO ÚMIDO**

Tese defendida e aprovada pela comissão examinadora em 6 de maio de 2011.

Comissão examinadora:

---

Prof. D. Sc. José Neuman Miranda Neiva  
Orientador

---

D. Sc. Marco Aurélio Delmondes Bonfim  
Membro

---

Prof. D. Sc. Antônio Clementino dos Santos  
Membro

---

D. Sc. Vinícius Pereira Guimarães  
Membro

---

Prof. D. Sc. José Antônio Delfino Barbosa Filho  
Membro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- S583i Silva, Rodrigo Gregório da.  
Intensificação da produção de leite em pastagens no trópico úmido / Rodrigo Gregório da Silva. –  
2011.  
157 f. : il. color., enc. : 30 cm.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Fortaleza, 2011.  
Área de Concentração: Forragicultura.  
Orientação: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva.  
Coorientação: Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido.
1. Leite – Produção. 2. Animais – Comportamento. 3. Adubação nitrogenada. 4. Bovino de leite. 5. Produtividade. 6. Pastagem. I. Título.

## **BIOGRAFIA**

RODRIGO GREGÓRIO DA SILVA - filho de Irene Nunes e Raimundo Nunes Rodrigues, nasceu em Icó - CE, em 16 de setembro de 1977. Em outubro de 1996 ingressou no curso de Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, Campus de Areia, onde cursou os dois primeiros semestres. Em seguida, transferiu-se para o curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará, Campus de Fortaleza, concluindo a graduação em julho de 2001. No início de 2002, ingressou no mestrado em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, concluindo em maio de 2004. Posteriormente, foi desenvolver atividades de extensão (EMATERCE) e ensino (CENTEC – FATEC Sertão Central), retornado em 2008 para o curso de Doutorado Integrado em Zootecnia, das Universidades Federal do Ceará/Federal da Paraíba/Federal Rural do Pernambuco – PDIZ UFC/UFPB/UFRPE. Ocupou a função de Professor Assistente da Universidade Federal do Tocantins – UFT entre os anos de 2009 e 2010 e atualmente (a partir de outubro de 2010) é Professor do Instituto Federal do Ceará – IFCE.

## Uma pequena homenagem, com a ajuda de Barboza, Gonzaga e Gonçalves

Um Nordestino, não sai de casa, não deixa sua terra. A não ser pela falta de alternativas. Alternativas muitas vezes escassas naturalmente ou, de forma mais dolorosa, estruturalmente (intencionalmente), como forma de dominação. Na voz de Gonzaga, entende-se esse sentimento:

*“A vida aqui só é ruim, Quando não chove no chão, Mas se chover dá de tudo, Fatura tem de montão, Tomara que chova logo, Tomara meu Deus tomara, Só deixo o meu cariri, No último pau-de-arara”*

*“Enquanto a minha vaquinha, Tiver o couro e o osso, E puder com o chocalho, Pendurado no pescoço, Eu vou ficando por aqui, Que deus do céu me ajude, Quem sai da terra natal, Em outros cantos não para, Só deixo o meu cariri, No último pau-de-arara”*

Mas, se não for possível, e tiver que se refugiar em outras terras, por força da natureza e/ou da falta de conhecimento, sem dúvida, esse será uns dos dias mais tristes de sua vida. Agora, com a ajuda de Gonçalves, vê-se esse sentimento:

*“Agora pensando, Ele segue outra tria, Chamando a famia, Começa a dizer, Meu Deus, meu Deus, Eu vendo meu burro, Meu jegue e o cavalo, Nós vamo a São Paulo, Viver ou morrer, Ai, ai, ai, ai, Nós vamo a São Paulo, Que a coisa tá feia, Por terras alheia, Nós vamos vagar, Meu Deus, meu Deus, Se o nosso destino, Não for tão mesquinho, Ai pro mesmo cantinho, Nós torna a voltar, Ai, ai, ai, ai.”*

Chegando a outras terras, num se esquece, num deixa de pensar, em sua terra, em seu lar. E é só ouvir notícias sobre a melhoria e o aparecimento de oportunidades justas, adequadas a uma vida digna, que logo pensa em voltar. Novamente, nas palavras de Gonzaga vê-se:

*“Já faz três noites, Que pro norte relampeia, A asa branca, Ouvindo o ronco do trovão, Já bateu asas, E voltou pro meu sertão, Ai, ai eu vou me embora, Vou cuidar da prantação”*

*Resta manter vivo os valores morais, objetivando a melhoria da humanidade, mesmo que pra isso seja rotulado de atrasado. Se apegar aos valores de ser honesto, justo, fraterno, igualitário e defensor da liberdade podem nortear a humanidade nesses dias.*

*“A seca fez eu desertar da minha terra, Mas felizmente Deus agora se lembrou, De mandar chuva, Pr’esse sertão sofredor, Sertão das muié séria, Dos homes trabaiaador.”*

*“Rios correndo, As cachoeira tão zoando, Terra moiada, Mato verde, que riqueza, E a asa branca, Tarde canta, que beleza, Ai, ai, o povo alegre, Mais alegre a natureza, Sentindo a chuva, Eu me arrescordo de Rosinha, A linda flor, Do meu Sertão pernambucano, E se a safra , Não atrapaiá meus pranos, Que que há, o seu vigário, Vou casar no fim do ano.”*

Mas essa terra, tão bela, tão alegre, vem convivendo com outros sentimentos, que muito depreciam a humanidade, sendo motivo de muita tristeza. Observa-se o nível de desamor, de maldade a que se *chegô*, mais uma vez, na voz de Gonzaga:

*“Tudo em vorta é só beleza, Sol de Abril e a mata em frô, Mas Assum Preto, cego dos óio, Num vendo a luz, ai, canta de dor”*

*“ Tarvez por ignorança, Ou mardade das pió, Furaro os óio do Assum Preto, Pra ele assim, ai, cantá mio, Assum Preto veve sorto, Mas num pode avuá, Mil vez a sina de uma gaiola, Desde que o céu, ai, pudesse oi”*

Essa maldade, feita pelo homem a tantos, acima exemplificado nas realizadas aos animais, se estende aos demais, especialmente às pessoas, que mais necessitam de atenção: o mais carentes. Faz-se maldades profundas, com o Sertão e com o Sertanejo, por maldade e ganância. Assim, quem sonha, com dias de felicidade e justiça, começa duvidar do sucesso, do homem e da humanidade. Com a ajuda de Barboza, vê-se tal condição:

*“De tanto ver triunfar as nulidades, de tanto ver prosperar a desonra, de tanto ver crescer a injustiça, de tanto ver agigantarem-se os poderes nas mãos dos maus, o homem chega a desanimar da virtude, a rir-se da honra, a ter vergonha de ser honesto”*

**A todos que são capazes de realizar o ato da doação, de forma voluntária, desprovidos de pré-conceitos, sem segundas intenções, simplesmente seguindo seus corações. Especialmente à Adenir Nunes (*in memoriam*), Irene Nunes, as “Marias” Nunes (avó e Tia) e a Raimundo Nunes Rodrigues.**

**DEDICO**

**A minha esposa Fabilla Cristianny Aquino Diógenes e minha filha Lara Diógenes  
Gregório, pela força, amor, atenção e compreensão ao longo dos últimos anos.  
Pessoas que pelo convívio diário proporcionam a renovação do meu desejo pela  
vida.**

**OFEREÇO**



## AGRADECIMENTOS

À Deus, o Grande Arquiteto do Universo, pela oportunidade de estar novamente aqui, vivenciando as belezas terrenas, convivendo com outros tantos filhos seus.

À Universidade Federal do Ceará pelo acolhimento e oportunidade de conhecer o sentido de Universo, da Universidade dos conhecimentos e pensamentos, que mais que um diploma de graduação, proporciona o desenvolvimento e conhecimento de parte relevante do ser, favorecendo aos seus, o desenvolvimento da capacidade de ver o mundo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa em parte do curso de Doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão do financiamento do projeto “Avaliação do potencial produtivo de pastagens tropicais para a produção de leite no ambiente amazônico”.

À Universidade Federal do Tocantins, instituição que me acolheu de braços e coração abertos, disponibilizando uma grande oportunidade de realização profissional e pessoal, além das estruturas necessárias para a execução desse projeto de pesquisa.

Ao Prof. D. Sc. José Neuman Miranda Neiva, pelo exemplo de pessoa, de profissional e de amigo, associado a sua capacidade de realização, que me serve de exemplo a cada dia. Também agradeço pela forma de realização da orientação da tese e do dia a dia, modelo que permitiu o cultivo à criação e ao desenvolvimento do pensamento, indo além da execução de atividades de treinamento, permitindo sonhar.

Ao Prof. D. Sc. Magno José Duarte Cândido, pela amizade e pelo incansável treinamento diário, exemplo de busca pela perfeição, do rigor científico, de justiça e defensoria da moral. Um modelo de pessoa que busca, por meio do exemplo e do repasse de conhecimento, o engrandecimento das pessoas.

Ao Prof. D. Sc. Antônio Clementino do Santos pelas conversas e orientações diárias, sem as quais não poderia ter as ideias e o conhecimento atual, base do meu desenvolvimento profissional. Exemplo de simplicidade, fé e competência.

Ao Prof. D. Sc. Emerson Alexandrino, pelas contribuições diárias durante minha permanência na UFT, além das sugestões realizadas no capítulo de morfogênese e estrutura. Obrigado pelas dicas e pelas conversas, fontes de grande aprendizado.

Ao D. Sc. Vinícius Pereira Guimarães pelas contribuições sempre pertinentes sobre o trabalho ou a minha busca por conhecimentos. Apesar do pouco convívio, proporcionou engrandecimento profissional e pessoal.

Ao D. Sc. Marcos Aurélio Delmondes Bonfim pelas contribuições ao trabalho, pela confiança e exemplo.

Ao Prof. D. Sc. José Antônio Delfino Barbosa Filho, pelas contribuições no trabalho, compreensão e atenção.

Agradeço aos Amigos Antônio, Rafael, Leovegildo e Anderson pelo apoio incondicional na realização das atividades desenvolvidas nessa pesquisa, sem os quais não se teriam realizados os experimentos, além de proporcionarem momentos de pura alegria.

Ao meu amigo e exemplo de ser Leonardo Dantas da Silva, modelo de pessoa que contribuiu na minha formação e na minha escalada até esse momento.

Aos amigos da graduação e da vida Gleyber, Márcio, Canindé, Esaú, Virton, Juliana, Inês, Yuri, Virna, Carol e Sarah pelo apoio constante e pelo bom convívio, sem os quais a minha permanência na busca por esse sonho teria sido, no mínimo, menos prazerosa.

Aos amigos da Pós-Graduação (Mestrado e Doutorado em Zootecnia da UFC) que corroboraram no processo de aprendizado e crescimento pessoal, por meio das conversas, sugestões e discussões, em que agradeço e homenageio-os na pessoa da nossa amiga Leonilha Ferreira (*In memoriam*).

Ao NEEF, em especial nas pessoas de Robertim, Geraldo, Josemir, Cutrin, Alan, Abner, Bruno que durante minhas atividades e permanência na busca pelos conhecimentos em produção animal, contribuíram decisivamente e positivamente para o meu aprendizado.

À Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará – EMATERCE, em especial ao Agropolo do Baixo Jaguaribe, em que apresento meus mais sinceros agradecimentos quanto à disponibilização de diversas oportunidades de aprendizado (em conversas, atividades profissionais, exemplos). Agradeço, na pessoa de Benício Diógenes da Silva, a todos que me auxiliaram durante este período inesquecível da minha vida.

Agradeço aos amigos Marcos Neves, Edmilson Júnior, Gilson Lousada, Luiz Neto e Marcos Goes, que me servem diariamente de exemplos de simplicidade, superação, humildade e capacidade de realização.

## INTENSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE LEITE EM PASTAGENS NO TRÓPICO ÚMIDO

**Autor: Rodrigo Gregório da Silva**

**Orientador: Prof. D. Sc. José Neuman Miranda Neiva**

**RESUMO GERAL** - Objetivou-se com esse trabalho avaliar os efeitos da intensificação da produção de leite, via níveis de intensificação do sistema, em pastagens de capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) no trópico úmido, durante o período das águas. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de intensificação, determinados pela combinação de níveis de adubação e nível de produção dos animais. Foram eles, na sequência crescente de intensificação: 1º » adubação com 400 kg de  $N \times ha^{-1} \times ano^{-1}$ , com vacas de baixa produção; 2º » adubação com 800 kg de  $N \times ha^{-1} \times ano^{-1}$ , com vacas de baixa produção; 3º » adubação com 400 kg de  $N \times ha^{-1} \times ano^{-1}$ , com vacas de alta produção; 4º » adubação com 800 kg de  $N \times ha^{-1} \times ano^{-1}$ , com vacas de alta produção. As vacas eram sem raças definidas, em média de terceira cria, com partos ocorridos em outubro/novembro de 2009. No início das avaliações de produção de leite, encontravam-se com aproximadamente 110 dias de lactação. O período experimental foi de 24 de dezembro de 2009 a 10 de maio de 2010. Para as medidas relacionadas à morfogênese e estrutura, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com medida repetida no tempo. Quatro tratamentos, com quatro ciclos e quatro repetições (piquetes), avaliando a interação entre tratamentos e ciclos. Para a avaliação do comportamento dos animais, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, oito períodos e quatro repetições (animais), avaliando a interação entre tratamentos e períodos. Na avaliação da distribuição de fezes, foi utilizada a análise geoestatística, com quatro tratamentos e três repetições (piquetes). Nas análises de produção dos animais, foi utilizado delineamento inteiramente casualizado simples (placas de fezes, total de fezes, consumo de forragem e consumo total), com medidas repetidas no tempo (escore de condição corporal e peso vivo) e com medidas repetidas no tempo, sendo o tempo medida de controle local (produção de leite por vaca, peso vivo, taxa de lotação e produção de leite por hectare). O período de descanso utilizado foi o necessário para que fosse possível a expansão de 2,5 novas folhas e o resíduo equivalente ao IAF residual 2,0. O maior fornecimento de nitrogênio não proporcionou elevação nas variáveis TAIF, TAIH, TSFant e TSFpost. Não foram observadas diferenças entre tratamentos em função dos tipos de animais. A TAIF segue, em parte, a disponibilidade de água oriunda da precipitação. Não houve diferença na TAIH em função dos tratamentos. Esse efeito, sendo reflexo do período de descanso adotado ( $2,5 \text{ novas folhas} \times \text{perfilho}^{-1}$ ), reduziu o nível de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa para valores inferiores a 95%. A intensificação apresenta pouco reflexo nas variáveis estudadas (MSFT, MSFV, MSLV e MSCV). A altura pré-pastejo apresentou crescimento do primeiro para o segundo ciclo e posterior declínio até o último ciclo, sendo esse o que apresentou os menores valores, para todos os tratamentos. A elevação da oferta de nitrogênio proporcionou maiores níveis de produção em determinados momentos, quando da oferta de água em níveis adequados. A disponibilidade de água influenciou a resposta da produção das pastagens ao longo dos ciclos. Houve relação do teor de matéria orgânica do solo e o desempenho produtivo das pastagens. Quanto ao comportamento dos animais, foi observado

interação entre os tratamentos e os períodos do dia, com exceção do “comportamento urinando” que só apresentou efeito de período. A adubação influenciou positivamente no “comportamento pastejando”, elevando o tempo gasto na expressão do mesmo. Para Outras atividades, o efeito foi negativo, diminuindo o tempo de deslocamento dos animais. A adubação e a interação a adubação × suplemento proporcionaram maior tempo de utilização de sombra pelos animais. A utilização de alimento concentrado elevou o número de defecações, com concentração durante os períodos de maior permanência no pasto. O período do dia influenciou o “comportamento bebendo”, causando maior consumo de água nos períodos de maiores temperaturas, assim como os tratamentos intermediários apresentaram maiores consumos. No que se refere à distribuição de fezes, os dados apresentaram coeficientes de assimetria positiva e de curtose platicúrtica. Para o coeficiente de variação verificou-se uma elevação acentuada, com as áreas de descanso, apresentando maiores valores e piquetes com maior nível de adubação e menores valores. Os fatores climáticos radiação, temperatura e umidade relativa influenciaram significativamente na dispersão e localização das fezes. No que se refere ao grau de dependência espacial (GDE), foi verificada classificação, variando de moderado a forte. O alcance foi de 14,0 e 12,7 m para as áreas de descanso e piquetes, respectivamente. A adubação e o fornecimento de concentrado influenciaram a deposição e a perda de nitrogênio via fezes, elevando seus valores na medida em que se elevou o aporte nutricional. Observou-se heterogeneidade na deposição das fezes, ocorrendo zonas de maior concentração, como sombra, entrada de piquetes e malhadouro, mostrando picos de deposição que chegaram a  $1.051,2 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  e média variando de  $148,8$  a  $210,7 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$ . Houve crescimento das produções diárias e por área de leite, na medida em que intensificou o sistema. Com a intensificação houve maior persistência da lactação, observado por meio da relação obtida pela divisão do coeficiente angular pelo intercepto, resultando em percentual diário de diminuição da lactação. A persistência da produção dos animais respondeu diretamente à intensificação do sistema, como reflexo da maior intensificação (melhoria da dieta). A produção por área respondeu mais fortemente ao nível de produção individual diária e segue comportamento quadrático, de acordo com a distribuição das chuvas. A produção fecal cresceu no sentido do maior nível de intensificação, resultando em maiores estimativas de consumo. O maior aporte de nutrientes (mais intensivo) possibilitou elevar os níveis de produtividade por animal, por área, em relação à mão-de-obra e à produção total diária. A maior intensificação possibilitou elevar as receitas, todavia elevou os custos totais mensais, apresentando melhor relação nos níveis intermediários de intensificação. Na medida em que se elevou a área utilizada, o nível menos intensivo apresentou margem bruta positiva. Os custos operacionais efetivos elevaram-se com a intensificação dos sistemas. Já os custos operacionais totais diminuiram com a intensificação, voltando a crescer no nível mais intensivo. A alimentação representou por volta de 70% dos custos operacionais efetivos. Os sistemas apresentaram-se inviáveis no médio-longo prazo, e no curto prazo, foram menos atrativos que o observado na amostra de produtores utilizada nesse estudo.

**Palavras-chave:** análise econômica, comportamento animal, geostatística, intensificação de sistemas, produção de leite, produção de forragem.

## INTENSIFICATION OF MILK PRODUCTION IN PASTURES IN THE HUMID TROPICS

**Author: Rodrigo Gregório da Silva**

**Adviser: Prof. D. Sc. José Neuman Miranda Neiva**

**ABSTRACT** - This study aimed at analyzing the intensification effects via different enhancement levels of the system of milk production in Mombasa grass pastures (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça) in the humid tropics, during the water period. Treatments consisted of four enhancement levels, determined by combining fertilization levels and production level of the animals. Treatments were in increasing sequence of fertilization, as follow: 1<sup>o</sup> » fertilization with 400 kg of N×ha<sup>-1</sup>×year<sup>-1</sup>, with low yield dairy cows; 2<sup>o</sup>» fertilization with 800 kg of N×ha<sup>-1</sup>×year<sup>-1</sup>, with low yield dairy cows; 3<sup>o</sup>» fertilization with 400 kg of N×ha<sup>-1</sup>×year<sup>-1</sup>, with high yield dairy cows; 4<sup>o</sup>» fertilization with 800 kg of N×ha<sup>-1</sup>×year<sup>-1</sup>, with high yield dairy cows. It was used mixed breed cows, on average of third calving, and the births had occurred in October/November 2009. At the beginning of the evaluation of milk production, the cows had around 110 days of lactation. The experiment was conducted between December 24<sup>th</sup>, 2009 and May 10<sup>th</sup>, 2010. For the measures related to the morphogenesis and structure, we used a completely randomized design with repeated measurements over time. Four treatments, with four cycles, and four replicates (paddocks) were used to assess the interaction between treatments and cycles. To evaluate the behavior of the animals, we used a completely randomized design, with four treatments, eight periods and four replicates (animals) to evaluate the interaction between treatments and periods. In the evaluation of the distribution of feces, a geostatistical analysis was applied, with four treatments and three replicates (paddocks). In the analysis of animal production, a simple completely randomized design (feces patches, total feces, forage intake and total consumption), with repeated measures over time (body condition score and live weight) and with repeated measures over time; the time considered the measure of local control (milk yield per cow, live weight, stocking rate, and milk production per hectare). The rest period was the necessary to enable the expansion of 2.5 new leaves and the residue equivalent to the residual leaf area index 2.0 (residual LAI 2.0). The greater supply of nitrogen has not provided increase in the following variables: leaf elongation rate (TAIF), stem elongation rate (TAIH), anterior leaf senescence rate (TSFant) and posterior leaf senescence rate (TSFpost). There was no difference among treatments as a function of the type of animals. The TAIF partly had followed the availability of water from the rainfall. It was observed a variation in the organic matter content throughout the area, reflected in the ability to store water and nutrients, which influenced their availability to the pastures. No difference was detected in TAIH in function of treatments. This effect was a result of the rest period adopted (2.5 new leaves×tiller<sup>-1</sup>), reducing the capture level of photosynthetically active radiation to values below 95%. The intensification has little consequence on studied variables (total forage dry mass, green forage dry mass, green leaf blade dry mass, and green stem dry mass). The pre-grazing height presented growth from the first to the second cycle and a subsequent decline until the last cycle, considering that this had the lowest values for all treatments. The increase in nitrogen availability promoted higher yield levels at certain moments, when water was supplied at suitable levels. Water

availability influenced the yield response of pasture over the cycles. A relationship was verified between the soil organic matter content and yield performance of pastures. Regarding the animals behavior, it was registered interaction between treatments and day periods, except for urinating behavior that was only affected by the period. The fertilization had positive influence on the grazing behavior, increasing the time spent to expressing it. For the other activities the effect was negative, reducing the displacement time of animals. The fertilization and the interaction fertilization x supplement provided a longer use of shading by the animals. The use of concentrate feed increased the number of defecations, especially during the periods of longer permanence in the pasture. Day period influenced the drinking behavior, leading to a higher consumption of water in the periods with higher temperatures, as well as intermediate treatments presented higher consumption. In relation to the feces distribution, the data had coefficients of positive skewness and platycúrtica kurtosis. For the coefficient of variation, we verified a great variation, with the rest areas presenting higher values, and paddocks with higher fertilization level presenting the lowest values. Climatic factors radiation, temperature and relative humidity have significantly influenced the dispersal and location of the feces. Regarding the degree of spatial dependence (GDE) it was verified classification ranging from moderate to strong, with higher proportion of GDE. The range was between 14.0 and 12.7m for rest areas and paddocks, respectively. The fertilization and supply of concentrate influenced the deposition and loss of nitrogen via feces, increasing its values to the extent that it increased the nutrient input. We observed heterogeneity in deposition of feces, with areas of higher concentration, as shadow, entrance of paddocks, and rest area, presenting peaks of deposition reaching  $1,051.2\text{kg N}\times\text{ha}^{-1}\times\text{year}^{-1}$ , and average varying between  $148.8$  and  $210.7\text{ N}\times\text{ha}^{-1}\times\text{year}^{-1}$ . There was increase in milk daily production and per area, as it intensified the system, via enhancement. With the intensification there was a greater persistence of lactation, observed through the relationship obtained by dividing the slope per intercept, resulting in a daily percentage of decrease in lactations. The persistence of animals' production responded directly to the system intensification, as a consequence of higher enhancement (improved diet). The production per area responded more strongly to the level of individual daily production and followed a quadratic trend, accompanying the rainfall distribution. The fecal production increased towards the highest level of enhancement, resulting in higher estimates of consumption. The greater input of nutrients (more intensive) allowed elevating the productivity levels per animal, per area, in relation to the labor and total daily production. The increase in area used for production improves the investment/production ratio, decreasing as enlarges the area. The greater enhancement enabled raising the revenues, but also raised the total monthly costs, presenting better relationship the intermediate levels of enhancement. To the extent that it has increased the area used, the lowest intensive level had a positive gross margin. The actual operating costs increased as the systems had been intensified. But the total operating costs decreased with the intensification, increasing again at the most intensive level. The feed represented around 70% of actual operating costs. Systems were unfeasible at medium-long terms, and at short term they were less attractive than observed in the sample of producers used in this study.

**Key words:** animal behavior, economic analysis, forage production, geostatistics, milk production, systems intensification.

## LISTA DE FIGURAS

Página

### Capítulo II

- |          |   |    |
|----------|---|----|
| Figura 1 | Teores de matéria orgânica nos solos de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas..... | 59 |
|----------|---|----|

### Capítulo III

- |          |   |    |
|----------|---|----|
| Figura 1 | Temperatura média (a), em °C, e radiação média (b), $\text{kJ}\times\text{m}^{-2}$ , ao longo do dia, agrupados em oito períodos de três horas cada, em área de pastagem manejada sob lotação rotativa durante o período chuvoso em Araguaína – TO..... | 73 |
|----------|---|----|

### Capítulo IV

- |          |   |     |
|----------|---|-----|
| Figura 1 | Disposição das áreas dos sistemas de produção de leite e seus respectivos piquetes, áreas de descanso (bebedouros e sombra) e árvores, para a região de Araguaína – TO.....   | 91  |
| Figura 2 | Distribuição espacial de fezes, por vacas leiteiras, em piquete (A1) de pastagem de capim-mombaça, sob diferentes níveis de intensificação, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: 1º; b: 2º; e c: 3º dias de ocupação.....   | 98  |
| Figura 3 | Distribuição espacial de fezes por vacas leiteiras, em $\text{kg MS}\times\text{ha}^{-1}\times\text{ciclo}^{-1}$ , em piquetes de pastagens tropicais adubadas com doses de N, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: piquete A1; b: piquete A2; e c: piquete A5.....                 | 101 |
| Figura 4 | Distribuição espacial de fezes por vacas leiteiras, em $\text{kg MS}\times\text{ha}^{-1}\times\text{ciclo}^{-1}$ , em piquetes de pastagens tropicais adubadas com doses de N, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: piquete B2; b: piquete B10; e c: piquete B11.....               | 102 |
| Figura 5 | Distribuição espacial de fezes por vacas leiteiras, em $\text{kg MS}\times\text{ha}^{-1}\times\text{ciclo}^{-1}$ , em piquetes de pastagens tropicais adubadas com doses de N, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: piquete C8; b: piquete C9; e c: piquete C10.....                | 102 |
| Figura 6 | Distribuição espacial de fezes por vacas leiteiras, em $\text{kg MS}\times\text{ha}^{-1}\times\text{ciclo}^{-1}$ , em piquetes de pastagens tropicais adubadas com doses de N, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: piquete D4; b: piquete D5; e c: piquete D8.....                 | 103 |
| Figura 7 | Distribuição espacial de fezes por vacas leiteiras, em $\text{kg MS}\times\text{ha}^{-1}\times\text{ciclo}^{-1}$ , em área de descanso (AD) de pastagens tropicais adubadas com doses de N, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: descanso A1; b: descanso A2; e c: descanso A5..... | 104 |
| Figura 8 | Distribuição espacial de fezes por vacas leiteiras, em $\text{kg MS}\times\text{ha}^{-1}\times\text{ciclo}^{-1}$ , em área de descanso (AD) de pastagens tropicais adubadas com doses de  | 105 |



	N, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: descanso B2; b: descanso B10; e c: descanso B11.....	
Figura 9	Distribuição espacial de fezes por vacas leiteiras, em kg MS×ha <sup>-1</sup> ×ciclo <sup>-1</sup> , em área de descanso (AD) de pastagens tropicais adubadas com doses de N, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: descanso C8; b: descanso C9; e c: descanso C10.....	105
Figura 10	Distribuição espacial de fezes, por vacas leiteiras, em área de descanso (AD) de pastagens tropicais adubadas com doses de N, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: descanso D4; b: descanso D5; e c: descanso D8.....	106

### Capítulo V

Figura 1	Produção diária de leite por vacas, sem suplementação, ao longo de ciclos de pastejo, mantidas em pastagens tropicais, sob níveis de adubação nitrogenada, no período das águas, na região de Araguaína – TO. a: dose equivalente a 800 kg de N×ha <sup>-1</sup> ×ano <sup>-1</sup> ; b: dose equivalente a 400 kg de N×ha <sup>-1</sup> ×ano <sup>-1</sup> . *(P<0,10) **(P<0,05) e *** (P<0,01).....	120
Figura 2	Produção diária de leite por vacas, ao longo de ciclos de pastejo, mantidas em pastagens tropicais, sob níveis de adubação nitrogenada, com suplementação, no período das águas, na região de Araguaína – TO. a: dose equivalente a 800 kg de N×ha <sup>-1</sup> ×ano <sup>-1</sup> ; b: dose equivalente a 400 kg de N×ha <sup>-1</sup> ×ano <sup>-1</sup> . *(P<0,10) **(P<0,05) e *** (P<0,01).....	120
Figura 3	Taxa de lotação em UA por hectare, ao longo de ciclos de pastejo, sob níveis de intensificação, no período das águas, na região de Araguaína – TO. a: dose de N equivalente a 800 kg de N×ha <sup>-1</sup> ×ano <sup>-1</sup> ; b: dose de N equivalente a 400 kg de N×ha <sup>-1</sup> ×ano <sup>-1</sup> e animais sem suplementação. *(P<0,10) **(P<0,05) e *** (P<0,01).....	122
Figura 4	Taxa de lotação em UA por hectare, ao longo de ciclos de pastejo, sob níveis de intensificação, no período das águas, na região de Araguaína – TO. a: dose de N equivalente a 800 kg de N×ha <sup>-1</sup> ×ano <sup>-1</sup> ; b: dose de N equivalente a 400 kg de N×ha <sup>-1</sup> ×ano <sup>-1</sup> e animais com suplementação. *(P<0,10) **(P<0,05) e *** (P<0,01).....	122
Figura 5	Precipitação ocorrida ao longo dos meses (setembro de 2009 a maio de 2010) característica do período chuvoso, do ano agrícola 2009/2010, na região de Araguaína – TO. *(P<0,10) **(P<0,05) e *** (P<0,01).....	123
Figura 6	Produção de leite por hectare, ao longo de ciclos de pastejo, sob níveis de intensificação, no período das águas, na região de Araguaína – TO. a: dose de N equivalente a 800 kg de N×ha <sup>-1</sup> ×ano <sup>-1</sup> ; b: dose de N equivalente a 400 kg de N×ha <sup>-1</sup> ×ano <sup>-1</sup> e animais sem suplementação. *(P<0,10) **(P<0,05) e *** (P<0,01).....	123
Figura 7	Produção de leite por hectares, ao longo de ciclos de pastejo, sob níveis de intensificação, no período das águas, na região de Araguaína – TO. a: dose de N equivalente a 800 kg de N×ha <sup>-1</sup> ×ano <sup>-1</sup> ; b: dose de N equivalente 400 kg de N×ha <sup>-1</sup> ×ano <sup>-1</sup> e animais com suplementação. *(P<0,10) **(P<0,05) e *** (P<0,01).....	124

## LISTA DE TABELAS

<b>Capítulo I</b>		Página
Tabela 1	Propriedades químicas e físicas do solo do local de estudo, observadas no início do período experimental, para a região de Araguaína – TO...	31
Tabela 2	Características climáticas (médias diárias) observadas durante o período experimental, por semana, para a região de Araguaína – TO, durante o período.....	31
Tabela 3	Período de descanso, em dias, e número de piquetes para os tratamentos, ao longo dos ciclos de pastejo.....	32
Tabela 4	Número de folhas por perfilho e IAF pós-pastejo de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.....	36
Tabela 5	Taxas de alongamento de folhas e hastes, de senescência anterior e posterior, de pastagens de capim-mombaça, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.....	37
Tabela 6	Precipitação média diária observada ao longo dos ciclos de pastejo, em pastagens de capim-mombaça, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.....	38
Tabela 7	Teor de matéria orgânica no solo ( $g \times Kg^{-1}$ TFSE), em pastagens de capim-mombaça, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.....	39
Tabela 8	Taxa de aparecimento foliar e filocrono de pastagens de capim-mombaça, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.....	41
Tabela 9	Densidade populacional de perfilhos, de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.....	42
Tabela 10	Taxas de produção e acúmulo de pastagens de capim-mombaça, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.....	43
<b>Capítulo II</b>		
Tabela 1	Propriedades químicas e físicas do solo do local de estudo, observadas no início do período experimental, para a região de Araguaína – TO...	52
Tabela 2	Número de folhas por perfilho e IAR pós-pastejo de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.....	56
Tabela 3	Alturas pré e pós-pastejo de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.....	57

Tabela 4	Precipitação média diária, em mm, ao longo dos ciclos, na região de Araguaína – TO.....	57
Tabela 5	Índices de produção de massas pré-pastejo, de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.....	58
Tabela 6	Índice de área foliar pré-pastejo, de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.....	60
Tabela 7	Índices de produção de massas pós-pastejo, de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.....	61
Tabela 8	Relações material vivo: material morto e folha:colmo pré-pastejo, de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.....	63
Tabela 9	Densidade populacional de perfilhos, de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.....	64

### Capítulo III

Tabela 1	Tempo de permanência dos animais, em horas, nas condições Pastejando, Ruminando, em Ócio e Outras atividades, em área de pastagem manejada sob lotação rotativa durante o período chuvoso em Araguaína – TO.....	78
Tabela 2	Tempo de permanência dos animais, em horas, nas áreas de sombra, em área de pastagem manejada sob lotação rotativa durante o período chuvoso em Araguaína – TO.....	79
Tabela 3	Tempo de permanência dos animais, em horas, nas áreas de pastagem, manejadas sob lotação rotativa durante o período chuvoso em Araguaína – TO.....	80
Tabela 4	Tempo de permanência dos animais, em horas, nas áreas de pastagem, em área manejada sob lotação rotativa durante o período chuvoso em Araguaína – TO.....	82

### Capítulo IV

Tabela 1	Variáveis climáticas observadas durante o período de ocupação dos piquetes, por vacas leiteiras de dois potenciais de produção, em áreas de pastagem tropical, adubadas com níveis de N, durante o período das águas, na região de Araguaína - TO.....	90
Tabela 2	Valores das medidas de tendência central e dos coeficientes de assimetria, em piquete de pastagens tropicais, utilizadas por vacas leiteiras, adubados com níveis de N, durante o período das águas, na região de Araguaína - TO.....	94

Tabela 3	Valores das medidas de tendência central e dos coeficientes de assimetria, em áreas de descanso de pastagens tropicais, utilizadas por vacas leiteiras, adubados com níveis de N, durante o período das águas, na região de Araguaína - TO.....	95
Tabela 4	Parâmetros da análise geoestatística, sua classificação, coeficiente de determinação e soma do quadrado do resíduo, em piquetes de pastagens tropicais, utilizados por vacas leiteiras, adubados com níveis de N, durante o período das águas, na região de Araguaína – TO.....	97
Tabela 5	Variáveis da análise geoestatística, sua classificação, coeficiente de determinação e soma do quadrado do resíduo, em áreas de descanso (sombra) de pastagens tropicais, utilizadas por vacas leiteiras, adubadas com níveis de N, durante o período das águas, na região de Araguaína – TO.....	97
Tabela 6	Parâmetros das análises de regressão realizadas para variáveis climáticas e suas relações com a deposição de fezes, entre os piquetes e suas áreas de descanso (sombra), em pastagens tropicais, utilizadas por vacas leiteiras, adubados com níveis de N, durante o período das águas, na região de Araguaína – TO.....	98
Tabela 7	Variáveis associadas à distribuição das fezes entre os piquetes e suas respectivas áreas de descanso (sombra), em pastagens tropicais, utilizadas por vacas leiteiras, adubadas com níveis de N, durante o período das águas, na região de Araguaína – TO.....	100

#### **Capítulo V**

Tabela 1	Peso vivo, taxa de lotação em UA, produção diária de leite por vacas e por hectare, em pastagens tropicais, sob níveis de adubação nitrogenada e de produção de leite, no período das águas, na região de Araguaína - TO.....	119
Tabela 2	Escore de condição corporal de vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais, sob níveis de intensificação do sistema, no período das águas, na região de Araguaína - TO.....	125
Tabela 3	Número de placas de fezes e produção diária de fezes, por vacas em lactação, mantidas em pastagens tropicais, sob níveis de adubação nitrogenada e de produção de leite, no período das águas, na região de Araguaína - TO.....	126
Tabela 4	Estimativas de consumo diário de forragem, consumo total, para vacas em lactação, mantidas em pastagens tropicais, sob níveis de adubação nitrogenada e de produção de leite, no período das águas, na região de Araguaína - TO.....	127

#### **Capítulo VI**

Tabela 1	Indicadores estimados da atividade de produção de leite na região de Araguaína – TO, durante o período das águas, em função de níveis de intensificação e tamanho de área.....	139
Tabela 2	Investimentos em reais (R\$), por tipo, para a implantação de sistema de produção de leite, em função da área a ser utilizada na atividade de produção de leite na região de Araguaína – TO.....	141

Tabela 3	Indicadores zootécnicos da atividade de produção de leite na região de Araguaína – TO, durante o período das águas, em função de níveis de intensificação e tamanho de área.....	141
Tabela 4	Indicadores de tamanho da atividade de produção de leite na região de Araguaína – TO, durante o período das águas, em função de níveis de intensificação e tamanho de área.....	143
Tabela 5	Produção de leite, em litros ao dia, em função de alterações no percentual de vacas em lactação e do nível de intensificação, com base em uma amostra de produtores de leite, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.....	144
Tabela 6	Produção de leite, em litros ao dia, em função de níveis de intensificação, com base em uma amostra de produtores de leite, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.....	144
Tabela 7	Indicadores de desempenho econômico da atividade de produção de leite na região de Araguaína – TO, em função de níveis de intensificação, durante o período das águas, em função de níveis de intensificação e tamanho de área.....	145
Tabela 8	Custos operacionais efetivos, operacionais totais e totais, por litro de leite, da atividade de produção de leite na região de Araguaína – TO, durante o período das águas, em função de níveis de intensificação, para uma área de 6,0 ha.....	147
Tabela 9	Indicadores de participação dos custos, por categoria, em relação ao COE da atividade de produção de leite na região de Araguaína – TO, durante o período das águas, em função de níveis de intensificação.....	148
Tabela 10	Indicadores de rentabilidade da atividade de produção de leite na região de Araguaína – TO, durante o período das águas, em função de níveis de intensificação e tamanho de área.....	149

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xiii
<b>LISTA DE TABELA</b> .....	xv
<b>1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	21
<b>2 CAPÍTULO I - MORFOGÊNESE DE CAPIM-MOMBAÇA, MANEJADO SOB LOTAÇÃO INTERMITENTE E SUBMETIDO A NÍVEIS DE INTENSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE</b> .....	26
RESUMO.....	27
ABSTRACT.....	28
2.1 INTRODUÇÃO.....	29
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
2.4 CONCLUSÕES.....	43
2.5 REFERÊNCIAS.....	44
<b>3 CAPÍTULO II - ESTRUTURA DO DOSSEL E COMPONENTES DA BIOMASSA DO CAPIM-MOMBAÇA SOB NÍVEIS DE INTENSIFICAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE LEITE</b> .....	47
RESUMO.....	48
ABSTRACT.....	49
3.1 INTRODUÇÃO.....	50
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	51
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
3.4 CONCLUSÕES.....	64
3.5 REFERÊNCIAS.....	65
<b>4 CAPÍTULO III - COMPORTAMENTO DE VACAS LEITEIRAS SUPLEMENTADAS, EM PASTAGEM DE CAPIM-MOMBAÇA, SOB DIFERENTES NÍVEIS DE INTENSIFICAÇÃO</b> .....	68
RESUMO.....	69
ABSTRACT.....	70
4.1 INTRODUÇÃO.....	71
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	72
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76

4.4 CONCLUSÕES.....	83
4.5 REFERÊNCIAS.....	83
<b>5 CAPÍTULO IV - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FEZES E ESTIMATIVAS DE RETORNO DE NITROGÊNIO, POR VACAS LEITEIRAS, EM PASTAGENS TROPICAIS.....</b>	<b>86</b>
RESUMO.....	87
ABSTRACT.....	88
5.1 INTRODUÇÃO.....	89
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	90
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	93
5.4 CONCLUSÕES.....	107
5.5 REFERÊNCIAS.....	107
<b>6 CAPÍTULO 5 - PRODUÇÃO DE LEITE, CONDIÇÃO CORPORAL E CONSUMO DE VACAS EM LACTAÇÃO, EM PASTAGENS TROPICAIS.....</b>	<b>111</b>
RESUMO.....	112
ABSTRACT.....	113
6.1 INTRODUÇÃO.....	114
6.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	115
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	119
6.4 CONCLUSÕES.....	128
6.5 REFERÊNCIAS.....	128
<b>7 CAPÍTULO 6 - IMPLICAÇÕES TÉCNICAS E ECONÔMICAS DA INTENSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE LEITE, EM PASTAGEM TROPICAL.....</b>	<b>132</b>
RESUMO.....	133
ABSTRACT.....	134
7.1 INTRODUÇÃO.....	135
7.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	136
7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	140
7.4 CONCLUSÕES.....	151
7.5 REFERÊNCIAS.....	151
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>154</b>

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A produção de ruminantes tem proporcionado ao ser humano a oferta de alimentos de alto valor biológico, sobretudo na forma de leite e seus derivados. A produção de leite apresenta papel relevante na economia brasileira, pois contribui na geração de renda e de postos de ocupação, notadamente na agricultura de base familiar. Os sistemas de produção de leite baseados em pastagens têm sido objetivo de várias pesquisas, notadamente pela possibilidade de utilização na maior parte do território nacional, associados aos baixos custos desse modelo, quando comparado ao confinado (PERES, 2006; SILVA et al., 2008).

A utilização de modelos de produção de leite é baseada, em maior proporção, em pastagens, além de apresentarem menor custo, apresentam maior flexibilidade (SILVA et al., 2008). Nesse sentido, o entendimento dos padrões de crescimento do dossel dos pastos apresenta-se como base para o desenvolvimento de modelos de exploração mais eficientes. Assim, compreender os processos do crescimento vegetal, utilizando ferramentas de avaliações como a morfogênese do pasto, torna-se fundamental para a definição de práticas de manejo, especialmente nos estudos relacionados à modelagem de crescimento dessa cultura (GOMIDE; GOMIDE, 2000).

Associado ao estudo da morfogênese demanda-se a definição de quais métodos de utilização dessas culturas são os mais adequados ao modelo de produção animal. Dessa forma, o método de lotação intermitente apresenta-se como adequado modelo de exploração de pastos tropicais, principalmente dos que demonstram crescimento cespitoso. Contudo, demanda atenção para alguns aspectos, como exemplo, correta definição do período de descanso como base para a otimização do crescimento vegetal (CÂNDIDO et al, 2005), em quantidade e qualidade.

Os bovinos apresentam comportamento gregário, formando pequenos grupos, tendo o comportamento individual, influência direta dos demais membros do grupo e que estes se organizam de forma hierárquica, onde cada animal define sua posição como dominante ou submisso, após os embates par a par (COSTA-E-SILVA, 2007). Como resultado, tem-se a definição de prioridades por fatores como água, sombra, alimento, etc. Pereira et al, (2005) relatam que as atividades diárias dos animais em pastejo são



compostas por períodos alternados de pastejo, descanso, ruminação e demais atividades e que a atividade de pastejo se concentra durante o período diurno. Entretanto, quando da limitação ambiental (temperatura e radiação) há elevação do tempo de pastejo no período noturno.

Entre os aspectos produtivos, ganham importância os relacionados ao comportamento dos animais de produção, haja vista estarem intimamente ligados aos processos moleculares e fisiológicos, fazendo uma ligação entre o organismo e o ambiente (SNOWDON, 1999). Desta forma, um sistema de produção de animais mantidos num ambiente de pastagem, apresenta diversos fatores, e suas interações podem afetar o seu comportamento, especialmente o ingestivo, comprometendo o seu desempenho (PARDO et al., 2003). Zanine et al. (2006), avaliando o comportamento de bovinos em pastagem, observaram padrões semelhantes, independentes das categorias de animais, para algumas variáveis. Para o tempo de pastejo foi observado picos nas horas mais frias do dia, especialmente no início e fim desse período.

