

CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DA FORRAGEIRA MOMBAÇA CULTIVADA NO SOL PLENO E SOMBREAMENTO NATURAL EM NÍVEIS DE NITROGÊNIO

Tiago Barbalho André¹,
Antônio Clementino dos Santos²,
Leonardo Bernardes Taverny de Oliveira³,
Nayara Martins Alencar³,
Aridouglas dos Santos Araújo³,
Otacílio Silveira Júnior³

¹Discente do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical - PPGCat, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia - EMVZ, Fundação Universidade Federal do Tocantins - UFT, Araguaína, Tocantins, Brasil, barbalhouft@gmail.com

²Professor Associado I do PPGCat, EMVZ, UFT, clementino@mail.uft.edu.br

³Discentes do Curso de Doutorado do PPGCat, EMVZ, UFT, tavernyzoot@yahoo.com.br, nayara_m1@hotmail.com, aridouglas@mail.uft.edu.br e otaciliosilveira@hotmail.com

RESUMO

O objetivo do ensaio experimental foi avaliar os efeitos promovidos pelos ambientes de sol pleno e sombreamento natural (25%), sob os componentes produtivos do *Panicum maximum* cv. Mombaça, cultivados em diferentes níveis de nitrogênio (kg ha⁻¹ ciclo⁻¹), na região norte do estado do Tocantins, Brasil, integrante do ecotono Cerrado-Amazônia. Variáveis avaliadas: massa seca total (MST), massa seca de lâmina foliar (MSLF), massa seca de colmo mais bainha (MSCo), massa seca de material morto (MSMM), relação folha colmo (F/C), densidade populacional de perfilhos (DPP), massa de perfilho (MP) e considerações econômicas. A adição de nitrogênio promoveu incremento na massa seca total, com início da produção com 3.683 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, atingindo o máximo de 5.729 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, reduzindo a 5.324 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ no sol pleno, e no ambiente de sombreamento natural 2.619; 3.165 kg ha⁻¹; 1.782 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, respectivamente. A produção econômica reduz o custo em até 52% no sol pleno (5.157 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de MST com 33 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de N), e 76% no sombreamento natural (2.848 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de MST com 9 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de N).

Termos de indexação: Adubação; Fertilização; Neossolo Quartzarênico; *Panicum maximum* cv. Mombaça; Silvopastoril

PRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF MOMBASA FORAGE GROWN IN FULL SUN AND NATURAL SHADE ON NITROGEN LEVELS

SUMMARY

The objective of experimental trial was to evaluate the effects promoted by full sun environments and natural shading (25%), under the productive components of *Panicum maximum* cv. Mombasa, grown at different levels of nitrogen (kg ha⁻¹ cycle⁻¹), in the northern state of Tocantins, Brazil, part of Amazon-Cerrado ecotone. Evaluated variables: total dry mass (MST), dry mass of leaf blade (MSLF), dry mass of stem sheath (MSCo), dry mass of dead material (MSMM), the leaf stem ratio (L/C), tillering (DPP), mass tiller (MP) end economic considerations. The addition of nitrogen promoted growth in the availability of total dry mass, with production beginning with 3.683 kg ha⁻¹ cycle⁻¹, reaching a maximum of 5.729 kg ha⁻¹ cycle⁻¹, reducing the 5.324 kg ha⁻¹ cycle⁻¹ in full sun, and the natural environment shading 2.619; 3.165 kg ha⁻¹; 1.782 kg ha⁻¹ cycle⁻¹, respectively. Economic production reduces cost by up to 52% in full sun (5.157 kg ha⁻¹ cycle⁻¹ MST with 33 kg ha⁻¹ cycle⁻¹ N), and 76% in natural shading (2.848 kg ha⁻¹ cycle⁻¹ MST with 9 kg ha⁻¹ cycle⁻¹ N).

Index Terms: Fertilization; Manuring; *Panicum maximum* cv. Mombasa; Silvopastoral; Typic Quartzipsamment

INTRODUÇÃO

A intensificação do sistema produtivo, através do manejo de roçagem seletiva e aleiramento, raleamento da vegetação secundária, proporciona desenvolvimento econômico produtivo nos produtos de origem animal e vegetal, reincorporando áreas degradadas ao sistema, e como foco social, a valorização da mão-de-obra familiar, por desfavorecer

o êxodo rural, fundamentado no aumento da renda da pequena propriedade rural e diversificação de produtos agropecuários.

A produção de alimentos sustentáveis, socialmente justos, com garantias de sanidade e qualidade reconhecidamente comprovadas, vem sendo fator de fundamental importância, como exigência para comercialização de produtos na cadeia do agronegócio, possibilitando ao produtor além de incrementar a renda, oferecer um produto sustentável e de reduzidos custos de produção, propiciada pelos estudos de novas tecnologias (André & Santos, 2012).

As árvores contidas no sistema silvopastoril, influenciam positivamente a nutrição do solo, através da deposição de matéria orgânica originária do dossel, ciclagem da serapilheira, principalmente pelos nutrientes nitrogênio (N), potássio (K^+), cálcio (Ca^{2+}), que minimizam a degradação das pastagens, consequentemente reduzindo o desmatamento de novas áreas, sistema promotor da sustentabilidade (Reis et al., 2010).

O aumento da taxa de fertilidade do solo, pela decomposição e ciclagem de nutrientes e controle biológico natural no sistema, contribuem para redução dos custos de produção (Murgueitio et al., 2011).

Os nutrientes nos solos tropicais, proveniente da mineralização da matéria orgânica, são insuficientes ao consumo das gramíneas de elevado potencial produtivo, sendo necessário fornecimento de nitrogênio (Fagundes et al., 2006).

O objetivo do ensaio experimental foi avaliar os efeitos promovidos pelos ambientes de sol pleno e sombreamento natural (25%), sob os componentes produtivos do *Panicum maximum* cv. Mombaça, cultivados em diferentes níveis de nitrogênio ($kg\ ha^{-1}\ ciclo^{-1}$).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Setor Silvopastoril da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia - EMVZ, Universidade Federal do Tocantins - UFT, no município de Araguaína – TO, latitude $7^{\circ}5'43,74''\ S$, longitude $48^{\circ}12'22,69''\ W$, altitude 259 m. A área classificado como Aw, clima tropical com estação seca de inverno e chuvas no verão, quente e úmido, com chuvas de outubro a abril, precipitação pluviométrica média anual de 1.863 mm, umidade relativa do ar de 78% e temperatura média de $25^{\circ}C$ (Köppen, 1948; Santos et al., 2013).

A área experimental possui topografia plana, com 3% de declividade no sentido sul para norte, sendo o solo classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico (Embrapa, 2013).

Antes do início do período experimental, foi realizada amostragem de solo, com auxílio de trado inox tipo calador. As análises de solo foram efetuadas no Laboratório de Solos EMVZ/UFT, utilizadas para caracterizar e determinar a calagem.

No decorrer do período experimental, de 01 de novembro de 2013 à 22 de maio de 2014, a precipitação acumulada foi de 1.678,8 mm (Figura 1).

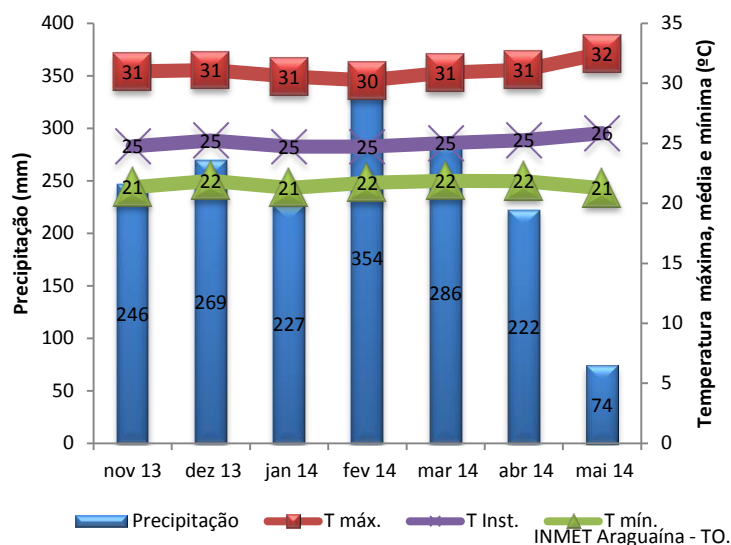


Figura 1. Precipitação (mm) e média de temperatura (°C) máxima, média e mínima, no decorrer do período experimental. Fonte: INMET Araguaína – TO.