Notadamente, com base na elevação dos índices de produtividade, observa-se o crescimento dos níveis de produção de leite em níveis brasileiro e mundial. Várias alternativas de intensificação são utilizadas, como o aumento da produção por animal, baseadas no maior aporte de nutrientes a esses ou, mais recentemente, pelo maior número de animais por área. Nesse sentido, a elevação da produção, via aumento da produção das pastagens, apresenta relação com o crescimento da capacidade de suporte das mesmas. Isso é possível via maior aporte nutricional realizado às pastagens. Assim, Alvim e Botrel (2001) relataram ser o nitrogênio o maior responsável pelo aumento da capacidade produtiva das forrageiras, além de influenciar positivamente na melhoria da qualidade desse alimento.

O desenvolvimento econômico de uma nação está intimamente relacionado à sua capacidade de geração de riquezas, com base nos recursos naturais, associado ao desenvolvimento do conhecimento. O Brasil vem apresentando incrementos significativos em sua economia, participando a agropecuária de forma expressiva nessa condição.

Entre as atividades que compõem o setor agropecuário brasileiro, se destaca nos aspectos financeiro e econômico a produção de leite, contribuindo positivamente (R\$ 327.725.000,00) no saldo da balança comercial brasileira (EMBRAPA, 2011), sendo

essa condição observada em parte dos anos a partir de 2004. Entretanto, os produtores de leite foram expostos a um modelo de economia aberta, a partir da década de 90, fato esse que induziu a diversas alterações nas relações de mercado (PERES et al., 2009) e da produção (LOPES et al., 2007), notadamente para os produtores de pequena escala. Este fato refletiu na necessidade de administrarem melhor seus negócios, tornando-se mais eficientes e competitivos (LOPES et al., 2004). E entre as ferramentas gerenciais disponíveis, que auxiliam na administração da empresa rural, tem-se o controle dos custos, ferramenta que apresenta relação direta com o sucesso dos negócios (REIS, 1999).

A atividade leiteira, por possibilitar a entrada de renda na unidade produtiva em caráter mensal, contribui na manutenção desta, especialmente nas unidades de pequeno porte. No entanto, essas unidades apresentam grande instabilidade de renda, necessitando de auxílio do Estado (RODRIGUES et al., 2007), tendo sido alijados do meio produtivo (MAGALHÃES; CAMPOS, 2006), o que tem contribuído na elevação da população urbana de forma desordenada, caracterizando perdas sociais significativas.

Ao longo do tempo, a gestão da produção agropecuária foi conduzida em caráter puramente técnico, objetivando fundamentalmente na maximização dos aspectos produtivos. Todavia, há que se observar a eficiência econômica, haja vista que a eficiência técnica não é capaz de indicar o nível de produção mais eficiente economicamente (SILVA, 1977). Apesar disso, Oliveira et al. (2007) enfatizaram ser as análises de desempenho técnico e econômico em caráter periódico fundamentais. Mas, não sendo esse nível de gestão executado por produtores de pequena e média escala, esses desconhecem seus custos.

Diante do exposto, objetivou-se com essa pesquisa, avaliar os resultados da intensificação dos sistemas de produção de leite, baseados em pastagem, durante o período chuvoso, para a região Norte do Tocantins.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVIM, M.J. ; BOTREL, M.A. Efeitos de doses de nitrogênio na produção de leite de vacas em pastagem de coast-cross. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p.577-583, mar. 2001.
- CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, C.A.M.; ALEXANDRINO, E. et al. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.406-415, 2005.
- COSTA-E-SILVA, E.V. Comportamento e eficiência reprodutiva. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.31, n.2, p.177-182, abr./jun. 2007.
- GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(2):341-348, 2000.
- LOPES, M.A.; LIMA, A.L.R.; CARVALHO, F.M. et al. Controle gerencial e estudo da rentabilidade de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG). **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 883-892, jul./ago, 2004.
- LOPES, P.F.; REIS, R.P.; YAMAGUCHI, L.C.T. Custos e escala de produção na pecuária leiteira: estudo nos principais estados produtores do Brasil. **RER**, Rio de Janeiro, vol. 45, nº 03, p. 567-590, jul/set 2007.
- MAGALHÃES, K.A. ; CAMPOS, R.T. Eficiência técnica e desempenho econômico de produtores de leite no Estado do Ceará, Brasil. **RER**, Rio de Janeiro, vol. 44, nº 04, p. 695-711, out/dez 2006 – Impressa em dezembro 2006.
- OLIVEIRA, A.S.; CUNHA, D.N.F.V.; CAMPOS, J.M.S. et al. Identificação e quantificação de indicadores-referência de sistemas de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.507-516, 2007.
- PARDO, R.M.P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo submetidos a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1408-1418, 2003.
- PEREIRA, L.M. da R.; FISCHER, V.; MORENO, C.B. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhas jersey em pastejo recebendo diferentes suplementos. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 453-459, out-dez, 2005.
- PERES, A.A. **Viabilidade técnica e econômica de sistemas de produção a pasto para vacas em lactação sob manejo rotacionado**. Campos dos Goytacazes, RJ, 2006, 181 f. Tese (Doutorado em Produção Animal).
- PERES, A.A.C.; VÁSQUEZ, H.M.; SOUZA, P.M. et al. Análise financeira e de sensibilidade de sistemas de produção de leite em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.2072-2078, 2009.

**PRINCIPAIS INDICADORES LEITE E DERIVADOS:** boletim eletrônico mensal. Coordenadores, Glauco Rodrigues Carvalho e Alziro Vasconcelos Carneiro. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, v. 2, n. 16, 07 jan. 2011. Disponível em: [http://www.cileite.com.br/publicacoes/arquivos/2011\\_01\\_Indicadores\\_leite.pdf](http://www.cileite.com.br/publicacoes/arquivos/2011_01_Indicadores_leite.pdf)>. Acesso em: 11/03/2011.

REIS, R. P. **Como calcular o custo de produção.** Lavras: Bioex-café, 1999. 15 p. (Informativo Técnico do Café, 3).

RODRIGUES, R.V.; CASTRO, E.R.; TEIXEIRA, E.C. Avaliação de uma política de estabilização de renda para a agricultura familiar. **RER**, Rio de Janeiro, vol. 45, nº 01, p. 139-162, jan/mar 2007 – Impressa em março 2007.

SILVA, H.A.; KOEHLER, H.S.; MORAES, A. et al. Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais – Paraná. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p. 445-450, mar-abr, 2008.

SILVA, P.R. Eficiência técnica vs. eficiência econômica. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, 7 (1-2): 157-163, 1977.

SNOWDON, C.T. O significado da pesquisa em Comportamento Animal. **Estudos de Psicologia**, 1999, 4(2), 365-373.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M; PARENTE, H.N. et al. Comportamento da ingestão em bovinos (ruminantes) em pastagem de capim *Brachiaria decumbens* na região centro-oeste do Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 2, p. 17-24, 2006.

## **CAPÍTULO I**

**Morfogênese de capim-mombaça, manejado sob lotação intermitente e submetido a níveis de intensificação de sistemas de produção de leite**

**Morfogênese de capim-mombaça, manejado sob lotação intermitente e submetido a níveis de intensificação de sistemas de produção de leite.**

**RESUMO**

Objetivou-se avaliar a influência da intensificação do sistema de produção de leite via doses de nitrogênio e de níveis de produção dos animais, em pastagens de capim-mombaça, pastejada por vacas, nos índices morfológicos, ao longo de ciclos de pastejo sucessivos. O experimento consistiu de quatro tratamentos. Foram eles, na sequência crescente de intensificação: 1º » adubação com 400 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>, com vacas de baixa produção; 2º » adubação com 800 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>, com vacas de baixa produção; 3º » adubação com 400 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>, com vacas de alta produção; 4º » adubação com 800 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>, com vacas de alta produção. Foram avaliados ao longo de quatro ciclos, durante o período chuvoso dos anos 2009/2010. O período de descanso utilizado foi o necessário para que fosse possível a expansão de 2,5 novas folhas e o resíduo equivalente ao IAF residual 2,0. O maior fornecimento de nitrogênio não proporcionou elevação nas variáveis: taxa de alongamento de folhas (TAIF), taxa de alongamento de hastes (TAIH), taxa de senescência de folhas anteriores (TSFant) e taxa de senescência de folhas posteriores (TSFpost). Não foram observadas diferenças entre tratamentos em função dos tipos de animais. A TAIF segue a disponibilidade de água oriunda da precipitação. Houve variação no teor de matéria orgânica ao longo da área, com reflexos na capacidade de armazenamento de água e nutrientes, o que influenciou na disponibilidade destes nutrientes às pastagens. Não houve diferença da TAIH em função dos tratamentos. Esse efeito, sendo reflexo do período de descanso adotado (2,5 novas folhas  $\times$  perfilho<sup>-1</sup>), reduziu o nível de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa para valores inferiores a 95%. A disponibilidade de água determinou o comportamento da produção das pastagens ao longo dos ciclos. Houve relação do teor de matéria orgânica do solo e o desempenho produtivo das pastagens. A elevação da oferta de nitrogênio proporcionou maiores níveis de produção em determinados momentos, quando da oferta de água em níveis adequados.

**Palavras-chave:** adubação nitrogenada, fluxo de biomassa, pastagem, produção de leite, produção vegetal, suplementação

**Morphogenesis of Mombasa grass under intermittent stocking and subjected to enhancement levels of milk production systems**

**ABSTRACT**

We aimed to evaluate the influence of intensification in milk production via different nitrogen levels and production levels of animals, in pastures of Mombasa grass, grazed by cows, on the morphogenic indices over successive grazing cycles. The experiment consisted of four treatments as follow: 1° » fertilization with 400 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$ , with low yield dairy cows; 2°» fertilization with 800 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$ , with low yield dairy cows; 3°» fertilization with 400 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$ , with high yield dairy cows; 4°» fertilization with 800 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$ , with high yield dairy cows. These were evaluated during four cycles, in the rainy period of the years 2009/2010. The rest period was the necessary to enable the expansion of 2.5 new leaves and the residue equivalent to the residual leaf area index 2.0 (residual LAI 2.0). The highest supply of nitrogen did not promote increase in the leaf elongation rate (TAIF), stem elongation rate (TAIH), anterior leaf senescence rate (TSF<sub>ant</sub>) and in the posterior leaf senescence rate (TSF<sub>post</sub>). No differences were observed among the treatments as a function of the type of animals. The TAIH followed the availability of water from the rainfall. There was variation in the organic matter content throughout the area, reflected in the ability to store water and nutrients, which influenced their availability to the pastures. It was observed no difference of TAIH considering the treatments. This effect was a result of the rest period adopted ( $2.5 \text{ new leaves} \times \text{tiller}^{-1}$ ), reducing the capture level of photosynthetically active radiation to values below 95%. Water availability had determined the trend of pasture production over the cycles. A relationship was detected between the soil organic matter content and the yield performance of pastures. The increase in nitrogen availability provided higher production levels at certain moments, when the water was supplied at suitable levels.

**Key words:** biomass flow, crop production, milk production, nitrogen fertilization, pasture, supplementation

## INTRODUÇÃO

A produção de ruminantes tem proporcionado ao ser humano a oferta de alimentos de alto valor biológico, sobretudo na forma de leite e seus derivados. A produção de leite apresenta papel relevante na economia brasileira, pois contribui na geração de renda e de postos de ocupação, notadamente na agricultura de base familiar. Os sistemas de produção de leite baseados em pastagens têm sido objetivo de várias pesquisas, notadamente pela possibilidade de utilização na maior parte do território nacional, associados aos baixos custos desse modelo, quando comparado ao confinado (PERES, 2006; SILVA et al., 2008).

A utilização de modelos de produção de leite são baseados, em maior proporção, em pastagens que, além de apresentarem menor custo, apresentam maior flexibilidade (SILVA et al., 2008). Nesse sentido, o entendimento dos padrões de crescimento do dossel dos pastos apresenta-se como base para o desenvolvimento de modelos de exploração mais eficientes. Assim, compreender os processos do crescimento vegetal, utilizando ferramentas de avaliações como a morfogênese do pasto, torna-se fundamental para a definição de práticas de manejo, sobretudo nos estudos relacionados à modelagem de crescimento dessa cultura (GOMIDE; GOMIDE, 2000).

Associado ao estudo da morfogênese demanda-se a definição de quais métodos de utilização dessas culturas são os mais adequados ao modelo de produção animal. Nesse sentido, o método de lotação intermitente apresenta-se como adequado modelo de exploração de pastos tropicais, de maneira especial os que apresentam crescimento cespitoso. Todavia, demanda atenção para alguns aspectos, como exemplo, correta definição do período de descanso como base para a otimização do crescimento vegetal (CÂNDIDO et al, 2005), em quantidade e qualidade.

Entre as alternativas de melhoria dos parâmetros relacionados à produção animal em áreas de pastagem, tem-se observado que o fencimento de melhores condições para o desenvolvimento vegetal, proporcionando a oferta de alimento em maior quantidade e de melhor qualidade. Assim, a fertilização passa a ser fundamental para a melhoria das condições relacionadas ao desenvolvimento do dossel, dada a baixa fertilidade natural dos solos brasileiro.



Dos nutrientes disponibilizados às pastagens, destaca-se o nitrogênio, tendo em vista que proporciona incrementos quantitativos e qualitativos na massa de forragem produzida. Deste modo, contribui na elevação do fluxo de biomassa (ALEXANDRINO et al., 2004; SILVA et al., 2009), podendo colaborar na otimização do uso das pastagens (ANDRADE et al., 2000). Cabrera-Bosquet et al., (2009) descreveram que o nitrogênio faz parte dos pigmentos fotossintéticos, estando diretamente relacionado com a fotossíntese entre outras reações metabólicas. Nesse sentido, avaliar as plantas forrageiras quanto aos fatores bióticos e abióticos torna-se básico, tendo em vista que o crescimento vegetal apresenta relação direta com a disponibilidade de água, luz, temperatura e nutrientes (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993).

Todavia, o crescimento vegetal responde, além desses fatores, aos relacionados às práticas de manejo (DA SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2007) e tipo de animal. Existindo a busca pelo entendimento das relações existentes na interface solo-planta-animal, a avaliação de pastagens em condição de desfolhação pelo animal, apresenta-se como alternativa adequada de avaliação do comportamento produtivo dessas culturas.

Objetivou-se com essa pesquisa, avaliar a influência do maior aporte de nitrogênio e do maior nível de produção dos animais, nos índices morfogênicos do dossel de capim-mombaça em sistemas de produção de leite intensivos, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se nas coordenadas 7° 5' 37" S de latitudes e 48° 12' 16" W de longitudes, na fazenda da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins (EMVZ-UFT), do Campus de Araguaína. De acordo com a classificação de Köppen, a região apresenta clima tipo Aw (quente úmido), com temperatura média de 28°C e precipitação pluviométrica média de 1.800 mm anuais. O solo da área foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico, segundo a metodologia da EMBRAPA (2006). As características químicas e físicas do solo encontram-se apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Propriedades químicas e físicas do solo do local de estudo, observadas no início do período experimental, para a região de Araguaína – TO

Camada	M.O. <sup>(1)</sup>	pH	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB <sup>(2)</sup>	CTC <sup>(3)</sup>	CTC <sub>e</sub> <sup>(4)</sup>
Cm	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----		
0-10	16,10	4,06	2,20	0,92	0,003	0,87	0,30	1,20	3,40	1,75
10-20	10,74	4,17	1,60	0,65	0,003	0,90	0,20	1,13	2,73	1,67
20-30	9,31	4,05	1,00	0,67	0,003	0,83	0,11	0,97	1,97	1,41
30-40	8,08	4,23	0,80	0,62	0,003	0,82	0,12	0,97	1,77	1,38
	V <sup>(5)</sup>	m <sup>(6)</sup>	CE <sup>(7)</sup>	Dens. Ap. <sup>(8)</sup>	Areia	Silte	Argila	Clas. Text. <sup>(9)</sup>		
	-----%-----		ds m <sup>-1</sup>	g cm <sup>-3</sup>						
0-10	35,32	31,40	0,07	1,55	94,85	1,90	3,25	Areia		
10-20	41,37	32,36	0,06	1,53	93,75	2,75	3,50	Areia		
20-30	49,28	31,17	0,05	1,63	94,30	2,20	3,50	Areia		
30-40	54,71	29,79	0,04	1,57	93,50	3,00	3,50	Areia		

<sup>(1)</sup> M.O.: matéria orgânica, <sup>(2)</sup> SB: soma de bases, <sup>(3)</sup> CTC: capacidade de troca de cátions, <sup>(4)</sup> CTC<sub>e</sub>: capacidade efetiva de troca de cátions, <sup>(5)</sup> V: saturação por bases, <sup>(6)</sup> m: saturação por alumínio, <sup>(7)</sup> CE: condutividade elétrica, <sup>(8)</sup> Dens. Ap.: densidade aparente, <sup>(9)</sup> Clas. Text.: classe textural.

**Tabela 2.** Características climáticas (médias diárias) observadas durante o período experimental, por semana, para a região de Araguaína – TO, durante o período

Semana	Data de início da semana	Temperatura °C	Umidade %	Vento m×s <sup>-1</sup>	Radiação kJ×m <sup>-2</sup>	Precipitação mm
1	24/12/09	24,64	86,75	0,84	13.047,11	17,89
2	31/12/09	24,62	84,25	0,99	19.963,47	13,94
3	07/01/10	24,39	83,88	0,49	15.396,40	6,17
4	14/01/10	26,06	79,82	0,68	20.761,98	4,83
5	21/01/10	24,41	86,51	0,65	13.632,23	9,60
6	28/01/10	26,20	81,80	1,03	18.589,04	5,54
7	04/02/10	25,34	82,82	0,93	16.132,91	11,43
8	11/02/10	25,20	84,65	0,76	17.333,53	8,89
9	18/02/10	25,09	86,19	0,74	14.789,34	8,49
10	25/02/10	25,92	84,37	0,60	18.360,84	3,14
11	04/03/10	25,81	85,22	0,77	17.524,66	11,26
12	11/03/10	25,93	83,77	0,62	18.733,06	1,94
13	18/03/10	25,06	85,96	0,76	16.649,71	5,40
14	25/03/10	26,01	82,40	0,65	19.408,18	2,06
15	01/04/10	25,53	85,24	0,83	16.966,41	10,23
16	08/04/10	24,85	86,39	0,81	15.013,80	23,63
17	15/04/10	26,62	81,57	0,77	20.142,46	4,77
18	22/04/10	27,10	75,30	0,88	22.721,97	0,00
19	29/04/10	26,17	78,28	0,72	18.917,97	0,06
20	06/05/10	26,13	79,49	0,69	18.187,00	1,54

A divisão da área foi realizada em quatro sistemas, cada um composto por dezesseis piquetes de 25 x 48 m, totalizando 1.200 m<sup>2</sup>. Dos dezesseis piquetes

disponíveis por tratamento, utilizou-se parte desses, em número suficiente, para a expansão de 2,5 novas folhas. Esse número variou ao longo do período experimental e dos tratamentos (Tabela 3). Os demais foram utilizados pelos animais de equilíbrio, que foram postos na medida em que se fazia necessária a sua utilização, observada no momento da verificação do nível de produção do dossel forrageiro, objetivando seu rebaixamento ao nível de IAF residual de 2,0, conforme Cândido et al. (2005). O período experimental foi de 24 de dezembro de 2009 a 10 de maio de 2010.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com medida repetida no tempo, com quatro tratamentos, quatro ciclos e quatro repetições (piquetes), sendo avaliada a interação entre tratamentos e ciclos.

Foram utilizadas 48 vacas leiteiras mestiças oriundas da própria Fazenda da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia e de Produtores da região, divididas em 32 de prova e 16 de equilíbrio. Os lotes foram separados após um período de desafio. Durante esse período, todos os animais tiveram acesso à suplementação concentrada *ad libitum*, mantidas todas na mesma pastagem. Após essa fase foram identificadas as vacas por nível de produção. Foram separados quatro lotes, cada um com oito animais. Dois grupos, com oito animais cada, foram compostos por aqueles que responderam à suplementação ( $\geq 15,0$  L de leite ao dia). Outros dois grupos foram compostos por animais que não responderam a suplementação ( $\leq 11,0$  L de leite ao dia).

**Tabela 3.** Período de descanso em dias e número de piquetes para os tratamentos, ao longo dos ciclos de pastejo

Tratamento		Ciclo			
		1	2	3	4
Período de descanso: dias					
400	Com	30	30	27	27
	Sem	30	30	27	27
800	Com	27	33	24	30
	Sem	21	27	24	27
Número de piquete					
400	Com	11	11	10	10
	Sem	11	11	10	10
800	Com	10	12	9	11
	Sem	8	10	9	10

Os lotes com produção acima de 15,0 L foram mantidos com suplementação na proporção de 1,0 kg de alimento concentrado para cada 3,0 L de leite. Os dois lotes de menor produção foram mantidos somente recebendo sal mineral completo, com fórmula comercial, para vacas de leite (com 80 g de fósforo). Para os dezesseis animais com suplementação, oito foram mantidos em área de pastagem com dose de nitrogênio (N) equivalente a 400 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> e os outros oito mantidos em área de pastagem com dose equivalente a 800 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>. Esse mesmo procedimento foi adotado para os animais sem suplementação.

Desta forma, foram definidos os quatro tratamentos: 400 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> com suplementação (400C – piquetes C), 400 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> sem suplemento (400S – piquetes B), 800 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> com suplemento (800C – piquetes D) e 800 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> sem suplemento (800S – piquetes A). As doses de N a serem aplicadas a cada ciclo foram obtidas pela transformação da dose anual para diária e depois multiplicadas pelo número de dias do ciclo, por tratamento. As doses foram: 0,137 e 0,273 kg de N  $\times$  piquete<sup>-1</sup>  $\times$  dia<sup>-1</sup>, para os tratamentos 400 e 800 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>, respectivamente.

As avaliações das pastagens foram realizadas de dezembro de 2009 a maio de 2010. Foi realizada uma adubação com fósforo, potássio e micronutrientes, nas doses de 40,0 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100,0 kg de K<sub>2</sub>O e 30,0 kg de fonte de micronutrientes. Como fontes de nutrientes foram utilizados os fertilizantes super simples, cloreto de potássio e FTE BR12, respectivamente. O fósforo e o FTE BR12 foram aplicados em uma só parcela, no início do experimento (dezembro 2009). Já o potássio, foi parcelado em duas vezes. Uma junto com o fósforo e o FTE BR12 e outra, 60 dias após.

Foram identificados três perfilhos em cada unidade experimental (piquete), onde foram avaliados quatro piquetes por tratamento (quatro), totalizando 48 perfilhos marcados e avaliados ao longo de quatro ciclos. Cada um dos perfilhos recebeu identificação com um anel de cor diferenciada para posterior acompanhamento. Os perfilhos marcados foram avaliados a cada três ou quatro dias, registrando-se o comprimento final das folhas expandidas e emergentes e da porção senescente das expandidas, a altura e o comprimento do pseudocolmo. A densidade populacional de perfilhos foi estimada pela contagem do número de perfilhos, anteriormente ao corte da massa, nas duas amostras (moldura de 1,4 x 0,7 m), efetuadas em cada piquete.

As características avaliadas foram: taxa de alongamento foliar (TAIF,  $\text{cm} \times \text{perf}^{-1} \times \text{dia}^{-1}$ ); taxa de alongamento das hastes (TAIH,  $\text{cm} \times \text{perf}^{-1} \times \text{dia}^{-1}$ ); taxa de senescência foliar anterior (TSF<sub>ant</sub>,  $\text{cm} \times \text{perf}^{-1} \times \text{dia}^{-1}$ ), contabilizadas considerando somente as lâminas foliares produzidas antes de cada corte e constituintes da área foliar residual; taxa de senescência foliar posterior (TSF<sub>post</sub>,  $\text{cm} \times \text{perf}^{-1} \times \text{dia}^{-1}$ ), mensuradas considerando somente as novas lâminas foliares produzidas durante o período de descanso corrente; Filocrono ( $\text{dias} \times \text{folha}^{-1}$ ), como sendo a quantidade de dias para a formação de uma nova folha; taxa de aparecimento de folhas (TA<sub>pF</sub>,  $\text{folhas} \times \text{dia}^{-1}$ ), obtida pelo inverso do filocrono; taxa de produção de forragem (TPF,  $\text{kg} \times \text{ha}^{-1} \times \text{dia}^{-1}$ ) e taxa de acúmulo de forragem (TAF,  $\text{kg} \times \text{ha}^{-1} \times \text{dia}^{-1}$ ).

As taxas de produção (TPF) e de acúmulo de forragem (TAF), durante o período de descanso, foram estimadas a partir das taxas de alongamento (TAIF) e senescência (TSF) de lâmina foliar, da taxa de alongamento das hastes (TAIH) e da densidade de perfilhos (DPP), conforme as equações  $\text{TPFi} = \{(\text{TaIF} \times \text{a1}) + (\text{TaIH} \times \text{b})\} \times \text{DPPi}$  e  $\text{TAFi} = \{[(\text{TaIF} \times \text{a1}) - (\text{TSF} \times \text{a2})] + (\text{TaIH} \times \text{b})\} \times \text{DPPi}$ , respectivamente.

onde,

TAF<sub>i</sub> = taxa de acúmulo de forragem durante o período de descanso *i* ( $\text{kg MS} \times \text{ha}^{-1}$ );

TAIF = taxa de alongamento de lâmina foliar ( $\text{cm} \times \text{dia}^{-1} \times \text{perfilho}^{-1}$ );

a1 = índice de peso por unidade de comprimento para lâmina foliar emergente ( $\text{g} \times \text{cm}^{-1}$ );

TSF = taxa de senescência de lâmina foliar ( $\text{cm} \times \text{dia}^{-1} \times \text{perfilho}^{-1}$ );

a2 = índice de peso por unidade de comprimento para lâmina foliar adulta ( $\text{g} \times \text{cm}^{-1}$ );

TAIH = taxa de alongamento do colmo ( $\text{cm} \times \text{dia}^{-1} \times \text{perfilho}^{-1}$ );

b = índice de peso por unidade de comprimento para colmo ( $\text{g} \times \text{cm}^{-1}$ );

DPP<sub>i</sub> = densidade populacional de perfilhos no início do período de descanso *i* ( $\text{perfilhos} \times \text{ha}^{-1}$ ).

Para avaliação do IAF pós-pastejo, duas amostras da pastagem por piquete, contidas em moldura de 1,4 x 0,7 m foram colhidas a 5,0 cm do solo e separadas nas frações “material morto”, pseudocolmo (bainhas + colmos) verdes e lâminas foliares verdes, as quais foram pesadas. Uma subamostra das lâminas foliares foi distribuída

sobre uma superfície branca, sob chapa de vidro esquadrinhada em quadrados de 2,0 x 2,0 cm. Em seguida, foram contados os vértices dos quadrados que sobrepujam as lâminas foliares, de modo que cada vértice contado correspondeu à área de um quadrado (4,0 cm<sup>2</sup>). Assim, realizou-se a totalização da área foliar da subamostra e, por relação peso/área, da amostra como um todo, que correspondeu ao IAF.

A precipitação foi determinada por meio de pluviômetro automático, disponível em estação meteorológica localizada próxima a área experimental. As mensurações foram realizadas diariamente. De posse da precipitação diária e dos dias que compuseram o ciclo, por tratamento, foi determinada a precipitação total ocorrida durante cada ciclo, por tratamento, tendo em vista que houve variação no total de dias por ciclo em função do tratamento. Com a precipitação total, determinada por ciclo, foi estimada a média do período, para cada tratamento.

As variáveis foram analisadas utilizando o PROC MIXED do SAS (9.0) para medidas repetidas no tempo segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijkl}$$

onde:  $Y_{ijk}$  = parâmetro observado,  $\mu$  = média geral,  $\alpha_i$  = efeito fixo do nível tecnológico,  $\beta_j$  = efeito fixo do ciclo (1, 2, 3 e 4),  $(\alpha\beta)_{ij}$  = interação nível tecnológico e ciclo e  $\varepsilon_{ijk}$  = erro aleatório assumido como NID (0,  $\sigma^2$ ). Esses dados foram sujeitos a cinco estruturas de covariância: não estruturada, toeplitz, simetria composta, componente de variância e primeira ordem regressiva. Na grande parte dos parâmetros avaliados a estrutura componente de variância apresentou critério de informação bayesiano de Schwarz's inferior aos demais, desta forma adotou-se este para todas as variáveis. Os graus de liberdade foram ajustados pelo método de Kenward and Roger e as médias de mínimos quadrados foram obtidas a partir da declaração LSMEANS (SAS Institute Inc. 2008). As comparações entre médias foram realizadas através de diferença mínima significativa de Fisher utilizando a declaração PDIFF (SAS Institute Inc. 2008). Adotou-se 0,05% de probabilidade para o erro tipo I.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos com níveis de adubação nitrogenada mais elevada tiveram valores menores ( $P < 0,05$ ) que os tratamentos com menor nível de nitrogênio, no primeiro ciclo, não havendo diferença ( $P > 0,05$ ) nos demais ciclos. A suplementação não proporcionou diferença ( $P > 0,05$ ) nas variáveis: número de folhas por perfilho e IAF pós-pastejo. No geral, os valores de número de folha se elevaram do primeiro para o segundo ciclo e posteriormente havendo redução até o último ciclo.

**Tabela 4** – Número de folhas por perfilho e IAF pós-pastejo de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

Adubação	Suplementação	Ciclo				Média
		1	2	3	4	
Número de folhas (folha $\times$ perfilho <sup>-1</sup> )						
400	Com	2,74Ba $\pm$ 0,20	3,08Aa $\pm$ 0,37	2,71Ba $\pm$ 0,18	2,38Ba $\pm$ 0,17	2,73
	Sem	2,61Bab $\pm$ 0,17	2,85Aa $\pm$ 0,27	2,80ABa $\pm$ 0,21	2,53Ba $\pm$ 0,13	2,70
800	Com	2,54Cb $\pm$ 0,17	3,06Aa $\pm$ 0,36	2,77Ba $\pm$ 0,21	2,66BCa $\pm$ 0,15	2,76
	Sem	2,42Bb $\pm$ 0,31	2,73Aa $\pm$ 0,18	2,79Aa $\pm$ 0,24	2,74Aa $\pm$ 0,17	2,67
	Média	2,58	2,93	2,77	2,58	2,72
Índice de área foliar: IAF pós-pastejo (m <sup>2</sup> $\times$ m <sup>-2</sup> )						
400	Com	1,26Bb $\pm$ 0,26	2,13Aa $\pm$ 0,65	1,91ABa $\pm$ 0,78	2,75Aa $\pm$ 0,10	2,01
	Sem	1,36Cb $\pm$ 0,43	1,74BCa $\pm$ 0,45	2,2ABa $\pm$ 0,49	2,52Aa $\pm$ 0,65	1,96
800	Com	1,15Bb $\pm$ 0,18	2,32Aa $\pm$ 0,26	1,67ABa $\pm$ 0,46	2,27Aa $\pm$ 0,73	1,85
	Sem	2,23Aa $\pm$ 0,52	2,65Aa $\pm$ 0,17	2,46Aa $\pm$ 0,26	2,68Aa $\pm$ 0,70	2,51
	Média	1,50	2,21	2,06	2,56	2,08

Letras maiúsculas iguais na linha, não diferem ( $P < 0,05$ ), pela diferença mínima significativa de Fisher  
 Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem ( $P < 0,05$ ), pela diferença mínima significativa de Fisher

No que se refere à diferença ( $P < 0,05$ ) entre tratamentos, só foi identificado no primeiro ciclo, não havendo nos demais. Essas características refletiram as limitações de manejo quando da sua execução em condições de campo, especialmente no início das atividades, passando a ser minimizado com o avanço do tempo, como resultado do acúmulo de conhecimentos práticos da aplicação da técnica. Todavia, com base na média geral (Tabela 4), observou-se valores de número de folhas por perfilho e IAF residual próximos aos preconizados.

No geral, não houve efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de adubação e de tipo de animal sobre as variáveis taxa de alongamento foliar (TAIF), taxa de alongamento de hastes (TAIH), taxa de senescência foliar anterior (TSFant) e taxa de senescência foliar posterior (TSFpost). A taxa de alongamento foliar (TAIF) decresceu (Tabela 5) na medida em que se passaram os ciclos de pastejo, como resposta da variação da precipitação pluviométrica média diária observada ao longo dos ciclos de pastejo (Tabela 6).

**Tabela 5** – Taxas de alongamento de folhas e hastes, de senescência anterior e posterior, de pastagens de capim-mombaça, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

Adubação	Suplementação	Ciclo				Média
		1	2	3	4	
TAIF (cm×perfilho <sup>-1</sup> ×dia <sup>-1</sup> )						
400	Com	5,32ABa ± 1,18	6,15Aa ± 0,93	3,67Bb ± 2,07	1,70Cb ± 1,04	4,21
	Sem	6,01Aa ± 1,61	5,88Aba ± 1,05	4,22BCab ± 0,78	3,50Cab ± 0,89	4,90
800	Com	5,67Aa ± 0,62	5,67Aa ± 1,18	4,34ABab ± 1,81	3,18Bb ± 1,77	4,72
	Sem	6,39Aa ± 0,85	6,51Aa ± 0,66	5,90Aa ± 1,25	5,11Aa ± 0,83	5,98
	Média	5,85	6,05	4,53	3,37	4,95
TAIH (cm×perfilho <sup>-1</sup> ×dia <sup>-1</sup> )						
400	Com	0,0625Aa ± 0,09	0,2875Aa ± 0,43	0,1150Ab ± 0,26	-0,0067Aa ± 0,01	0,1146
	Sem	0,1300Aa ± 0,12	0,2425Aa ± 0,18	0,4100Ab ± 0,33	0,0367Aa ± 0,07	0,2048
800	Com	0,0225Aa ± 0,09	0,3325Aa ± 0,25	0,1025Ab ± 0,14	0,0550Aa ± 0,11	0,1281
	Sem	0,1100Ba ± 0,03	0,1400Ba ± 0,11	0,8500Aa ± 0,50	0,2750Ba ± 0,16	0,3438
	Média	0,0813	0,2506	0,3694	0,0900	0,1978
TSFant (cm×perfilho <sup>-1</sup> ×dia <sup>-1</sup> )						
400	Com	1,60Aa ± 0,34	1,68Aa ± 0,66	0,53Bab ± 0,43	1,63Aa ± 0,06	1,36
	Sem	1,44Aab ± 0,35	1,96Aa ± 0,74	1,22Aa ± 0,32	0,88Aa ± 0,64	1,38
800	Com	0,80Ab ± 0,24	1,51Aa ± 0,51	0,29Ab ± 0,18	1,35Aa ± 0,67	0,99
	Sem	1,62Aa ± 0,48	1,20Aa ± 0,68	0,99Aa ± 0,40	1,27Aa ± 0,94	1,27
		1,37	1,59	0,76	1,28	1,25
TSFpost (cm×perfilho <sup>-1</sup> ×dia <sup>-1</sup> )						
400	Com	0,195 ± 0,13	0,125 ± 0,07	0,235 ± 0,20	0,253 ± 0,15	0,202
	Sem	0,175 ± 0,29	0,175 ± 0,11	0,110 ± 0,13	0,027 ± 0,05	0,122
800	Com	0,260 ± 0,22	0,208 ± 0,25	0,158 ± 0,18	0,093 ± 0,12	0,180
	Sem	0,218 ± 0,22	0,000 ± 0,00	0,150 ± 0,29	0,155 ± 0,11	0,131
		0,212	0,127	0,163	0,132	0,159

Letras maiúsculas iguais na linha, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher  
 Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher



A precipitação média diária reduziu-se até o terceiro ciclo, retornando a crescer no quarto, à exceção do nível 400C, que se manteve estável nos dois últimos ciclos. Desse fato resultou a maior queda da TAlF no quarto ciclo para o nível 400C, enquanto que os demais apresentaram menor queda dessa taxa, dado o retorno de maiores níveis de precipitação, especialmente no nível 800S.

O nitrogênio apresenta importância singular no crescimento vegetal, sobretudo na produção (LOPES et al., 2011), podendo ser atribuído à elevada concentração desse elemento nas zonas de alongamento e divisão celular nas folhas (SKINNER; NELSON, 1995). No entanto, não foi observado efeito das doses de N na variável TAlF (Tabela 5), podendo ter sido influenciado por outros fatores (água e outros nutrientes). Outro aspecto relacionado é a exigência da gramínea utilizada, podendo essa ter sido suprida na menor dose de nitrogênio. No que se refere aos benefícios da adubação nitrogenada, salienta-se o aumento do perfilhamento (LAVRES JÚNIOR; MONTEIRO, 2003; LOPES et al., 2011), o estímulo ao desenvolvimento dos primórdios foliares, a diminuição do intervalo de tempo para aparecimento de folhas (GARCEZ NETO et al., 2002; PATÊS et al., 2007) e o aumento do número de folhas vivas por perfilho (SILVEIRA; MONTEIRO, 2007).

**Tabela 6** – Precipitação média diária observada ao longo dos ciclos de pastejo, em pastagens de capim-mombaça, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

Tratamento	Ciclo				Média
	1	2	3	4	
400C	8,89 ± 2,47	7,64 ± 1,20	6,83 ± 1,95	6,88 ± 3,07	7,56
400S	9,01 ± 2,58	7,89 ± 1,29	6,81 ± 1,96	7,48 ± 2,45	7,80
800C	9,21 ± 1,79	7,43 ± 0,70	6,69 ± 2,69	8,08 ± 0,51	7,85
800S	8,75 ± 2,81	8,17 ± 0,61	5,91 ± 0,44	9,59 ± 0,94	8,10
Média	8,97	7,78	6,56	8,01	7,83

Nesse sentido, o comportamento da TAlF seguiu, em parte, a disponibilidade de água de precipitação (Tabela 6), justificando o padrão de crescimento observado, tendo em vista que a pastagem responde positivamente, com limites, à oferta de água (DANTAS NETO et al., 2000; RIBEIRO, 2006). A redução observada para a variável TAlF (Tabela 5) até o último ciclo, apesar de ter sido verificado no último ciclo retorno da precipitação, refletiu o efeito da reposição da água da fração não disponível do solo.

A disponibilidade de água ou restrição da sua oferta influenciam o potencial de crescimento da folha, tendo em vista que a expansão celular está intimamente relacionada à sua turgescência (TAIZ; ZEIGER, 2009), sendo limitada quando da restrição hídrica.

Corroborando com o fator água, foram observados níveis de matéria orgânica (MO) variáveis (Tabela 7) em função dos tratamentos (níveis de intensificação), de forma que a diferença de tratamentos dentro de ciclos pode ter sido influenciada por essa variável, caracterizando interação entre nível de N, disponibilidade de água e teor de MO. Dessa interação observou-se que quando do fornecimento do N, houve maior crescimento quando do maior teor de MO, decrescendo com o passar dos ciclos (diminuição do aporte de águas às plantas). Essa resposta justifica-se, pois, quando da maior presença de MO dá-se maior oportunidade de retenção da água precipitada especialmente em solos arenosos (CÂMARA; KLEIN, 2005), e maior aprisionamento do N, haja vista que é nesse compartimento do solo que há possibilidade de armazenamento desse elemento, sendo utilizado pelas culturas após sua mineralização (D'ANDRÉA et al., 2004).

**Tabela 7** – Teor de matéria orgânica no solo ( $\text{g} \times \text{Kg}^{-1}$  TFSE), em pastagens de capim-mombaça, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

Tratamento	Matéria orgânica
	$\text{g} \times \text{Kg}^{-1}$ TFSE
400C	14,75 ± 1,65
400S	15,19 ± 3,06
800C	13,64 ± 2,90
800S	15,70 ± 1,65

A taxa de alongamento de hastes (TAIH) (Tabela 5) não foi influenciada pelos tratamentos, dentro de ciclo, assim como pelos ciclos, somente sendo observadas maiores taxas para o nível 800S, no terceiro ciclo. Esse comportamento pode ser resultado de fatores relacionados como: características genéticas de cultivar, de não alongar as hastes de forma significativa (não sendo essa a mais provável); que a dose de 400 kg de N juntamente com o nitrogênio disponibilizado pelo solo tenham sido suficientes para proporcionar crescimento máximo dessa variável; ou que o manejo adotado (2,5 folhas) não tenha causado interceptação de 95% da radiação

fotossinteticamente ativa, não desencadeando o processo de alongamento de hastes nos tratamentos.

Mas, essa taxa de alongamento apresenta-se como uma variável morfogênica de grande relevância para o crescimento, tendo em vista proporcionar ajuste do dossel (elevação e distanciamento entre folhas) favorecendo a interceptação da luz ao longo de seu interior, limitando o aumento no coeficiente de extinção luminosa (SUGYIAMA et al., 1985). Contrariamente aos benefícios para a cultura, há limitações quando de sua elevação, podendo causar efeitos negativos na qualidade da forragem produzida (CÂNDIDO et al., 2006; SILVA et al., 2007a), bem como no aproveitamento da massa de forragem produzida pelos animais em pastejo (SILVA et al., 2007b).

A taxa de senescência foliar anterior (TSFant) (Tabela 5) apresentou comportamento variável ao longo dos ciclos para os tratamentos com  $400 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$ , não apresentando tendência de elevação ou redução ao longo dos ciclos. Pompeu et al. (2009) relataram que a maior ou menor taxa de senescência anterior pode ser um indicativo de limitações no manejo do pastejo, tendo em vista que em manejo que se permite elevadas sobras ou maiores resíduos pós pastejo, possibilita-se a ocorrência de maiores taxas de mortalidade dessa massa. Já a taxa de senescência posterior não apresentou diferença ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, sendo verificado média de  $0,159 \text{ cm} \times \text{perfilho}^{-1} \times \text{dia}^{-1}$ . Gomide et al. (2003) lembram que a aceleração do ritmo de crescimento da planta contribui para o aparecimento e elevação da senescência das folhas formadas durante o período de descanso, no qual houve a concorrência por fotoassimilados. Porém, a presença dessa modalidade de senescência pode ser resultado do manejo imposto, conforme relata Cândido et al. (2006). Além disso, as taxas de senescência não apresentaram comportamento que demonstre relação com as variáveis climáticas (correlações inferiores a 0,50), bem como com as variáveis relacionadas à planta forrageira, demonstrando certa aleatoriedade das respostas, haja vista não terem apresentado relação causa-efeito com as variáveis analisadas. Já a taxa de senescência foliar posterior (TSFpost) não apresentou diferença entre tratamentos nem efeito de ciclo.

A taxa de aparecimento foliar (Tabela 5) apresentou variação ( $P < 0,05$ ) ao longo dos ciclos, para os tratamentos com menor nível de nitrogênio, enquanto que no maior nível de nitrogênio houve a manutenção dessa taxa. Segundo Lemaire; Chapman (1996)

a taxa de aparecimento é determinada geneticamente, mas, pode variar em função das características ambientais (temperatura e luz), bem como da disponibilidade de nutrientes. Nesse sentido, visualiza-se o efeito da diminuição de água com o avançar dos ciclos associado ao menor aporte de nitrogênio para os níveis 400S e 400C, relacionados ainda ao teor de MO observado (proporcionando maior aporte de nutrientes). Da combinação dessas variáveis, associadas à menor TAlF, verificou-se menor taxa de aparecimento no último ciclo dos níveis menores de aporte de nitrogênio.

Comportamento inverso foi observado para o filocrono (Tabela 5), com elevação de seus valores no último ciclo, comportamento diferenciado ( $P < 0,05$ ) somente no tratamento 400S. Já entre os níveis, dentro de ciclos, não foram observadas diferenças à exceção do último ciclo, onde o 800S apresentou o menor valor em relação aos demais. Observando a disponibilidade de água (Tabela 3), no último ciclo, associado ao maior aporte de nitrogênio, verificou-se melhor disponibilidade de fatores relacionados ao crescimento vegetal, justificando o seu menor filocrono, haja vista terem proporcionado maiores taxas de alongamento foliar (GARCEZ NETO et al., 2002), diminuindo o tempo necessário para a total expansão foliar.