O ensaio experimental foi desenvolvido no delineamento inteiramente casualizado (DIC), contendo quatro repetições em fatorial 2x4, duas luminosidades (sol pleno e 25% de sombreamento natural) e quatro níveis de nitrogênio (0, 25, 50, 100 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de N).

Nos quatro níveis de nitrogênio, a fonte utilizada foi ureia (45% de N), com uma aplicação por ciclo, no início do período de descanso, após precipitação, totalizando seis aplicações para cada tratamento no decorrer do período experimental. A fertilização de manutenção fosfatada em área total, com 60 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de P₂O₅, fonte superfosfato simples 18% de P₂O₅, 16% de Ca²⁺ e 8% de S, em aplicação única, e potássica com 25 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de K₂O sob a forma de cloreto de potássio (58% K₂O), junto com a fonte nitrogenada (Ribeiro et al., 1999).

O ponto de colheita dos tratamentos foi fixado à ocasião da expansão média de 2,5 novas folhas verdes por perfilho (Alexandrino et al., 2005; Cândido et al., 2005), configurando um período de descanso em tempo variável.

Na condução do ensaio experimental foram avaliadas as variáveis massa seca total (MST), massa seca de lâmina foliar (MSLF), massa seca de colmo mais bainha (MSCo), massa seca de material morto (MSMM), relação folha colmo (F/C), densidade populacional de perfilhos (DPP), massa de perfilho (MP) e considerações econômicas.

A estimativa média da expansão de novas folhas por perfilho foi realizada a partir da marcação de seis novos perfilhos por parcela, no início de cada período de descanso, com fita cetim face simples 0,07 m x 0,3 m, nas cores amarelo, azul, branco, roxo, verde e vermelho.

No dia da leitura da expansão de novas folhas verdes por perfilho, um score foi atribuído a cada perfilho, representando a estimativa instantânea da expansão de novas folhas por perfilho, sendo os seguintes scores: 0,2 = folha surgida em expansão parcialmente exposta (enrolada); 0,5 = folha surgida em expansão completamente exposta, de comprimento menor e ou igual à metade do comprimento da folha anterior; 0,8 = folha surgida em expansão completamente exposta, de comprimento maior que à metade do comprimento da folha anterior; 1,2 = uma folha surgida completamente expandida e folha surgida em expansão parcialmente exposta (enrolada); 1,5 = uma folha surgida completamente expandida e folha surgida em expansão completamente exposta, de comprimento menor e ou igual à metade do comprimento da folha anterior; 1,8 = uma folha surgida completamente expandida e folha surgida em expansão completamente exposta, de comprimento maior que à metade do comprimento da folha anterior; 2,2 = uma folha surgida

completamente expandida e folha surgida em expansão parcialmente exposta (enrolada); 2,5 = uma folha surgida completamente expandida e folha surgida em expansão completamente exposta, de comprimento menor e ou igual à metade do comprimento da folha anterior; 2,8 = uma folha surgida completamente expandida e folha surgida em expansão completamente exposta, de comprimento maior que à metade do comprimento da folha anterior.

Cada tratamento foi lido uma vez por semana até atingir 1,5 novas folhas verdes por perfilho. Posteriormente as leituras foram diárias, determinando o momento exato do ponto de colheita com 2,5 novas folhas verdes por perfilho, obtido pela média das leituras instantâneas nos 24 perfilhos lidos em cada tratamento.

Antes do início do período experimental, foi realizado corte de uniformização da forrageira a 0,30 m de altura, iniciando o período experimental, visando estabelecer o resíduo pós-colheita manejado em todos os ciclos a 0,30 m de altura (Quadros et al., 2002; Santos et al., 2011; Santos et al., 2013).