A densidade populacional de perfilhos (DPP) apresentou elevação ao longo dos ciclos, com maiores valores observados no último ciclo de pastejo (Tabela 9).

**Tabela 8** – Taxa de aparecimento foliar e filocrono de pastagens de capim-mombaça, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

Adubação	Suplementação	Ciclo				Média
		1	2	3	4	
TApF (folhas×dia <sup>-1</sup> )						
400	Com	0,1025BCab ± 0,024	0,1400Aa ± 0,010	0,1200ABa ± 0,055	0,0733Ca ± 0,013	0,1089
	Sem	0,0925Ab ± 0,010	0,1075Aa ± 0,021	0,1175Aa ± 0,013	0,0967Aa ± 0,024	0,1036
800	Com	0,1150Aab ± 0,011	0,1225Aa ± 0,036	0,1175Aa ± 0,019	0,1000Aa ± 0,040	0,1138
	Sem	0,1325Aa ± 0,017	0,1150Aa ± 0,013	0,1400Aa ± 0,035	0,1100Aa ± 0,007	0,1244
		0,1106	0,1213	0,1238	0,0950	0,1127
Filocrono (dias×folha <sup>-1</sup> )						
400	Com	10,8Ba ± 2,60	7,6Ba ± 0,58	10,9Ba ± 3,90	16,8Aa ± 1,66	11,55
	Sem	11,7Aa ± 1,23	10,0Aa ± 1,87	9,1Aa ± 0,88	12,0Aab ± 3,52	10,70
800	Com	10,2Aa ± 1,13	10,7Aa ± 3,82	9,8Aa ± 2,18	14,1Aab ± 10,31	11,20
	Sem	8,0Aa ± 1,11	9,3Aa ± 0,84	7,9Aa ± 2,15	9,9Ab ± 1,09	8,78
		10,18	9,40	9,43	13,20	10,56

Letras maiúsculas na linha, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher

Letras minúsculas na coluna, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher

Esse comportamento reflete o efeito das adubações, de forma que os dois níveis de nitrogênio utilizados proporcionaram condições adequadas para o perfilhamento, não havendo, nesse sentido, restrições (GOMIDE; GOMIDE, 1999), sobrepujando as limitações relacionadas à disponibilidade de água. Todavia, para o menor nível (400S), houve redução da DPP do primeiro para o segundo ciclo, como reflexo do ajuste da cultura à menor disponibilidade de nutrientes nos momentos iniciais. Mas, ao longo dos demais ciclos, elevou-se seu perfilhamento, refletindo possível efeito acumulativo da adubação nitrogenada bem como das características do pasto.

**Tabela 9** – Densidade populacional de perfilhos, de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

Adubação	Suplementação	Ciclo				Média
		1	2	3	4	
Densidade populacional de perfilhos: DPP (perfilhos × m <sup>-2</sup> )						
400	Com	397,5Ba ± 43,8	324,8BCb ± 52,8	391,8Ba ± 44,2	506,3Aa ± 55,6	405,1
	Sem	407BCa ± 29,1	336,4Cb ± 87,4	415,8Ba ± 55,8	523,5Aa ± 74,5	420,7
800	Com	387Ba ± 37,6	446,3ABa ± 40,3	400,3Ba ± 29,3	497Aa ± 42,1	432,7
	Sem	465Ba ± 74,6	454,5Ba ± 26,1	461,5Ba ± 29,8	562,3Aa ± 64,9	485,8
Média		414,1	390,5	417,4	522,3	436,1

Letras maiúsculas na linha, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher  
Letras minúsculas na coluna, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher

As taxas de produção e acúmulo de forragem (Tabela 10) apresentaram comportamento decrescente com o passar dos ciclos, com menores valores (P<0,05) sendo observados no último ciclo. Houve variação entre tratamentos dentro dos últimos ciclos (menores disponibilidades de água) e associação com o teor de MO, decrescendo mais fortemente quando do menor nível de MO no solo, com maiores diminuições no nível 400 kg de nitrogênio, caracterizando efeito associativo entre o teor de MO e o aporte nutricional. Outro fator relevante é o efeito da MO no armazenamento de água, especialmente em solos arenosos, contribuindo além do fornecimento de nutrientes também no aporte de água às plantas.

Nos maiores níveis de adubação nitrogenada, foram observadas maiores taxas de produção e acúmulo, com presenças de picos de altos níveis de produção, quando relacionado com o menor aporte de nitrogênio. Já nos menores níveis de nitrogênio não

foi verificado tal comportamento, apresentando-se estável com queda no final da avaliação.

**Tabela 10** – Taxas de produção e acúmulo de pastagens de capim-mombaça, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

Adubação	Suplementação	Ciclo				Média
		1	2	3	4	
TPF (kg×ha <sup>-1</sup> ×dia <sup>-1</sup> )						
400	Com	131,0Aa ± 22,76	138,9Aa ± 35,44	102,8ABb ± 83,84	49,3Bb ± 32,94	105,5
	Sem	150,1Aa ± 40,95	127,8Aa ± 26,44	147,4Ab ± 71,23	107,7Aab ± 32,76	133,3
800	Com	125,2ABa ± 11,64	175,6Aa ± 40,98	106,3ABb ± 47,36	99,7Bb ± 53,04	126,7
	Sem	191,0Aa ± 51,22	191,9Aa ± 39,17	256,0Aa ± 72,89	209,0Aa ± 53,87	212,0
Média		149,3	158,6	153,1	116,4	144,4
TAF (kg×ha <sup>-1</sup> ×dia <sup>-1</sup> )						
400	Com	75,1Aa ± 18,93	93,7Aab ± 27,33	80,0Ab ± 95,97	-21,6Ac ± 22,39	56,8
	Sem	100,3Aa ± 35,37	76,2Ab ± 21,66	105,6Ab ± 77,93	71,4Ab ± 20,91	88,4
800	Com	96,9ABa ± 9,21	122,6Aab ± 44,43	94,0ABb ± 45,25	48,1Bbc ± 43,87	90,4
	Sem	128,9Ba ± 33,60	152,6ABa ± 41,34	218,5Aa ± 79,77	150,0ABa ± 68,97	162,5
Média		100,3	111,3	124,5	62,0	99,5

Letras maiúsculas na linha, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher  
Letras minúsculas na coluna, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher

O teor de matéria orgânica no solo proporcionou variação nas respostas da cultura. Em alguns momentos, elevou-se a produção (400S) dado o seu maior teor. Em outros momentos, diminuiu a produção (800C) dado o seu menor teor, causando, até certo ponto, interferência nos resultados, não sendo possível observar, em sua totalidade, os efeitos da adubação nitrogenada. Dessa forma, mesmo para solos tidos como homogêneos, quando da seleção das áreas, deve-se realizar análises especializadas como forma de melhorar a distribuição espacial das parcelas experimentais.

## CONCLUSÕES

As doses de nitrogênio não influenciaram as variáveis avaliadas, demonstrando ser a dose equivalente a 400 kg de N × ha<sup>-1</sup> × ano<sup>-1</sup>, a mais adequada em relação à maior dose avaliada. No mesmo sentido, o nível de produção dos animais não causou alteração nas variáveis analisadas. Os fatores edáficos (matéria orgânica) e climáticos

(precipitação) influenciaram diretamente nas variáveis relacionadas à produção de massa de forragem, havendo maiores valores de produção quando da maior disponibilidade desses recursos, causando alteração nas variáveis relacionadas à produção ao longo dos ciclos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR., D.; MOSQUIM, P.R. et al. Características morfológicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.

ANDRADE, A. C.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A. et al. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1589-1595, 2000.

CABRERA-BOSQUET, L.; ALBRIZIO, R.; ARAUS, J.L. et al. Photosynthetic capacity of field-grown durum wheat under different N availabilities: A comparative study from leaf to canopy. **Environmental and Experimental Botany**, v. 67, n.1, p. 145–152, 2009.

CAMARA, R.K.; KLEIN, V.A. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. **R. Bras. Ci. Solo**, 29:789-796, 2005.

CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, C.A.M.; ALEXANDRINO, E. et al. Morfofisiologia do Dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob Lotação Intermitente com Três Períodos de Descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.406-415, 2005.

CÂNDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C.A.M. et al. Período de Descanso, Valor Nutritivo e Desempenho Animal em Pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob Lotação Intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1459-1467, 2005.

CÂNDIDO, M. J. D.; SILVA, R.G.; NEIVA, J.N.M. et al. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia pastejado por ovinos sob três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.6, p. 2234-2242, 2006.

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

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N. et al. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.39, n.2, p.179-186, fev. 2004.

DANTAS NETO, J.; SILVA, F.A.S.; FURTADO, D.A. et al. Influência da precipitação e idade da planta na produção e composição química do capim-buffel. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.35, n.9, p.1867-1874, set. 2000.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, *suplemento especial*, p.121-138, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa produção de informação, 2006. 306p.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JR., D.; REGAZZI, A.J. et al. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum Maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1890-1900, 2002.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A. Morfogênese de Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(2):341-348, 2000

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, A. Índices Morfogênicos e de Crescimento durante o Estabelecimento e a Rebrotação do Capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.795-803, 2003.

LAVRES JÚNIOR, J.; MONTEIRO, F. A. Perfilamento, área foliar e sistema radicular do capim-Mombaça submetido a combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1068-1075, 2003.

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

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D.M. da; NASCIMENTO JR, D. do et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1475-1482, 2005.

PATÊS, N. M. S.; PIRES, A.J.V.; SILVA, C.C.F. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-tanzânia submetido a doses de fósforo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1736-1741, 2007.

PERES, A.A. **Viabilidade técnica e econômica de sistemas de produção a pasto para vacas em lactação sob manejo rotacionado**. Campos dos Goytacazes, RJ, 2006, 181 f. Tese (Doutorado em Produção Animal).



POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M. et al. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.809-817, 2009.

RIBEIRO, E. M. **Produtividade do capim tanzânia em função de lâminas de água e níveis de nitrogênio no Vale do Curu, CE**. 2006, Fortaleza, CE, (Dissertação de Mestrado, UFC), 86 f.

SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V. et al. Características morfológicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.657-661, 2009.

SAS Institute Inc. (2008). **SAS System for Windows. SAS/STAT(r) 9.2 User's Guide**. Cary, NC, SAS Institute Inc.

SILVA, H.A.; KOEHLER, H.S.; MORAES, A. et al. Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais – Paraná. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p. 445-450, mar-abr, 2008.

SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M. et al. Características estruturais do dossel de pastagens de capim-tanzânia mantidas sob três períodos de descanso com ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1255-1265, 2007a.

SILVA, R. G.; NEIVA, J.N.M.; CÂNDIDO, M.J.D. et al. Aspectos comportamentais e desempenho produtivo de ovinos mantidos em pastagens de capim-tanzânia manejado sob lotação intermitente. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.4, p.609-620, 2007b.

SILVEIRA, C. P.; MONTEIRO, F. A. Morfogênese e produção de biomassa do capim-tanzânia adubado com nitrogênio e cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.335-342, 2007.

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

SUGIYAMA, S.; YONEYAMA, M.; TAKAHASHI, N. et al. Canopy structure and productivity of *Festuca arundinaceae* Schreb, swards during vegetative and reproductive growth. **Grass and Forage Science**, v. 40, n.1, p.49-55, 1985.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Editora Artmed, 2009. 848p.

## **CAPÍTULO II**

**Estrutura do dossel e componentes da biomassa do capim-mombaça  
sob níveis de intensificação do sistema de produção de leite**

## **Estrutura do dossel e componentes da biomassa do capim-mombaça sob níveis de intensificação do sistema de produção de leite**

### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar a influência da intensificação do sistema de produção de leite via doses de nitrogênio e de níveis de produção dos animais, em pastagens de capim-mombaça, pastejada por vacas, na estrutura da pastagem, ao longo de ciclos de pastejo sucessivos. O experimento consistiu de quatro tratamentos. Foram eles, na sequência crescente de intensificação: 1º » adubação com  $400 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$ , com vacas de baixa produção; 2º » adubação com  $800 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$ , com vacas de baixa produção; 3º » adubação com  $400 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$ , com vacas de alta produção; 4º » adubação com  $800 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$ , com vacas de alta produção. Foram avaliados durante quatro ciclos, durante o período chuvoso dos anos 2009/2010. O período de descanso utilizado foi o necessário para que fosse possível a expansão de 2,5 novas folhas e o resíduo equivalente ao IAF residual 2,0. Animais de equilíbrio foram utilizados na medida em que se fazia necessário para o rebaixamento do dossel até um IAF residual de 2,0. A intensificação do sistema apresentou pouco reflexo nas variáveis estudadas. A altura pré-pastejo apresentou crescimento do primeiro para o segundo ciclo e posterior declínio até o último ciclo, sendo esse o que apresentou os menores valores, para todos os tratamentos. As massas de forragem total (MSFT), verde (MSFV), de folha (MSLV) e de colmo (MSCV) pré-pastejo apresentaram pouca variação, com diminuição no último ciclo, a exceção do tratamento 800S. O menor aporte de nitrogênio não limitou a produção das pastagens avaliadas. Houve relação com as condições climáticas, ao longo dos ciclos, notadamente da precipitação. O teor de matéria orgânica do solo apresentou relação com o desempenho das pastagens.

**Palavras-chave:** adubação nitrogenada, pastagem, precipitação, produção de leite, produção de forragem, suplementação

## **Canopy structure and biomass components of Mombasa grass under different intensification levels of milk production system**

### **ABSTRACT**

We aimed to evaluate the influence of intensification in milk production via different nitrogen levels and production levels of animals, in pastures of Mombasa grass, grazed by cows, on the pasture structure, over successive grazing cycles. The experiment consisted of four treatments, in increasing sequence of enhancement, as follow: 1° » fertilization with 400 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$ , with low yield dairy cows; 2°» fertilization with 800 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$ , with low yield dairy cows; 3°» fertilization with 400 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$ , with high yield dairy cows; 4°» fertilization with 800 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$ , with high yield dairy cows. These were evaluated during four cycles, during the rainy period of the years 2009/2010. The rest period was the necessary to enable the expansion of 2.5 new leaves and the residue equivalent to the residual leaf area index 2.0. Equilibrium animals were used whenever necessary to lower of the canopy to a residual leaf area index of 2.0. The system intensification had little influence on studied variables. The pre-grazing height presented growth from the first to the second cycle and a subsequent decline until the last cycle, considering that this had the lowest values for all treatments. Pre-grazing total forage dry mass (MSFT), live (MSFV), of leaves (MSLV) and of stem (MSCV) presented little variation, with a reduction in the last cycle, except for the treatment 800 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$ , without supplementation. The lowest nitrogen input had not limited the production of the evaluated pastures. It was verified relationship with climatic conditions, over the cycles, remarkably rainfall. The soil organic matter content had relationship with the performance of pastures.

**Key words:** forage production, milk production, nitrogen fertilization, pasture, rainfall, supplementation.

## INTRODUÇÃO

A produção de ruminantes vem evoluindo ao longo dos tempos, juntamente com o desenvolvimento das civilizações. Associada a essa evolução verificou-se a busca pela melhoria dos índices produtivos, tendo em vista a observação das restrições relacionadas, principalmente, à disponibilidade de terras. No que se refere a essa produção, nas regiões tropicais, tem-se observado elevado potencial, sobretudo quanto à produção por área e, em menor escala, da produção individual dos animais (SILVA et al., 2007).

Os sistemas de produção de leite baseados em pastagens têm sido objetivo de várias pesquisas, notadamente pela possibilidade de utilização na maior parte do território nacional, associados aos baixos custos desse modelo, quando comparado ao confinado (PERES, 2006; SILVA et al., 2008), de maneira especial nos modelos baseados no melhor manejo das pastagens.

Nesse sentido, o entendimento dos processos envolvidos na produção de forragem torna-se básico para os sistemas de produção animal baseados em pastagem. Fagundes et al. (2005) relataram que o potencial de produção da planta forrageira é influenciado diretamente pela disponibilidade de fatores como luz, temperatura, água e nutrientes. Associado a esses fatores enfatizam também a relação do manejo da utilização dessa cultura com o desempenho do sistema.

Esse acúmulo é resultado da absorção desses nutrientes, junto à fixação do carbono, sendo que o produto da fotossíntese representa aproximadamente 90,0% da massa acumulada (ROBSON et al., 1988). Entretanto, esse processo resulta da interação entre características genéticas e do ambiente, associado aos processos fisiológicos e das características morfológicas das culturas (DA SILVA; PEDREIRA, 1997).

Entre os nutrientes essenciais ao crescimento vegetal, destaca-se o nitrogênio, tendo em vista que proporciona incrementos quantitativos (LOPES et al., 2011) e qualitativos na massa de forragem produzida. Assim sendo, contribui na elevação do fluxo de biomassa (ALEXANDRINO et al., 2004; SILVA et al., 2009), otimizando o uso das pastagens (ANDRADE et al., 2000). Cabrera-Bosquet et al., (2009) descreveram a importância do nitrogênio para as plantas, tendo em vista constituir parte

dos pigmentos, estando diretamente relacionado com a fotossíntese, entre outras reações metabólicas.

Assim é que Chapin et al. (1987) relataram que a elevação da produção vegetal depende da disponibilidade adequada de nutrientes, especialmente do nitrogênio. Já Werner (1986) relatou ser o nitrogênio o responsável por características como perfilhamento, taxa de aparecimento de folhas e tamanhos de colmos e folhas. Corroborando, Garcez Neto et al. (2002) descreveram a relação do nitrogênio com a maior taxa de expansão foliar. Como resultado desses fatores, dá-se o crescimento do dossel, influenciando a capacidade produtiva da cultura. Vale destacar ainda, a influência positiva do referido nutriente sobre as trocas gasosas nas gramíneas forrageiras (LOPES et al., 2011b).

Objetivou-se avaliar a influência da intensificação do sistema de produção de leite via doses de nitrogênio e de níveis de produção dos animais, em pastagens de capim-mombaça, pastejadas por vacas, na estrutura da pastagem, ao longo de ciclos de pastejos sucessivos.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se nas coordenadas 7° 5' 37" S de latitudes e 48° 12' 16" W de longitudes, na fazenda da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins (EMVZ-UFT), Campus de Araguaína. Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta clima tipo Aw (quente úmido), com temperatura média de 28°C e precipitação pluviométrica média de 1.800 mm anuais. O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico, de acordo com a metodologia da EMBRAPA (2006). As características químicas e físicas do solo encontram-se na Tabela 1.

A divisão da área foi realizada em quatro subáreas (sistemas). Cada sistema era constituído por dezesseis piquetes com dimensões de 25 x 48 m, totalizando 1.200 m<sup>2</sup> por piquete e 19.200 m<sup>2</sup> por sistema. Desse total de piquetes foram utilizados, a cada ciclo, aqueles necessários para que fosse respeitado o ciclo de pastejo e o período de descanso preconizado. Os demais se destinaram aos animais de equilíbrio, que foram

utilizados quando necessário para o rebaixamento do dossel em cada piquete experimental para um IAF residual de 2,0, similarmente ao utilizado por Cândido et al. (2005). A entrada dos animais de equilíbrio era realizada preferencialmente no primeiro dia de ocupação do piquete.

**Tabela 1.** Propriedades químicas e físicas do solo do local de estudo, observadas no início do período experimental, para a região de Araguaína – TO

Camada	M.O. <sup>(1)</sup>	pH	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB <sup>(2)</sup>	CTC <sup>(3)</sup>	CTC <sub>e</sub> <sup>(4)</sup>
Cm	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----		
0-10	16,10	4,06	2,20	0,92	0,003	0,87	0,30	1,20	3,40	1,75
10-20	10,74	4,17	1,60	0,65	0,003	0,90	0,20	1,13	2,73	1,67
20-30	9,31	4,05	1,00	0,67	0,003	0,83	0,11	0,97	1,97	1,41
30-40	8,08	4,23	0,80	0,62	0,003	0,82	0,12	0,97	1,77	1,38
	V <sup>(5)</sup>	m <sup>(6)</sup>	CE <sup>(7)</sup>	Dens. Ap. <sup>(8)</sup>	Areia	Silte	Argila	Clas. Text. <sup>(9)</sup>		
	-----%-----		ds m <sup>-1</sup>	g cm <sup>-3</sup>						
0-10	35,32	31,40	0,07	1,55	94,85	1,90	3,25	Areia		
10-20	41,37	32,36	0,06	1,53	93,75	2,75	3,50	Areia		
20-30	49,28	31,17	0,05	1,63	94,30	2,20	3,50	Areia		
30-40	54,71	29,79	0,04	1,57	93,50	3,00	3,50	Areia		

<sup>(1)</sup> M.O.: matéria orgânica, <sup>(2)</sup> SB: soma de bases, <sup>(3)</sup> CTC: capacidade de troca de cátions, <sup>(4)</sup> CTC<sub>e</sub>: capacidade efetiva de troca de cátions, <sup>(5)</sup> V: saturação por bases, <sup>(6)</sup> m: saturação por alumínio, <sup>(7)</sup> CE: condutividade elétrica, <sup>(8)</sup> Dens. Ap.: densidade aparente, <sup>(9)</sup> Clas. Text.: classe textural.

Foram utilizadas 48 vacas leiteiras mestiças, oriundas da própria Fazenda da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia e de produtores da região. Os lotes foram separados após um período de desafio. Durante esse período, todos os animais tiveram acesso à suplementação concentrada *ad libitum*, mantidos todos na mesma área de pastagem. Após essa fase, foram identificadas as vacas por nível de produção. Foram separados quatro lotes, cada um com oito animais. Dos quatro lotes, dois (totalizando 16 vacas) eram compostos por animais que responderam à suplementação (15,0 L de leite ao dia) e dois que não responderam à suplementação (11,0 L de leite ao dia), cada grupo com oito animais.

Os dois lotes com produção acima de 15,0 L foram mantidos com suplementação na proporção de 1,0 kg de alimento concentrado para cada 3,0 L de leite. Os dois lotes de menor produção foram mantidos somente recebendo sal mineral completo, com fórmula comercial, para vacas de leite (com 80 g de fósforo). Para os 16 animais com suplementação, oito foram mantidos em área de pastagem com dose de nitrogênio (N) equivalente a 400 kg de N × ha<sup>-1</sup> × ano<sup>-1</sup> e os outros oito mantidos em área de pastagem

com dose equivalente a  $800 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$ . Esse mesmo procedimento foi adotado para os animais sem suplementação.

Desta forma, foram definidos os quatro tratamentos:  $400 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  com suplementação (400C  $\rightarrow$  piquetes C),  $400 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  sem suplemento (400S  $\rightarrow$  piquetes B),  $800 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  com suplemento (800C  $\rightarrow$  piquetes D) e  $800 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  sem suplemento (800S  $\rightarrow$  piquetes A). As doses de N a serem aplicadas a cada ciclo foram obtidas pela transformação da dose anual para diária e depois multiplicadas pelo número de dias do ciclo, por tratamento.

As avaliações das pastagens foram realizadas de dezembro de 2009 a maio de 2010. Foi realizada uma adubação com fósforo, potássio e micronutrientes, na doses de  $40,0 \text{ kg de P}_2\text{O}_5$ ,  $100,0 \text{ kg de K}_2\text{O}$  e  $30,0 \text{ kg de fonte de micronutriente}$ , respectivamente. Como fontes de nutrientes foram utilizados os fertilizantes super simples, cloreto de potássio e FTE BR12, respectivamente. O fósforo e o FTE BR12 foram aplicados em uma só parcela, no início do experimento (dezembro 2009). Já o potássio foi parcelado em duas vezes. Uma junto com o fósforo e o FTE BR12 e a outra, 60 dias após.

Ao final de cada período de descanso, anteriormente à entrada dos animais, foram feitas as seguintes avaliações nos piquetes pertinentes: altura do dossel estimada, medindo-se a altura em 35 pontos por piquete, utilizando-se um bastão graduado retrátil; e massas secas de forragem total (MSFT), de forragem morta (MSFM), de forragem verde (MSFV), de lâminas foliares verdes (MSLV), de colmos verdes (MSCV), relações material vivo/material morto (MV/MM) e folha/colmo, estimadas cortando-se em cada piquete duas amostras de  $1,4 \times 0,7 \text{ m}$ , 5 cm acima do nível do solo. As amostras foram levadas ao laboratório, onde foram separados o material vivo do material morto e as lâminas foliares dos colmos do material vivo. Todas essas frações foram pesadas, secas em estufa de ventilação forçada a  $65^\circ\text{C}$  até peso constante, em seguida, foram pesadas novamente.

Ao final de cada período de pastejo, também foram feitas as seguintes avaliações em cada piquete: altura do dossel, MSFT, MSFM, MSFV, MSLV e MSCV, conforme descrito anteriormente, e a densidade populacional de perfilhos, estimada pela contagem do número de perfilhos, anteriormente ao corte da massa, nas duas amostras, efetuadas em cada piquete.



Para avaliação do IAF pré-pastejo e residual, duas amostras da pastagem por piquete, contidas em moldura de 1,4 x 0,7 m foram colhidas a 5,0 cm do solo e separadas nas frações “material morto”, Pseudocolmo (bainhas + colmos) verdes e lâminas foliares verdes, as quais foram pesadas. Uma subamostra das lâminas foliares foi distribuída sobre uma superfície branca, sob uma chapa de vidro esquadrinhada em quadrados de 2,0 x 2,0 cm. Em seguida, foram contados os vértices dos quadrados que sobrepujam as lâminas foliares, de modo que cada vértice contado correspondeu à área de um quadrado (4,0 cm<sup>2</sup>). Assim, realizou-se a totalização da área foliar da subamostra e, por relação peso/área, da amostra como um todo, que correspondeu ao IAF. Esse procedimento foi utilizado na determinação do IAF pré-pastejo e do residual.

O número de folhas vivas formadas durante o período de descanso foi determinado pelo levantamento no dia anterior à entrada dos animais, por meio de contagem direta em 35 perfilhos, por piquete.

A precipitação foi determinada por meio de pluviômetro automático, disponível em estação meteorológica localizada próxima a área experimental. As mensurações foram realizadas diariamente. De posse da precipitação diária e dos dias que compuseram o ciclo, por tratamento, foi determinada a precipitação total ocorrida durante cada ciclo, por tratamento, tendo em vista que houve variação no total de dias por ciclo em função do tratamento. Com a precipitação total por ciclo determinada, foi estimada a média do período, para cada tratamento.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com medida repetida no tempo. As variáveis foram analisadas utilizando o PROC MIXED do SAS (9.0) para medidas repetidas no tempo segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijkl}$$

onde:  $Y_{ijk}$  = parâmetro observado,  $\mu$  = média geral,  $\alpha_i$  = efeito fixo do nível tecnológico,  $\beta_j$  = efeito fixo do ciclo (1, 2, 3 e 4),  $(\alpha\beta)_{ij}$  = interação nível tecnológico e ciclo e  $\varepsilon_{ijk}$  = erro aleatório assumido como NID (0,  $\sigma^2$ ). Os dados foram sujeitos a cinco estruturas de covariância: não estruturada, toeplitz, simetria composta, componente de variância e primeira ordem regressiva. Na grande parte dos parâmetros avaliados, a estrutura componente de variância apresentou critério de informação bayesiano de Schwarz's inferior aos demais, desta forma adotou-se este para todas as variáveis. Os graus de

liberdade foram ajustados pelo método de Kenward and Roger e as médias de mínimos quadrados foram obtidas a partir da declaração LSMEANS (SAS Institute Inc. 2008). As comparações entre médias foram realizadas através de diferença mínima significativa de Fisher utilizando a declaração PDIFF (SAS Institute Inc. 2008). Adotou-se 0,05% de probabilidade para o erro tipo I.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os tratamentos com níveis de adubação nitrogenada mais elevada tiveram valores menores que os tratamentos com menor nível de nitrogênio, no primeiro ciclo, não havendo diferença nos demais (Tabela 2). A suplementação não proporcionou diferença ( $P > 0,05$ ) nas variáveis: número de folhas vivas por perfilho e IAF pós-pastejo. No geral, os valores de número de folha se elevaram do primeiro para o segundo ciclo e posteriormente havendo redução até o último ciclo. No que se refere à diferença entre tratamentos, só foi identificado no primeiro ciclo não havendo nos demais. Essas características refletiram as limitações de manejo quando da sua execução em condições de campo, especialmente no início das atividades, passando a ser minimizado com o avanço do tempo, como resultado do acúmulo de conhecimentos práticos da aplicação da técnica.

A altura pré-pastejo (Tabela 3) apresentou crescimento do primeiro para o segundo ciclo e posterior declínio até o último ciclo, sendo esse o que apresentou os menores valores, para todos os tratamentos. Tal comportamento reflete três condições: a primeira, que o pasto por ter disponível água somente quando da precipitação natural, a curva de produção seguiu a sua disponibilidade (Tabela 4), justificando a redução nos últimos ciclos, pois houve menor disponibilidade de água, à exceção do tratamento 800S, conforme observaram Dantas Neto et al. (2000) e Ribeiro (2006); a segunda, que associado a menor disponibilidade de água, houve maior perfilhamento (Tabela 9), o que causou crescimento da pastagem de forma relativamente decumbente; a terceira característica justifica a tendência de crescimento do primeiro ciclo, tendo em vista o aumento da massa de colmo (Tabela 5), causado pelo alongamento das hastes com o

passar dos ciclos, resultando na elevação em altura, conforme descrito em Silva et al. (2007).

**Tabela 2** – Número de folhas por perfilho e IAR pós-pastejo de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

Adubação	Suplementação	Ciclo				Média
		1	2	3	4	
Número de folhas (folha × perfilho <sup>-1</sup> )						
400	Com	2,74Ba ± 0,20	3,08Aa ± 0,37	2,71Ba ± 0,18	2,38Ba ± 0,17	2,73
	Sem	2,61Bab ± 0,17	2,85Aa ± 0,27	2,80ABa ± 0,21	2,53Ba ± 0,13	2,70
800	Com	2,54Cb ± 0,17	3,06Aa ± 0,36	2,77Ba ± 0,21	2,66BCa ± 0,15	2,76
	Sem	2,42Bb ± 0,31	2,73Aa ± 0,18	2,79Aa ± 0,24	2,74Aa ± 0,17	2,67
	Média	2,58	2,93	2,77	2,58	2,72
Índice de área foliar: IAF pós-pastejo (m <sup>2</sup> × m <sup>-2</sup> )						
400	Com	1,26Bb ± 0,26	2,13Aa ± 0,65	1,91ABa ± 0,78	2,75Aa ± 0,10	2,01
	Sem	1,36Cb ± 0,43	1,74BCa ± 0,45	2,2ABa ± 0,49	2,52Aa ± 0,65	1,96
800	Com	1,15Bb ± 0,18	2,32Aa ± 0,26	1,67ABa ± 0,46	2,27Aa ± 0,73	1,85
	Sem	2,23Aa ± 0,52	2,65Aa ± 0,17	2,46Aa ± 0,26	2,68Aa ± 0,70	2,51
	Média	1,50	2,21	2,06	2,56	2,08

Letras maiúsculas iguais na linha, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher  
Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher

Nesse sentido, a altura pré-pastejo pode ser utilizada como variável de manejo quando da sua associação com parâmetros morfofisiológicos, em pastos sob lotação rotativa (PENA et al., 2009) e numa condição de pouca variação dos fatores bióticos e abióticos relacionados ao crescimento vegetal (SILVA et al., 2009).

Entre os tratamentos, dentro de ciclos, foram observados maiores valores de altura pré-pastejo do tratamento 800S em relação aos demais, nos ciclos finais (Tabela 3), como resultado da maior precipitação observada (Tabela 4) (DANTAS NETO et al., 2000; RIBEIRO, 2006), associada ao maior teor de matéria orgânica (MO) (CÂMARA; KLEIN, 2005) (Figura 1) e do maior IAF residual, do primeiro ciclo (CÂNDIDO et al., 2005). Contrariamente ao observado no tratamento 800C, tendo sido esse, limitado pelo menor nível de MO, que resulta na menor disponibilidade de nutrientes e da capacidade de armazenamento de água, fatores mais relevantes para a condição do solo presente na área (arenoso).

**Tabela 3** – Alturas pré e pós-pastejo de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

Adubação	Suplementação	Ciclo				Média
		1	2	3	4	
Pré-pastejo						
Altura (cm)						
400	Com	77,1Aa ± 6,80	79,7Aa ± 5,43	70,5Ab ± 4,08	53Bb ± 16,86	70,1
	Sem	77,7ABa ± 14,34	82,7Aa ± 5,50	69,1Bb ± 4,68	56Cb ± 8,88	71,4
800	Com	64,6Bb ± 8,91	90,4Aa ± 10,31	60,9Bb ± 2,54	58,4Bab ± 4,58	68,6
	Sem	77,6ABa ± 4,86	86,6Aa ± 3,32	85,5Aa ± 12,23	70,1Ba ± 11,08	79,9
Média		74,3	84,9	71,5	59,4	
Pós-pastejo						
Altura (cm)						
400	Com	30,1Ba ± 12,17	40,3Aa ± 6,15	40,5Aa ± 5,49	40,9Aa ± 2,32	37,9
	Sem	31,6Aa ± 7,97	36,0Aa ± 5,94	38,6Aa ± 3,95	36,9Aa ± 5,26	35,8
800	Com	23,8Ba ± 3,66	35,1Aa ± 6,35	36,9Aa ± 2,08	32,7ABa ± 4,00	32,1
	Sem	34,4Ba ± 4,57	36,7ABa ± 2,29	43,1Aa ± 4,14	39,1ABa ± 4,43	38,3
Média		29,9	37,0	39,8	37,4	

Letras maiúsculas iguais na linha, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher  
 Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher

**Tabela 4** – Precipitação média diária, em mm, ao longo dos ciclos, na região de Araguaína – TO

Tratamento	Ciclo				Média
	1	2	3	4	
400C	8,89 ± 2,47	7,64 ± 1,20	6,83 ± 1,95	6,88 ± 3,07	7,56
400S	9,01 ± 2,58	7,89 ± 1,29	6,81 ± 1,96	7,48 ± 2,45	7,80
800C	9,21 ± 1,79	7,43 ± 0,70	6,69 ± 2,69	8,08 ± 0,51	7,85
800S	8,75 ± 2,81	8,17 ± 0,61	5,91 ± 0,44	9,59 ± 0,94	8,10
Média	8,97	7,78	6,56	8,01	7,83

No que se refere à altura pós-pastejo (Tabela 3), foi verificado incremento ( $P < 0,05$ ) do primeiro para o segundo ciclo, com posterior manutenção. Não houve diferença entre tratamentos, ao longo dos ciclos, haja vista a predefinição da mesma condição residual (IAF em torno de 2,0) e a não obtenção do IAF crítico (período de descanso de 2,5 folhas) (CÂNDIDO et al., 2005), não proporcionando elevadas taxas de alongamento de hastes, em determinados tratamentos, o que causaria variação da altura residual.

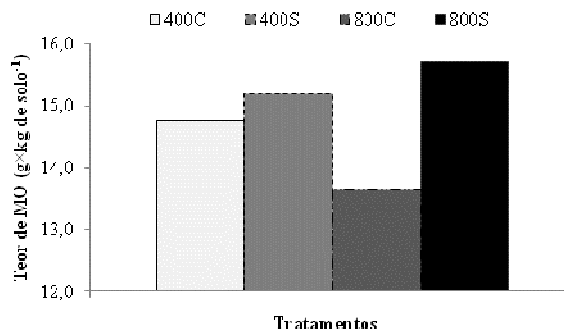
**Tabela 5** – Índices de produção de massas pré-pastejo, de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

Adubação	Suplementação	Ciclo				Média
		1	2	3	4	
Massa seca de forragem total: MSFT (kg MS × ha <sup>-1</sup> × ciclo <sup>-1</sup> )						
400	Com	6.472Aa ± 842	7.656Aa ± 1.574	7.936Aa ± 964	6.744Aa ± 2.340	7.202
	Sem	6.780Aa ± 863	7.680Aa ± 1.614	7.936Aa ± 2.594	6.939Aa ± 638	7.334
800	Com	5.640Ba ± 1.970	9.420Aa ± 2.142	7.546ABa ± 183	7.024ABa ± 915	7.408
	Sem	7.772Aa ± 1.589	8.351Aa ± 1.088	7.994Aa ± 1.406	9.295Aa ± 2.374	8.353
	Média	6.666	8.277	7.853	7.501	7.574
Massa seca de forragem morta: MSFM (kg MS × ha <sup>-1</sup> × ciclo <sup>-1</sup> )						
400	Com	1.872Aa ± 167	3.059Aa ± 1.290	3.099Aa ± 474	2.860Aa ± 1.071	2.723
	Sem	2.470Aa ± 447	2.784Aa ± 1.251	3.193Aa ± 1.040	3.286Aa ± 381	2.933
800	Com	1.691Ba ± 1.289	3.153ABa ± 947	2.514Ba ± 225	3.190Aa ± 716	2.637
	Sem	2.462Ba ± 771	2.851Ba ± 513	2.190Ba ± 431	4.132Aa ± 1.581	2.909
	Média	2.124	2.962	2.749	3.367	2800
Massa seca de forragem verde: MSFV (kg MS × ha <sup>-1</sup> × ciclo <sup>-1</sup> )						
400	Com	4.600Aa ± 858	4.597Ab ± 794	4.838Aa ± 854	3.884Aa ± 1.270	4.480
	Sem	4.310Aa ± 535	4.896Ab ± 608	4.743Aa ± 1.570	3.653Aa ± 489	4.401
800	Com	3.949Ba ± 812	6.267Aa ± 1.243	5.032ABa ± 203	3.834Ba ± 754	4.771
	Sem	5.310Aa ± 902	5.500Aab ± 682	5.803Aa ± 1.068	5.163Aa ± 1.043	5.444
	Média	4.542	5.405	5.104	4.134	4.774
Massa seca de lâmina foliar verde: MSLV (kg MS × ha <sup>-1</sup> × ciclo <sup>-1</sup> )						
400	Com	2.877Aa ± 206	2.710Ab ± 358	2.704Ab ± 565	2.400Aa ± 956	2.673
	Sem	2.766Aa ± 470	2.962Ab ± 419	2.968Aab ± 763	2.292Aa ± 377	2.747
800	Com	2.557Ba ± 399	3.870Aa ± 685	2.782Bb ± 197	2.739Ba ± 635	2.987
	Sem	3.141Aa ± 578	3.302Aab ± 595	3.456Aa ± 548	3.108Aa ± 463	3.252
	Média	2.835	3.211	2.978	2.635	2.915
Massa seca de colmo verde: MSCV (kg MS × ha <sup>-1</sup> × ciclo <sup>-1</sup> )						
400	Com	1.723Aa ± 671	1.888Aa ± 468	2.133Aa ± 391	1.484Aab ± 313	1.807
	Sem	1.544Aa ± 254	1.933Aa ± 414	1.775Aa ± 809	1.361Aab ± 157	1.653
800	Com	1.392Ba ± 627	2.397Aa ± 587	2.250Aa ± 217	1.095Bb ± 194	1.784
	Sem	2.169Aa ± 384	2.199Aa ± 347	2.347Aa ± 543	2.055Aa ± 587	2.193
	Média	1.707	2.104	2.126	1.499	1.859

Letras maiúsculas iguais na linha, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher  
 Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher

As massas de forragem total (MSFT), viva (MSFV), de folha (MSLV) e de colmo (MSCV) pré-pastejo (Tabela 5) apresentaram pouca variação, com 800C, indicando diminuição no último ciclo. Corroborar com o observado, a distribuição da precipitação (Tabela 3) em associação com os teores de MO (Figura 1). Essa resposta justifica-se,

pois, quando da maior presença de MO dá-se maior oportunidade de retenção da água precipitada especialmente em solos arenosos (CÂMARA; KLEIN, 2005), e maior aprisionamento do N, haja vista que é nesse compartimento do solo que há possibilidade de armazenamento desse elemento, sendo utilizado pelas culturas após sua mineralização (d'ANDRÉA et al., 2004).



**Figura 1** – Teores de matéria orgânica nos solos de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

A MSFV pré-pastejo (Tabela 5) apresentou mesmo comportamento entre os tratamentos. Contudo, no segundo ciclo, houve maior produção ( $P < 0,05$ ) dessa variável nos tratamentos com maior nível de nitrogênio, destacando o efeito deste, notadamente quando da disponibilidade dos demais fatores relacionados ao crescimento vegetal (por exemplo, água). Como verificado na altura pré-pastejo (Tabela 3), as produções de MSFV e de MSLV apresentaram comportamento similar a MSFT (Tabela 5), sendo demonstradas as relações com a altura pré-pastejo, pelas correlações observadas ( $r = 0,61$  e  $0,54$  para MSFV e MSLV, respectivamente), na média dos tratamentos. Essas características apresentam relevância, já que suas disponibilidades tornam-se as mais importantes para o consumo animal, quando comparadas à produção de MSFT (SILVA et al., 2007). Porém, o aumento dessas produções não se traduz totalmente na maior oportunidade de consumo aos animais, sendo que para as gramíneas  $C_4$  a elevação em altura se traduz em diminuição da densidade dessa forragem ao longo do dossel (SILVA et al., 2007), proporcionando maior dificuldade de apreensão e menor volume de massa de forragem por bocado (STOBBS, 1973).

No que se refere à MSCV pré-pastejo (Tabela 5), foi verificada manutenção desta, ao longo dos ciclos, com diminuição observada para o tratamento 800C no último ciclo. Esse comportamento resultou do período de descanso utilizado (tempo para formação de 2,5 novas folhas), reduzindo a possibilidade de obtenção do IAF crítico. Associa-se ainda, no último ciclo, a menor produção de lâminas foliares (Tabela 5), dada em função do menor aporte de água, causando a diminuição no IAF pré-pastejo (Tabela 6), este se distanciando do IAF crítico, proporciona melhor distribuição da luz ao longo do dossel, reduz a variação do vermelho:vermelho distante, não induzindo ao alongamento das hastes (CÂNDIDO et al., 2005; TAIZ; ZEIGER, 2009).

**Tabela 6** – Índice de área foliar pré-pastejo, de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

Adubação	Suplementação	Ciclo				Média
		1	2	3	4	
Índice de área foliar: IAF pré-pastejo ( $m^2 \times m^{-2}$ )						
400	Com	5,14Ab $\pm$ 0,92	5,27Ab $\pm$ 0,62	5,08Ab $\pm$ 1,58	3,50Ab $\pm$ 0,05	4,75
	Sem	5,29ABb $\pm$ 0,65	5,27ABb $\pm$ 0,95	6,55Aab $\pm$ 1,38	3,96Bb $\pm$ 0,88	5,27
800	Com	5,68Bab $\pm$ 1,21	7,41Aa $\pm$ 1,86	5,80Bb $\pm$ 0,37	4,87Bab $\pm$ 0,81	5,94
	Sem	6,88Aa $\pm$ 1,22	6,64Aab $\pm$ 1,53	7,47Aa $\pm$ 1,03	6,52Aa $\pm$ 0,78	6,88
Média		5,75	6,15	6,23	4,71	5,71

Letras maiúsculas iguais na linha, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher  
Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher

A condição residual da pastagem relaciona-se diretamente com a possibilidade de obtenção de alimento pelos animais, em condições adequadas, permitindo a seleção de dietas nutricionalmente equilibradas. Todavia, quando de baixas disponibilidades, resulta em pastejo de forma menos seletiva, limitando a obtenção de uma dieta ajustada nutricionalmente, conforme descrito em Cândido et al. (2005). Nesse sentido, não foi observado condição limitante, tendo em vista terem sido verificados valores de MSFT residual, sempre superiores a 2.000 kg MS  $\times$  ha<sup>-1</sup> (Tabela 7), conforme descrito em Jochims et al. (2010).

Entre tratamentos, dentro de ciclo, foi verificada diferença para o tratamento 800S nas variáveis MSFT, MSFM e MSLV pós-pastejo (Tabela 7), especialmente no primeiro ciclo. Essa condição também corrobora com o melhor desempenho desse tratamento em detrimento dos demais.

**Tabela 7** – Índices de produção de massas pós-pastejo, de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

Adubação	Suplementação	Ciclo				Média
		1	2	3	4	
Massa seca de forragem total: MSFT (kg MS × ha <sup>-1</sup> × ciclo <sup>-1</sup> )						
400	Com	2.800Bb ± 1.780	4.196ABa ± 575	4.204ABb ± 844	4.838Aa ± 1.041	4.010
	Sem	2.913Bb ± 1.439	3.633ABa ± 846	4.394Ab ± 545	4.989Aa ± 847	3.982
800	Com	2.031Bb ± 833	4.033Aa ± 968	4.334Ab ± 692	5.030Aa ± 1.313	3.857
	Sem	4.634Aa ± 885	4.994Aa ± 738	6.002Aa ± 873	5.226Aa ± 1.087	5.214
	Média	3.095	4.214	4.734	5.021	4.266
Massa seca de forragem morta: MSFM (kg MS × ha <sup>-1</sup> × ciclo <sup>-1</sup> )						
400	Com	1.079Bb ± 636	1.779ABa ± 751	1.682Bb ± 209	2.119ABa ± 246	1.664
	Sem	1.307Bb ± 754	1.583ABa ± 605	1.849ABab ± 160	2.223Aa ± 277	1.741
800	Com	934Bb ± 505	1.520ABa ± 661	1.746Ab ± 191	2.066Aa ± 458	1.567
	Sem	2.158ABa ± 453	1.958Ba ± 294	2.834Aa ± 770	1.937Ba ± 530	2.222
	Média	1.370	1.710	2.028	2.086	1.799
Massa seca de forragem viva: MSFV (kg MS × ha <sup>-1</sup> × ciclo <sup>-1</sup> )						
400	Com	1.721Aa ± 1.146	2.417Aa ± 202	2.523Aa ± 739	2.719Aa ± 794	2.345
	Sem	1.606Ba ± 713	2.050ABa ± 408	2.545Aa ± 514	2.766Aa ± 571	2.242
800	Com	1.097Ba ± 483	2.512Aa ± 445	2.588Aa ± 587	2.964Aa ± 922	2.290
	Sem	2.476Ba ± 777	3.036ABa ± 452	3.168ABa ± 307	3.289Aa ± 729	2.992
	Média	1.725	2.504	2.706	2.935	2.467
Massa seca de lâmina viva: MSLV (kg MS × ha <sup>-1</sup> × ciclo <sup>-1</sup> )						
400	Com	698Bb ± 289	1.147Aa ± 313	1.062ABa ± 373	1.309Aa ± 220	1.054
	Sem	703Bb ± 224	873ABa ± 240	1.058ABa ± 255	1.220Aa ± 223	964
800	Com	598Bb ± 93	1.053Aa ± 194	1.022Aa ± 425	1.006Aa ± 264	920
	Sem	1.102Aa ± 284	1.140Aa ± 123	1.213Aa ± 273	1.106Aa ± 221	1.140
	Média	775	1.053	1.089	1.160	1.020
Massa seca de pseudo-colmo vivo: MSCV (kg MS × ha <sup>-1</sup> × ciclo <sup>-1</sup> )						
400	Com	1.023Aa ± 862	1.270Aa ± 123	1.461Aa ± 427	1.411Aa ± 574	1.291
	Sem	903Aa ± 518	1.177Aa ± 177	1.487Aa ± 408	1.546Aa ± 364	1.278
800	Com	499Ba ± 405	1.458Aa ± 342	1.566Aa ± 179	1.959Aa ± 681	1.371
	Sem	1.373Ba ± 580	1.897ABa ± 375	1.954ABa ± 121	2.183Aa ± 589	1.852
	Média	950	1.451	1.617	1.775	1.448

Letras maiúsculas iguais na linha, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher  
 Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher

A maior disponibilidade inicial de MSFT e manutenção desse comportamento ao longo dos ciclos proporcionaram maiores perdas de forragem produzida (Tabela 7), conforme processo descrito em Wilson (1981), diminuindo a eficiência de utilização dos recursos utilizados no processo produtivo, mesmo tendo sido utilizada a taxa de lotação



variável, como resultado da não obtenção do ajuste pleno. Também como decorrência dessa maior MSFT, houve maior MSCV, dado o maior IAF pré-pastejo verificado no tratamento 800S. Esse maior IAF pode ter contribuído no aumento do sombreamento desse tratamento, induzindo ajustes na estrutura do dossel, como o alongamento das hastes, e como forma de melhorar o aproveitamento da luz disponível (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Como reflexo dessa maior MSFT residual, verificou-se maior ( $P < 0,05$ ) MSLV residual para o tratamento 800S, no primeiro ciclo, mantendo-se estável ao longo dos ciclos. Quanto aos demais tratamentos, observou-se crescimento dessa variável ao longo dos mesmos (Tabela 7). Essa maior MSLV residual refletiu no maior IAF residual (800S) (Tabela 2), o que pode justificar, em parte, no melhor desempenho do tratamento 800S, no que se refere às variáveis relacionadas à produção de massa de forragem (SILVA et al., 2007). Confirmando com o verificado, Gomide et al. (2002) relataram ter a massa seca de lâmina foliar verde e o índice de área foliar residual, papel fundamental na rebrotação do pasto, pois a área foliar verde remanescente após o pastejo é diretamente proporcional à taxa de fotossíntese líquida do pasto.

A relação material vivo:material morto pré-pastejo apresentou comportamento decrescente na medida em que passaram os ciclos para todos os tratamentos (Tabela 8). A maior adubação nitrogenada proporcionou melhor relação nos ciclos centrais (2º e 3º), reflexo do maior crescimento do material vivo e manutenção dessa massa por maior período, em detrimento do material morto. O aumento das frações relacionadas às massas de forragem viva, sobretudo da MSLV pré-pastejo (Tabela 5), contribuiu na elevação da relação MV:MM nos ciclos intermediários, nos maiores níveis de adubação nitrogenada, como reflexo do aumento do número de células, induzido pelo nitrogênio. Notadamente quando da disponibilidade de água e demais fatores de produção em quantidade adequados (ciclos intermediários), oportunizou-se aumento da massa de lâminas.

A relação folha:colmo apresentou-se estável ao longo dos ciclos para os tratamentos sem concentrado (400S e 800S) e decrescente com o passar dos ciclos, com elevação no ciclo final para os tratamentos com concentrado (400C e 800C). Esse comportamento pode ser reflexo do maior consumo realizado por esses animais (dados

não apresentados) associado a sua capacidade de selecionar as lâminas foliares em detrimento dos pseudocolmos.

**Tabela 8** – Relações material vivo: material morto e folha:colmo pré-pastejo, de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

Adubação	Suplementação	Ciclo				Média
		1	2	3	4	
Pré-pastejo						
Relação material vivo: material morto: MV/MM						
400	Com	2,48Aa ± 0,52	1,68ABa ± 0,68	1,60Bb ± 0,43	1,37Ba ± 0,07	1,78
	Sem	1,77Aa ± 0,28	1,95Aa ± 0,60	1,49Ab ± 0,12	1,12Aa ± 0,20	1,58
800	Com	3,13Aa ± 1,79	2,05Ba ± 0,31	2,02Bab ± 0,24	1,26Ba ± 0,46	2,12
	Sem	2,28Aa ± 0,63	1,96ABa ± 0,26	2,66Aa ± 0,45	1,38Ba ± 0,55	2,07
	Média	2,42	1,91	1,94	1,28	1,89
Relação folha:colmo: F/C						
400	Com	1,85Aa ± 0,65	1,48ABa ± 0,28	1,28Bb ± 0,23	1,59ABb ± 0,31	1,55
	Sem	1,83Aa ± 0,46	1,58Aa ± 0,34	1,81Aa ± 0,41	1,69Ab ± 0,23	1,73
800	Com	2,03ABa ± 0,66	1,64BCa ± 0,20	1,25Cb ± 0,19	2,51Aa ± 0,52	1,86
	Sem	1,46Aa ± 0,19	1,54Aa ± 0,33	1,49Aab ± 0,14	1,56Ab ± 0,21	1,51
	Média	1,79	1,56	1,46	1,84	1,66

Letras maiúsculas iguais na linha, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher  
Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher

No último ciclo, o aumento dessa relação, devendo-se à elevação do número de perfilhos (Tabela 8) e a diminuição do seu tamanho, reduzindo a participação da MSCV na MSFT, melhorando a relação F/C, favorecendo o consumo, conforme descrito em Cândido et al. (2005). No que se refere às relações MV/MM e F/C residual, não foi observado efeito das doses de nitrogênio, de suplementos e de ciclo, com valores médios de 1,48 e 0,77, respectivamente.

A densidade populacional de perfilhos (DPP) apresentou crescimento ao longo dos ciclos, com maiores valores observados no último ciclo de pastejo (Tabela 9). Esse comportamento reflete o efeito das adubações, de forma que os dois níveis de nitrogênio utilizados proporcionaram condições adequadas para o perfilhamento, não havendo, nesse sentido, restrições (GOMIDE; GOMIDE, 1999), sobrepujando as limitações relacionadas à disponibilidade de água. Todavia, para o menor nível (400S), houve redução da DPP do primeiro para o segundo ciclo, como reflexo do ajuste da cultura à

menor disponibilidade de nutrientes nos momentos iniciais. Mas, ao longo dos demais ciclos, seu perfilhamento foi elevado, refletindo possível efeito acumulativo da adubação nitrogenada bem como das características do pasto.

**Tabela 9** – Densidade populacional de perfilhos, de pastagens de capim-mombaça, ao longo de ciclos, sob níveis de adubação nitrogenada, pastejado por vacas em lactação, recebendo suplementação, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

Adubação	Suplementação	Ciclo				Média
		1	2	3	4	
Densidade populacional de perfilhos: DPP (perfilhos $\times$ m <sup>2-1</sup> )						
400	Com	397,5Ba $\pm$ 43,8	324,8BCb $\pm$ 52,8	391,8Ba $\pm$ 44,2	506,3Aa $\pm$ 55,6	405,1
	Sem	407BCa $\pm$ 29,1	336,4Cb $\pm$ 87,4	415,8Ba $\pm$ 55,8	523,5Aa $\pm$ 74,5	420,7
800	Com	387Ba $\pm$ 37,6	446,3ABa $\pm$ 40,3	400,3Ba $\pm$ 29,3	497Aa $\pm$ 42,1	432,7
	Sem	465Ba $\pm$ 74,6	454,5Ba $\pm$ 26,1	461,5Ba $\pm$ 29,8	562,3Aa $\pm$ 64,9	485,8
	Média	414,1	390,5	417,4	522,3	436,1

Letras maiúsculas iguais na linha, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher  
 Letras minúsculas iguais na coluna, não diferem a 5,0%, pela diferença mínima significativa de Fisher

## CONCLUSÕES

As variáveis avaliadas, especialmente as relacionadas à produção da forragem, não apresentaram limitações quando da menor oferta de nitrogênio. Houve pouco reflexo nas variáveis estudadas quanto ao maior aporte de nitrogênio, resultando em desempenho aproximado entre os dois níveis de fertilização, podendo ser utilizada a menor dose avaliada. A suplementação dos animais com alimentos concentrados não influenciou as variáveis estudadas, necessitando de maiores períodos de avaliação.

Outro aspecto foi o uso do método de ajuste da taxa variável, proporcionando a manutenção de características pré-definidas de manejo, como índice de área foliar residual, número de folhas e massa de forragem. Os fatores edáficos (matéria orgânica) e climáticos (precipitação) influenciaram diretamente nas variáveis relacionadas à produção de massa de forragem, havendo maiores valores de produção quando da maior disponibilidade desses recursos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR., D.; MOSQUIM, P.R. et al. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.
- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A. et al. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1589-1595, 2000.
- CABRERA-BOSQUET, L.; ALBRIZIO, R.; ARAUS, J.L. et al. Photosynthetic capacity of field-grown durum wheat under different N availabilities: A comparative study from leaf to canopy. **Environmental and Experimental Botany**, v. 67, n.1, p. 145–152, 2009.
- CÂNDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A. Duração do Período de Descanso e Crescimento do Dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob Lotação Intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.398-405, 2005.
- CÂNDIDO, M.J.D., ALEXANDRINO, E., GOMIDE, C.A.M. et al. Período de Descanso, Valor Nutritivo e Desempenho Animal em Pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob Lotação Intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1459-1467, 2005.
- CAMARA, R.K.; KLEIN, V.A. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. **R. Bras. Ci. Solo**, 29:789-796, 2005.
- CHAPIN, F.S.; BLOOM, A.J.; FIELD, C.B. et al. Plant response to multiple environmental factors. **Bio Science**, v.37, p.49-57, 1987.
- D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N. et al. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.39, n.2, p.179-186, fev. 2004.
- DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1997. p.62.
- DANTAS NETO, J.; SILVA, F.A.S.; FURTADO, D.A. et al. Influência da precipitação e idade da planta na produção e composição química do capim-buffel. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.35, n.9, p.1867-1874, set. 2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa produção de informação, 2006. 306p.

FAGUNDES, L.J.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A. et al. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubadas com nitrogênio. **Pesq. agropec. bras.**, v.40, n.4, p.397-403, 2005.

GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A.J. et al. Respostas morfológicas e estruturais de *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.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J.A.; MARTINEZ, Y. et al. Fotossíntese, reservas orgânicas e rebrota do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) sob diferentes intensidades de desfolha do perfilho principal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 06, p. 2165-2175, 2002.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A. Análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.675-680, 1999.

JOCHIMS, F.; PIRES, C.C.; GRIEBLER, L.; et al. Comportamento ingestivo e consumo de forragem por cordeiras em pastagem de milheto recebendo ou não suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.572-581, 2010.

LOPES, M.N.; LACERDA, C.F.; CÂNDIDO, M.J.D. et al. Gas exchange in massai grass under five nitrogen fertilization levels during establishment and regrowth. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.9, p.1862-1869, 2011b.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D.M. da; NASCIMENTO JR, D. do et al. Características morfológicas e estruturais de capim-massai submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 03, p. 665-671, 2006.

PENA, K.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SILVA, S.C. et al. Características morfológicas, estruturais e acúmulo de forragem do capim-tanzânia submetido a duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2127-2136, 2009.

PERES, A.A. **Viabilidade técnica e econômica de sistemas de produção a pasto para vacas em lactação sob manejo rotacionado**. Campos dos Goytacazes, RJ, 2006, 181 f. Tese (Doutorado em Produção Animal).

RIBEIRO, E. M. **Produtividade do capim tanzânia em função de lâminas de água e níveis de nitrogênio no Vale do Curu, CE**. 2006, Fortaleza, CE, (Dissertação de Mestrado, UFC), 86 f.

ROBSON, M.J.; RYLE, G.J.A.; WOLEDGE, J. The grass plant its form and function. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Eds.) **The grass crop**. Chapman ; Hall, 1988. p.25-83.

SAS Institute Inc. (2008). **SAS System for Windows**. SAS/STAT(r) 9.2 User's Guide. Cary, NC, SAS Institute Inc.

SILVA, C. C. F.; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V. et al. Características morfológicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.657-661, 2009.

SILVA, H.A.; KOEHLER, H.S.; MORAES, A. et al. Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais – Paraná. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p. 445-450, mar-abr, 2008.

SILVA, R.G.; CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M. Produção de forragens irrigadas em escala comercial para utilização na alimentação de caprinos e ovinos. **Anais... III Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte**, João Pessoa, Paraíba, Brasil, 05 a 10 de novembro de 2007. Disponível em: <http://www.neef.ufc.br/pal%20Sincorte3%20-%20Work%2012%20-%20Rodrigo%20Greg%F3rio%20da%20Silva.pdf>,> acessado em: 20/03/2011.

SILVA, R.G.; CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M. et al. Características estruturais do dossel de pastagens de capim-tanzânia mantidas sob três períodos de descanso com ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1255-1265, 2007.

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24, n.6, p.821-829, 1973.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Editora Artmed, 2009. 848p.

WERNER, J.C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49p. (Boletim Técnico, 18).

WILSON, J. W. Analysis of growth, photosynthesis and light interception for single plants and stands. **Annals of Botany**, London, v.48, n.3, p.507-512, 1981.

### **CAPÍTULO III**

**Comportamento de vacas leiteiras suplementadas, em pastagem de capim-mombaça, sob diferentes níveis de intensificação**

## Comportamento de vacas leiteiras suplementadas, em pastagem de capim-mombaça, sob diferentes níveis de intensificação

### RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência da intensificação do sistema de produção de leite via doses de nitrogênio e de níveis de produção dos animais, em pastagens de capim-mombaça, pastejada por vacas, no comportamento diário de vacas leiteiras mestiças. O experimento consistiu de quatro tratamentos. Foram eles, na sequência crescente de intensificação: 1º » adubação com 400 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>, com vacas de baixa produção; 2º » adubação com 800 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>, com vacas de baixa produção; 3º » adubação com 400 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>, com vacas de alta produção; 4º » adubação com 800 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>, com vacas de alta produção. Foram avaliados durante quatro ciclos, durante o período chuvoso dos anos 2009/2010. Foram utilizadas dezesseis vacas, sendo quatro por tratamento, com análises realizadas ao longo de três dias. As leituras foram realizadas a intervalos de 10 minutos. Após essa etapa, os dados foram agrupados em oito períodos de três horas. Foi observado interação entre os tratamentos e os períodos do dia com exceção do “comportamento urinando” que só apresentou efeito de período. A adubação influenciou positivamente no “comportamento pastejando”, elevando o tempo gasto na expressão do mesmo. Para outras atividades, o efeito foi negativo, diminuindo o tempo de deslocamento dos animais. A adubação e a interação adubação/suplemento proporcionaram maior tempo de utilização de sombra pelos animais. A utilização de alimento concentrado elevou o número de defecações, com concentração durante os períodos de maior permanência no pasto. O período do dia influenciou o “comportamento bebendo”, causando maior consumo de água nos períodos de maiores temperaturas, assim como os tratamentos intermediários apresentaram maiores consumos.

**Palavras-chave:** adubação nitrogenada, etologia, pastagem, suplementação.



**Behavior of supplemented dairy cows in pasture of Mombasa grass, under different enhancement levels**

**ABSTRACT**

We aimed to evaluate the influence of intensification in milk production via different nitrogen levels and production levels of animals, in pastures of Mombasa grass, grazed by cows, on the daily behavior of crossbred dairy cows. The experiment consisted of four treatments, in increasing sequence of enhancement, as follow: 1° » fertilization with 400 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$ , with low yield dairy cows; 2°» fertilization with 800 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$ , with low yield dairy cows; 3°» fertilization with 400 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$ , with high yield dairy cows; 4°» fertilization with 800 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$ , with high yield dairy cows. These were evaluated during four cycles, during the rainy period of the years 2009/2010. It was used sixteen cows, four per treatment, with analyses performed over three days. The readings were made at 10 minutes-intervals. Afterwards, data were clustered into eight periods of three hours. An interaction was observed between treatments and day periods, except for urinating behavior that was only affected by the period. The fertilization had positive influence on the grazing behavior, increasing the time spent to expressing it. For the other activities the effect was negative, reducing the displacement time of animals. The fertilization and the interaction fertilization x supplement provided a longer use of shading by the animals. The use of concentrate feed increased the number of defecations, especially during the periods of longer permanence in the pasture. The day period influenced the drinking behavior, leading to a higher consumption of water in the periods with higher temperatures, as well as intermediate treatments presented higher consumption.

**Key words:** etologia, nitrogen fertilization, pasture, supplementation.

## INTRODUÇÃO

A utilização de animais domésticos para a produção de alimentos destinados ao homem vem, a cada dia, demandando mais conhecimentos relacionados aos vários aspectos envolvidos em seus processos produtivos.

Os bovinos apresentam comportamento gregário, formando pequenos grupos, tendo o comportamento individual influência direta dos demais membros do grupo. Estes se organizam de forma hierárquica, onde cada animal define sua posição como dominante ou submisso, após os embates par a par (COSTA-E-SILVA, 2007). Como resultado, tem-se a definição de prioridades por fatores como água, sombra, alimento, etc. Pereira et al, (2005) relatam que as atividades diárias dos animais em pastejo são compostas por períodos alternados de pastejo, descanso, ruminação e demais atividades e enfatiza que a referida atividade se concentra durante o período diurno. Entretanto, quando há limitação ambiental (temperatura e radiação) há também, elevação do tempo de pastejo no período noturno.

Entre os aspectos produtivos, ganham importância os relacionados ao comportamento dos animais de produção, por estarem intimamente ligados aos processos moleculares e fisiológicos, fazendo a ligação entre o organismo e o ambiente (SNOWDON, 1999). Desta forma, um sistema de produção de animais, mantidos num ambiente de pastagem, apresenta diversos fatores e suas interações podem afetar o seu comportamento, especialmente o ingestivo, comprometendo o seu desempenho (PARDO et al., 2003). Zanine et al. (2006) avaliando o comportamento de bovinos em pastagem observaram padrões semelhantes, independentes das categorias de animais, para algumas variáveis. Para o tempo de pastejo foram observados picos nas horas mais frias do dia, sobretudo no início desse período.

No que se refere ao consumo de animais em pastejo, vários são os fatores que influenciam tal característica, sendo eles: características do animal, características do alimento e características de manejo e ambiente. Sendo assim, o desempenho dos animais em pastejo é influenciado significativamente pelo tamanho e a taxa de bocado. Essas duas características, por sua vez são determinadas por características do próprio animal, do clima e do ecossistema da pastagem. Assim é que Heringer; Carvalho (2002) relatam que para o animal colher o alimento em maior volume torna-se necessário que o

bocado seja de bom tamanho (condição necessária para um consumo adequado) e esse sendo influenciado diretamente pela massa de forragem disponível, bem como sua disposição na área de pastagem.

Dos fatores relacionados ao alimento, a suplementação com alimentos concentrados apresenta-se como relevante no que tange às alterações ligadas ao comportamento dos animais, especialmente os energéticos (PEREIRA et al, 2005).

No que se refere ao pasto, a fertilização com nitrogênio poderá contribuir positivamente na produção individual e notadamente por área. Contudo, Da Silva (2006) relata que a adoção da intensificação do recurso pastagem não tem sido bem entendido e que vem sendo utilizado de forma inadequada, não sendo difícil visualizar casos de diminuição da eficiência de utilização das pastagens, elevando-se as perdas por senescência e perda do controle do alongamento de hastes.

Objetivou-se avaliar a influência da intensificação do sistema de produção de leite via doses de nitrogênio e de níveis de produção dos animais em pastagens de capim-mombaça, pastejada por vacas, no comportamento diário de vacas leiterias mestiças.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido nas coordenadas 7° 5' 37"S de latitude e 48° 12' 16"W de longitude, na fazenda da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins (EMVZ-UFT), Campus de Araguaína. De acordo com a classificação de Köppen, a região apresenta clima tipo Aw (quente úmido), com temperatura média de 28° C e precipitação pluviométrica média de 1.800 mm anuais. O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico, de acordo com metodologia da EMBRAPA (2006). Os dados meteorológicos (temperatura e radiação) observados durante o período experimental estão apresentados na Figura 1.

Os dias em que se realizaram as avaliações foram: 07/08 de fevereiro, 06/07 de março e 30/31/03; característicos do período chuvoso da região. A divisão da área foi realizada em quatro subáreas, constituindo-se os quatro sistemas de pastagem, manejadas em lotação rotativa com lotação e período de descanso variáveis. O período

de descanso foi definido em função do tempo necessário para a formação de 2,5 folhas, baseados em Cândido et al., (2005).

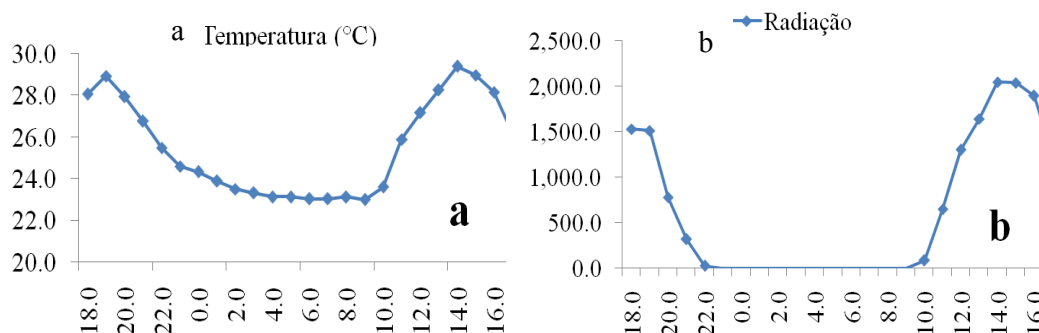


Figura 1 – Temperatura média (a), em °C, e radiação média (b),  $\text{kJ}\times\text{m}^{-2}$ , ao longo do dia, agrupados em oito períodos de três horas cada, em área de pastagem manejada sob lotação rotativa durante o período chuvoso em Araguaína – TO.

Foram consideradas como folhas inteiras as que surgissem após a saída dos animais (durante o período de descanso) que estivessem totalmente íntegras ou que apresentassem pelo menos 70% do tamanho de uma folha adulta. A meia folha foi identificada como a mais nova folha, ainda em expansão.

Cada sistema era constituído por dezesseis piquetes com dimensões de 25 x 48 m, totalizando 1.200 m<sup>2</sup>. Desse total de piquetes (dezesseis) foi utilizado número variável ao longo dos ciclos, definido em função da necessidade de tempo para a expansão de 2,5 novas folhas vivas. Os demais foram utilizados pelos animais de equilíbrio, na medida em que se fazia necessário.

Essa necessidade era observada avaliando-se nível de produção do pasto, sendo estes animais utilizados para que fosse obtido o rebaixamento do dossel ao nível em que o IAF residual se aproximasse do valor 2,0. Todos os piquetes davam acesso a um corredor que levava ao centro da área, onde se localizava a sala de ordenha e as áreas de descanso correspondentes aos sistemas. No centro da área foi disponibilizado um ponto de água e outro de sombra.

A área de sombra dispunha de aproximadamente 10 m<sup>2</sup> por animal (PEIXOTO et al., 1998), variando conforme a entrada e saída de animais e era constituída por armação de madeira com 3,0 m de altura e coberta com tela de sombreamento com 80% de

retenção dos raios solares. Assim, os animais tinham acesso livre ao pasto, a área de sombra e ao ponto de água.

Foram utilizadas 48 vacas leiteiras mestiças oriundas da própria Fazenda da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia e de produtores da região. Os lotes foram separados após um período de desafio. Durante esse período, todos os animais tiveram acesso a suplementação concentrada *ad libitum*, mantidos todos na mesma área de pastagem. Após essa fase, foram identificadas as vacas por nível de produção.

De posse da informação do potencial de produção de leite, foram separados quatro lotes, cada um com oito animais. Dentro de cada lote, foram identificados quatro animais com marcações em tinta no dorso. Dos quatro lotes, dois eram compostos por animais que responderam à suplementação ( $\geq 15,0$  L de leite ao dia) e dois que não responderam à suplementação ( $\leq 11,0$  L de leite ao dia).

Os dois lotes com produção acima de 15,0 L foram mantidos com suplementação na proporção de um quilo de alimento concentrado para cada 3,0 L de leite. Os dois lotes de menor produção foram mantidos somente recebendo sal mineral completo, com fórmula comercial, para vacas de leite (com 80 g de fósforo).

Para os dezesseis animais com suplementação, oito foram mantidos em área de pastagem com dose de nitrogênio (N) equivalente a  $400 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  e outros oito mantidos em área de pastagem com dose equivalente a  $800 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$ . Esse mesmo procedimento foi adotado para os animais sem suplementação.

Desta forma, foram definidos os quatro tratamentos:  $400 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  com suplementação (400C),  $400 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  sem suplemento (400S),  $800 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  com suplemento (800C) e  $800 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  sem suplemento (800S). Os tratamentos constituíam-se de quatro níveis de intensificação do sistema, partindo de sistemas menos intensivos a mais intensivos. Essa sequência, em ordem crescente de intensificação, foi: 400S, 800S, 400C e 800C. As doses de N a serem aplicadas a cada ciclo foram obtidas pela transformação da dose anual para diária e depois multiplicadas pelo número de dias do ciclo, por tratamento.

Em cada tratamento, foram identificados quatro animais, totalizando dezesseis unidades amostrais. As avaliações foram realizadas em três dias, durante as 24h. O intervalo de amostragem foi de 10min, conforme recomendado por Silva et al. (2008).

As avaliações foram precedidas de um período de adaptação dos animais à presença de pessoas durante o dia, ao longo das áreas de pastagem e descanso. Em cada tratamento foram utilizados dois amostradores por período. Um amostrador permanecia no piquete e outro na área de descanso, tendo em vista a impossibilidade de visualização das duas áreas por uma só pessoa.

Após a tabulação dos dados, os mesmos foram agrupados em oito períodos de três horas cada. As informações sobre os comportamentos foram agrupadas na forma de tempo, em horas, por período. Os períodos foram: Período 1 – 18h às 21h; Período 2 – 21 à 00h; Período 3 - 00 às 3h; Período 4 – 3 às 6h; Período 5 – 6 às 9h; Período 6 – 9 às 12h; Período 7 – 12 às 15h; Período 8 – 15 às 18h.

Parte das amostras foi tomada de modo instantâneo a intervalos de dez minutos (Utilizando a sombra, durante as doze horas de sol; Pastagem; Pastejando, Ruminando, Outras atividades ou Ócio, nas 24 horas). O outro tipo de mensuração, denominado conjunto de atividades pontuais (Defecando, Urinando e Bebendo água), era efetuado cada vez que o animal executava a atividade.

Durante a avaliação do comportamento animal, realizaram-se observações referentes à taxa de bocados, expressa em bocados por minuto, em que eram contados os números de bocados realizados pelos animais de teste em um determinado tempo.

Como primeiro passo da análise estatística, procedeu-se a um estudo para verificar se as pressuposições de distribuição normal, aditividade e homocedasticidade dos dados foram atendidas. No presente estudo todos os dados atenderam a essas pressuposições e não se efetuaram transformações.

Para a análise estatística dos dados referentes ao comportamento dos animais utilizou-se

o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + \varepsilon_{ijk} ,$$

em que

$Y_{ijk}$  = observação relativa ao  $i^{\circ}$  tratamento, no  $j^{\circ}$  período do dia,  $k^{\circ}$  bovino;

$\mu$  = média da população;

$T_i$  = efeito do  $i^{\circ}$  tratamento;

$i = 1, 2, 3, 4$  níveis de intensificação;

$P_j$  = efeito do  $j^{\circ}$  período do dia;

$j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$  períodos do dia;  
 $\epsilon_{ijk}$  = efeito aleatório relativo ao  $k^{\circ}$  bovino,  
no  $j^{\circ}$  período do dia, do  $i^{\circ}$  tratamento;  
 $k = 4$  bovinos por tratamento (repetição).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis analisadas referentes ao tempo de pastejo, de ruminação, de ócio e do tempo envolvido em outras atividades apresentaram comportamento similar, havendo interação ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos e o período do dia, sendo realizado o desdobramento das análises (Tabela 1).

Uma das formas de se elevar o aporte nutricional é o fornecimento de nutriente às plantas, especialmente do nitrogênio. Este elemento tem a propriedade de elevar os níveis de produção das culturas conforme observado por Sousa et al. (2005) que ao avaliar a aplicação de diferentes níveis de N em pastagens formadas por diferentes variedades de *Panicum maximum*, observaram respostas significativas, com incremento da produção na medida em que se elevou as doses de N aplicadas.

A melhoria na qualidade da pastagem com o aumento da fertilização foi verificada por Heringer e Moojen (2002), que estudando a utilização de níveis de N na cultura do Milheto, observaram que o incremento da adubação não causou alterações nos padrões da pastagem, especialmente na participação das frações folha e colmo ao longo do dossel. No entanto, influenciou positivamente no teor de (PB) e levemente na digestibilidade da cultura. Rodrigues et al. (2005) também observaram efeito linear da adubação com a proteína, elevando-se o teor de PB na medida em que se elevou a adubação nitrogenada.

Já Brâncio et al. (2003) estudando algumas variedades de *Panicum maximum* observaram melhoria na relação folha:colmo e folha:material morto, contribuindo positivamente na qualidade da massa de forragem produzida. Mas, para Carvalho et al. (2001), a adubação nitrogenada proporciona incremento da produção da forragem, dada também pela elevação da altura. Esse fator sendo relevante na perda da qualidade,

notadamente da estrutura, tendendo a influenciar diretamente na maior dispersão da massa de forragem ao longo do dossel.

Em função desses aspectos foi observado que na medida em que foi disponibilizada maior quantidade de nutrientes aos animais, houve elevação do tempo de pastejo. A adubação sendo, o fator determinante nessa característica (Tabela 1), teve como resultado o maior aporte de folhas ao longo do dossel e a melhoria da qualidade nutricional da massa de forragem produzida.

O tempo total de pastejo foi de 6,88h (Tabela 1) para o tratamento 800C, valor esse superior ( $P < 0,05$ ) aos tratamentos 400S e 400C que apresentaram valores de 6,21 e 6,11h (Tabela 1), respectivamente. Desta forma, a adubação, por ter estimulado os animais a maior permanência em pastejo, pode ter proporcionado maior consumo.

No que se refere aos períodos, observou-se que os tratamentos tiveram em torno de 34,0% do tempo de pastejo durante o período noturno. O período 4 (3 às 6h) foi o que apresentou menor tempo de pastejo ao longo do dia. Verificou-se períodos de elevada atividade de pastejo ( $P < 0,05$ ) pós ordenha da manhã e da tarde e início da noite, similar ao verificado por Damasceno et al. (1999).

Nos períodos mais limitantes (6 e 7), por conta das condições climáticas (maiores temperaturas) (AZEVEDO et al., 2005), os tratamentos com suplementação apresentaram os menores percentuais de tempo de pastejo (23,9 e 16,4% para 400C e 800C, respectivamente) em detrimento dos tratamentos 400S e 800S, com 33,5 e 35,1%, respectivamente, haja vista que o fornecimento de alimento concentrado eleva a oferta de nutrientes aos animais, possibilitando aos mesmos a redução do tempo necessário na obtenção desses, via pasto.

Observou-se que, ao longo do dia, os animais do tratamento mais limitante (400S) recorreram em menor proporção à área de sombra (Tabela 2), permanecendo mais tempo na área de pastagem (Tabela 3), mas não resultou em maior tempo de pastejo (Tabela 1), conforme observado por Damasceno et al. (1999) que verificaram não serem alterados os tempos médios e frequência de alimentação quando da disponibilização de sombra.



**Tabela 1** – Tempo de permanência dos animais, em horas, nas condições Pastejando, Ruminando, em Ócio e Outras atividades, em área de pastagem manejada sob lotação rotativa durante o período chuvoso em Araguaína – TO

Período	Horário	Tratamentos				Média
		400S	800S	400C	800C	
Pastejando						
1	18:40-21:30	0,708Acd	0,389Bde	0,167Bf	0,806Ac	0,517
2	21:40-00:30	0,986ABb	0,972Bc	1,222Ab	1,097ABb	1,069
3	00:40-3:30	0,458BCde	0,292Cde	0,875Ac	0,694ABcd	0,580
4	3:40-6:30	0,083Af	0,167Ae	0,111Af	0,014Ae	0,094
5	6:40-9:30	0,403Be	0,486Bd	0,458Be	0,750Ac	0,524
6	9:40-12:30	1,122Bb	1,486Ab	0,611Cde	0,681Ccd	0,975
7	12:40-15:30	0,958Abc	0,847Ac	0,847Acd	0,444Bd	0,774
8	15:40-18:30	1,488Ca	2,010Ba	1,821Ba	2,371Aa	1,923
	Média	0,776B	0,831AB	0,764B	0,857 <sup>a</sup>	
Ruminando						
1	18:40-21:30	1,639Aa	1,569Aa	1,514Aa	1,583Aa	1,576
2	21:40-00:30	1,208Ab	1,153Ab	0,931Acd	1,222Abc	1,128
3	00:40-3:30	1,458Aab	1,292Aab	1,194Abc	1,444Aab	1,347
4	3:40-6:30	1,431Aab	1,208Ab	1,431Aab	1,486Aab	1,389
5	6:40-9:30	0,708Ac	0,611Ac	0,500ABe	0,292Bde	0,528
6	9:40-12:30	0,625Bc	0,361Bc	0,639Bde	1,069Ac	0,674
7	12:40-15:30	0,722Ac	0,458Ac	0,500Ae	0,569Ad	0,563
8	15:40-18:30	0,438Ac	0,424Ac	0,056Bf	0,211Abe	0,282
	Média	1,029A	0,885BC	0,845C	0,985AB	
Outras atividades						
1	18:40-21:30	0,264Bab	0,347ABab	0,514Aa	0,167Bb	0,323
2	21:40-00:30	0,306Aab	0,236Abcd	0,292Abc	0,264Aab	0,274
3	00:40-3:30	0,347Aa	0,125Bcd	0,306ABbc	0,153Bb	0,233
4	3:40-6:30	0,153ABb	0,083Bd	0,306Abc	0,083Bb	0,156
5	6:40-9:30	0,431Aa	0,167Bbcd	0,319ABbc	0,222Bab	0,285
6	9:40-12:30	0,354Aa	0,306Aabc	0,208Ac	0,181Aab	0,262
7	12:40-15:30	0,319ABab	0,431Aa	0,153Bc	0,361Aa	0,316
8	15:40-18:30	0,410ABa	0,342ABab	0,431Aab	0,229Bab	0,353
	Média	0,323A	0,255AB	0,316A	0,207B	
Em ócio						
1	18:40-21:30	0,389Cd	0,694ABcd	0,806Acd	0,444BCd	0,583
2	21:40-00:30	0,500Acd	0,639Acd	0,556Ad	0,417Ad	0,528
3	00:40-3:30	0,736Bbc	1,292Aa	0,625Bd	0,708Bc	0,840
4	3:40-6:30	1,333ABa	1,542Aa	1,153Bb	1,417Aa	1,361
5	6:40-9:30	0,931Ab	0,958Ab	0,556Bd	0,389Bde	0,708
6	9:40-12:30	0,844Bb	0,847Bbc	1,431Aa	1,069Bb	1,048
7	12:40-15:30	0,833Ab	0,569Bd	0,944Abc	0,569Bcd	0,729
8	15:40-18:30	0,396Ad	0,224ABe	0,069Be	0,145Abe	0,209
	Média	0,745BC	0,846A	0,767AB	0,645C	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma linha não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste “t”, de Student.

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na mesma coluna não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste “t”, de Student.

Para Paranhos da Costa e Cromberg (1997), o acesso à sombra é fundamental, pois proporciona aos animais a diminuição da irradiação solar direta, minimizando o

aporte térmico aos animais, reduzindo os efeitos do estresse térmico e que a busca pela sombra pode ser influenciada por diversos fatores, como tipo genético. Blackshaw e Blackshaw (1994) relatam também que fatores como taxa metabólica basal, capacidade de sudorese e potencial de produção de leite influenciam a capacidade adaptativa.

Sendo assim, como os animais do tratamento 400S apresentaram as menores produções, essa característica pode justificar a menor busca por sombra e maior permanência na área de pastagem, conjuntamente com a baixa qualidade da pastagem na qual permaneciam esses animais. Corroborando com isso, o fato do tratamento 800S ter apresentado comportamento inverso, pois por disporem de alimento de melhor qualidade, os animais puderam obter mais rapidamente seu alimento, permanecendo menor tempo no pasto (Tabela 3) e maior tempo na sombra (Tabela 2).

**Tabela 2** – Tempo de permanência dos animais, em horas, nas áreas de sombra, em área de pastagem manejada sob lotação rotativa durante o período chuvoso em Araguaína – TO

Período	Horário	Tratamentos				Média
		400S	800S	400C	800C	
Utilização de sombra pelos animais						
1	18:40-21:30	0,000Ac	0,000Ac	0,000Ab	0,000Ac	0,000
2	21:40-00:30	0,000Ac	0,000Ac	0,000Ab	0,000Ac	0,000
3	00:40-3:30	0,000Ac	0,000Ac	0,000Ab	0,000Ac	0,000
4	3:40-6:30	0,000Ac	0,000Ac	0,000Ab	0,000Ac	0,000
5	6:40-9:30	0,292Ab	0,000Bc	0,181Ab	0,083Abc	0,139
6	9:40-12:30	0,708Ca	1,861Aa	1,047Ba	1,653Aa	1,317
7	12:40-15:30	0,444Cb	0,944Bb	1,222Aa	0,681Cb	0,823
8	15:40-18:30	0,401Ab	0,000Cc	0,181ABb	0,234Abc	0,204
	Média	0,231	0,351	0,329	0,331	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma linha não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste “t”, de Student.

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na mesma coluna não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste “t”, de Student.

Para todos os tratamentos, os horários (6 e 7) de maior radiação (Figura 1) foram os que os animais mais buscaram a sombra. Esse comportamento deveu-se fortemente às condições climáticas (temperatura, radiação solar) que influenciam diretamente nos parâmetros fisiológicos adaptativos, desencadeando respostas comportamentais nos animais, como a busca por sombra na tentativa de diminuir o aporte energético e preservar sua temperatura o mais próximo da ideal (AZEVEDO et al., 2005; SILVA et al., 2007).

**Tabela 3** – Tempo de permanência dos animais, em horas, nas áreas de pastagem, manejadas sob lotação rotativa durante o período chuvoso em Araguaína – TO

Período	Horário	Tratamentos				Média
		400S	800S	400C	800C	
Tempo de permanência na pastagem						
1	18:40-21:30	2,972Aa	0,986Cd	1,611Bb	2,625Aa	2,049
2	21:40-00:30	2,750Aa	2,236Ba	1,681Cb	1,861BCb	2,132
3	00:40-3:30	1,972Ab	1,681Ab	1,694Ab	1,569Ab	1,729
4	3:40-6:30	2,000Ab	1,250Bcd	0,750Cc	1,000BCc	1,250
5	6:40-9:30	1,014Ad	0,208Bf	0,750Ac	0,903Ac	0,719
6	9:40-12:30	1,500Ac	0,597Ce	1,396ABb	1,000BCc	1,123
7	12:40-15:30	1,514Ac	1,333ABbc	1,403Ab	0,958Bc	1,302
8	15:40-18:30	2,766Aa	1,627Cbc	2,205Ba	2,581ABa	2,295
	Média	2,061A	1,240C	1,436BC	1,562B	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma linha não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste “t”, de Student.

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na mesma coluna não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste “t”, de Student.

O tempo de ruminação (Tabela 1) apresentou maior concentração nos períodos (1, 2, 3 e 4), conforme também observaram Damasceno et al. (1999). Essa característica pode ser resultado de serem esses, os períodos posteriores a um pico de consumo (período 8) e concomitantes a períodos de elevado consumo, caracterizando a alternância entre consumo e ruminação após o fim da tarde, entrando pela noite.

Associado a esse fato, o tratamento 400S apresentou maior tempo de ruminação, juntamente com o tratamento 800C, seguidos pelos tratamentos intermediários, caracterizando dois aspectos fundamentais. Baseado em Assis et al. (1999), que observaram influência positiva na degradabilidade de gramíneas, na medida que se elevou a adubação nitrogenada, pressupõe-se algumas características dos alimentos em estudo. O primeiro caso (400S), sendo reflexo de um possível alimento de qualidade inferior, diminui o aporte de nutrientes aos animais e influenciou na cinética ruminal, causando menor trânsito desse alimento, reduzindo o consumo. Já no segundo caso (800C), temos o maior aporte de nutrientes, com um alimento de melhor qualidade, proporcionando maior consumo, conforme observa-se no maior tempo de pastejo, demandando maior tempo de ruminação.

Vislumbra-se a possibilidade de se conceber maior consumo quando de um maior tempo de pastejo para os tratamentos avaliados, tendo em vista que o parâmetro “taxa de bocado” ( $33,4 \text{ boc.} \times \text{min}^{-1}$ ) não apresentou efeito significativo ( $P>0,05$ ) entre os

tratamentos, mesmo existindo a possibilidade de ter havido variação no tamanho do bocado.

No que se refere ao ócio (Tabela 1), os animais dos tratamentos intermediários (400C e 800S) apresentaram maior tempo diário, seguidos pelos tratamentos 400S e 800C. Já os comportamentos definidos como “outras atividades” (Tabela 1) apresentaram redução do tempo despendido pelos animais com a elevação da fertilização com nitrogênio.

A despeito do tempo de ócio dos animais, observou-se efeitos inversos ao ocorridos na “atividade ruminando”. Dessa conjunção, depreendeu-se que pelo fato de terem os animais maior necessidade de ruminação em função da baixa qualidade do alimento (400S) ou pelo elevado volume de alimento ingerido (800C) ocorreu, por parte dos animais, a necessidade de maiores tempos para as atividades “pastejando e ruminando”, sendo apropriado esse tempo da “atividade ócio”, haja vista ser mais reduzida a possibilidade de redução do tempo utilizado para outras atividades, necessárias, por exemplo, para realização de deslocamento em busca de alimentos.

Ainda no que se refere às “outras atividades”, compostas por brincadeiras e deslocamentos, exacerba-se o efeito relacionado à estrutura da pastagem em função da maior dose de N. Assim, observa-se que nos menores níveis de N, há a tendência de menor massa de folhas em detrimento dos outros componentes da pastagem (BRÂNCIO et al., 2003), induzindo os animais a realizarem deslocamentos na busca por outras estações de pastejo (CARVALHO, 2005).

Quanto às “atividades pontuais” (Tabela 4), não foi observado interação ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos e os períodos para a “atividade urinando”, somente ocorrendo diferenças entre os períodos ( $P < 0,05$ ). Para as demais, foi observada interação ( $P < 0,05$ ) e as análises foram desdobradas.

A “atividade urinando” apresentou elevação de sua frequência na medida em que amanheceu o dia, mostrando grande frequência logo após o início das “atividades de pastejo” (quando os animais levantavam-se, após um período de repouso) e mantendo maiores valores ao longo do dia, relacionados diretamente com os momentos de ordenha. Esse comportamento acompanha o observado para a variável “bebendo água”, que se concentrou durante período diurno.

**Tabela 4** – Tempo de permanência dos animais, em horas, nas áreas de pastagem, em área manejada sob lotação rotativa durante o período chuvoso em Araguaína – TO

Período	Horário	Tratamento				Média
		400S	800S	400C	800C	
Urinando						
1	18:40-21:30	0,583	0,667	0,583	0,667	0,625
2	21:40-00:30	0,417	0,500	0,500	0,750	0,542
3	00:40-3:30	0,250	0,500	0,250	0,583	0,396
4	3:40-6:30	0,417	0,333	0,417	0,499	0,417
5	6:40-9:30	0,750	0,833	1,000	1,083	0,917
6	9:40-12:30	0,750	0,917	0,917	1,000	0,750
7	12:40-15:30	0,750	0,833	1,000	0,833	0,854
8	15:40-18:30	0,750	1,000	0,499	1,250	0,875
	Média	0,583A	0,697A	0,573 <sup>a</sup>	0,833A	
Defecando						
						Média
1	18:40-21:30	0,417Bb	0,500ABb	0,667Abc	1,083Aabc	0,667
2	21:40-00:30	0,583Bb	0,583Bb	0,500Bc	1,333Aab	0,750
3	00:40-3:30	0,417Ab	0,667Aab	0,917Abc	0,833Abc	0,708
4	3:40-6:30	0,583Ab	0,583Ab	0,500Ac	0,833Abc	0,625
5	6:40-9:30	1,333Ba	0,917Bab	2,083Aa	1,500ABa	1,458
6	9:40-12:30	0,500Bb	1,167Aa	0,750ABbc	0,833ABbc	0,813
7	12:40-15:30	0,667Ab	0,750Aab	1,250Ab	1,000Aabc	0,917
8	15:40-18:30	0,750Ab	0,917Aab	0,667Ac	0,667Ac	0,750
	Média	0,656B	0,760AB	0,917AB	1,010A	
Bebendo						
						Média
1	18:40-21:30	0,000Bc	0,083Bc	0,500Acd	0,083Bcd	0,167
2	21:40-00:30	0,000Ac	0,000Ac	0,083Ae	0,000Ad	0,021
3	00:40-3:30	0,167Ac	0,167Abc	0,167Ade	0,000Ad	0,125
4	3:40-6:30	0,083Ac	0,000Ac	0,000Ae	0,000Ad	0,021
5	6:40-9:30	0,167Cc	0,500BCab	0,583Bbc	1,000Aa	0,563
6	9:40-12:30	1,083Aa	0,833Aa	0,333Bcde	0,250Bcd	0,625
7	12:40-15:30	0,333Bbc	0,833Aa	0,917Ab	0,417Bbc	0,625
8	15:40-18:30	0,667Bb	0,833Ba	1,500Aa	0,667Bab	0,917
	Média	0,313B	0,406AB	0,510 <sup>a</sup>	0,302B	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma linha não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste “t”, de Student.

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na mesma coluna não diferem ( $P>0,05$ ) pelo teste “t”, de Student.

A “atividade bebendo água” teve reflexo direto dos fatores climáticos, apresentando maiores valores nos períodos de temperaturas elevadas, associado à produção de leite, conforme observaram Damasceno et al. (1999). Para os animais com maior produção de leite, que recebiam alimento concentrado e que tiveram acesso ao pasto com maior nível de adubação, houve menor demanda por água. Esse aspecto pode ser resultado do fornecimento de mais nutrientes, dando oportunidade a esses animais de se manterem no período mais crítico nas áreas de sombra (Tabela 2). Por terem esses

animais deslocado o seu horário de pastejo para as horas de temperaturas mais amenas (final da tarde e noite), reduziu-se sua demanda por água. Enquanto que para o tratamento com menor aporte de nutrientes e menor potencial produtivo dos animais, esse consumo teve sua demanda reduzida em função da menor produção (TAPKI; SAHIN, 2006) e da melhor regulação térmica desses animais em função do ambiente no qual foram expostos.

Quanto ao “comportamento defecando”, houve relação direta com o aporte nutricional, notadamente pelo fornecimento de alimento concentrado. Na ausência do concentrado, houve redução ( $P < 0,05$ ) do número de defecações, podendo ser o resultado da menor taxa de passagem do alimento, ficando retido por mais tempo no sistema gastrointestinal, conforme observado por Pompeu et al. (2009).

## CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada influenciou positivamente no tempo de pastejo e negativamente no tempo gasto com deslocamento. O nível de intensificação causou mudanças nos tempos de ruminação, elevando-se quando do nível menos intensivo bem como no maior nível de intensificação. A busca por sombra foi influenciada pelo período do dia e pelo nível de intensificação, havendo menor utilização no nível nutricional mais restrito. O nível de intensificação menos intensivo induziu os animais a permanecerem mais tempo na área de pastagem. Os animais urinaram, beberam e defecaram, em maior proporção, nos períodos diurnos. A utilização de alimento concentrado elevou a frequência de defecação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, M.A.; SANTOS, G.T.; CECATO, U. et al. Degradabilidade *in situ* de gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas ou não a adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum**, 21(3):657-663, 1999.

AZEVEDO, M.; PIRES, M.F.A.; SATURNINO, H.M. et al. Estimativa de Níveis Críticos Superiores do Índice de Temperatura e Umidade para Vacas Leiteiras 1/2, 3/4 e

7/8 Holandês-Zebu em Lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.

BLACKSHAW, J.K.; BLACKSHAW, A.W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.34, p.285-295, 1994.

BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Avaliação de Três Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob Pastejo: Disponibilidade de Forragem, Altura do Resíduo Pós-Pastejo e Participação de Folhas, Colmos e Material Morto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.55-63, 2003.

CÂNDIDO, M.J.D.; GOMIDE, C.A.M.; ALEXANDRINO, E. et al. Morfofisiologia do Dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob Lotação Intermitente com Três Períodos de Descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.406-415, 2005.

CARVALHO, P.C. de F. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 22., Piracicaba, 2005. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 07-31.

CARVALHO, C.A.B.; SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. et al. Carboidratos não estruturais e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 4, p. 667-674, 2001.

COSTA-E-SILVA, E.V. Comportamento e eficiência reprodutiva. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.31, n.2, p.177-182, abr./jun. 2007.

DA SILVA, S.C. **Comportamento animal em pastejo**. In: 23º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. Piracicaba, 5-7 de setembro de 2006 (Palestra).

DAMASCENO, J.C.; BACCARI JÚNIOR, F.; TARGA, L.A. Respostas comportamentais de vacas holandesas, com acesso à sombra constante ou limitada. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.34, n.4, p.709-715, abr. 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa produção de informação, 2006. 306p.

HERINGER, I.; CARVALHO, P.C.F. Ajuste da carga animal em experimentos de pastejo: Uma nova proposta. **Ciência Rural**, v.32, n.4, p.675-679, 2002.

HERINGER, I.; MOOJEN, E.L. Potencial produtivo, alterações da estrutura e qualidade da pastagem de milheto submetida a diferentes níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.875-882, 2002 (suplemento).

PARANHOS-DA-COSTA, M.J.R.; CROMBERG, V.U. **Alguns aspectos a serem considerados para melhorar o bem-estar de animais em sistema de pastejo**

**rotacionado.** In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.C. Fundamentos do Pastejo Rotacionado, FEALQ: Piracicaba, 1997, p. 273-296.

PARDO, R.M.P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo submetidos a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1408-1418, 2003.

PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. Planejamento da exploração leiteira. *Anais...10º simpósio sobre produção animal*, Ed. FEALQ, Piraciaba, SP., 1998, 267p.

PEREIRA, L.M. da R.; FISCHER, V.; MORENO, C.B. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhas jersey em pastejo recebendo diferentes suplementos. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 453-459, out-dez, 2005.

POMPEU, R.C.F.F.; ROGÉRIO, M.C.P.; CÂNDIDO, M.J.D. et al. Comportamento de ovinos em capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.374-383, 2009.

RODRIGUES, B.H.N.; MAGALHÃES, J.A.; LOPES, E.A. Irrigação e adubação nitrogenada em três gramíneas forrageiras no Meio-Norte do Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n.3, p. 274-278, 2005.

SILVA, R.G.; NEIVA, J.N.M.; CÂNDIDO, M.J.D. et al. Aspectos comportamentais e desempenho produtivo de ovinos mantidos em pastagens de capim-tanzânia manejado sob lotação intermitente. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 4, p. 609-620, out./dez. 2007.

SILVA, R.R.; PRADO, I.N.; CARVALHO, G.G.P. et al. Efeito da utilização de três intervalos de observações sobre a precisão dos resultados obtidos no estudo do comportamento ingestivo de vacas leiteiras em pastejo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 319-326, abr./jun. 2008.

SNOWDON, C.T. O significado da pesquisa em Comportamento Animal. **Estudos de Psicologia**, 1999, 4(2), 365-373.

SOUZA, É.M. de; ISEPON, O.J.; ALVES, J.B. et al. Efeitos da irrigação e adubação nitrogenada sobre a massa de forragem de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1146-1155, 2005.

TAPKI, I.; SAHIN, A. Comparison of the thermoregulatory behaviour of low and high producing dairy cows in a hot environment. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 99, p. 1-11, 2006.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M; PARENTE, H.N. et al. Comportamento da ingestão em bovinos (ruminantes) em pastagem de capim *Brachiaria decumbens* na região centro-oeste do Brasil. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 2, p. 17-24, 2006.



## **CAPÍTULO IV**

**Distribuição espacial de fezes e estimativas de retorno de nitrogênio, por vacas  
leiteiras, em pastagens tropicais**

## **Distribuição espacial de fezes e estimativas de retorno de nitrogênio, por vacas leiteiras, em pastagens tropicais**

### **RESUMO**

Objetivou-se identificar o padrão de deposição das fezes de vacas leiteiras mestiças suplementadas, após o pico de lactação, em áreas de pastagem cultivadas, sob níveis de intensificação do sistema e seus efeitos na ciclagem de nitrogênio, com auxílio da Geoestatística, no período das águas. Os tratamentos constituíram-se de dois níveis de adubação nitrogenada (equivalente a 400 e 800 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>) e dois tipos de animais, em função da produção diária de leite. Realizou-se análise geoestatística dos dados bem como análise descritiva. Os dados apresentaram coeficientes de assimetria positiva e de curtose platicúrtica. Para o coeficiente de variação, verificou-se elevada alteração, com as áreas de descanso apresentando maiores valores e piquetes com maior nível de adubação apresentando menores. Os fatores climáticos radiação, temperatura e umidade relativa influenciaram significativamente na dispersão e localização das fezes. No que se refere ao grau de dependência espacial (GDE), foram verificados classificações variando de moderado a forte. O alcance foi de 14,0 e 12,7 m para as áreas de descanso e piquetes, respectivamente. A adubação e o fornecimento de concentrado influenciaram a deposição e a perda de nitrogênio via fezes, elevando seus valores na medida em que se elevou o aporte nutricional. Observou-se heterogeneidade na deposição das fezes, ocorrendo zonas de maior concentração, como sombra, entrada de piquetes e malhadouro, mostrando picos de deposição que chegaram a 1.051,2 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> e média variando de 148,8 a 210,7 N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> para os tratamentos 800S, 400S, 400C e 800C, respectivamente.

**Palavras-chave:** adubação nitrogenada, ciclagem de nutrientes, geoestatística, pasto, suplementação

## **Spatial distribution of feces and estimates of nitrogen return by dairy cows in tropical pastures**

### **ABSTRACT**

We aimed to identify the pattern of feces deposition of crossbred dairy cows supplemented, after the peak of lactation, in areas of cultivated pastures under intensification levels and their effects on nitrogen cycling, using Geostatistics in the water period. Treatments consisted of two levels of nitrogen fertilization (equivalent to 400 and 800 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$ ) and two types of animals, according to the daily milk production. It was performed Geostatistical and descriptive analyses of the data. We observed coefficients of positive skewness and platycúrtica kurtosis in the data. For the coefficient of variation, we verified a great variation, with the rest areas presenting higher values, and paddocks with higher fertilization level presenting the lowest values. Climatic factors radiation, temperature and relative humidity have significantly influenced the dispersal and location of the feces. Regarding the degree of spatial dependence (GDE) it was verified classification ranging from moderate to strong, with higher proportion of GDE. The range was between 14.0 and 12.7 m for rest areas and paddocks, respectively. The fertilization and supply of concentrate influenced the deposition and loss of nitrogen via feces, increasing its values to the extent that it increased the nutrient input. We observed heterogeneity in deposition of feces, with areas of higher concentration, as shadow, entrance of paddocks, and malhadouro, presenting peaks of deposition reaching 1,051.2 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$ , and average varying between 148.8 and 210.7 of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$  for the treatments 800 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$ , without supplementation, 400 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$  without supplementation, 400 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$  with supplementation, and 800 kg of  $N \times ha^{-1} \times year^{-1}$  with supplementation, respectively.

**Key words:** geostatistics, nitrogen fertilization, nutrient cycling, pasture, supplementation.

## INTRODUÇÃO

A produção de leite baseada na criação de bovinos acompanha o ser humano ao longo de sua história. No decorrer dessa co-evolução, várias práticas relacionadas à melhoria dos parâmetros de produtividade foram implementadas. Notadamente, por meio da simplificação e da intensificação, se deu a evolução dos modelos até então vigentes.

A intensificação da produção, em sua base, tem sido fundamentada na retirada de árvores como forma de disponibilizar os recursos naturais (radiação solar, fertilidade natural do solo etc.) às pastagens cultivadas e, mais recentemente, pelo fornecimento de nutrientes. Há relação direta entre fornecimento de nutriente e perdas via excreta dos animais (BERRY et al., 2001; VAN DER STELT, 2006), que poderiam ser reduzidas com a melhoria do balanço nutricional das dietas (PETERSEN et al., 2007). Berry et al. (2001) observaram que o fornecimento de dietas ricas em energia melhoraram a utilização do N e que a utilização do pasto, sob manejo em lotação rotativa, eleva os teores de N nos ciclos subsequentes, melhorando sua ciclagem.

Nesse sentido, a produção animal tem sido objeto de vários estudos relacionados ao potencial de produção de excrementos e sua relação com eventuais casos de contaminação ambiental, notadamente as referente ao solo, a água (PETERSEN et al., 2007) e aos ambientes de trabalho fechados na presença de animais, haja vista a regulamentação de parâmetros referentes à lotação máxima de animais por unidade de área e de quantidade máximas de fertilizantes, com ênfase aos nitrogenados, definidas em regiões mais tradicionais na produção animal (WILLIAMS, 1995).

Para Petersen et al. (2007) há elevada possibilidade de melhorar a gestão dos fluxos de nutrientes dentro das unidades de produção, levando-se em consideração as entradas e saídas de nutrientes e os seus riscos associados. E que controlar as perdas dos nutrientes para o ambiente passa a ser a base para o desenvolvimento de modelos de produção sustentáveis.

Diferentes métodos de avaliação da deposição de excrementos podem ser observados na literatura (BRAZ et al., 2003). Todavia, tem-se observado que a avaliação espacial das variáveis apresenta-se como uma técnica promissora, possibilitando a obtenção de informações mais compreensíveis, facilitando o

entendimento dos eventos e possibilitando a geração de informações de uso direto. Além disso, há a existência de poucos estudos utilizando essa ferramenta e as avaliações clássicas não possibilitam a obtenção de resultados que demonstrem as inter-relações das variáveis no seu conjunto, sendo analisadas muitas vezes duas a duas, ou por regressões simples (PÁSCOA; PARANHOS DA COSTA, 2007).

Objetivou-se identificar o padrão de deposição das fezes de vacas leiteiras mestiças suplementadas, após o pico de lactação, em áreas de pastagem cultivadas, sob níveis de intensificação do sistema e seus efeitos na ciclagem de nitrogênio, com auxílio da Geoestatística, no período das águas.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se nas coordenadas 7° 5' 37''S de latitudes e 48° 12' 16''W de longitudes, na fazenda da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins (EMVZ-UFT), Campus de Araguaína. Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta clima tipo Aw (quente úmido), com temperatura média de 28°C e precipitação pluviométrica média de 1.800 mm anuais. O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico, de acordo com a metodologia da EMBRAPA (2006). As variáveis climáticas observadas durante o período experimental são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Variáveis climáticas observadas durante o período de ocupação dos piquetes, por vacas leiteiras de dois potenciais de produção, em áreas de pastagem tropical, adubadas com níveis de N, durante o período das águas, na região de Araguaína - TO

Tratamento		Piquete	Data	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Vento (m s <sup>-1</sup> )	Radiação (kJ m <sup>-2</sup> )	Chuva (mm×dia-1)
Adubação	Nível de produção			Média das máximas	Média das máximas			
800	baixo	A1	11-13/mar	26,9	85,7	0,57	20.623,2	0,3
800	baixo	A2	15-17/fev	25,6	87,4	0,80	18.298,0	6,2
800	baixo	A5	24-26/fev	26,3	87,3	0,73	19.103,4	8,3
400	baixo	B2	27/fev a 01/mar	25,2	90,2	0,53	13.467,7	2,7
400	baixo	B10	23-25/mar	25,8	87,9	0,60	18.316,2	5,3
400	baixo	B11	21-23/fev	25,0	90,0	0,77	13.242,3	10,4
400	alto	C8	20-22/mar	25,5	88,4	0,87	15.870,9	7,8
400	alto	C9	18-20/fev	26,5	86,1	0,70	16.261,4	4,1
400	alto	C10	26-28/mar	26,5	85,7	0,70	17.937,6	2,9
800	alto	D4	5-7/mar	26,3	87,4	0,83	16.945,2	8,9
800	alto	D5	8-10/mar	26,6	87,2	0,80	18.743,9	16,1
800	alto	D8	18/mar	25,8	87,7	0,67	16.618,6	1,1

A divisão da área foi realizada em quatro sistemas, cada um composto por dezesseis piquetes de 25 x 48 m, totalizando 1.200 m<sup>2</sup> (Figura 1). Desse total de piquetes foram utilizados os necessários para que fosse possível a expansão de 2,5 novas folhas, variando esse número ao longo do período (Tabela 3). Os demais foram utilizados pelos animais de equilíbrio, que foram postos na medida em que se fazia necessária a sua utilização, observada na verificação do nível de produção do dossel forrageiro, objetivando seu rebaixamento ao nível de IAF residual de 2,0, conforme Cândido et al. (2005). O período experimental foi de 24 de dezembro de 2009 a 10 de maio de 2010. Todos os piquetes davam acesso a um corredor que levava ao centro da área, onde se localizava a sala de ordenha e as áreas de descanso correspondentes aos sistemas. No centro da área foi disponibilizado um ponto de sombra e em suas proximidades um de água. A área de sombra dispunha de aproximadamente 10m<sup>2</sup> por animal, constituída por armação de madeira com 3,0m de altura e coberta com tela de sombreamento, com 80% de interceptação dos raios solares.



Figura 1 – Disposição das áreas dos sistemas de produção de leite e seus respectivos piquetes, áreas de descanso (bebedouros e sombra) e árvores, para a região de Araguaína –TO.

Foram utilizadas 48 vacas leiteiras mestiças oriundas da própria Fazenda da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia e de produtores da região, divididas em 32 de prova e dezesseis de equilíbrio. Os lotes foram separados após um período de desafio. Durante esse período todos os animais tiveram acesso à suplementação concentrada *ad libitum*, e foram mantidas na mesma pastagem. Após essa fase foram identificadas as vacas por nível de produção. Foram separados quatro lotes, cada um com oito animais, onde foram compostos por animais que responderam à suplementação ( $\geq 15,0$  L de leite ao dia), o restante dos lotes não responderam à suplementação ( $\leq 11,0$  L de leite ao dia).

Os dois lotes com produção acima de 15,0 L foram mantidos com suplementação na proporção de 3,0 L de leite para cada quilo de alimento concentrado. Os dois lotes de menor produção foram mantidos somente recebendo sal mineral completo, com fórmula comercial, para vacas de leite (com 80 g de fósforo). Para os 16 animais com suplementação, oito foram mantidos em área de pastagem com dose de nitrogênio (N) equivalente a 400 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> e os outros oito mantidos em área de pastagem com dose equivalente a 800 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>. Esse mesmo procedimento foi adotado para os animais sem suplementação.

Desta forma, foram definidos os quatro tratamentos: 400 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> com suplementação (400C – piquetes C), 400 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> sem suplemento (400S – piquetes B), 800 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> com suplemento (800C – piquetes D) e 800 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> sem suplemento (800S – piquetes A). As doses de N a serem aplicadas a cada ciclo foram obtidas pela transformação da dose anual para diária e depois multiplicadas pelo número de dias do ciclo, por tratamento.

O padrão de dependência espacial foi caracterizado por meio de análise geoestatística (VIEIRA, 2000) onde foi calculada a semivariância, utilizando o software GS<sup>+</sup> (ROBERTSON, 2008), através da equação abaixo:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

Sendo N(h) o número de pares de valores experimentais medidos em  $[Z(x_i), Z(x_i + h)]$ , separados pelo vetor h. No presente estudo, o valor de Z é o número de placas de fezes do local em estudo, enquanto os valores de  $x_i$  e  $x_i + h$  foram definidos de acordo com a localização geográfica das amostras realizadas no campo. O ajuste dos

semivariogramas possibilitou definir os valores do efeito pepita ( $C_0$ ), do alcance (A) e do patamar ( $C + C_0$ ).

A seleção do modelo ajustado dos semivariogramas foi realizada com base na menor soma do quadrado dos resíduos (SQR), no maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e maior grau de dependência espacial (GDE). Segundo Robertson (2008) a proporção dada pela equação:

$$GDE = \left[ \frac{C}{C + C_0} \right] 100 \quad (2)$$

Permite classificar o GDE em: dependência espacial fraca quando  $GDE \leq 25\%$ , dependência espacial moderada quando  $25\% < GDE \leq 75\%$  e dependência espacial forte quando  $GDE > 75\%$ .

A interpolação dos valores foi realizada pelo método geostatístico de *Krigagem ordinária*, de modo a definir o padrão espacial da variável estudada, o que permitiu a elaboração dos mapas de isolinhas, utilizando-se o software Surfer 8.0 (GOLDEN SOFTWARE, 2002) com o auxílio da equação:

$$Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(x_i) \quad (3)$$

Em que  $Z^*(x_0)$  é a variável interpolada;  $\lambda_i$  é o peso da  $i$ -ésima localidade vizinha;  $Z(x_i)$  é o valor da variável para a  $i$ -ésima localidade; e  $N$  é o número de localidades vizinhas empregadas para interpolação do ponto (VIEIRA, 2000).

Na análise de regressão, a escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, utilizando-se o teste “t”, de Student, a 5% de probabilidade como sendo significativo. Quando da observação de valores de significância entre 5 e 10% de probabilidade, discutiu-se como tendência.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de média e mediana, para as áreas de piquetes (Tabela 2), ficaram próximos, contrariamente, ao observado nas áreas de descanso (Tabela 3). No primeiro caso, há mais proximidade dos dados com a distribuição normal, situação não verificada para o segundo caso. No que se refere ao coeficiente de assimetria (Tabelas 2 e 3),



verificou-se valores próximos de um, entre os tratamentos, dentro das áreas de piquetes. Já para as áreas de descanso, esse valor oscilou entre 2 e 3,6.

Tabela 2 – Valores das medidas de tendência central e dos coeficientes de assimetria, em piquete de pastagens tropicais, utilizadas por vacas leiteiras, adubados com níveis de N, durante o período das águas, na região de Araguaína - TO

Tratamento	Piquete	Média	Mediana	Coeficiente		
				Varição	Assimetria	Curtose
800S	A1	324,1	291,4	74,4	1,19	1,21
800S	A2	386,0	291,4	91,9	2,68	11,33
800S	A5	611,8	655,5	48,6	-0,32	-0,16
400S	B2	446,8	324,9	64,7	0,86	-0,25
400S	B10	491,4	406,1	84,5	1,48	2,56
400S	B11	601,1	487,4	81,2	1,54	3,93
400C	C8	776,2	734,9	70,6	1,33	3,15
400C	C9	725,7	734,9	72,3	1,09	0,82
400C	C10	578,7	459,3	79,9	0,77	-0,24
800C	D4	647,6	507,9	65,8	0,95	0,74
800C	D5	511,1	507,9	60,2	0,58	0,17
800C	D8	695,2	634,9	57,6	1,13	1,80

Nos dois casos (piquete e áreas de descanso), a classificação observada é de assimetria forte positiva, com maior índice para a área de descanso. Para o coeficiente de curtose (Tabelas 2 e 3), observou-se que para as duas áreas (piquetes e áreas de descanso), as curvas tiveram comportamento platicúrtico, caracterizando-as como sendo de forma achatada, com valores mais acentuados para as áreas de descanso. Esses resultados indicam uma distribuição dos dados afastados da condição normal. Entretanto, conforme Corá et al. (2004) e Silva et al. (2010), não há necessidade dos dados seguirem distribuição normal para que sejam realizadas análises geoestatísticas. Contudo, necessita-se que a cauda não seja muito alongada, já que a *krigagem* utiliza valores médios (SOUZA et al., 2010).

Observou-se maior variação nos dados referentes às áreas de descanso (Tabelas 3), quando comparada aos piquetes (Tabelas 3). Esse maior valor indica maior variação na deposição das fezes, sendo essa condição resultado da escolha de determinadas áreas para realização dessa prática (BRAZ et al., 2003; MCGECHAN; TOPP, 2004). Assim, esse valor é influenciado por componentes das pastagens como árvores, observado esse aspecto pelos coeficientes de variação, assimetria e curtose do piquete A2, apresentados na Tabela 2.

Tabela 3 – Valores das medidas de tendência central e dos coeficientes de assimetria, em áreas de descanso de pastagens tropicais, utilizadas por vacas leiteiras, adubadas com níveis de N, durante o período das águas, na região de Araguaína - TO

Tratamento	Descanso	Média	Mediana	Coeficiente		
				Varição	Assimetria	Curtose
800S	A1	147,9	0,0	150,1	2,04	4,41
800S	A2	194,2	0,0	140,7	1,44	1,36
800S	A5	213,5	0,0	158,8	2,51	8,86
400S	B2	88,6	0,0	196,1	2,33	5,46
400S	B10	88,6	0,0	190,7	2,20	5,00
400S	B11	68,9	0,0	165,7	1,65	2,24
400C	C8	150,3	0,0	213,2	4,50	26,19
400C	C9	91,9	0,0	256,0	4,06	19,72
400C	C10	167,0	0,0	170,1	2,14	4,59
800C	D4	190,5	0,0	137,0	1,29	0,49
800C	D5	186,6	0,0	195,5	2,87	9,13
800C	D8	153,9	0,0	151,4	2,02	4,92

Entre os tratamentos, observou-se menor variação para os piquetes dos tratamentos 800S e 800C (71,6 e 61,2 %, respectivamente), quando não existiam árvores, com valores de CV oscilando entre as classes de variação média a alta (WARRICK; NIELSEN, 1980). Tal comportamento pode ser reflexo da melhor qualidade do pasto, proporcionado pelo maior aporte de N à cultura, em função da melhoria da relação folha:colmo (BRÂNCIO et al., 2003). Desse modo, disponibilizou-se aos animais maior quantidade e melhor qualidade da massa de forragem por estação de pastejo. Com o maior aporte de alimento, os animais tendem a se movimentar menos, permanecendo mais tempo por estação de pastejo (DA SILVA, 2006). Não houve necessidade de retorno às áreas já utilizadas, por conta da disponibilidade de massa de forragem em volume e qualidade adequados. Destarte, os animais depositaram suas fezes, ao longo do seu deslocamento, haja vista ser a deposição reflexo do tempo de permanência dos animais (BRAZ et al., 2003; WHITE et al., 2001) em determinada área.

Já na área de descanso, os animais dos tratamentos 800S e 800C apresentaram a deposição das fezes em locais como entrada de piquete, sombra, próximas à pista de alimentação e em pontos próximos a corredores e malhadouro de animais vizinhos. Condição essa não verificada, na mesma proporção, pelos animais dos tratamentos 400S e 400C, haja vista que quando recorreram às áreas de descanso, buscavam basicamente o local de sombra, concentrando suas deposições. Assim, a deposição concentrada em

poucas zonas proporciona CV maior que numa condição em que são eleitos vários pontos de deposição.

Para todos os tratamentos, outras características influenciaram sua disposição, como os fatores relacionados ao clima. Em dias com menor nível de radiação, os animais se dispuseram de forma mais dispersa ao logo das áreas de descanso, melhorando a disposição das fezes, sem se concentrarem somente no local de sombra. No que se refere aos piquetes, esse efeito foi inverso, os animais permaneciam nessas áreas após o fim do pastejo, escolhendo áreas dentro da pastagem para descanso e com isso dando oportunidade de realizarem suas dejeções, de forma mais concentrada (malhadouro) (BRAZ et al., 2003; MCGECHAN; TOPP, 2004; WHITE et al., 2001). Conforme pode-se observar na Tabela 6, na variável Pico, percebe-se que na medida em que se aumenta a temperatura, diminui-se a relação valor máximo/média, caracterizando diminuição de pontos de grande concentração de fezes, uma vez que os animais, após o pastejo, se direcionaram para as áreas de descanso.

Cambardella et al. (1994), descreveram a seguinte classificação, sobre grau de dependência espacial (GDE): forte, quando os semivariogramas apresentem um efeito pepita menor ou igual a 25% do patamar; moderada entre 25% e 75%, e fraca quando for maior que 75%. No geral, para as áreas de piquetes, o GDE observado foi forte (Tabela 4), com somente duas observações de caráter moderado (uma nos 800S e outra no 800C). Já nas áreas de descanso (Tabela 5), observou-se maior frequência de GDE moderado, todavia prevalecendo GDE forte. O GDE forte indica menor participação do componente aleatório no resultado da análise, demonstrando maior continuidade do fenômeno e maior confiança nas estimativas (SOUZA et al., 2010; VIEIRA, 2000).

Não foi observada diferença do GDE entre os tratamentos, prevalecendo GDE de caráter forte, o que demonstra ter existido condição similar dos pastos quando da deposição das fezes pelos animais, independente dos níveis de N adotados ou da presença ou ausência de suplementação.

Verificou-se concentração das fezes em determinados pontos da pastagem (Figura 2) e que o surgimento desses pontos varia de acordo com o dia de ocupação (Figura 2 no 1º, 2º e 3º dias), aparecendo zonas de deposição na medida em que passam os dias de ocupação, não havendo definição de um local para tal fim. Essa condição resulta da variação da quantidade e qualidade da massa de forragem disponibilizada, condições

essas relacionadas a características intrínsecas (relevo e variação do solo) como também de fatores extrínsecos (curva de nível e cerca de divisa).

Tabela 4 – Parâmetros da análise geoestatística, sua classificação, coeficiente de determinação e soma do quadrado do resíduo, em piquetes de pastagens tropicais, utilizados por vacas leiteiras, adubadas com níveis de N, durante o período das águas, na região de Araguaína – TO

Tratamento	Piquete	Co <sup>1</sup>	Co + C <sup>3</sup>	Ao(m) <sup>4</sup>	C/(Co+C) <sup>5</sup>	R <sup>2</sup>	SQR <sup>6</sup>	Classe	Modelo
800S	A1	3.900	66.250	13,4	0,941	0,944	4,91x10 <sup>7</sup>	Forte	Esférico
800S	A2	0	115.000	6,0	1,0	0,727	1,50x10 <sup>9</sup>	Forte	Gaussiano
800S	A5	50.000	82.000	15,0	0,39	0,99	1,39x10 <sup>7</sup>	Moderada	Esférico
400S	B2	0	85.000	8,0	1,0	0,434	2,45x10 <sup>8</sup>	Forte	Esférico
400S	B10	0	168.000	8,0	1,0	0,337	3,71x10 <sup>9</sup>	Forte	Esférico
400S	B11	22.000	250.000	11,0	0,912	0,678	3,46x10 <sup>9</sup>	Forte	Esférico
400C	C8	0	310.000	9,0	1,0	0,83	2,05x10 <sup>10</sup>	Forte	Esférico
400C	C9	100	288.600	15,4	1,0	0,637	1,48x10 <sup>10</sup>	Forte	Esférico
400C	C10	80.000	380.000	45,0	0,789	0,838	1,38x10 <sup>10</sup>	Forte	Linear
800C	D4	100	208.000	7,0	1,0	0,866	2,59x10 <sup>9</sup>	Forte	Gaussiano
800C	D5	75.000	105.000	20,0	0,286	0,506	6,82x10 <sup>8</sup>	Moderada	Exponencial
800C	D8	0	160.000	10,0	1,0	0,473	2,44x10 <sup>9</sup>	Forte	Esférico

<sup>1</sup>efeito pepita; <sup>2</sup>coeficiente de determinação; <sup>3</sup>patamar; <sup>4</sup>alcance (m); <sup>5</sup>contribuição; <sup>6</sup>soma do quadrado dos resíduos

Tabela 5 – Variáveis da análise geoestatística, sua classificação, coeficiente de determinação e soma do quadrado do resíduo, em áreas de descanso (sombra) de pastagens tropicais, utilizadas por vacas leiteiras, adubadas com níveis de N, durante o período das águas, na região de Araguaína – TO

Tratamento	Descanso	Co <sup>1</sup>	Co + C <sup>3</sup>	Ao (m) <sup>4</sup>	C/(Co+C) <sup>5</sup>	R <sup>2</sup>	SQR <sup>6</sup>	Classe	Modelo
800S	A1	7.800	60.880	16,9	0,872	0,987	5,76x10 <sup>6</sup>	Forte	Esférico
800S	A2	55.000	85.000	20,0	0,353	0,873	1,43x10 <sup>8</sup>	Moderada	Gaussiano
800S	A5	2.800	132.100	16,5	0,979	0,952	1,27x10 <sup>8</sup>	Forte	Esférico
400S	B2	3.000	35.000	14,0	0,914	0,524	1,05x10 <sup>8</sup>	Forte	Esférico
400S	B10	16.000	34.000	9,0	0,529	0,715	1,10x10 <sup>8</sup>	Moderada	Gaussiano
400S	B11	4.500	15.000	13,0	0,700	0,765	2,81x10 <sup>6</sup>	Moderada	Esférico
400C	C8	0	110.000	10,0	1,0	0,409	4,63x10 <sup>9</sup>	Forte	Esférico
400C	C9	100	61.450	11,7	0,998	0,214	2,94x10 <sup>9</sup>	Forte	Esférico
400C	C10	100	91.020	5,8	0,999	0,74	3,21x10 <sup>8</sup>	Forte	Exponencial
800C	D4	33.000	81.200	19,0	0,594	0,964	5,49x10 <sup>7</sup>	Moderada	Gaussiano
800C	D5	0	155.000	7,0	1,0	0,748	4,62x10 <sup>9</sup>	Forte	Gaussiano
800C	D8	10.200	59.630	9,3	0,829	0,465	6,36x10 <sup>8</sup>	Forte	Exponencial

<sup>1</sup>efeito pepita; <sup>2</sup>coeficiente de determinação; <sup>3</sup>patamar; <sup>4</sup>alcance (m); <sup>5</sup>contribuição; <sup>6</sup>soma do quadrado dos resíduos

Observou-se a busca de forragem de menor porte (mais tenra, mais nutritiva), durante os momentos iniciais (1º dia) do pastejo, direcionando-se num segundo momento (2º e 3º dia) para as áreas de pastagem de maior porte (maiores teores de FDN). Essa característica, sendo reflexo da desuniformidade de crescimento do capim, causa modificação na estrutura do pasto que influencia diretamente na forma de utilização da massa de forragem pelos animais (STOBBS, 1973). Essa condição foi

observada nas áreas e exemplificada pelo piquete A1, ao longo de seus dias de ocupação (Figura 2). Corrobora com o observado, o relatado por Páscoa; Paranhos da Costa (2007) em que o pastejo é influenciado por fatores como a forma em que os animais enxergam a área da pastagem (árvores), fatores físicos (tamanho do pasto) e fatores físico-químicos da pastagem (Teor de FDN). Páscoa (2009) relata ainda que a deposição de fezes pode resultar em maiores crescimento e concentração de nutriente na massa de forragem, porém esse processo demanda tempo, não sendo a deposição um bom indicativo de pastejo.

Tabela 6 – Parâmetros das análises de regressão realizadas para variáveis climáticas e suas relações com a deposição de fezes, entre os piquetes e suas áreas de descanso (sombra), em pastagens tropicais, utilizadas por vacas leiteiras, adubadas com níveis de N, durante o período das águas, na região de Araguaína – TO

Característica climática	R <sup>2</sup>	Erro	F signif.	Equação
Média das temperaturas máximas	0,403	122,5	0,026	% p/d = 4.459,8 – (159,96 × temp.)
Média das UR máximas	0,280	134,8	0,078	% p/d = -4.501,0 + (54,80 × UR)
Radiação solar	0,552	106,2	0,0056	% p/d = 1.174,8 – (0,0511 × rad.)
Radiação solar	0,915	1.310	8,7×10 <sup>-8</sup>	Rad. = 165.586 – (1.686,6 × UR)
Média das temperaturas máximas	0,340	1,821	0,0455	Conc. = 60,296 – (2,085 × temp.)

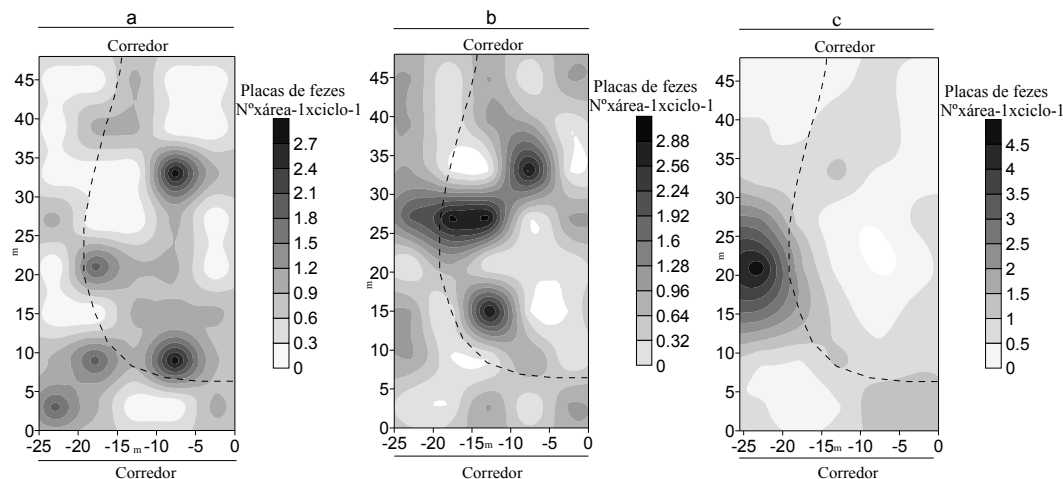


Figura 2 – Distribuição espacial de fezes, por vacas leiteiras, em piquete (A1) de pastagem de capim-mombaça, sob diferentes níveis de intensificação, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: 1º; b: 2º; e c: 3º dias de ocupação.

O alcance é a medida de distância, em metros, em que a partir desse valor as amostras passam a ter caráter aleatório, podendo ser também um indicativo do intervalo

entre unidades de mapeamento (GREGO; VIEIRA, 2005). O valor de alcance, para as áreas de pastagem (Tabela 4), variaram de 6,0 a 45,0 m, não sendo observados influência dos níveis de N e da suplementação, fatores climáticos ou características intrínsecas e extrínsecas, visualizados nas áreas de pastagem.

Para a área de piquete, o valor de alcance médio foi de 14,0 m, com valor mínimo de 6,0 e para a área de descanso o valor médio foi 12,7 m, com valor mínimo de 7,0. Esses valores podem ser usados como limites para avaliações da deposição de fezes em áreas de pastagem com dimensões aproximadas às que foram realizadas na amostragem. Tais valores são inferiores aos observados por Páscoa (2009), que verificou valores entre 20,1e 27,2 m, trabalhando com bovinos de corte e área com tamanho aproximado a quatro vezes o tamanho das áreas avaliadas nesse estudo.

A participação das placas de fezes depositadas nos piquetes em relação ao total (Tabela 7) variou em função das condições climáticas (Tabela 6), apresentando efeito significativo ( $P<0,05$ ) para as variáveis Temperatura e Radiação, e tendência ( $P<0,10$ ) para a variável Umidade relativa (UR), conforme observa Lovell e Jarvis (1996). Verificou-se efeito linear inverso para as variáveis, Temperatura e Radiação, e efeito linear direto para a UR. A busca pela sombra em dias de maior radiação e temperatura justifica-se, pois segundo Paranhos da Costa e Cromberg (1997), o acesso a sombra é fundamental, uma vez que proporciona aos animais a diminuição da irradiação solar direta, minimiza o aporte térmico aos animais, reduz os efeitos do estresse térmico e que a busca pela sombra pode ser influenciada por diversos fatores, como tipo genético.

Já o observado vai de encontro ao convencional, em que em menores UR, tem-se melhor oportunidade de perda de calor por evaporação, conforme descrito em Blackshaw e Blackshaw (1994) ao relatarem que fatores como taxa metabólica basal, capacidade de sudorese e potencial de produção de leite influenciam a capacidade adaptativa.

Observou-se efeito ( $P<0,05$ ) linear inverso entre as variáveis Radiação e UR, demonstrando que em dias com maior UR, há maior nebulosidade, diminuindo a radiação incidente, melhorando o conforto dos animais e favorecendo a permanência no pasto.

Embora estudos que utilizem a estatística clássica, possam inferir sobre a variabilidade e sobre a condição média da deposição de fezes no pasto, não apresentam

como esta variabilidade está distribuída na pastagem de forma espacial. Assim, a partir dos modelos obtidos, para os semivariogramas ajustados para cada local do estudo, estimaram-se os valores da concentração de placas de fezes para os locais não amostrados através do método de interpolação de *Krigagem ordinária*. Finalmente, com os valores estimados foi possível construir mapas de isolinhas (Figuras 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10) que expressam a variabilidade da deposição de fezes na pastagem, seja no piquete ou na área de descanso.

Tabela 7 – Variáveis associadas à distribuição das fezes entre os piquetes e suas respectivas áreas de descanso (sombra), em pastagens tropicais, utilizadas por vacas leiteiras, adubadas com níveis de N, durante o período das águas, na região de Araguaína – TO

Tratamento	Piquete	Quantidade no piquete	Quantidade na área de descanso	Participação do piquete no total de excreções	Quantidade de MS de fezes
		Nº de placas	Nº de placas	% p/d	kg MS×ha <sup>-1</sup> ×ciclo <sup>-1</sup>
800S	A1	29,67	22,33	57,1	193,3
800S	A2	35,33	29,33	54,6	240,0
800S	A5	56,00	32,00	63,6	326,7
400S	B2	36,67	12,00	75,3	201,6
400S	B10	40,33	12,00	77,1	216,8
400S	B11	49,33	9,33	84,1	242,9
400C	C8	56,33	18,00	75,8	348,2
400C	C9	52,67	11,00	82,7	298,3
400C	C10	42,00	20,00	67,7	290,5
800C	D4	68,00	33,00	67,3	326,9
800C	D5	53,67	32,33	62,4	278,5
800C	D8	73,00	26,67	73,2	322,7

Segundo Feng et al. (2004) a geoestatística permite caracterizar e quantificar a variabilidade espacial, desenvolver uma interpolação racional e estimar a variância dos valores interpolados. Os mapas de *krigagem ordinária* confeccionados permitiram visualizar arranjos de distribuição espacial das placas de fezes característicos das áreas de pastagens e de descanso, o que proporcionou a identificação de zonas de deposição de fezes em função das características de cada local da pastagem. Essas informações permitem definir práticas de manejo para reduzir os possíveis impactos dessa deposição de fezes no ambiente. Nesse sentido, a análise espacial pode melhorar a eficiência e controle do sistema de produção (SCHAFFRATH et al., 2008).

Rodrigues et al. (2008) trabalhando com novilhos mestiços, em pastagem de capim- mombaça adubado, verificaram teor de N de  $1,7\text{g} \times \text{kg}^{-1}$  de MS de fezes. Já

Marchesin (2005), trabalhando com o retorno de nutrientes via fezes, em capim braquiária, verificou teor de N de 1,6%. Ainda, Cantarutti e Santo (2006), em revião, observaram valores, para dietas ricas e pobres em nutrientes, oscilando entre 28 e 18 g  $\times$  kg<sup>-1</sup> de MS de fezes, respectivamente. Em média, verificou-se o valor de 13,6g  $\times$  kg<sup>-1</sup> de MS de fezes, podendo variar em função do animal e da dieta (BORSTING et al., 2003). Com base no valor 13,6 g  $\times$  kg<sup>-1</sup> de MS de fezes, na distribuição das fezes em kg de MS  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ciclo<sup>-1</sup> e um período de utilização da pastagem de seis meses, verificou-se o possível retorno, em média, para os sistemas (piquetes e áreas de descanso) do equivalente a 188,2, 148,8, 210,7 e 198,9 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> para os tratamentos 800S, 400S, 400C e 800C, respectivamente. Houve resposta direta da excreção de N em função do maior nível de intensificação, elevando-se quando do maior fornecimento de nutrientes, conforme observa Borsting et al., (2003).

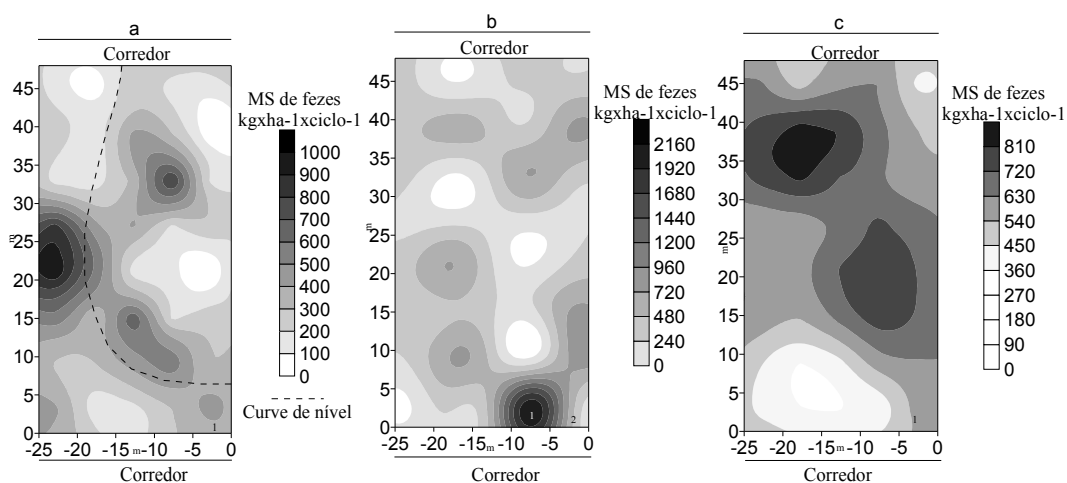


Figura 3 – Distribuição espacial de fezes por vacas leiteiras, em kg MS $\times$ ha<sup>-1</sup> $\times$ ciclo<sup>-1</sup>, em piquetes de pastagens tropicais adubadas com doses de N, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: piquete A1; b: piquete A2; e c: piquete A5.



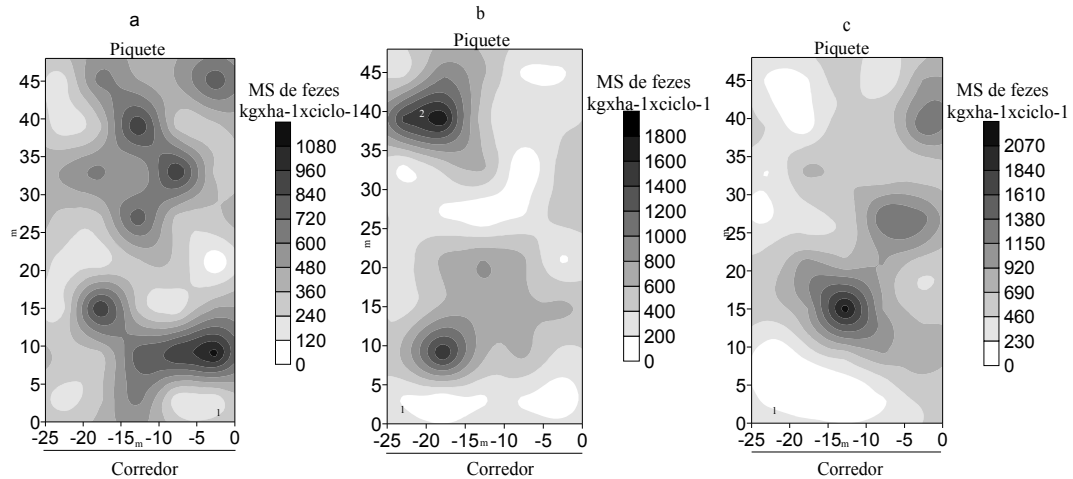


Figura 4 – Distribuição espacial de fezes por vacas leiteiras, em  $\text{kg MS} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ciclo}^{-1}$ , em piquetes de pastagens tropicais adubadas com doses de N, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: piquete B2; b: piquete B10; e c: piquete B11.

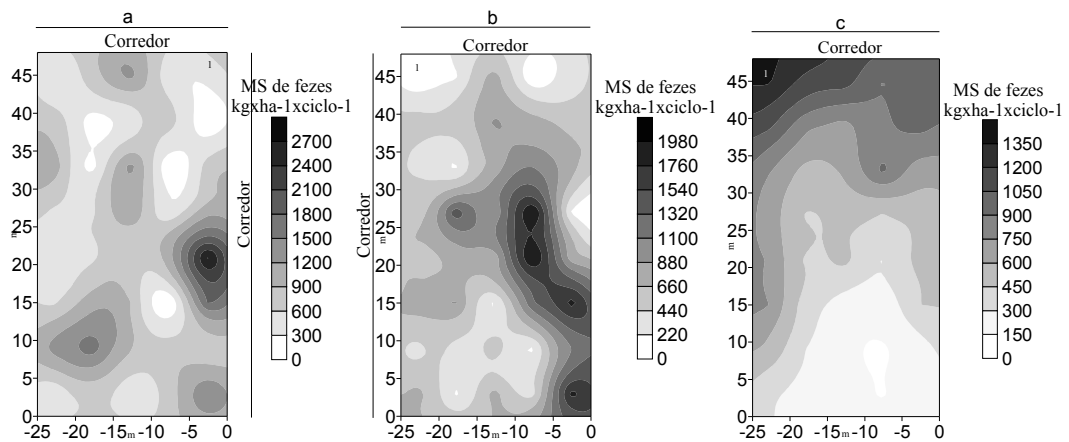


Figura 5 – Distribuição espacial de fezes por vacas leiteiras, em  $\text{kg MS} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ciclo}^{-1}$ , em piquetes de pastagens tropicais adubadas com doses de N, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: piquete C8; b: piquete C9; e c: piquete C10.

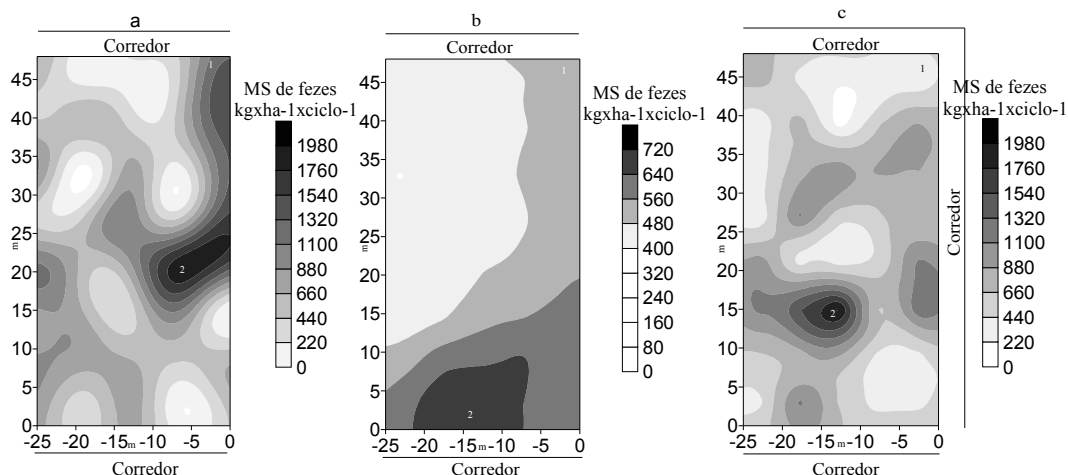


Figura 6 – Distribuição espacial de fezes por vacas leiteiras, em  $\text{kg MS} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ciclo}^{-1}$ , em piquetes de pastagens tropicais adubadas com doses de N, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: piquete D4; b: piquete D5; e c: piquete D8.

Esses valores foram bem superiores ao verificado por Braz et al. (2003), que observara retorno médio equivalente a  $55,57 \text{ kg}$ . Enquanto que para as zonas de maior concentração, a dose equivalente foi de  $200,75 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$ , valor esse também inferior aos observados nesse estudo  $736,4$ ,  $322,3$ ,  $1.051,2$  e  $722,8 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  para os tratamentos 800S, 400S, 400C e 800C, respectivamente.

Do total de N retornado às áreas, parte foi depositado nos piquetes. Essas quantidades foram  $58,4$ ,  $78,8$ ,  $75,4$  e  $65,8\%$ , para os sistemas 800S, 400S, 400C e 800C, respectivamente. Observou-se que os tratamentos com maior nível de fertilização proporcionaram maior participação do N depositado nas áreas de descanso, em função da sua maior permanência no pasto, diminuindo a reutilização desse nutriente, via ciclagem nas áreas de pastagem, predispondo esses sistemas a maiores perdas por lixiviação e volatilização. Do total retornado via fezes,  $50,0\%$  pode ser utilizado pelas plantas (BØRSTING et al., 2003), resultando em valores de  $60,4$ ,  $70,9$ ,  $96,1$  e  $83,1 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ciclo}^{-1}$ , nas áreas de piquete, para os tratamentos 800S, 400S, 400C e 800C, respectivamente.

Todavia, essa deposição não foi realizada de forma homogênea ao longo das áreas (Figuras 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10), variando segundo fatores relacionados ao ambiente (Tabela 6), bem como a disponibilidade de sombra artificial (áreas de descanso) ou natural (piquete A2, Figura 3), a presença de animais nas margens das áreas (Figura 7,

área de descanso A1, região 4) e nas entradas das áreas, como resultado da heterogeneidade de pequena (deposição aleatória) e grande (efeito de características das áreas) escala (BRAZ et al., 2003). Contudo, não foi verificada a deposição ao longo da bordadura, conforme observam Braz et al. (2003). Essa concentração observada nas Figuras 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10, pode ocasionar o surgimento de áreas de crescimento diferenciado do pasto, além de existir influência negativa dessa deposição no consumo (SHIYOMI, et al. 1998), especialmente quando da alta oferta de forragem (PÁSCOA, 2009).

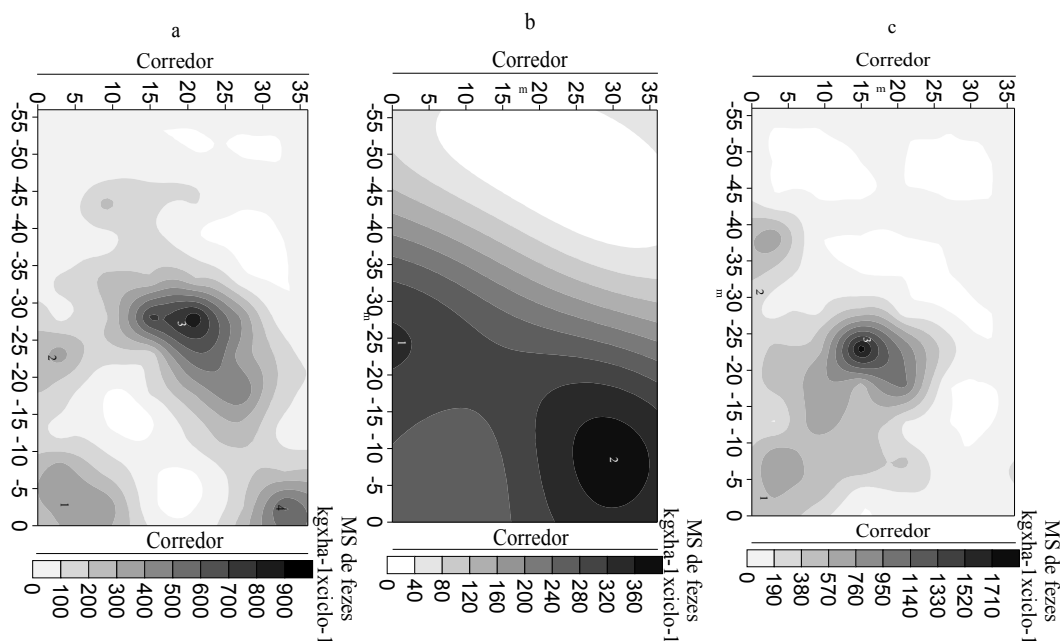


Figura 7 – Distribuição espacial de fezes por vacas leiteiras, em  $\text{kg MS} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ciclo}^{-1}$ , em área de descanso (AD) de pastagens tropicais adubadas com doses de N, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: descanso A1; b: descanso A2; e c: descanso A5.

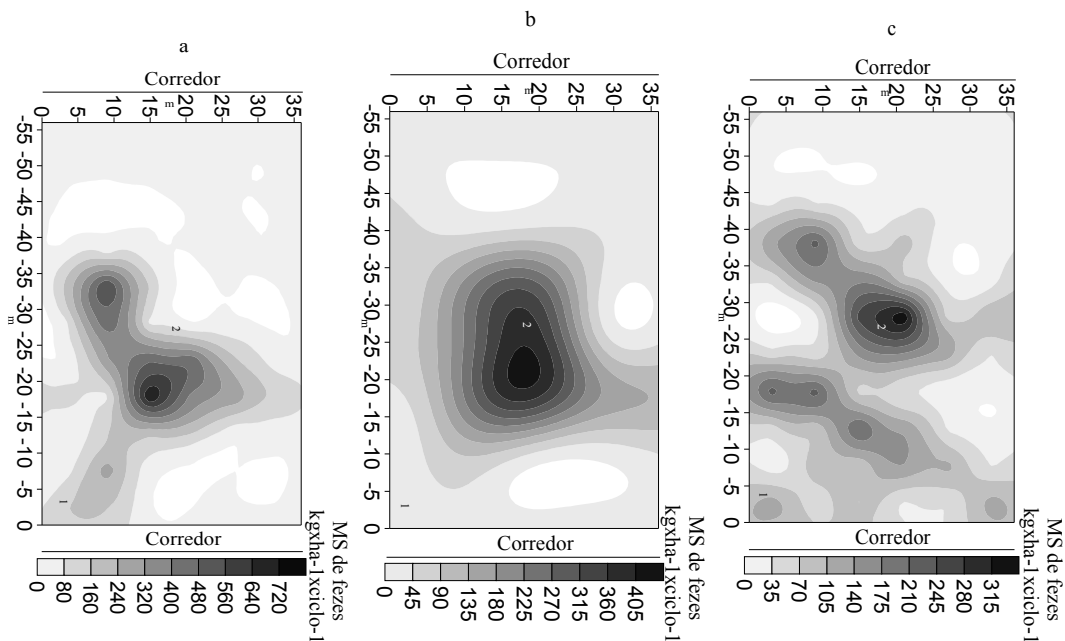


Figura 8 – Distribuição espacial de fezes por vacas leiteiras, em  $\text{kg MS} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ciclo}^{-1}$ , em área de descanso (AD) de pastagens tropicais adubadas com doses de N, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: descanso B2; b: descanso B10; e c: descanso B11.

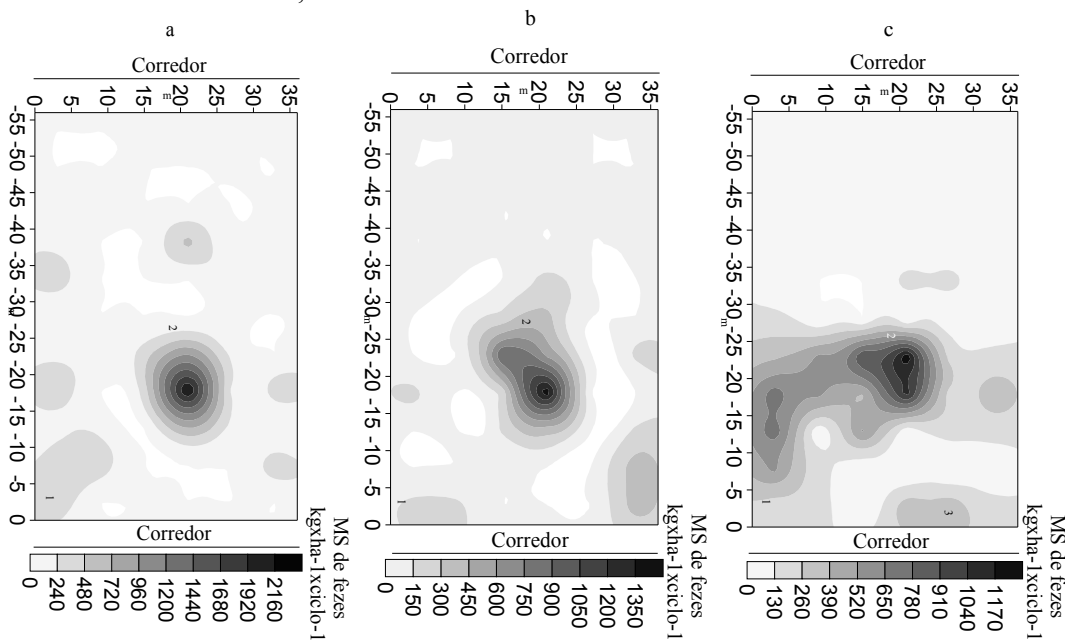


Figura 9 – Distribuição espacial de fezes por vacas leiteiras, em  $\text{kg MS} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ciclo}^{-1}$ , em área de descanso (AD) de pastagens tropicais adubadas com doses de N, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: descanso C8; b: descanso C9; e c: descanso C10.

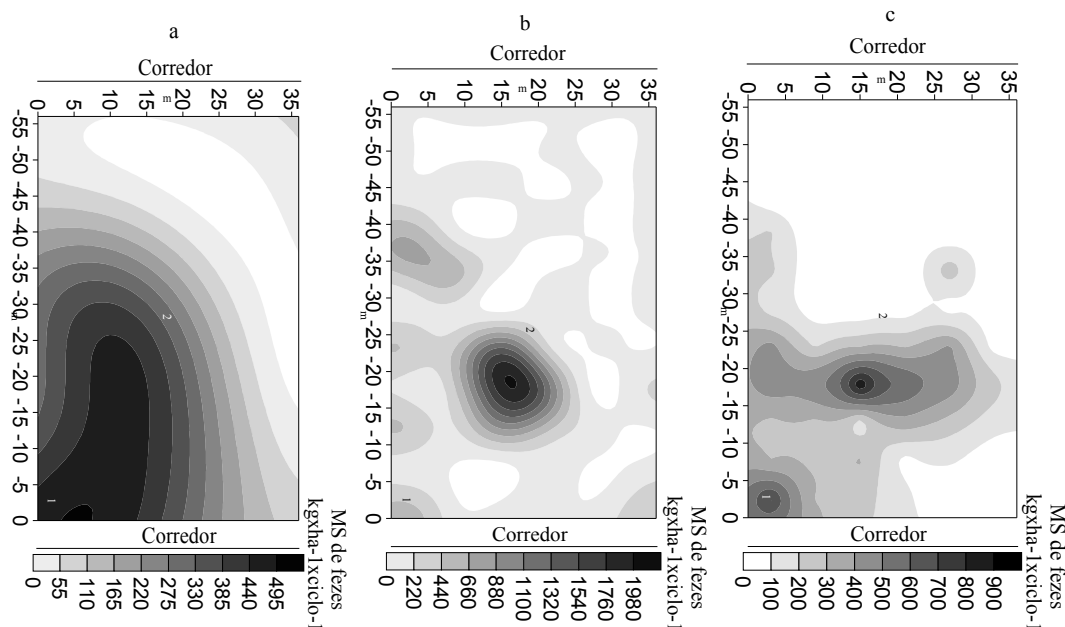


Figura 10 – Distribuição espacial de fezes, por vacas leiteiras, em área de descanso (AD) de pastagens tropicais adubadas com doses de N, durante o período chuvoso, na região de Araguaína - TO. a: descanso D4; b: descanso D5; e c: descanso D8.

Segundo Braz et al., 2003, em revisão, essas zonas de maior concentração representam 7,71% da área dos piquetes, onde são depositados 26,7% das fezes. Verificou-se elevado potencial de perdas de N com a elevação das doses e utilização de áreas de descanso, tendo em vista que as fezes depositadas nos locais de descanso não resultam em produção, sendo o N depositado nessas áreas praticamente todo perdido. Em se perdendo o N depositado nas áreas de descanso e 50% do depositado nas pastagens observa-se perdas dos sistemas equivalentes a 133,1, 90,2, 131,3 e 133,5 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> para os tratamentos 800S, 400S, 400C e 800C, respectivamente, semelhante ao relatado por Borsting et al. (2003). Essas perdas podem ser potencializadas pela aplicação de N artificial, tendo em vista que na maioria dos sistemas a aplicação não leva em consideração a espacialização do N depositado pelos animais, elevando a ineficiência do sistema no que se refere ao N. Assim, o estudo espacializado da deposição das fezes vem auxiliar os gestores quanto à forma de aplicação do N via fertilizantes, podendo técnicas como a de taxa de aplicação variável ser alternativa aos sistemas.

Nesse sentido, há a necessidade de melhor entendimento nos componentes determinantes da deposição das fezes por vacas leiteiras, em regime de campo, oportunizando melhor distribuição dos dejetos, bem como da melhor forma de aplicação dos fertilizantes artificiais, como forma de minimizar as perdas do nitrogênio, contribuindo de forma significativa na mitigação dos efeitos negativos ao ambiente (produção de gases de efeito estufa e eutroficação dos cursos d'água).

## CONCLUSÕES

Houve maior coeficiente de variação da deposição nas áreas de descanso em relação às áreas de piquete, como também nos tratamentos de menor nível de adubação nitrogenada. A deposição de fezes apresenta caráter heterogêneo, sendo influenciado pelos fatores radiação, temperatura e umidade relativa, apresentando zonas de elevada deposição. Observou-se grau de dependência espacial de moderado a forte, prevalecendo a classe forte. As excreções e as perdas do nitrogênio elevam-se com o aumento do fornecimento desse nutriente aos animais.

## REFERÊNCIAS

- BERRYA, N.R.; JEWELLB, P.L.; SUTTERA, F. et al. Effect of concentrate on nitrogen turnover and excretion of P, K, Na, Ca and Mg in lactating cows rotationally grazed at high altitude. **Livestock Production Science**, 71 (2001) 261–275.
- BLACKSHAW, J.K.; BLACKSHAW, A.W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.34, p.285-295, 1994.
- BØRSTINGA, C.F.; KRISTENSENB, T.; MISCIATTELLIC, L. et al. Reducing nitrogen surplus from dairy farms. Effects of feeding and management. **Livestock Production Science**, 83 (2003) 165–178.
- BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Avaliação de Três Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob Pastejo: Disponibilidade de Forragem, Altura do Resíduo Pós-Pastejo e Participação de Folhas, Colmos e Material Morto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.55-63, 2003.

BRAZ, S. P.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; CANTARUTTI, R. B. et al. Caracterização da distribuição espacial das fezes por bovinos em uma pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.4, p.787-794, 2003.

CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M. et al. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.58, n.5, p.1501-1511, 1994.

CANTARUTTI, R.B.; SANTO, H.Q. Entrada e conservação de nutrientes nos sistemas de produção de bovinos a pasto. *Anais...* III Simpósio de Produção de Gado de Corte, p. 133-152, 2002.

CORÁ, J. E.; ARAUJO, A. V.; PEREIRA, G. T. et al. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n.6, p. 1013-1021, 2004.

DA SILVA, S.C. **Comportamento animal em pastejo**. In: 23º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. Piracicaba, 5-7 de setembro de 2006 (Palestra).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa produção de informação, 2006. 306p.

FENG, Q.; LIU, Y.; MIKAMI, M. Geostatistical analysis of soil moisture variability in grassland. **Journal of Arid Environments**, v.58, p.357-372, 2004.

GOLDEN SOFTWARE. **Surfer for Windows version 8.0**. Colorado: Golden, 2002.

GREGO, C. R.; VIEIRA, S. R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.2, p.169-177, 2005.

LOVELL, R.D.; JARVIS, S.C. Effect of cattle dung on soil microbial biomass c and n in a permanent pasture soil. **Soil Biol. Biochem.** Vol. 28, No. 3, pp. 291-299, 1996.

MARCHESIN, W. A. **Dinâmica da deposição de fezes em pastagem de *Brachiaria brizantha* submetida e intensidade de pastejo**. 2005. 63f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga.

MCGECHAN, M.B ; TOPP, C.F.E. Modelling environmental impacts of deposition of excreted nitrogen by grazing dairy cows. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 103 (2004) 149-164.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; CROMBERG, V.U. **Alguns aspectos a serem considerados para melhorar o bem-estar de animais em sistema de pastejo rotacionado**. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.C. Fundamentos do Pastejo Rotacionado, FEALQ: Piracicaba, 1997, p. 273-296.

PÁSCOA, A. G. **Comportamento de bovinos de corte em resposta a à disposição espacial de condicionadores de pastejo**. 2009. 118f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária “Júlio de Mesquita Filho”/ Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

PÁSCOA, A. G.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Aplicação dos sistemas de informação geográfica para definição de estratégias de manejo de bovinos nas pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, *suplemento especial*, p.45-51, 2007.

PETERSEN, S.O.; SOMMER, S.G.; BÉLINE, F. et al. Recycling of livestock manure in a whole-farm perspective. **Livestock Science**, 112 (2007) 180–191.

ROBERTSON, G.P. **GS+: Geostatistics for the environmental sciences – GS+ User’s guide**. Plainwell, Gamma Design Software, 2008. 152p.

RODRIGUES, A. M.; CECATO, U.; FUKUMOTO, N. M. et al. Concentrações e quantidades de macronutrientes na excreção de animais em pastagem de capim-mombaça fertilizada com fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.6, p.990-997, 2008.

SCHAFFRATH, V. R.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J. et al. Variabilidade e correlação espacial de propriedades físicas de solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.4, p.1369-1377, 2008.

SHIYOMI, M.; OKADA, M.; TAKAHASHI, S. et al. Spatial pattern changes in aboveground plant biomass in a grazing pasture. **Ecological Research**, (1998) 13, 313-322.

SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S.; SOUZA, G. S. et al. Variabilidade espacial de fósforo e das frações granulométricas de um Latossolo Vermelho Amarelo. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 41, n.1, p. 1-8, 2010.

SOUZA, Z.M.; CERRI, D.G.P.; COLET, M.J. et al. Análise dos atributos do solo e da produtividade da cultura de cana-de-açúcar com o uso da geoestatística e árvore de decisão. **Cienc. Rural**. vol.40 no.4 Santa Maria Apr. 2010 Epub. Apr. 09, 2010.

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pasture. 2. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Aust. J. Agric. Res.**, 24:821-829, 1973.

VAN DER STELT, B.; VAN VLIET, P.C.J.; REIJS, J.W. et al. Effects of dietary protein and energy levels on cow manure excretion and ammonia volatilization. *J. Dairy Sci.* 91:4811–4821, 2006-449.



VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R.F. et al. (Eds). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. V.1, p.1-53.

WARRICK A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). **Application of soil physics**. New York: Academic Press, 1980.

WHITE, S. L.; SHEFFIELD, R. E.; WASBURN, S. P. et al. Spatial and time distribution of dairy cattle excreta in an intensive pasture system. **Journal of environmental quality**. v.30, p.2180 -2187, 2001.

WILLIAMS, P.E.V. Animal production and European pollution problems. **Animal Feed Science and Technology**. v.53, p.135 -144, 1995.

## **CAPÍTULO V**

### **PRODUÇÃO DE LEITE, CONDIÇÃO CORPORAL E CONSUMO DE VACAS EM LACTAÇÃO, EM PASTAGENS TROPICAIS**

## **Produção de leite, condição corporal e consumo de vacas em lactação, em pastagens tropicais**

### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar a influência da intensificação dos sistemas de produção de leite sobre as variáveis biológicas associadas ao desempenho animal, em sistemas de produção baseados em pastagem tropical, durante o período das águas, no Norte do Tocantins. O experimento constituiu-se de quatro tratamentos, definidos em função de níveis de intensificação. São eles, em sequência crescente de intensificação: 400 kg de Nitrogênio  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> sem suplementação, 800 kg de Nitrogênio  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> sem suplementação, 400 kg de Nitrogênio  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> com suplementação à base de alimento concentrado e 800 kg de Nitrogênio  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> com suplementação à base de alimento concentrado. As variáveis analisadas foram: produção diária de leite (kg  $\times$  vaca<sup>-1</sup>  $\times$  dia<sup>-1</sup>), peso vivo (kg), taxa de lotação (UA  $\times$  ha<sup>-1</sup>), produção de leite por área (L  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  dia<sup>-1</sup>), número de placas de fezes (placas  $\times$  animal<sup>-1</sup>  $\times$  dia<sup>-1</sup>), produção diária de fezes (kg MS  $\times$  animal<sup>-1</sup>  $\times$  dia<sup>-1</sup>), consumo diário de forragem (kg  $\times$  animal<sup>-1</sup>  $\times$  dia<sup>-1</sup>) e consumo total diário (kg  $\times$  animal<sup>-1</sup>  $\times$  dia<sup>-1</sup>). Foram utilizadas 32 vacas, distribuídas oito por tratamento (quatro tratamentos), durante o período chuvoso do ano agrícola 2009/2010. Houve crescimento das produções diárias e por área de leite, na medida em que se intensificou o sistema. Com a intensificação houve maior persistência da lactação, observado por meio da relação obtida pela divisão do coeficiente angular pelo intercepto, representando a diminuição diária em percentual, como reflexo da maior oferta de nutrientes. A produção por área respondeu mais fortemente ao nível de produção individual diária e apresentou comportamento quadrático, seguindo a distribuição das chuvas. A produção fecal cresceu no sentido do maior nível de intensificação do sistema, resultando em maiores estimativas de consumo.

**Palavras-chave:** adubação nitrogenada, bovinos leiteiros, desempenho animal, intensificação de sistemas, suplementação

## **Milk production, body condition and consumption of lactating cows in tropical pastures**

### **ABSTRACT**

We aimed at evaluating the influence of intensification in milk production on biological variables associated with animal performance, in production systems based on tropical pastures, during the water period in Northern Tocantins State. The experiment consisted of four treatments, defined as a function of enhancement levels. These are in increasing sequence of intensification: 400 kg of Nitrogen  $\times \text{ha}^{-1} \times \text{year}^{-1}$  without supplementation, 800 kg of Nitrogen  $\times \text{ha}^{-1} \times \text{year}^{-1}$  without supplementation, 400 kg of Nitrogen  $\times \text{ha}^{-1} \times \text{year}^{-1}$  with supplementation based on concentrate feed and 800 kg of Nitrogen  $\times \text{ha}^{-1} \times \text{year}^{-1}$  with supplementation concentrate feed. Analyzed variables were: daily milk production ( $\text{kg} \times \text{cow}^{-1} \times \text{day}^{-1}$ ), weight (kg), stocking rate ( $\text{UA} \times \text{ha}^{-1}$ ), milk production per area ( $\text{L} \times \text{ha}^{-1} \times \text{day}^{-1}$ ), number of feces patches ( $\text{patches} \times \text{animal}^{-1} \times \text{day}^{-1}$ ), daily fecal production ( $\text{kg MS} \times \text{animal}^{-1} \times \text{day}^{-1}$ ), daily intake of forage ( $\text{kg} \times \text{animal}^{-1} \times \text{day}^{-1}$ ) and total daily consumption ( $\text{kg} \times \text{animal}^{-1} \times \text{day}^{-1}$ ). It was used 32 cows, eight per treatment (four treatments) during the rainy period of 2009/2010. There was increase in milk daily production and per area, as the system was intensified. With the intensification there was a greater persistence of lactation, observed through the relationship obtained by dividing the slope per intercept, representing the daily decrease in percentage, as a result of greater supply of nutrients. The production per area responded more strongly to the level of individual daily production and followed a quadratic trend, accompanying the rainfall distribution. The fecal production increased towards the highest level of enhancement, resulting in higher estimates of consumption.

**Key words:** dairy cattle, nitrogen fertilization, supplementation, systems intensification

## INTRODUÇÃO

A produção de leite baseada em bovinos vem, ao longo dos tempos, constituindo-se como uma das atividades primárias de maior potencial para a geração de postos de ocupação e renda (MOREIRA et al., 2008). Todavia, ao longo das últimas décadas essa cadeia vem passando por mudanças significativas em sua estrutura, especialmente a partir do início da década de 90 (LOPES et al., 2007; PERES et al., 2009). Entre as alterações, têm-se a necessidade de substituir os modelos baseados na utilização dos recursos naturais em estado natural, por modelos mais eficientes e menos impactantes ambientalmente, caracterizados pela utilização de insumos processados, possibilitando o desenvolvimento de modelos mais sustentáveis. Passam a constituir a base desses modelos a competitividade, a qualidade, a eficácia, o crescimento e a sustentabilidade (VILELA et al., 2006).

Notadamente, com base na elevação dos índices de produtividade, observa-se o crescimento dos níveis de produção de leite em níveis brasileiro e mundial. Várias alternativas de intensificação são utilizadas, como o aumento da produção por animal, baseadas no maior aporte de nutrientes a esses ou, mais recentemente, pelo maior número de animais por área. Nesse sentido, a elevação da produtividade via aumento da produção das pastagens apresenta relação com o crescimento da capacidade de suporte das pastagens. Isto é possível via maior aporte nutricional realizado nessas áreas. Assim, Alvim e Botrel (2001) relataram ser o nitrogênio o maior responsável pelo aumento da capacidade produtiva das forrageiras, além de influenciar positivamente na melhoria da qualidade desse alimento.

Entretanto, aportar mais nutrientes aos pastos não apresenta garantia de melhoria do sistema, havendo necessidade de entendimento sobre as formas mais adequadas de sua utilização e do manejo da pastagem sob essa prática. Cóser et al. (2001), estudando alternativas de manejo de pastagem tropical, descreveram vários aspectos relacionados ao manejo da pastagem que podem influenciar de forma significativa na produção animal, sobretudo o período de descanso adotado, o número de dias de ocupação dos piquetes e o manejo do pastejo. Cóser et al. (1999) descreveram ainda o grande potencial das pastagens tropicais para elevação dos níveis de produção por área, além de seu baixo custo.

Convencionalmente, observa-se como alternativa de elevação da produção o aumento da produção por animal. Essa intensificação baseia-se no fornecimento de alimentos concentrados aos animais, tendo em vista que com a elevação dos níveis de produção há maior demanda por nutrientes (RENNÓ et al., 2008).

O maior aporte nutricional oportuniza aos animais melhores condições nutricionais, resultando em ganhos de produção e reprodução. Desta forma, Vilela et al. (2007) observaram que vacas holandesas mantidas em pastagem adubada e recebendo suplementação proporcionou produções diárias, por animal, próximas a 20 L, além de sugerir o fornecimento de 6,0kg por animal:dia. Esse nível proporciona maior produção de leite, melhor índice reprodutivo, maior persistência na lactação e maior lucratividade. Já Alvim et al. (1999) observaram que o fornecimento dessa quantidade de suplemento (6,0kg), quando ministrado de forma variável, contribui na elevação da produtividade por vaca, por área, prolonga o tempo de pico de lactação e eleva a taxa de lotação, sendo indicado o fornecimento variável.

Objetivou-se avaliar a influência da intensificação dos sistemas de produção de leite sobre as variáveis biológicas associadas ao desempenho animal, em sistemas de produção baseados em pastagem tropical, durante o período das águas, no Norte do Tocantins.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se nas coordenadas 7° 5' 37''S de latitudes e 48° 12' 16''W de longitudes, na fazenda da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins (EMVZ-UFT), Campus de Araguaína. Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta clima tipo Aw (quente úmido), com temperatura média de 28°C e precipitação pluviométrica média de 1.800 mm anuais. O solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico, de acordo com metodologia da EMBRAPA (2006).

A divisão da área foi realizada em quatro sistemas, cada um composto por dezesseis piquetes de 25 x 48 m, totalizando 1.200 m<sup>2</sup>. Desse total de piquetes foram utilizados os necessários para que fosse possível a expansão de 2,5 novas folhas,

variando esse número ao longo do período (Tabela 3). Os demais foram utilizados pelos animais de equilíbrio, que foram postos na medida em que se fazia necessária a sua utilização, observada quando da verificação do nível de produção do dossel forrageiro, objetivando seu rebaixamento ao nível de IAF residual de 2,0, conforme Cândido et al. (2005). O período experimental foi de 24 de dezembro de 2009 a 10 de maio de 2010. Já as medidas de produção de leite foram realizadas do dia 08 de fevereiro a 06 de maio de 2010

Foram utilizadas 48 vacas leiteiras, mestiças, oriundas da própria Fazenda da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia e de produtores da região, divididas em 32 de prova e 16 de equilíbrio. Os lotes foram separados após um período de desafio. Durante esse período, todos os animais tiveram acesso à suplementação concentrada *ad libitum*, mantidos todos na mesma pastagem. Após essa fase, foram identificadas as vacas por nível de produção. Foram separados quatro lotes, cada um com oito animais, onde foram compostos por animais que responderam à suplementação ( $\geq 15,0$  L de leite ao dia), o restante dos lotes, são os que não responderam à suplementação ( $\leq 11,0$  L de leite ao dia).

Os dois lotes com produção acima de 15,0 L foram mantidos com suplementação na proporção de 1,0 kg de concentrado para cada 3,0 litros de leite. Os dois lotes de menor produção foram mantidos somente recebendo sal mineral completo, com fórmula comercial, para vacas de leite (com 80 g de fósforo). Para os dezesseis animais com suplementação, oito foram mantidos em área de pastagem com dose de nitrogênio (N) equivalente a  $400 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  e os outros oito mantidos em área de pastagem com dose equivalente a  $800 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$ . Esse mesmo procedimento foi adotado para os animais sem suplementação.

Desta forma, foram definidos os quatro tratamentos:  $400 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  sem suplemento (400S),  $800 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  sem suplemento (800S),  $400 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  com suplementação (400C) e  $800 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  com suplemento (800C), sequência essa que representou os níveis de intensificação, iniciando no menor nível (400S) até o maior nível (800C). As doses de N a serem aplicadas a cada ciclo foram obtidas pela transformação da dose anual para diária e depois multiplicadas pelo número de dias do ciclo, por tratamento.

A produção de leite foi mensurada semanalmente, em todos os tratamentos, por

meio de medidor automático disponível no equipamento de ordenha. Vale salientar que as vacas se encontravam na segunda metade da lactação (mensurações da produção iniciando aos 105 dias de lactação), com partos ocorridos entre outubro e novembro de 2009. O peso vivo e o escore de condição corporal foram medidos em três dias durante o período de avaliação: em 12 de janeiro de 2010, no dia 08 de março e no dia 13 de maio de 2010. Com base no número de animais, por tratamento, por área e da Equação 1, os mesmos foram transformados em unidades animal (UA) por área.

$$UA = \frac{PV^{0,75}}{450^{0,75}} \quad 1$$

em que,

UA: valor equivalente do animal em UA

PV: peso vivo atual da categoria

A produção de leite por área, em litros por hectare ao dia ( $L \times ha^{-1} \times dia^{-1}$ ), foi obtida como resultado da multiplicação da produção diária por animal pelo número de animais por hectare, tendo em vista as áreas possuírem valores variáveis ao longo dos ciclos, necessitando de serem ajustadas para a mesma unidade (hectare). O consumo de forragem e de concentrado foram estimados conforme equação descrita em Elyas et al (2009), tomando como base nas estimativas de digestibilidades de 55 e 90% para forragem e concentrado, respectivamente, disponibilizadas em Valadares Filho et al (2000). Já a contagem de placas de fezes e a produção fecal foram determinadas conforme descrito em Braz et al. (2002).

A formulação do concentrado foi realizada utilizando o *software* do NRC (2001), objetivando teores de: proteína bruta de 20% na matéria seca e nutrientes digestíveis totais de 80%, na matéria seca. Adicionou-se 1,10% de calcário e 1,25% de sal mineral. A formulação utilizada foi: 76,7% de fubá de milho, 18,6% de farelo de soja, 1,25% de fospec 60, 1,16% de calcário calcítico e 2,32% de uréia pecuária.

As variáveis, número de placas de fezes, produção diária de fezes, consumo de forragem e consumo total diário, foram analisadas segundo um delineamento inteiramente casualizado utilizando o procedimento GLM (SAS 9.0) de acordo com o seguinte modelo estatístico:



$$Y_{ik} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ik}$$

onde:  $Y_{ik}$  = parâmetro observado,  $\mu$  = média geral,  $\alpha_i$  = efeito fixo do nível tecnológico e  $\varepsilon_{ijk}$  = erro aleatório assumido como NID  $(0, \sigma^2)$ .

A variável, escore de condição corporal, foi analisada segundo um delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo utilizando o PROC MIXED do SAS (9.0) segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

onde:  $\beta_j$  = efeito fixo do ciclo (1, 2 e 3),  $(\alpha\beta)_{ij}$  = interação entre nível tecnológico e ciclo, todos os demais termos são iguais aos citados anteriormente.

Para as variáveis, produção de leite diário, peso vivo, taxa de lotação e produção de leite por hectare, os ciclos (12 semanas) foram considerados controle local, ou seja, efeito aleatório, já que tais variáveis são susceptíveis a mudanças ao longo da curva de lactação, logo, seria impossível determinar se a variação entre ciclos é função de características particulares do ciclo ou de fases das curvas de lactação dentre os animais, assim adotou-se o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + b_j + \varepsilon_{ijk}$$

onde:  $b_j$  = efeito aleatório dos ciclos (1, 2, ..., 11 e 12), todos os demais termos são iguais aos citados anteriormente. Os dados foram sujeitos a cinco estruturas de covariância: não estruturada, toeplitz, simetria composta, componente de variância e primeira ordem regressiva. Nas variáveis onde o ciclo foi considerado efeito fixo, praticamente em todos os parâmetros avaliados, a estrutura componente de variância apresentou critério de informação bayesiano de Schwarz's inferior aos demais, desta forma adotou-se este para todas as variáveis. No caso do modelo onde ciclo foi considerado efeito aleatório, a variável produção de leite diário, utilizou estrutura toeplitz e as demais utilizaram primeira ordem regressiva. Os graus de liberdade foram ajustados pelo método de Kenward and Roger e as médias de mínimos quadrados foram obtidas a partir da declaração LSMEANS (SAS Institute Inc. 2008). As comparações entre médias foram realizadas através de diferença mínima significativa de Fisher

utilizando a declaração PDIFF (SAS Institute Inc. 2008). Adotou-se 0,05 de probabilidade para o erro tipo I.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença no peso vivo dos animais (Tabela 1), entre os tratamentos, apresentando peso vivo médio de 469,4 kg. A produção diária de leite por vaca (Tabela 1) variou de forma crescente em função da maior intensificação, com maiores valores nos níveis mais intensivos (400C e 800C).

A intensificação via adubação não causou diferença na produção individual nos animais de menor nível de produção, conforme observado por Alvim e Botrel (2001) e Soares et al. (1999), que não verificaram influência do nível de adubação sobre a produção individual. Para os níveis de intensificação que utilizaram animais de maior nível de produção não foi observado efeito da adubação. Este comportamento pode ser resultado do potencial genético dos animais utilizados (SRD), conforme cita Fukumoto et al. (2010), haja vista suas necessidades terem sido satisfeitas com a suplementação e menor nível de adubação, havendo possível excesso de nutrientes na maior oferta nutricional.

Tabela 1 – Peso vivo, taxa de lotação em UA, produção diária de leite por vacas e por hectare, em pastagens tropicais, sob níveis de adubação nitrogenada e de produção de leite, no período das águas, na região de Araguaína - TO

Variável	Nível de intensificação			
	400S	800S	400C	800C
Produção diária de leite ( $L \times vaca^{-1} \times dia^{-1}$ )	4,44b	6,71b	12,47a	12,84a
Peso vivo (kg)	447,9	461,8	488,3	479,5
Taxa de lotação em $UA \times ha^{-1}$	6,85bc	7,39a	7,17ab	6,24c
Produção de leite por ha ( $L \times ha^{-1} \times dia^{-1}$ )	25,9c	44,3b	70,0a	63,4a

Letras minúsculas iguais na linha, não diferem ( $P < 0,05$ ), pela diferença mínima significativa de Fisher 400S: pastagem com dose equivalente a 400 kg de  $N \times ha^{-1} \times ano^{-1}$ , sem suplementação; 800S: pastagem com dose equivalente a 800 kg de  $N \times ha^{-1} \times ano^{-1}$ , sem suplementação; 400C: pastagem com dose equivalente a 400 kg de  $N \times ha^{-1} \times ano^{-1}$ , com suplementação; e 800C: pastagem com dose equivalente a 800 kg de  $N \times ha^{-1} \times ano^{-1}$ , com suplementação

Já com relação à persistência de lactação foi verificado efeito positivo ( $P < 0,05$ ) da intensificação (Figuras 1 e 2), relação essa observada por meio da razão do coeficiente angular pelo intercepto (dado em percentual), onde foi identificado menores reduções da produção ao longo dos dias, para os níveis de intensificação mais elevados em relação aos menos intensivos. Os valores de diminuição diária da lactação, em percentual,

observados foram 1,055, 0,607, 0,315 e 0,290% para os níveis 400S, 800S, 400C e 800C, respectivamente. Esses valores traduzem possível elevação da lactação em função do maior aporte nutricional, se assemelhando ao observado por Vilela et al. (2007) sendo definido por meio de hormônios e influenciados pelo potencial genético, manejo, condição sanitária, idade e o nível nutricional (GONZÁLEZ et al., 2001).

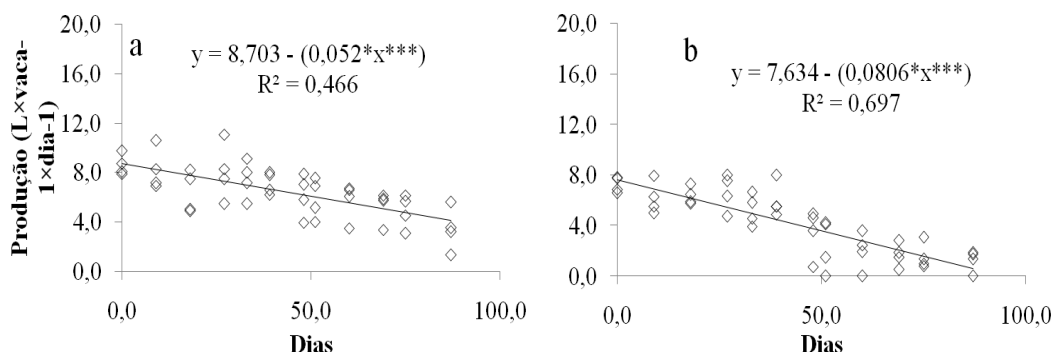


Figura 1 – Produção diária de leite por vacas, sem suplementação, ao longo de ciclos de pastejo, mantidas em pastagens tropicais, sob níveis de adubação nitrogenada, no período das águas, na região de Araguaína – TO. a: dose equivalente a 800 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>; b: dose equivalente a 400 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>. \*(P<0,10) \*\*(P<0,05) e \*\*\*(P<0,01).

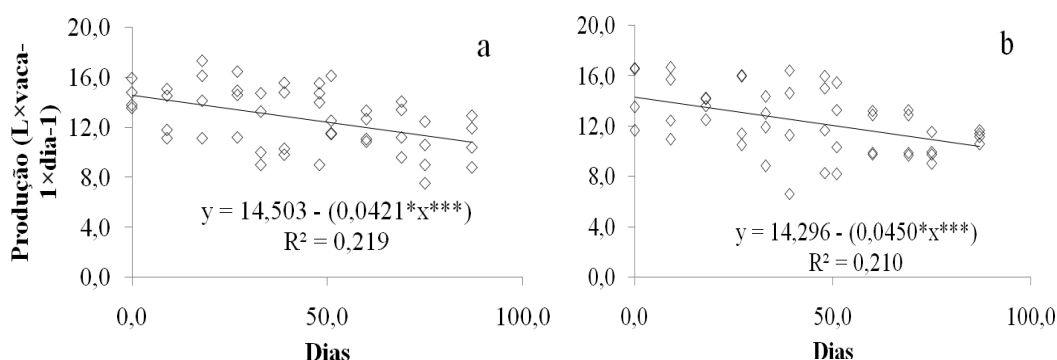


Figura 2 – Produção diária de leite por vacas, ao longo de ciclos de pastejo, mantidas em pastagens tropicais, sob níveis de adubação nitrogenada, com suplementação, no período das águas, na região de Araguaína – TO. a: dose equivalente a 800 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>; b: dose equivalente a 400 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup>. \*(P<0,10) \*\*(P<0,05) e \*\*\*(P<0,01).

A taxa de lotação é reflexo da interação entre as variáveis do pasto e do animal, sobretudo da produção de forragem, das demandas nutricionais dos animais e da oferta

de suplementos. Os menores valores de taxa de lotação foram verificados nos níveis de intensificação extremos superior (800C) e inferior (400S), sendo observadas maiores lotações nos níveis de intensificação intermediários (800S e 400C). A maior lotação no nível de intensificação 800S pode ser justificada por variáveis relacionadas ao pasto, onde foi observado maior índice de área foliar (IAF) pós-pastejo inicial nesse nível, o que proporcionou melhor desempenho desse pasto, como observa Pedreira (2006) sobrepujando o maior consumo de forragem desse tratamento, dado o seu maior nível de produção (Tabela 1), conforme relatam Lopes et al. (2005).

Já no caso dos animais no maior nível de intensificação, que tiveram o maior aporte de nutrientes, a menor lotação foi resultado da não diferença entre as produções das pastagens adubadas com 400 e 800 kg de N  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> associada ao maior consumo desses animais, mesmo recebendo alimento concentrado, caracterizando possível efeito aditivo. Assim, o aumento do consumo das dietas, depende das condições em que está sendo ofertada a massa de forragem (estrutura do dossel), em função da diminuição do teor de FDN da dieta (LOPES et al., 2005). Tem-se como resultado do manejo do pastejo e da associação com o uso do concentrado, uma melhoria do valor nutritivo da dieta (ANDRADE et al., 2003) ofertada aos animais.

No que se refere à taxa de lotação, ao longo do tempo (Figuras 3 e 4), foi verificado comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ), crescendo com o passar dos ciclos e posterior diminuição. Esse comportamento seguiu a disponibilidade de água de precipitação (Figura 5), justificando o padrão de crescimento observado, tendo em vista que a pastagem responde, com limites, à oferta de água (DANTAS NETO et al., 2000; RIBEIRO, 2006).

Houve relação direta entre os níveis de intensificação e a produção por área. A produção de leite por hectare elevou-se do nível 400S até o 400C, estabilizando-se entre os dois níveis mais intensivos (400C e 800C). Ao longo do tempo (Figuras 6 e 7), houve comportamento quadrático, crescendo até determinado momento, voltando a cair, o que demonstrou influência direta da disponibilidade de água (via precipitação) com essa variável, conforme observa Melo et al. (2009).

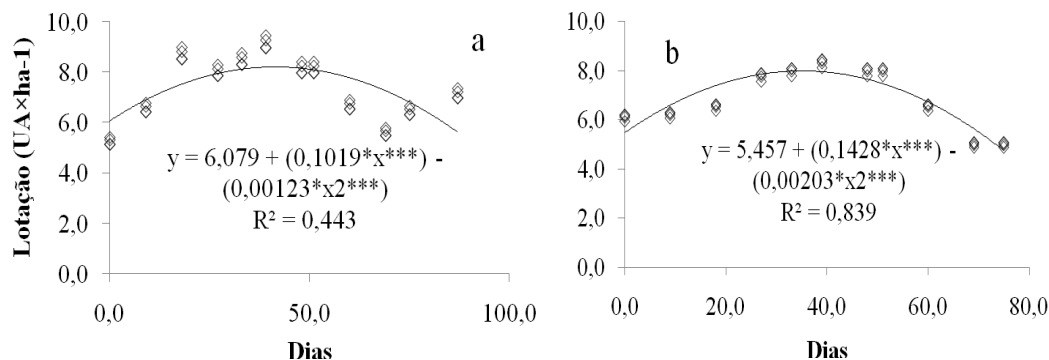


Figura 3 – Taxa de lotação em UA por hectare, ao longo de ciclos de pastejo, sob níveis de intensificação, no período das águas, na região de Araguaína – TO. a: dose de N equivalente a 800 kg de  $N \times ha^{-1} \times ano^{-1}$ ; b: dose de N equivalente a 400 kg de  $N \times ha^{-1} \times ano^{-1}$  e animais sem suplementação. \*( $P < 0,10$ ) \*\*( $P < 0,05$ ) e \*\*\*( $P < 0,01$ ).

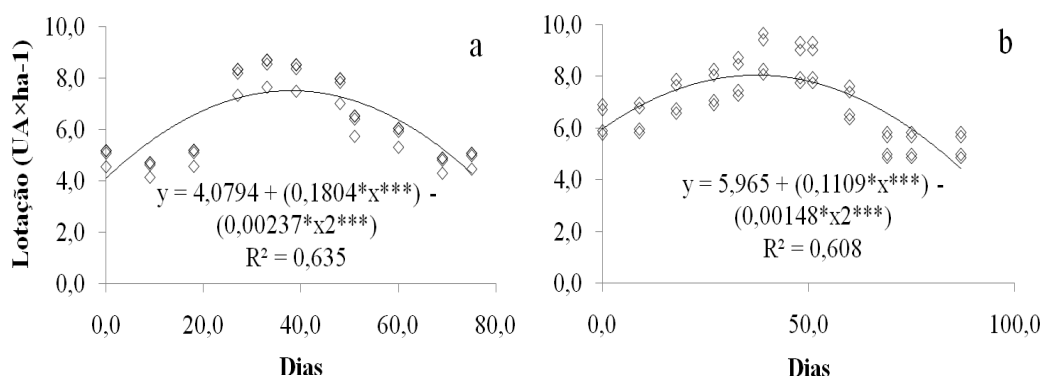


Figura 4 – Taxa de lotação em UA por hectare, ao longo de ciclos de pastejo, sob níveis de intensificação, no período das águas, na região de Araguaína – TO. a: dose de N equivalente a 800 kg de  $N \times ha^{-1} \times ano^{-1}$ ; b: dose de N equivalente a 400 kg de  $N \times ha^{-1} \times ano^{-1}$  e animais com suplementação. \*( $P < 0,10$ ) \*\*( $P < 0,05$ ) e \*\*\*( $P < 0,01$ ).

Essa medida (produção por área) tem sido relatada como sendo a de maior potencial para as pastagens tropicais em detrimento das produções individuais, possibilitando aos produtores que intensifiquem suas produções, obtendo ganhos em escala, além de potencializarem o uso de suas terras (FUKUMOTO et al., 2010). Isso possibilita ainda, a diminuição da pressão sobre a abertura de novas áreas, contribuindo na redução dos impactos ambientais dessa atividade. É influenciada diretamente por fatores climáticos (Figura 5), oferta de suplemento e exigências nutricionais dos animais

(função da raça, do manejo e do potencial de produção).

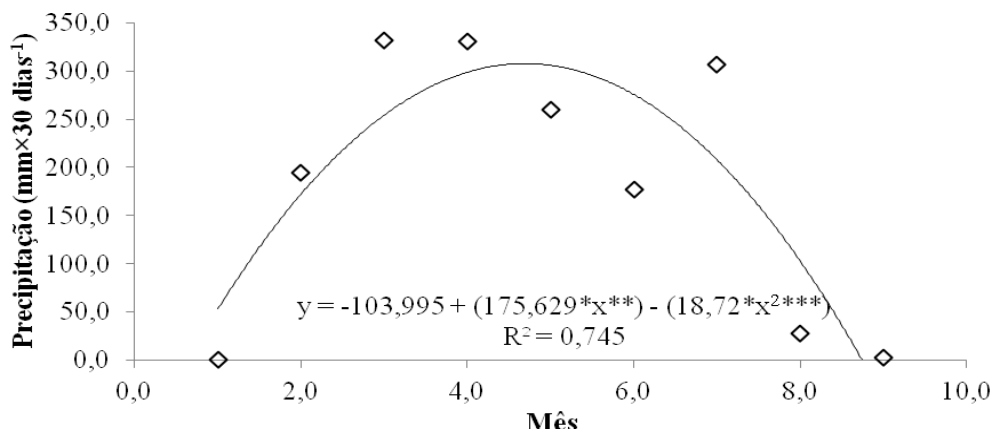


Figura 5 – Precipitação ocorrida ao longo dos meses (setembro de 2009 a maio de 2010) a características do período chuvoso, do ano agrícola 2009/2010, na região de Araguaína – TO. \*( $P < 0,10$ ) \*\*( $P < 0,05$ ) e \*\*\*( $P < 0,01$ ).

Como a produção primária determina a produção secundária, há então reflexos do clima na taxa de lotação e por consequência, na produtividade de leite por hectare. Ademais, tem-se o efeito do suplemento, podendo elevar (efeito substitutivo) ou até diminuir (efeito aditivo), caso a redução da lotação seja superior ao aumento da produção individual proporcionada por esse efeito. Mas, foi verificada relação com a persistência da lactação (Figuras 6 e 7) e esta é resultado do maior aporte de nutrientes (VILELA et al., 2007), esperado no maior nível de intensificação.

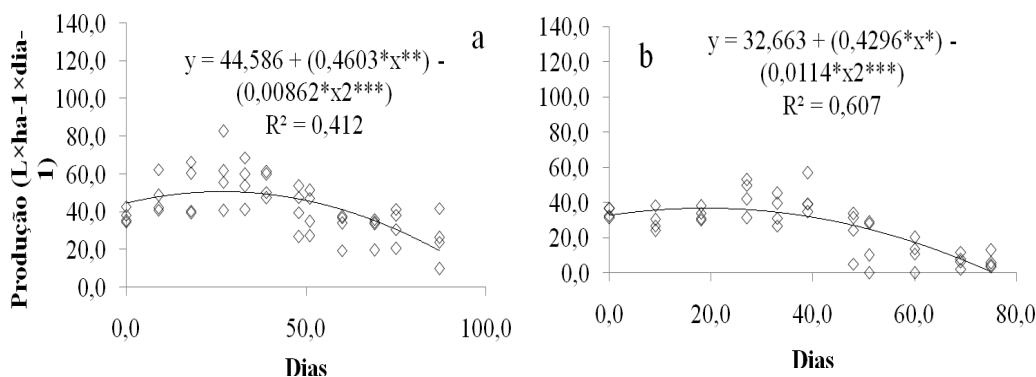


Figura 6 – Produção de leite por hectare, ao longo de ciclos de pastejo, sob níveis de intensificação, no período das águas, na região de Araguaína – TO. a: dose de N equivalente a 800 kg de N x ha<sup>-1</sup> x ano<sup>-1</sup>; b: dose de N equivalente a 400 kg de N x ha<sup>-1</sup> x ano<sup>-1</sup>. \*( $P < 0,10$ ) \*\*( $P < 0,05$ ) e \*\*\*( $P < 0,01$ ). Sem suplementação.

A produção individual contribuiu na observação do limite máximo de produção (Figura 7). O tempo necessário para se atingir o pico de produção por área seguiu a oferta de nutrientes, demandando mais tempo para resposta, na medida em que se elevou o potencial de produção dos animais via esse maior aporte. Verificou-se valores para a variável dias para atingir o pico de 18,8, 26,7, 33,4 e 35,5 dias para os níveis 400S, 800S, 400C e 800C, respectivamente. Já para o pico de produção foram observados os seguintes valores de  $36,7, 50,7, 78,8$  e  $82,8 \text{ L} \times \text{ha}^{-1} \times \text{dia}^{-1}$  para os níveis 400S, 800S, 400C e 800C, respectivamente.

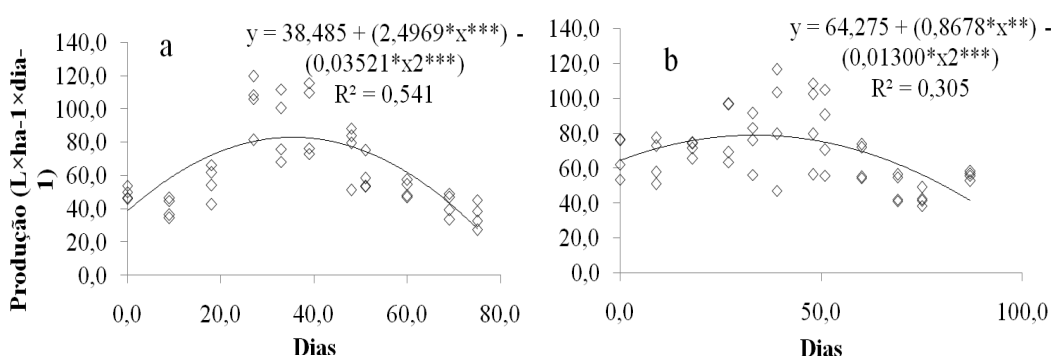


Figura 7 – Produção de leite por hectares, ao longo de ciclos de pastejo, sob níveis de intensificação, no período das águas, na região de Araguaína – TO. a: dose de N equivalente a  $800 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$ ; b: dose de N equivalente  $400 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$ . \*( $P < 0,10$ ) \*\*( $P < 0,05$ ) e \*\*\*( $P < 0,01$ ). Com suplementação.

Os valores de produção por área referentes aos menores níveis de intensificação (400S e 800S) foram inferiores aos observados por Vilela et al. (2006). Já as produções dos níveis 400C e 800C se assemelharam quando se avaliaram os animais de potencial de produção individual análogo. Contudo, esse autor relata produções próximas de  $100 \text{ L} \times \text{ha}^{-1} \times \text{dia}^{-1}$  quando da utilização de animais de maior nível de produção ( $19,1 \text{ L} \times \text{ha}^{-1}$ ). Essa observação reflete o estágio em que foram avaliados os animais nesse estudo (segunda metade da lactação) e de seu potencial (mais limitados), que juntos traduziram os menores níveis de produção por área, mesmo tendo sido observada maior taxa de lotação.

O escore de condição corporal (ECC) (Tabela 2) não apresentou diferença entre os níveis de intensificação. Mas houve crescimento do escore ao longo do tempo, havendo

diferença do ECC, do final do período de avaliação em relação às duas avaliações iniciais. Ruas et al. (2000) relatam a importância do monitoramento do ECC no pré e pós-parto de forma que os animais possam parir em condição adequada sendo essa uma prática indicada, quando se busca melhor desempenho dos animais. Freitas Júnior et al. (2008) descreveram a importância da condição corporal no desempenho reprodutivo e produtivo de vacas leiteiras, de forma que animais com melhores escores de condição corporal, especialmente no pré-parto, apresentaram melhores desempenhos produtivo e reprodutivo.

Ruas et al. (2000) observaram também melhoria do ECC quando da elevação do aporte nutricional aos animais, via utilização de concentrado. Esse maior nível de intensificação possibilita aos animais melhor relação demanda e oferta de nutrientes, de forma que esse balanço torne-se positivo, condição essa necessária para que haja a utilização de parte dos nutrientes ingeridos para a formação de reservas corporais.

Tabela 2 – Escore de condição corporal de vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais, sob níveis de intensificação do sistema, no período das águas, na região de Araguaína - TO

Tratamento	Datas			Média
	12/01/10	08/03/10	13/05/10	
400S	3,18 ± 0,119	3,14 ± 0,103	3,19 ± 0,232	3,17a
800S	3,24 ± 0,111	3,31 ± 0,214	3,49 ± 0,025	3,35a
400C	3,10 ± 0,116	3,16 ± 0,170	3,20 ± 0,245	3,15a
800C	3,05 ± 0,187	3,11 ± 0,175	3,23 ± 0,350	3,13a
Média	3,14b	3,18b	3,28a	3,20

Letras minúsculas na linha, não diferem ( $P < 0,05$ ), pela diferença mínima significativa de Fisher Escala utilizada para determinação do ECC de 0,0 a 5,0

O crescimento do escore de condição corporal, ao longo do período experimental (Tabela 2), demonstrou que os níveis de intensificação foram capazes de fornecer nutrientes necessários para manutenção, produção e acúmulo de reservas, não estando em balanço energético negativo (SANTOS et al., 2010), dado o período de avaliação (segunda metade da lactação), aproximando-se dos valores 3,4 - 3,8, adequados para o final de lactação.

A produção diária de fezes (Tabela 3) foi diretamente relacionada ao aporte de nutrientes, crescendo quando da maior oferta dos mesmos, podendo ser relacionada à qualidade do alimento e ao consumo. Animais que apresentam maiores consumos



tendem a indicar maior produção fecal, em detrimento de animais de menor consumo. Entretanto, a qualidade do alimento, sobretudo no que se refere a sua digestibilidade e aos parâmetros de trânsito no trato digestivo, apresentam relação com essa produção, haja vista que podem diminuir a digestibilidade e aumentar o trânsito dos alimentos.

Soares et al. (2001) relataram que a taxa de passagem do alimento no rúmen é um regulador do consumo, além de influenciar na assimilação dos nutrientes, haja vista que quando há maior trânsito, dá-se menor oportunidade de aproveitamento desses nutrientes. Há, com isso, diminuição de sua digestibilidade, elevando os desperdícios de nutrientes.

Tabela 3 – Número de placas de fezes e produção diária de fezes, por vacas em lactação, mantidas em pastagens tropicais, sob níveis de adubação nitrogenada e de produção de leite, no período das águas, na região de Araguaína - TO

Variável	Nível de intensificação			
	400S	800S	400C	800C
Número de placas de fezes (Placas×animal <sup>1</sup> ×dia <sup>-1</sup> )	7,18b ± 1,40	8,54b ± 2,50	9,47ab ± 2,10	11,94a ± 2,20
Produção diária de fezes (kg MS×animal <sup>1</sup> ×dia <sup>-1</sup> )	3,20b ± 0,60	3,81b ± 1,10	4,22ab ± 0,90	5,32a ± 1,00

Letras minúsculas na linha, não diferem (P<0,05), pela diferença mínima significativa de Fisher

O consumo de forragem e o consumo total elevaram-se no sentido da maior intensificação do sistema. Nos níveis com suplementação (400C e 800C), houve efeito da adubação, tendo em vista a melhoria da qualidade da forragem, quando do maior aporte nutricional das pastagens (SOARES; RESTLE, 2002). Assim, possibilitou-se maior consumo de forragem, quando comparado aos animais (800S) mantidos em pastagem com mesmo nível de adubação, caracterizando efeito aditivo. Esse efeito é consequência da maior degradação da fibra, dada a disponibilidade de fonte de nitrogênio para os microorganismos do rúmen. Essa característica também é reflexo da maior relação folha:colmo observada nesse nível de intensificação do sistema, conforme efeito relatado em Cândido et al. (2005).

A qualidade das pastagens tropicais tem sido fator limitante para os ruminantes, dado, especialmente, ao teor de fibra, notadamente da FDA (PORTO et al., 2009), que limita o consumo. Porém, a adubação nitrogenada potencializa o consumo, tendo em vista elevar o teor de PB e melhorar a digestibilidade da forragem (SOARES; RESTLE,

2002), corroborando com o ocorrido no nível de intensificação do sistema 800C em detrimento ao 400C.

O uso de alimentos concentrados atua de forma direta no aumento da disponibilidade de nutrientes, que proporcionam maiores taxas de degradação e elevação do trânsito do alimento no trato gastrointestinal. Bomfim et al. (2001) ao relatarem os efeitos da suplementação, descreveram que em pastagens de baixa qualidade, o fornecimento de concentrado melhora a digestibilidade dos alimentos, pois dão condições para melhor desenvolvimento dos microorganismos, aumentando a digestibilidade da FDN, a taxa de passagem e o consumo de forragem. Mas, a partir de dado nível, passa a diminuir a digestibilidade (maior taxa de passagem) e o consumo de forragem (efeito substitutivo).

Tabela 4 – Estimativas de consumo diário de forragem, consumo total, para vacas em lactação, mantidas em pastagens tropicais, sob níveis de adubação nitrogenada e de produção de leite, no período das águas, na região de Araguaína - TO

Variável	Nível de intensificação							
	400S		800S		400C		800C	
Consumo diário de forragem (kg×animal <sup>-1</sup> ×dia <sup>-1</sup> )	7,11b	± 1,40	8,46ab	± 2,50	8,42ab	± 2,00	10,88a	± 2,20
Consumo total diário de MS (kg×animal <sup>-1</sup> ×dia <sup>-1</sup> )	7,11b	± 1,40	8,46b	± 2,50	12,74a	± 2,20	15,17a	± 2,30

Letras minúsculas na linha, não diferem (P<0,05), pela diferença mínima significativa de Fisher

Da combinação da adubação com o concentrado, houve a melhoria da dieta fornecida possibilitando aos animais maiores consumos, variando de 1,60, 1,84, 2,61 a 3,16% do peso vivo, para os níveis 400S, 800S, 400C e 800C. Entretanto, nos níveis 400C e 800C não foi verificada diferença da produção diária de leite nem do escore, caracterizando um quadro de menor eficiência de utilização do alimento disponibilizado aos animais quando do maior nível de intensificação do sistema.

## CONCLUSÕES

Houve crescimento da produção diária de leite por área, na medida em que se elevou o nível de intensificação dos sistemas. A persistência da produção dos animais responde à intensificação dos sistemas, ocorrendo menor queda da produção ao longo dos dias no sentido do menor para o maior nível de intensificação. A produção por área responde mais fortemente ao nível de produção individual diária e segue comportamento quadrático, acompanhando a distribuição das chuvas. A produção fecal cresce no sentido do maior nível de intensificação do sistema, resultando em maiores estimativas de consumo que, por consequência, seguiram mesma tendência.

## REFERÊNCIAS

- ALVIM, M.J.; VERNEQUE, R.S.; VILELA, D. et al. Estratégia de fornecimento de concentrado para vacas da raça holandesa em pastagem de coast-cross. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.34, n.9, p.1711-1720, set. 1999.
- ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A. Efeitos de doses de nitrogênio na produção de leite de vacas em pastagem de coast-cross. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 577-583, mar. 2001.
- ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; QUEIROZ, D.S. et al. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). **Ciênc. agrotec.**, Lavras. Edição Especial, p.1643-1651, dez., 2003.
- BOMFIM, M.A.D.; REZENDE, C.A.P.; PAIVA, P.C.A. et al. Níveis de concentrado na terminação de novilhos holandês x zebu suplementados a pasto na estação seca. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.25, n.6, p.1457-1466, nov./dez., 2001.
- BRAZ, S.P.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; CANTARUTTI, R.B. et al. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.858-865, 2002 (suplemento).
- CÂNDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A. Duração do período de descanso e crescimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob Lotação Intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.398-405, 2005.
- CÂNDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C.A.M. et al. Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em pastagem de *Panicum maximum* cv.

Mombaça sob Lotação Intermitente1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1459-1467, 2005.

CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; FONSECA, D.M.F. et al. Efeito de diferentes períodos de ocupação da pastagem de capim-elefante sobre a produção de leite. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.34, n.5, p.861-866, maio 1999.

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

DANTAS NETO, J.; SILVA, F.A.S.; FURTADO, D.A. et al. Influência da precipitação e idade da planta na produção e composição química do capim-buffel. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.35, n.9, p.1867-1874, set. 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa produção de informação, 2006. 306p.

ELYAS, A.C.W.; PAIVA, P.C.A.; LOPES, F.C.F. et al. Avaliação do modelo CNCPS na predição do consumo de matéria seca em vacas da raça Holandesa em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1096-1103, 2009.

FREITAS JÚNIOR, J.E.; ROCHA JÚNIOR, V.R.R.; RENNÓ, F.P. et al. Efeito da condição corporal ao parto sobre o desempenho produtivo de vacas mestiças Holandês × Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.116-121, 2008.

FUKUMOTO, N.M.; DAMASCENO, J.C.; DERESZ, F. et al. Produção e composição do leite, consumo de matéria seca e taxa de lotação em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1548-1557, 2010.

GONZÁLEZ, F.H.D.; DÜRR, J.W.; FONTANELI, R.S. **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Editado por FÉLIX H.D. GONZÁLEZ.... Porto Alegre, 2001, 72p.

LOPES, F.C.F.; RODRIGUEZ, N.M.; AROEIRA, L.J.M. et al. Equações para predição de consumo voluntário de vacas em lactação. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 11, n. 1, p. 115-126, 2005.

LOPES, P.F.; REIS, R.P.; YAMAGUCHI, L.C.T. Custos e escala de produção na pecuária leiteira: estudo nos principais estados produtores do Brasil. **RER**, Rio de Janeiro, vol. 45, nº 03, p. 567-590, jul/set 2007.

MELO, J.C.; SANTOS, A.C.; ALMEIDA, J.A. et al. Desenvolvimento e produtividade dos capins mombaça e marandu cultivados em dois solos típicos do Tocantins, com diferentes regimes hídricos. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.10, n.4, p.786-800 out/dez, 2009.

MOREIRA, R.L.; ABRANTES, L.A.; BISPO, O.N.A. et al. Impacto do icms no custo de produção do leite: um estudo na cadeia agroindustrial do estado de Minas Gerais. *Anais...* XXVIII Encontro nacional de engenharia de produção. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.

PEDREIRA, B.C. **Interceptação de luz, arquitetura e assimilação de carbono em dosséis de capim xaraés (*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf. Cv. Xaraés) submetido a estratégias de pastejo rotacionado.** Piracicaba, 2006 (Dissertação de Mestrado, ESALQ), 86p.

PERES, A.A.C.; VÁSQUEZ, H.M.; SOUZA, P.M. et al. Análise financeira e de sensibilidade de sistemas de produção de leite em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.2072-2078, 2009.

PORTO, P.P.; DERESZ, F.; SANTOS, G.T. et al. Produção e composição química do leite, consumo e digestibilidade de forragens tropicais manejadas em sistema de lotação intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1422-1431, 2009.

RENNÓ, F.P.; PEREIRA, J.C.; LEITE, C.A.M. et al. Eficiência bioeconômica de vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação e estratégias de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.765-772, 2008.

RIBEIRO, E. M. **Produtividade do capim tanzânia em função de lâminas de água e níveis de nitrogênio no Vale do Curu, CE.** 2006, Fortaleza, CE, (Dissertação de Mestrado, UFC), 86 f.

RUAS, J.R.M.; TORRES, C.A.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Efeito da suplementação protéica a pasto sobre consumo de forragens, ganho de peso e condição corporal, em vacas nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(3):930-934, 2000.

SANTOS, A.D.F.; RENNÓ, F.P.; ALVES, N.G. et al. Condição corporal ao parto e produção de leite sobre o desempenho reprodutivo de vacas holandesas em lactação. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.11, n.3, p.919-931 jul/set, 2010.

SAS Institute Inc. (2008). **SAS system for Windows. SAS/STAT(r) 9.2 User's Guide.** Cary, NC, SAS Institute Inc.

SOARES, J.P.G.; AROEIRA, L.J.M.; PEREIRA, O.G. et al. Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum.), sob duas doses de nitrogênio: consumo e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.889-897, 1999.

SOARES, J.P.G.; AROEIRA, L.J.M.; VERNEQUE, R.S. et al. Estimativas do consumo e da taxa de passagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum.) sob pastejo de vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(6S):2183-2191, 2001.

SOARES, A.B.; RESTLE, J. Produção animal e qualidade de forragem de pastagem de triticale e azevém submetida a doses de adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.908-917, 2002 (suplemento).

VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F.; ROCHA JÚNIOR, V.R. et al. Tabelas de composição de alimentos e exigências nutricionais para bovinos no Brasil. *Anais... II Simpósio de Produção de Gado de Corte*, Ed. UFV – Viçosa/MG, p.291-358, 2000.

VILELA, D.; LIMA, J.A.; RESENDE, J.C. et al. Desempenho de vacas da raça Holandesa em pastagem de *coastcross*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.2, p.555-561, 2006.

VILELA, D.; FERREIRA, A.M.; RESENDE, J.C. et al. Efeito do concentrado no desempenho produtivo, reprodutivo e econômico de vacas da raça Holandesa em pastagem de *coast-cross*. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.59, n.2, p.443-450, 2007.

## **CAPÍTULO VI**

### **Implicações técnicas e econômicas da intensificação da produção de leite, em pastagem tropical**

## **Implicações técnicas e econômicas da intensificação da produção de leite, em pastagem tropical**

### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar a influência de alternativas de intensificação do sistema de produção de leite, baseadas em pastagens tropicais, sobre o desempenho técnico e econômico de sistemas de produção típicos da região de Araguaína – TO, durante o período das águas. O experimento constituiu-se de quatro tratamentos, definidos em função de diferentes níveis de intensificação, sendo eles: 400 kg de Nitrogênio  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> sem suplementação, 400 kg de Nitrogênio  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> com suplementação à base de alimento concentrado, 800 kg de Nitrogênio  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> sem suplementação, 800 kg de Nitrogênio  $\times$  ha<sup>-1</sup>  $\times$  ano<sup>-1</sup> com suplementação à base de alimento concentrado. Foram utilizadas 32 vacas, distribuídas oito por tratamento (quatro), durante o período chuvoso do ano agrícola 2009/2010. Foram analisadas as variáveis zootécnicas, as relacionadas ao tamanho da propriedade e as de caráter econômico. A intensificação possibilitou elevar os níveis de produtividade por animal, por área, em relação à mão-de-obra e à produção total diária. A elevação da área utilizada para a produção melhora a relação investimento/produção, diminuindo com a elevação da área. A intensificação dos sistemas possibilitou elevar as receitas, todavia, elevou os custos totais mensais, apresentando melhor relação aos níveis intermediários (800 kg de N sem suplementação e 400 kg de N com suplementação) de intensificação. Na medida em que se elevou a área utilizada, o nível menos intensivo passou a apresentar margem bruta positiva. Os custos operacionais efetivos elevaram-se com a intensificação dos sistemas. Já os custos operacionais totais e totais diminuíram com a intensificação, voltando a crescer no nível mais intensivo. Os sistemas propostos apresentaram-se inviáveis nos médio-longo prazo, e no curto prazo foram menos atrativos que o observado na amostra de produtores utilizada nesse estudo.

**Palavras-chave** – adubação nitrogenada, bovino leiteiro, custos de produção, sistema de produção, suplementação.



## Technical and economic implications of intensification of milk production in tropical pasture

### ABSTRACT

We aimed to assess the influence of alternatives of intensification in milk production system, based on tropical pastures on technical and economic performance of production systems typical of Araguaína region (Tocantins State), during the water period. The experiment consisted of four treatments, defined as a function of different enhancement levels, as follow: 400 kg of Nitrogen $\times$ ha<sup>-1</sup> $\times$ year<sup>-1</sup> without supplementation, 400 kg of Nitrogen $\times$ ha<sup>-1</sup> $\times$ year<sup>-1</sup> with supplementation based on concentrate feed, 800 kg of Nitrogen $\times$ ha<sup>-1</sup> $\times$ year without supplementation, 800 kg of Nitrogen $\times$ ha<sup>-1</sup> $\times$ year<sup>-1</sup> with supplementation based on concentrate feed. It was used 32 cows, eight per treatment (four) during the rainy period of 2009/2010. We examined zootechnical variables, those related to the size of the property, and those with economic character. The intensification allowed elevating the yield level per animal, per area, in relation to labor and the total daily production. The increase in area used for production improves the ratio investment/production, decreasing as enlarges the area. The system intensification enabled raising the revenues, but also raised the total monthly costs, presenting better relationship the intermediate levels of enhancement (800 kg of N without supplementation, and 400 kg of N with supplementation). To the extent that it has increased the area used, the lowest intensive level had a positive gross margin. The actual operating costs increased as the systems had been intensified. However the total operating and total costs decreased with the intensification, increasing again at the most intensive level. The proposed systems were unfeasible at medium-long terms, and at short term they were less attractive than observed in the sample of producers used in this study.

**Key words:** dairy cattle, nitrogen fertilization, production costs, production system, supplementation

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico de uma nação está intimamente relacionado à sua capacidade de geração de riquezas, com base nos recursos naturais, associado ao desenvolvimento do conhecimento. O Brasil vem apresentando incrementos significativos em sua economia, participando a agropecuária de forma relevante nessa condição.

Entre as atividades que compõem o setor agropecuário brasileiro, se destaca nos aspectos financeiro e econômico, a produção de leite, contribuindo positivamente (R\$ 327.725.000,00) no saldo da balança comercial brasileira (EMBRAPA, 2011), sendo essa condição observada na maioria dos anos a partir de 2004. Entretanto, os produtores de leite foram expostos a um modelo de economia aberta, desde a década de 90, fato esse que induziu a diversas alterações nas relações de mercado (PERES et al., 2009) e da produção (LOPES et al., 2007), notadamente para os produtores de pequena escala. Este fato refletiu na necessidade de administrarem melhor seus negócios, tornando-se mais eficientes e competitivos (LOPES et al., 2004). E entre as ferramentas gerenciais disponíveis, que auxiliam na administração da empresa rural, tem-se o controle dos custos, ferramenta que apresenta relação direta com o sucesso dos negócios (REIS, 1999).

A atividade leiteira, por possibilitar a entrada de renda na unidade produtiva em caráter mensal, contribui na manutenção dessa atividade, especialmente nas unidades de pequeno porte. Todavia, essas unidades apresentam grande instabilidade de renda, necessitando de auxílio do Estado (RODRIGUES et al., 2007), tendo sido alijados do meio produtivo (MAGALHÃES; CAMPOS, 2006), o que tem contribuído na elevação da população urbana de forma desordenada, caracterizando perdas sociais significativas.

Ao longo do tempo, a gestão da produção agropecuária foi conduzida em caráter puramente técnico, objetivando fundamentalmente na maximização dos aspectos produtivos. Entretanto, há que se observar a eficiência econômica, haja vista que a eficiência técnica não é capaz de indicar o nível de produção mais eficiente economicamente (SILVA, 1977). Nesse sentido, Oliveira et al. (2007) enfatizaram ser as análises de desempenho técnico e econômico em caráter periódico fundamentais.

Todavia, não sendo esse nível de gestão executado por produtores de pequena e média escala, desconhecendo seus custos.

Os sistemas de produção de leite baseados em pastagens tem sido objetivo de várias pesquisas, notadamente pela possibilidade de utilização na maior parte do território nacional, associados aos baixos custos desse modelo, quando comparado ao confinado (PERES, 2006; SILVA et al., 2008), especialmente nos modelos fundamentados no melhor manejo das pastagens. Ainda segundo Silva et al. (2008), a utilização de modelos de produção de leite baseados, em maior proporção, em pastagens, além de apresentarem menor custo, apresenta também maior flexibilidade. No entanto, necessita-se de maior nível de conhecimento sobre os níveis de suplementação que maximizem seu desempenho econômico. No geral, modelos mais intensivos apresentam maior nível de desembolsos, especialmente no que se refere aos custos operacionais totais, diminuindo a margem líquida, conforme observa Holanda Junior e Madalena (1998).

Rennó et al. (2008), em revisão, relataram a influência do nível de produção dos animais e seus reflexos no balanço entre exigências de produção e manutenção, sobre a eficiência de produção. Isto pode refletir sobre o desempenho econômico das unidades de produção, tendo em vista que a alimentação compõe aproximadamente 60% dos custos totais.

Diante do exposto, o presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência da intensificação da produção de leite baseada em pastagens, no desempenho técnico e econômico de sistemas de produção típicos da região de Araguaína – TO, durante o período das águas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo localiza-se nas coordenadas 7° 5' 37''S de latitudes e 48° 12' 16''W de longitudes, na fazenda da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins (EMVZ-UFT), Campus de Araguaína. Segundo a classificação de Köppen, a região apresenta clima tipo Aw (quente úmido), com temperatura média de 28°C e precipitação pluviométrica média de 1.800 mm anuais. O

solo da área é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico, de acordo com metodologia da EMBRAPA (2006).

A divisão da área foi realizada em quatro sistemas, cada um composto por dezesseis piquetes de 25 x 48 m, totalizando 1,92 ha. Desse total de piquetes foram utilizados os necessários para o total restabelecimento da cultura (expansão de 2,5 novas folhas). Esse número variando ao longo do período (Tabela 3). Os demais piquetes foram utilizados para manter os animais de equilíbrio, utilizados para ajuste da condição do pasto, objetivando seu rebaixamento ao nível de IAF residual de 2,0, conforme Cândido et al. (2005). O período experimental foi de 24 de dezembro de 2009 a 10 de maio de 2010.

Para escolha dos animais, foram testadas 48 vacas leiteiras mestiças oriundas da própria Fazenda da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia e de produtores da região, divididas em 32 de prova (quatro lotes) e dezesseis de equilíbrio (um lote). Durante esse período, todos os animais tiveram acesso à suplementação concentrada *ad libitum*, mantidas todas na mesma área de pastagem. Após essa fase foram identificadas as vacas por nível de produção. Foram separados quatro lotes, cada um com oito animais. Dos quatro lotes de tratamento (totalizando 32 vacas), dois (totalizando dezesseis vacas) eram compostos por animais que responderam à suplementação ( $\geq 15,0$  L de leite ao dia) e dois que não responderam à suplementação ( $\leq 11,0$  L de leite ao dia).

Os dois lotes com produção acima de 15,0 L foram mantidos com suplementação na proporção de 1,0 kg de alimento concentrado, na matéria natural, para cada 3,0 L de leite. Os dois lotes de menor produção foram mantidos somente recebendo sal mineral completo, com fórmula comercial, para vacas de leite (com 80 g de fósforo). Para os dezesseis animais com suplementação, oito foram mantidos em área de pastagem com dose de nitrogênio (N) equivalente a  $400 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  e os outros oito mantidos em área de pastagem com dose equivalente a  $800 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$ . Esse mesmo procedimento foi adotado para os animais sem suplementação.

Desta forma, foram definidos os quatro tratamentos:  $400 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  sem suplemento (400S),  $800 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  sem suplemento (800S),  $400 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  com suplementação (400C) e  $800 \text{ kg de N} \times \text{ha}^{-1} \times \text{ano}^{-1}$  com suplemento (800C), que representa a sequência de intensificação. As doses de N a

serem aplicadas a cada ciclo foram obtidas pela transformação da dose anual para diária e depois multiplicadas pelo número de dias do ciclo, por tratamento.

Na determinação dessas variáveis, para os tratamentos, foi adotada a estrutura de custo de uma amostra de dois produtores típicos da região. Procedeu-se mantendo os custos e as relações, por animal, para as categorias de custo que não foram alteradas, características da intensificação porposta, com a intensificação dos sistemas. Para os custos associados às práticas sugeridas na intensificação (uso de inseminação, tanque de resfriamento, maiores adubações e animais mais produtivos), foram alterados na planilha, tornando-se as causas de variação entre os tratamentos.

Foi utilizada a metodologia de centro de custos, como forma de medir a influência das mudanças relacionadas à produção de leite no desempenho do sistema. A metodologia do rateio dos custos foi: a proporção dos custos com a venda de leite proporcional a sua contribuição nas receitas.

Os indicadores apresentados na Tabela 1 foram calculados conforme descrito em Oliveira et al. (2007).

Os preços utilizados variaram em relação ao volume produzido. O valor médio foi de R\$ 0,41 por litro. Foram acrescentados R\$ 0,01 e R\$ 0,02, por litro, em função de pagamento pela utilização de ordenhadeira mecânica e resfriamento de leite na propriedade (pagamento por qualidade), para todos os tratamentos. Já o pagamento por volume, seguiu essa distribuição: 1 a 150 L  $\times$  dia<sup>-1</sup>, preço médio mais pagamento por qualidade (diferença de preço, em função da utilização de tanque de resfriamento e ordenhadeira mecânica); 151 a 250 L  $\times$  dia<sup>-1</sup>, preço médio, mais pagamento por qualidade, mais R\$ 0,01 (fator relacionado ao volume de produção) por litro; 251 a 350 L  $\times$  dia<sup>-1</sup>, preço médio, mais pagamento por qualidade, mais R\$0,02 por litro; 351 a 450 L  $\times$  dia<sup>-1</sup>, preço médio, mais pagamento por qualidade, mais R\$ 0,03 por litro. Foram selecionadas três áreas, com diferentes tamanhos: 3,0, 6,0 e 9,0 ha. Nove hectares sendo o limite máximo de área disponível, levando-se em consideração a área disponível (61,8 ha) e os limites de preservação ambiental (80% de reserva legal).

Tabela 1 – Indicadores estimados da atividade de produção de leite na região de Araguaína – TO, durante o período das águas, em função de níveis de intensificação e tamanho de área

Variável	Unidade	Descrição
Produtividade por vaca em lactação	$L \times \text{vaca}^{-1} \times \text{dia}^{-1}$	É a produção de leite, por vaca em lactação, por dia
Produtividade por total de vacas	$L \times \text{vaca}^{-1} \times \text{dia}^{-1}$	É a produção de leite, por vaca, pelo total de vacas do rebanho, por dia
Relação de vacas em lactação pelo total de vacas	%	Razão do número de vacas em lactação pelo total de vacas
Relação de vacas em lactação pelo rebanho	%	Razão do número de vacas em lactação pelo total de animais do rebanho
Taxa de lotação	$UA \times \text{ha}^{-1}$	Dada em unidades animal por área
Nº de vacas em lactação por área	$\text{vacas} \times \text{ha}^{-1}$	Quantidade de vacas por área
Produtividade da terra	$L \times \text{ha}^{-1} \times \text{mês}^{-1}$	Produção de leite por hectare, ao mês
Produtividade da mão-de-obra	$L \times \text{dia}^{-1} \times \text{homem}^{-1}$	Produção de leite, por homem, ao dia
Produção diária de leite – PDL	L	Total de leite produzido na propriedade, por dia
Nº de vacas em lactação	animais	Total de vacas em lactação
Total de vacas	animais	Total de vacas do rebanho
Total de unidades animais	UA	Quantidade total de unidades animal equivalente do rebanho
Mão-de-obra total	dias-homem-mês	Quantidade total de mão-de-obra utilizada, por mês
Fornecimento de concentrado	$\text{kg} \times \text{mês}^{-1}$	Quantidade de concentrado utilizado, por mês
Capital total investido	R\$	Investimento total para implantação do negócio, em R\$
Receita bruta da atividade – RBA	$\text{R\$} \times \text{mês}^{-1}$	Receita bruta mensal obtida com a venda de leite e animais, em R\$
Receita bruta com o leite – RBL	$\text{R\$} \times \text{mês}^{-1}$	Receita bruta mensal obtida com a venda de leite, em R\$
Relação RBL/RBA	%	Razão obtida da RBL pela RBA
Preço do leite	$\text{R\$} \times \text{L}^{-1}$	Preço recebido pelo litro de leite
Custo operacional efetivo da atividade – COEa	$\text{R\$} \times \text{mês}^{-1}$	Em R\$ ao mês
Custo operacional total da atividade – COTa	$\text{R\$} \times \text{mês}^{-1}$	Em R\$ ao mês
Custo total da atividade – CTa	$\text{R\$} \times \text{mês}^{-1}$	Em R\$ ao mês
Margem bruta da atividade – MBa	$\text{R\$} \times \text{mês}^{-1}$	Em R\$ ao mês
Margem líquida da atividade – MLa	$\text{R\$} \times \text{mês}^{-1}$	Em R\$ ao mês
Lucro da atividade – La	$\text{R\$} \times \text{mês}^{-1}$	Em R\$ ao mês
Custo operacional efetivo por litro – COEI	$\text{R\$} \times \text{L}^{-1}$	Em R\$, por litro de leite
Custo operacional total por litro – COTI	$\text{R\$} \times \text{L}^{-1}$	Em R\$, por litro de leite
Custo total por litro – CTI	$\text{R\$} \times \text{L}^{-1}$	Em R\$, por litro de leite
Margem bruta por litro – MBI	$\text{R\$} \times \text{L}^{-1}$	Em R\$, por litro de leite
Margem líquida por litro – MLI	$\text{R\$} \times \text{L}^{-1}$	Em R\$, por litro de leite
Lucro por litro – LI	$\text{R\$} \times \text{L}^{-1}$	Em R\$, por litro de leite

Fonte: Adaptado de Oliveira et al. (2007)

Continua na próxima página

## Continuação

Variável	Unidade	Descrição
Participação do COE na RBA	%	Participação, dada em percentual
Participação do COT na RBA	%	Participação, dada em percentual
Participação da energia elétrica no COE da atividade	%	Participação, dada em percentual
Participação do custo com fertilizantes no COE	%	Participação, dada em percentual
Participação do custo com medicamentos no COE	%	Participação, dada em percentual
Participação do custo com M-D-O no COE	%	Participação, dada em percentual
Participação do custo com concentrado no COE	%	Participação, dada em percentual
Capital investido em relação à PDL	R\$×L <sup>-1</sup> ×dia <sup>-1</sup>	Relação entre capital investido e a produção diária
Taxa de remuneração no capital investido	% a.m	Taxa de remuneração média, em percentual, por mês

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os investimentos necessários para a implantação dos sistemas de produção de leite em área de pastagem, em função da área são apresentados na Tabela 2. Salienta-se a elevada participação dos custos referentes à aquisição de animais e das instalações, que juntamente à aquisição dos equipamentos, devem receber atenção especial quanto à escolha da estrutura mais adequada ao nível de produção proposto, haja vista representarem próximo a 90% dos investimentos necessários.

Os animais representam entre 20 e 30% dos investimentos, elevando sua participação na medida que se eleva o tamanho da área, como resultado da diminuição da participação de investimentos em estrutura e equipamentos, em função de ganhos de escala, como exemplo, na aquisição de equipamentos de maior capacidade em detrimento dos de menor capacidade.

Os índices zootécnicos básicos adotados na elaboração das análises (relação de vacas em lactação pelo total de vacas e pelo rebanho), oriundos dos dados da amostra de produtores, em conjunto com os indicadores resultantes da intensificação (Tabela 3) apresentaram, no geral, elevação de seus valores na medida em que se intensificou o sistema, com redução no nível mais intensivo.

Tabela 2 – Investimentos em reais (R\$), por tipo, para a implantação de sistema de produção de leite, em função da área a ser utilizada na atividade de produção de leite na região de Araguaína – TO

Serviços e insumos	3,0 ha		6,0 há		9,0 ha	
	R\$	%	R\$	%	R\$	%
1 - Preparo do solo	1.890,00	1,43	3.780,00	1,94	5.670,00	2,12
2 - Sementes e/ou mudas	720,00	0,55	1.440,00	0,74	2.160,00	0,81
3 - Plantio	1.211,04	0,92	2.422,08	1,25	3.633,12	1,36
4 - Tratos culturais	2.140,50	1,62	4.281,00	2,20	6.421,50	2,40
5 - Equipamentos	24.317,35	18,46	31.804,04	16,36	43.290,30	16,20
6 - Cercas (periférica e elétrica)	12.039,53	9,14	17.190,09	8,84	24.241,06	9,07
7 - Animais e centro de manejo	83.430,73	63,33	121.462,03	62,49	163.741,45	61,29
8 - Terras	6.000,00	4,55	12.000,00	6,17	18.000,00	6,74
Total:	131.749,14	100,00	194.379,24	100,00	267.157,43	100,00

A intensificação tem sido realizada por meio do maior aporte nutricional. Nesse sentido, a maior oferta de nutrientes é característica de sistemas mais intensivos, apresentando, no geral, potencial para melhoria dos índices de produtividade (MANZANO et al., 2006). Todavia, Rennó et al. (2008) observaram efeito decrescente das taxas de resposta à utilização do concentrado ( $\text{kg de leite} \times \text{kg de concentrado}^{-1}$ ) na medida em que se elevou o nível de produção dos animais, corroborando com o observado nas variáveis de produtividade.

Tabela 3 – Indicadores zootécnicos da atividade de produção de leite na região de Araguaína – TO, durante o período das águas, em função de níveis de intensificação e tamanho de área

Variáveis	400S	800S	400C	800C
Produtividade por vaca em lactação ( $\text{L} \times \text{vaca}^{-1} \times \text{dia}^{-1}$ )	4,17	6,43	12,36	12,68
Produtividade por total de vacas ( $\text{L} \times \text{vaca}^{-1} \times \text{dia}^{-1}$ )	1,84	2,84	5,47	5,61
Relação de vacas em lactação pelo total de vacas (%)	44,2	44,2	44,2	44,2
Relação de vacas em lactação pelo rebanho (%)	25,5	25,5	25,5	25,5
Taxa de lotação ( $\text{UA de vacas} \times \text{ha}^{-1}$ )	5,80	6,67	5,82	5,19
Nº de vacas em lactação por área ( $\text{vacas} \times \text{ha}^{-1}$ )	2,54	2,96	2,46	2,18
Produtividade da terra ( $\text{L} \times \text{ha}^{-1} \times \text{mês}^{-1}$ )	317,4	571,3	913,5	830,7
Produtividade da MO ( $\text{L} \times \text{dia} \times \text{homem}^{-1}$ )	53,6	82,0	161,2	143,4

No que se refere à variável relação de vacas em lactação pelo total de vacas, foi verificado, junto à amostra de produtores utilizada nesse estudo, valores reduzidos, o que reflete deficiência no manejo reprodutivo como possível resultado de limitações nutricionais e/ou aspectos sanitários. O valor observado de relação de vacas em lactação



pelo total de vacas de 44,2%, na condição dos produtores amostrados, ficou bem abaixo dos encontrados por Manzano et al. (2006) e Moura et al. (2010) que foram respectivamente 70,3% e 78,2%. Essa característica pode comprometer os resultados econômicos, haja vista que representa menores índices de produtividade do rebanho e menor receita da atividade, sendo observado seu melhor desempenho em produtores com maior volume de produção (MOURA et al., 2010).

Verificou-se comportamento crescente da variável produtividade da mão-de-obra ( $L \times \text{dia-homem}^{-1}$ ), partindo do valor 53,6, no nível menos intensivo, chegando a  $161,2 \times \text{dia-homem}^{-1}$ , similarmente ao observado por Santos et al., (2009), trabalhando com sistemas mais produtivos, por animal. A mesma tendência foi observada na variável produtividade da terra ( $L \times \text{ha}^{-1} \times \text{mês}^{-1}$ ).

A produção diária de leite variou em função do nível de intensificação, elevando-se no sentido do maior aporte nutricional, tornando a diminuir no maior nível, reflexo da menor lotação (Tabela 3). Em revisão, Santos et al. (2009) apresentam média nacional de produção de leite ( $52 L \times \text{dia}^{-1}$ ), por propriedade, sendo 80% do volume produzido oriundo de propriedades com menos de 200 ha. Já as propriedades amostradas nesse estudo, apresentaram produção média de  $112 L \times \text{dia}^{-1}$  em uma área de 62 ha, resultando em produção de  $1,85 L \times \text{ha}^{-1} \times \text{dia}^{-1}$ . Com base nessas informações, verificou-se o grande potencial de elevação da produção regional e nacional a partir das unidades já existentes, mesmo apresentando pequenas áreas, haja vista que com três hectares, de forma mais intensiva (400C e 800C), foi possível obter produções acima da média nacional (Tabela 4). Ao comparar a produção estimada para o nível de intensificação 400C, com área de 9,0 ha (área aproximada disponível após a implantação da reserva legal e áreas de preservação permanente nas propriedades estudadas) observa-se potencial de produção de 5,3 ( $274 L \times \text{dia}^{-1}$  vs  $52 L \times \text{dia}^{-1}$  na média nacional) vezes a média nacional e 2,45 vezes a produção atual dos produtores amostrados.

Em função das disponibilidades de mão-de-obra, de terra disponível para produção, da melhoria do manejo reprodutivo e do nível de intensificação (Tabelas 5 e 6), os produtores do norte do Tocantins poderiam sair de níveis de produção de  $100 L \times \text{dia}^{-1}$  para valores próximos a  $2.000 L \times \text{dia}^{-1}$  (Tabela 5), durante o período das águas. Todavia, necessitam de maior nível de conhecimento, melhoria no padrão produtivo dos

animais e de investimentos financeiros. Especialmente, para os agricultores de pequenas áreas, nas regiões de fronteira, o auxílio governamental é fundamental, levando-se em conta as peculiaridades estruturais e de capacidade de adoção das recomendações por parte desses produtores (HOSTIOU et al., 2006).

Tabela 4 – Indicadores de tamanho da atividade de produção de leite na região de Araguaína – TO, durante o período das águas, em função de níveis de intensificação e tamanho de área

Variáveis	400S	800S	400C	800C
Três hectares				
Produção diária de leite (L)	31,7	57,1	91,3	83,1
Nº de vacas em lactação (animais)	7,62	8,89	7,39	6,55
Total de vacas (animais)	17,2	20,1	16,7	14,8
Total de unidades animais (UA)	24,4	28,1	24,2	21,6
M-D-O total (dias-homem-mês)	18,3	21,4	17,5	17,9
Fornecimento de concentrado (kg×mês <sup>-1</sup> )	0	0	740	673
Capital total investido (R\$)		131.749,14		
Seis hectares				
Produção diária de leite (L)	63,5	114,3	182,7	166,1
Nº de vacas em lactação (animais)	15,24	17,78	14,78	13,10
Total de vacas (animais)	34,4	40,2	33,4	29,6
Total de unidades animais (UA)	46,0	53,0	45,8	40,8
M-D-O total (dias-homem-mês)	36,5	42,8	35,0	35,7
Fornecimento de concentrado (kg×mês <sup>-1</sup> )	0	0	1.479	1.345
Capital total investido (R\$)		194.379,24		
Nove hectares				
Produção diária de leite (L)	95,2	171,4	274,0	249,2
Nº de vacas em lactação (animais)	22,85	26,67	22,17	19,65
Total de vacas (animais)	51,7	60,3	50,1	44,4
Total de unidades animais (UA)	69,0	79,5	68,7	61,1
M-D-O total (dias-homem-mês)	54,8	64,3	52,5	53,6
Fornecimento de concentrado (kg×mês <sup>-1</sup> )	0	0	2.219	2.018
Capital total investido (R\$)		267.157,43		

Do balanço entre a oferta de nutrientes, do nível de produção e das exigências nutricionais dos animais, têm-se os resultados biológico e econômico, tendo em vista que a oferta de nutrientes associados às práticas de manejo características de cada nível de produção, definem as estruturas de custo, e por consequência, o desempenho econômico desses sistemas. Destarte, entender as relações entre as variáveis biológicas e econômicas apresenta-se como base para o desenvolvimento eficiente dos negócios.

Tabela 5 – Produção de leite, em litros ao dia, em função de alterações no percentual de vacas em lactação e do nível de intensificação, com base em uma amostra de produtores de leite, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

Percentual de vacas em lactação	400S	800S	400C	800C
40	335	543	891	965
60	503	814	1.337	1.448
80	670	1.085	1.783	1.930

Tabela 6 – Produção de leite, em litros ao dia, em função de níveis de intensificação, com base em uma amostra de produtores de leite, na região de Araguaína – TO, durante o período das águas

Variável	400S	800S	400C	800C
Produção em função da MDO ( $L \times dia^{-1}$ )	189	289	569	506

A composição das receitas que definiram a renda bruta da atividade (RBA) variou em função do nível de intensificação dos sistemas e do tamanho da área (Tabela 7), com forte participação da renda oriunda da venda dos animais nos níveis mais reduzidos de aporte de nutrientes e em menores áreas. Contrariamente, diminui esse efeito (representatividade da venda de animais) na medida em que se intensificaram os sistemas, dado o maior crescimento da produção de leite em relação ao aumento observado com a produção de animais para venda.

Essa condição justifica o verificado junto a produtores, especialmente de pequeno porte, em que a venda de animais é fundamental, sendo motivo de grande atenção, contrariamente ao observado junto aos grandes produtores que despreendem maior atenção a venda do leite, já que é ela a maior participante da renda total. No caso dos grandes produtores, a venda de animais só retorna a ter maior importância quando da valorização de sua genética, passando a representar maior parte da renda da atividade.

Verificou-se que a renda bruta da atividade só foi suficiente para ressarcir os custos operacionais efetivos (COE) nos níveis intermediários de intensificação (800S e 400C) com melhor desempenho para o nível de intensificação 400C (Tabela 7), elevando seu valor por unidade de área ( $R\$ \times ha^{-1}$ ) na média que se elevou a área, demonstrando ganhos em escala. Com o aumento da área, os tratamentos menos intensivos melhoraram seu desempenho, quando baseado na margem bruta (Tabela 7), demonstrando uma possível melhor adequação de tecnologias menos intensivas como sendo as mais adequadas no ambiente de mercado da região. Essa condição, resultou dos menores desembolsos mensais em detrimento dos maiores custos de depreciação e

remuneração nos tratamentos menos intensivos, a despeito disso resultado da maior participação dos recursos naturais na composição de sua produção, associado a economias de escala (LOPES et al., 2007; SCHIFFLER et al. 1999).

Vale ressaltar que em todos os níveis de intensificação testados, houve diminuição da margem bruta quando comparado ao valor obtido pelo grupo de produtores amostrados (R\$ 1.283,10×mês<sup>-1</sup>) (Tabela 7), mesmo com a maior área utilizada (9,0ha), refletindo a capacidade de ajuste dos produtores ao ambiente em que estão expostos, além de demonstrar que com a maior intensificação, há elevação dos índices de produção, todavia acompanha o crescimento dos desembolsos diretos (COE), piorando seus desempenhos, conforme observou Lopes et al. (2005).

Tabela 7 – Indicadores de desempenho econômico da atividade de produção de leite na região de Araguaína – TO, em função de níveis de intensificação, durante o período das águas, em função de níveis de intensificação e tamanho de área

Variáveis	Produtor	400S	800S	400C	800C
Três hectares					
Renda bruta da atividade - RBA (R\$×mês <sup>-1</sup> )	2.116,50	596,45	956,25	1.432,47	1.274,78
Renda bruta do leite - RBL (R\$×mês <sup>-1</sup> )	1.558,80	354,67	674,10	1.197,89	1.066,89
Relação RBL/RBA (%)	79,9	59,4	70,5	83,6	83,7
Preço do leite (R\$×L <sup>-1</sup> )	0,494	0,441	0,441	0,441	0,441
Custo operacional efetivo da atividade - COEa (R\$×mês <sup>-1</sup> )	833,40	601,30	936,79	1.340,68	1.477,90
Custo operacional total da atividade - COTa (R\$×mês <sup>-1</sup> )	-	1.366,93	1.755,33	2.093,45	2.237,09
Custo total da atividade - CTa (R\$×mês <sup>-1</sup> )	-	2.019,62	2.408,02	2.746,15	2.889,78
Margem bruta da atividade - MBa (R\$×mês <sup>-1</sup> )	1.283,00	-4,85	19,46	91,78	-203,13
Margem líquida da atividade - MLa (R\$×mês <sup>-1</sup> )	-	-770,48	-799,08	-660,99	-962,31
Lucro da atividade (R\$×mês <sup>-1</sup> )	-	-1.423,18	-1.451,78	-1.313,68	-1.615,00
Seis hectares					
Renda bruta da atividade - RBA (R\$×mês <sup>-1</sup> )	2.116,50	1.272,28	1.991,88	3.000,44	2.679,12
Renda bruta do leite - RBL (R\$×mês <sup>-1</sup> )	1.558,80	788,71	1.427,58	2.531,28	2.263,34
Relação RBL/RBA (%)	79,9	62,0	71,7	84,3	84,5
Preço do leite (R\$×L <sup>-1</sup> )	0,494	0,441	0,441	0,451	0,451
Custo operacional efetivo da atividade - COEa (R\$×mês <sup>-1</sup> )	833,40	1.202,60	1.873,58	2.681,37	2.955,81
Custo operacional total da atividade - COTa (R\$×mês <sup>-1</sup> )	-	2.449,12	3.225,93	3.902,17	4.189,43
Custo total da atividade - CTa (R\$×mês <sup>-1</sup> )	-	3.362,89	4.139,69	4.815,94	5.103,20
Margem bruta da atividade - MBa (R\$×mês <sup>-1</sup> )	1.283,00	69,68	118,29	319,07	-276,69
Margem líquida da atividade - MLa (R\$×mês <sup>-1</sup> )	-	-1.176,85	-1.234,05	-901,73	-1.510,32
Lucro da atividade (R\$×mês <sup>-1</sup> )	-	-2.090,62	-2.147,82	-1.815,50	-2.424,08

Continua na próxima página

## Continuação

Variáveis	Produtor	400S	800S	400C	800C
Nove hectares					
Renda bruta da atividade - RBA (R\$×mês <sup>-1</sup> )	2.116,50	1.948,10	3.076,96	4.626,33	4.135,45
Renda bruta do leite - RBL (R\$×mês <sup>-1</sup> )	1.558,80	1.222,76	2.230,51	3.922,60	3.511,77
Relação RBL/RBA (%)	79,9	62,7	72,5	84,8	84,9
Preço do leite (R\$×L <sup>-1</sup> )	0,494	0,441	0,451	0,461	0,461
Custo operacional efetivo da atividade - COEa (R\$×mês <sup>-1</sup> )	833,40	1.803,89	2.810,38	3.961,45	4.433,71
Custo operacional total da atividade - COTa (R\$×mês <sup>-1</sup> )	-	3.626,23	4.791,43	5.745,19	6.236,70
Custo total da atividade - CTa (R\$×mês <sup>-1</sup> )	-	4.931,61	6.096,82	7.050,58	7.542,08
Margem bruta da atividade - MBa (R\$×mês <sup>-1</sup> )	1.283,00	144,21	266,59	664,89	-298,26
Margem líquida da atividade - MLa (R\$×mês <sup>-1</sup> )	-	-1.678,12	-1.714,47	-1.118,86	-2.101,25
Lucro da atividade (R\$×mês <sup>-1</sup> )	-	-2.983,51	-3.019,85	-2.424,24	-3.406,63

Quando se avaliou a margem líquida da atividade (Tabela 7), verificou-se valores negativos em todos os níveis de intensificação. Todavia, o nível 400C apresentou as menores perdas (menor valor), reforçando a condição de melhor desempenho desse modelo em relação aos demais. Nesse sentido, os sistemas não foram capazes de ressarcir as despesas de custeio, remuneração da mão-de-obra familiar e depreciação dos equipamentos e instalações, caracterizando uma condição de descapitalização dos negócios ao longo dos ciclos produtivos (LOPES et al., 2005; MOURA et al., 2010), mantendo-se nessa situação, tendem a sobreviver enquanto durarem suas instalações e equipamentos (BARONE, 2002). Mesmo comportamento foi observado para o lucro da atividade, não sendo verificados valores positivos, denotando serem esses níveis de intensificação inadequados nas condições atuais de mercado, notadamente pelo preço praticado na região.

Os valores referentes aos custos operacional efetivo, operacional total e total, por unidade de produto (Tabela 8) apresentam-se de forma diferenciada dos observados para a atividade como um todo, haja vista metodologia utilizada (centro de custos), que proporciona melhor avaliação sobre diferenças entre custos (LOPES et al., 2007) das unidades de produção. Verificou-se elevação dos custos operacionais efetivos na medida em que se intensificou o sistema (R\$ 0,372 a R\$ 0,492 por litro), conforme observou Lopes et al. (2005).

Tabela 8 – Custos operacionais efetivos, operacionais totais e totais, por litro de leite, da atividade de produção de leite na região de Araguaína – TO, durante o período das águas, em função de níveis de intensificação, para uma área de 6,0 ha

Variáveis	Produtor	400S	800S	400C	800C
Custos operacionais efetivos por litro - COE (R\$×L <sup>-1</sup> )	0,194	0,388	0,388	0,409	0,496
Custos operacionais totais por litro - COT (R\$×L <sup>-1</sup> )	-	0,790	0,668	0,595	0,704
Custos totais - CT (R\$×L <sup>-1</sup> )	-	1,085	0,858	0,734	0,857

Esse comportamento é justificado tendo em vista que o COE é composto por desembolsos diretos e na medida em que se intensifica o sistema, eleva-se a utilização de recursos (insumos) que possuem um preço associado. Contrariamente, nos sistemas menos intensivos, há maior participação dos recursos fornecidos diretamente pela natureza (fertilidade natural do solo, precipitação etc.), fatores esses ainda não precificados, não sendo computados nos custos desses modelos.

Já os custos operacionais totais e custos totais apresentaram comportamento decrescente, à medida que se aumenta a intensificação (Tabela 8), voltando a crescer no sistema mais intensivo. A diminuição no sentido da intensificação justifica-se haja vista existir efeito de diluição das inversões em instalações e equipamentos além do efeito de economia de escala (LOPES et al., 2007), contrariamente ao observado por Simões et al. (2009). Já a elevação dos custos operacionais efetivos e totais no nível mais intensivo foi resultado da lei dos rendimentos decrescentes (RENNÓ et al., 2008) associado ao crescimento dos custos em maior proporção que a elevação dos parâmetros biológicos de produção.

Em função da metodologia de centro de custos, o rateio das despesas foi proporcional à participação da renda do leite com à renda da atividade, fato esse que propiciou menor diminuição dos custos na medida em que se intensificou os sistemas.

Entre as variáveis que contribuíram mais significativamente nos custos operacionais efetivos da atividade (Tabela 9), destacaram-se a utilização de fertilizantes e alimentos concentrados, dados serem os fatores utilizados de forma diferenciada, para determinação dos níveis de intensificação, ficando bem acima do observado na amostra de produtores utilizada no estudo (25,0 e 12,5% para fertilizantes e concentrados, respectivamente).

Segundo Lopes et al. (2004) os custos com alimentação situam-se entre 42 e 65% no COE da atividade. Da união dos custos com fertilizantes e concentrados, obteve-se o

custo com alimentação, ficando em 68,1, 68,4, 69,5 e 74,8% (Tabela 6) para os níveis 400S, 800S, 400C e 800C, respectivamente. Verificou-se elevada participação do custo com alimentação, sendo justificada em função de serem compostos por insumos pouco utilizados na região, de valor elevado.

Tabela 9 – Indicadores de participação dos custos, por categoria, em relação ao COE da atividade de produção de leite na região de Araguaína – TO, durante o período das águas, em função de níveis de intensificação

Variáveis	Produtor	400S	800S	400C	800C
Participação da energia elétrica no COE da atividade (%)	13,5	4,31	4,98	5,57	4,60
Participação do custo com fertilizantes no COE (%)	25,6	68,12	68,43	30,56	42,75
Participação do custo com medicamentos no COE (%)	11,4	3,71	4,28	4,78	3,96
Participação do custo com M-D-O no COE (%)	6,5	2,06	1,39	0,99	0,91
Participação do custo com concentrado no COE (%)	12,5	0,00	0,00	38,91	32,03

Essa condição pode ser melhorada quando acontece a organização de produtores em grupo para obterem maior volume de produção ou melhores preços do leite quando de sua comercialização (VASCONCELOS et al. 2004), obtendo ganhos de escala (LOPES et al., 2007; SCHIFFLER et al. 1999).

O gasto com concentrado (30,6 e 42,8% para os tratamentos 400C e 800C, respectivamente) se assemelhou ao observado por Moura et al. (2010). Já na amostra de produtores utilizada nesse estudo, observou-se média de produção diária de leite por vacas de  $6,4 \text{ L} \times \text{vaca}^{-1} \times \text{dia}^{-1}$  e consumo de concentrado da ordem de 12,5% do COE da atividade. Porém, em rebanhos mais produtivos esses valores podem chegar a mais de 30% do COE da atividade (Moura et al., 2010). Esse comportamento é justificável, pois os animais mais produtivos são mais exigentes, em função de suas necessidades nutricionais (PERES et al., 2009) em que as pastagens não sendo a pastagem capaz de fornecer esses nutrientes, demandando a utilização de alimentos mais concentrados.

Verificou-se comportamento decrescente dos valores de capital investido em relação à produção diária de leite, com valor mínimo para o nível 400C, retornando a crescer no nível mais intensivo (800C). A mesma tendência foi observada quando se elevou a área, havendo decréscimo do capital investido, com menor valor observado (R\$ 974,89) para o nível de produção 400C, caracterizando-se como mais eficientes, na medida em que se elevaram a produção e a área utilizada, quando comparados ao observado por Oliveira et al. (2007), que verificaram valores oscilando entre R\$

1.101,22 a R\$ 3.198,40, com média de R\$ 1.515,30. Esse comportamento pode ser justificado, tendo em vista que tanto por meio da intensificação como do aumento da produção diária, obtém-se reduções nos investimentos por unidade de produto obtido, mais uma vez exemplificando os ganhos em escala.

Tabela 10 – Indicadores de rentabilidade da atividade de produção de leite na região de Araguaína – TO, durante o período das águas, em função de níveis de intensificação e tamanho de área

Variáveis	400S	800S	400C	800C
	Três hectares			
Capital investido em relação à PDL (R\$×L <sup>-1</sup> ×dia <sup>-1</sup> )	4.151,27	2.306,31	1.442,31	1.585,95
Seis hectares				
Capital investido em relação à PDL (R\$×L <sup>-1</sup> ×dia <sup>-1</sup> )	3.062,34	1.701,33	1.063,97	1.169,94
Taxa de remuneração no capital investido (% a.m)	-0,61	-0,63	-0,46	-0,78
Nove hectares				
Capital investido em relação à PDL (R\$×L <sup>-1</sup> ×dia <sup>-1</sup> )	2.805,94	1.558,89	974,89	1.071,99

Existe um número significativo de indicadores de rentabilidade, todavia Gomes (2000) enfatiza que a taxa de remuneração do capital investido apresenta eficácia como critério na avaliação do desempenho econômico em sistemas de produção de leite. Para essa variável, não foram observados valores positivos. Novamente o nível de intensificação 400C apresenta melhor desempenho entre os demais, demonstrando existir um nível de combinação ótimo, em que se maximiza o desempenho dos sistemas propostos. O comportamento verificado se assemelha ao observado por Prado et al. (2007) que não observaram taxa de remuneração positiva para o negócio, causando descapitalização do empreendimento, resultando em sua reconversão.

A intensificação da produção de leite apresentou elevado potencial na diminuição da pressão sobre a abertura de novas áreas, já que proporcionou a elevação do potencial da produção de leite das propriedades em mais de 17 vezes quando comparado ao volume produzido atualmente na amostra de produtores utilizada nesse estudo, para a mesma área.

Entretanto, a elevação dos parâmetros de intensificação proporcionou maior nível de desembolsos mensais, condição essa desfavorável levando-se em consideração a baixa capitalização dos produtores da região. Assim sendo, a intensificação demanda maior volume e qualidade dos recursos (financeiros e de pessoal), exigindo dos produtores tais condições. Mas, a capacidade de desembolso desses empresários apresenta relação direta com o preço médio pago em sua região.



No que se refere ao preço pago ao produtor, o mesmo ainda não é capaz de ressarcir todas as despesas, especialmente quando se intensificam os sistemas, em função de seu maior desembolso, não havendo estímulo à intensificação. É observado, em muitos casos, junto às empresas de maior porte, maior preço, ultrapassando os estímulos descritos anteriormente, tendo em vista o entendimento entre empresa e produtor da necessidade de maior valor pelo produto, de forma a haver remuneração adequada.

É verdade que com a intensificação houve diminuição do custo operacional total e custo total, demonstrando melhoria da relação entre receita e capital investido. Contudo, os desembolsos diretos (expresso pela margem bruta) é que dão maior balizamento do desempenho dos sistemas junto aos produtores, tendo em vista que os mesmos não costumam realizar apuração de todos os custos. Além disso, quando da não apresentação de margem bruta positiva, existe uma situação mais limitante para o produtor, de forma que quando da decisão de qual modelo deve ser adotado, há, por parte significativa dos produtores, a decisão por modelos de menor custo operacional efetivo (modelos menos intensivos) em detrimento dos mais produtivos, que normalmente estão associados a maiores desembolsos.

E essa relação só se altera quando existem estímulos financeiros ou governamentais. Essas mudanças podem ocorrer via estímulos (melhoria de preços e subsídios) ou por meio de restrições aos modelos menos intensivos (taxações econômicas e restrições ambientais). No primeiro caso há um ajuste dentro da cadeia, e apoio governamental, de forma que todos os envolvidos participam dos bônus e ônus dessa alteração. Já no segundo caso, é transferido ao produtor todos os ônus dessa mudança de modelo.

Persistindo os preços nos patamares atuais, tornam-se mais atrativos os modelos menos intensivos, baseados na exploração dos recursos naturais (abertura de novas áreas, por exemplo). Contrapondo a isso, têm-se os modelos mais intensivos que diminuem as pressões sobre os recursos naturais, mas demandam maiores valores do produto, como forma de remunerar os sistemas.

## CONCLUSÕES

A intensificação dos sistemas possibilita elevar os níveis de produtividade por animal, por área, em relação à mão-de-obra e à produção total diária. A elevação da área utilizada para a produção melhora a relação investimento/produção, diminuindo essa relação com a elevação da área. A produção pode ser aumentada com melhor aproveitamento da mão-de-obra disponível, bem como, com a melhoria do manejo reprodutivo. A maior intensificação possibilita elevar as receitas da atividade, porém, eleva os custos da mesma, apresentando melhor relação nos níveis intermediários de intensificação. Na medida em que se eleva a área utilizada, o nível menos intensivo apresenta margem bruta positiva. Os custos operacionais efetivos elevam-se com a intensificação dos sistemas. Já os custos operacionais totais e custos totais diminuem inicialmente, voltando a crescer no nível mais intensivo. A intensificação dos sistemas, via modelos propostos, apresentou-se inviável no médio-longo prazo. Os preços pagos na região não são suficientes para ressarcir todos os custos da produção de leite, nos modelos baseados nos métodos de intensificação propostos. A intensificação dos sistemas via modelos propostos, elevaram os custos operacionais efetivos, reduzindo a margem bruta, quando comparado com a amostra de produtores utilizada, não sendo obtidas margens brutas similares ao desses produtores, mesmo no nível mais eficiente (400C) e na maior área (9,0ha).

## REFERÊNCIAS

BARONI, S.A. Análise econômica da produção de leite na região do arenito Caiuá - norte/noroeste do Paraná. *Anais do Sul- Leite*: Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil / editores Geraldo Tadeu dos Santos et al. – Maringá : UEM/CCA/DZO – NUPEL, 2002. 212P. p. 36-45.

CÂNDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A. Duração do Período de Descanso e Crescimento do Dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob Lotação Intermitente. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.2, p.398-405, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa produção de informação, 2006. 306p.

- GOMES, S.T. **Economia da produção de leite**. Belo Horizonte: Itambé, 2000. 132p.
- HOLANDA JÚNIOR, E.V.; MADALENA, F.E. Leite caro não compensa. **Cad. Téc. Esc. Vet.** UFMG, n.25, p.13-18, 1998.
- HOSTIOU, N.; VEIGA, J.B.; TOURRAND, J.F. Dinâmica e evolução de sistemas familiares de produção leiteira em Uruará, frente de colonização da Amazônia brasileira. **RER**, Rio de Janeiro, vol. 44, nº 02, p. 295-311, abr/jun 2006 – Impressa em junho 2006.
- LOPES, M.A.; LIMA, A.L.R.; CARVALHO, F.M. et al. Controle gerencial e estudo da rentabilidade de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG). **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 883-892, jul./ago., 2004.
- LOPES, M.A.; LIMA, A.L.R.; CARVALHO, F.M. et al. Resultados econômicos de sistemas de produção de leite com diferentes níveis tecnológicos na região de Lavras, MG. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.57, n.4, p.485-493, 2005.
- LOPES, P.F.; REIS, R.P.; YAMAGUCHI, L.C.T. Custos e escala de produção na pecuária leiteira: estudo nos principais estados produtores do Brasil. **RER**, Rio de Janeiro, vol. 45, nº 03, p. 567-590, jul/set 2007.
- MAGALHÃES, K.A.; CAMPOS, R.T. Eficiência técnica e desempenho econômico de produtores de leite no Estado do Ceará, Brasil. **RER**, Rio de Janeiro, vol. 44, nº 04, p. 695-711, out/dez 2006 – Impressa em dezembro 2006.
- MANZANO, A.; NOVAES, N.J.; CAMARGO, A.C. et al. Efeitos da implantação de técnicas agropecuárias na intensificação de sistemas de produção de leite em estabelecimentos familiares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.618-628, 2006.
- MOURA, J.F.P.; PIMENTA FILHO, E.C.; GONZAGA NETO, S. et al. Análise econômica da exploração de leite no cariri paraibano. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 32, n. 2, p. 225-231, 2010.
- OLIVEIRA, A.S.; CUNHA, D.N.F.V.; CAMPOS, J.M.S. et al. Identificação e quantificação de indicadores-referência de sistemas de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.507-516, 2007.
- PERES, A.A. **Viabilidade técnica e econômica de sistemas de produção a pasto para vacas em lactação sob manejo rotacionado**. Campos dos Goytacazes, RJ, 2006, 181 f. Tese (Doutorado em Produção Animal).
- PERES, A.A.C.; VÁSQUEZ, H.M.; SOUZA, P.M. et al. Análise financeira e de sensibilidade de sistemas de produção de leite em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.2072-2078, 2009.

PRADO, E.; GERALDO, L.G.; CARDOSO, B.M. Rentabilidade da exploração leiteira em uma propriedade durante cinco anos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, n.2, p.501-507, 2007.

**PRINCIPAIS INDICADORES LEITE E DERIVADOS:** boletim eletrônico mensal. Coordenadores, Glauco Rodrigues Carvalho e Alziro Vasconcelos Carneiro. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, v. 2, n. 16, 07 jan. 2011. Disponível em: <[http://www.cileite.com.br/publicacoes/arquivos/2011\\_01\\_Indicadores\\_leite.pdf](http://www.cileite.com.br/publicacoes/arquivos/2011_01_Indicadores_leite.pdf)>. Acesso em: 11/03/2011.

REIS, R. P. **Como calcular o custo de produção.** Lavras: Bioex-café, 1999. 15 p. (Informativo Técnico do Café, 3).

RENNÓ, F.P.; PEREIRA, J.C.; LEITE, C.A.M. et al. Eficiência bioeconômica de vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação e estratégias de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.765-772, 2008.

RODRIGUES, R.V.; CASTRO, E.R.; TEIXEIRA, E.C. Avaliação de uma política de estabilização de renda para a agricultura familiar. **RER**, Rio de Janeiro, vol. 45, nº 01, p. 139-162, jan/mar 2007 – Impressa em março 2007.

SANTOS, R.D.; PEREIRA, L.G.R.; PEREIRA, F.J.C. et al. Indicadores zootécnicos de unidades de produção de leite no sul da Bahia. **Anais...** 46º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá, PR – UEM – Julho de 2009.

SCHIFFLER, E.A.; MÂNCIO, A.B.; GOMES, S.T. et al. Efeito da escala de produção nos resultados econômicos da produção de leite B no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.425-431, 1999.

SILVA, P.R. Eficiência técnica vs. eficiência econômica. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, CE, 7 (1-2): 157-163, 1977.

SILVA, H.A.; KOEHLER, H.S.; MORAES, A. et al. Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais – Paraná. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p. 445-450, mar-abr, 2008.

SIMÕES, A.R.P.; SILVA, R.M.S.; OLIVEIRA, M.V.M. et al. Avaliação econômica de três diferentes sistemas de produção de leite na região do Alto Pantanal Sul-mato-grossense. **Agrarian**, v.2, n.5, p.153-167, jul./set. 2009.

VASCONCELOS, J.; SOUZA, C.C.; PEREIRA, F.A.R. et al. O Associativismo como estratégia de melhoria de rentabilidade da atividade leiteira em glória de dourados – MS. **Arq. ciên. vet. zool.** UNIPAR, Umuarama, v.7, n.2, p. 129-134, jul./dez., 2004.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intensificação do sistema baseada nos dois níveis de adubação nitrogenada utilizada e nos dois tipos de animais, no geral, não influenciaram as variáveis relacionadas ao dossel da pastagem de capim-mombaça durante o período das águas. Entretanto, o menor nível de adubação proporcionou produções elevadas, demonstrando possível saturação da cultura na maior dose de nitrogênio, refletindo em baixa resposta da cultura na maior dose. Ou mesmo, ter havido limitação ao desenvolvimento do pasto na dose de 800 kg de N, em função de outro fator não identificado durante o estudo.

As variáveis edafoclimáticas (precipitação pluviométrica e matéria orgânica do solo) causaram efeito nas respostas da cultura avaliada, demonstrando relações de risco quanto às respostas da intensificação, sob a ótica da elevação dos parâmetros de produção por área.

A produção de leite e as variáveis relacionadas à lotação animal elevaram-se na medida em que foram intensificados os sistemas, refletindo grande potencial de crescimento da produção nacional de leite sem a necessidade de aumento das áreas. Todavia, a intensificação dos sistemas demanda maior volume de recursos externos, normalmente necessitando de desembolsos financeiros. Essa condição influenciou os custos operacionais efetivos, elevando-os, quando comparados aos patamares atuais observados na região. Nesse sentido, a intensificação reduziu o desempenho econômico dos sistemas utilizados.

Em função do tipo de solo característico da área, foi observado elevado potencial de contribuição da produção nacional, possibilitando a inclusão de áreas marginais (em função desse tipo de solo) nos sistemas de produção, diminuindo a pressão pela abertura de novas áreas. Porém, há que se trabalhar a gestão das unidades produtoras, pois outros aspectos técnicos (reprodução, gestão da aquisição de insumos, melhorias da comercialização dos produtos e trabalho associativo) podem apresentar respostas positivas no desempenho desses sistemas. E que em associação à intensificação da produção, pode resultar em maior renda para os produtores, especialmente os que dispõem de pequenas áreas.