No período agrícola 2013/2014, foram colhidos seis ciclos por tratamento, manejados sempre a 0,30 m de altura em cada uma das 32 unidades experimentais, sendo avaliadas as características agrônômicas do *Panicum maximum* cv. Mombaça.

No final do período de descanso, com o auxílio do retângulo amostral de 1,0 x 0,5 m (0,5 m²), toda a forragem compreendida no seu interior foi colhida rente ao solo. As amostras colhidas foram armazenadas em sacos plásticos previamente etiquetados, acondicionadas em caixa térmica, minimizando desidratação, transportadas ao laboratório.

No laboratório cada amostra foi pesada, retirada uma sub-amostra de 0,1 kg, separada manualmente em folhas verdes, colmo mais bainha e material morto. Os componentes morfológicos separados foram acondicionados em sacos de papel, encaminhados à estufa de circulação de ar forçada, regulada à 55°C por 72 horas, obtendo-se a massa seca.

Em seguida os componentes folha e colmo mais bainha foram processados em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm, por 10 min (Silva Neto et al., 2012).

Foi utilizado o software Assistat 7.7 beta (Silva e Azevedo, 2002), para análise de variância (ANOVA), no teste dos efeitos dos ambientes de sol pleno e sombreado (Sacramento et al., 2013). As variáveis dependentes dos níveis de nitrogênio foram analisadas por regressão. O modelo selecionado de regressão, linear ou quadrático, foi escolhido através da significância dos coeficientes de regressão, adotando-se o nível de 5% de probabilidade, e coeficiente de determinação (R²). Os níveis de nitrogênio foram submetidos ao teste Tukey, ao nível de 5% de significância.

Os dados resultantes do ensaio experimental foram obtidos em seis ciclos de colheita, para todos os tratamentos, no período de 01 de novembro de 2013 à 20 de maio de 2014, sendo suas médias objeto de discussão neste trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de descanso (PD) não foi significativo ($p \geq 0,05$), e apresentou média geral de 28,2 dias de descanso, tanto para o ambiente de sol pleno, quanto para o sombreamento natural (Tabela 1).

Tabela 1. Período de descanso do capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreado, sob níveis de nitrogênio.

Tratamento	Nitrogênio (kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹)				Média	P	CV (%)
	0	25	50	100			
	Período de descanso (dias)						
Sol pleno	29,8	29,8	26,0	28,0	28,4	$\geq 0,05^{ns}$	18,11
Sombreado*	30,0	27,8	26,3	27,8	28,0	$\geq 0,05^{ns}$	18,12

*Sombreamento natural (25%). CV = coeficiente de variação. ^{ns}Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade (p).

A média de massa seca total (MST), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão (Figura 2), foi significativo ($p < 0,05$), de com modelo quadrático, alcançando a máxima produção de 5.729 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de MST, que corresponderia a 205 kg ha⁻¹ dia⁻¹, via aplicação de 69 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de nitrogênio.

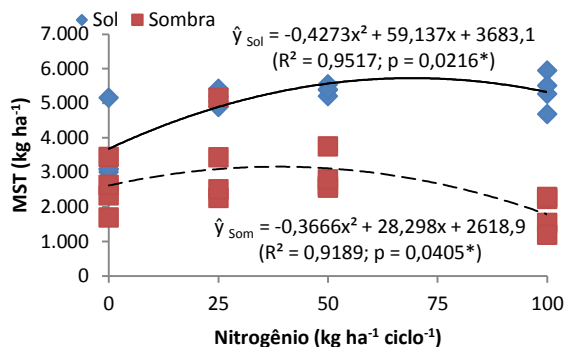


Figura 2. Massa seca total (MST), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No sombreamento natural a MST foi significativa ($p < 0,05$), também com modelo quadrático, com produção máxima estimada de $3.165 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ de MST, que corresponderia a $113 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, via aplicação de $39 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ de nitrogênio.

Ao comparar as estimativas de máxima produção entre os dois ambientes, o sombreamento demandou 43% de nitrogênio a menos que o sol pleno, entretanto o ambiente sol pleno produziu 45% a mais que o sombreamento, considerando a máxima produção de massa seca total (MST), nos dois ambientes, que correspondeu no sol pleno à produção de 83 kg de MST por kg de N aplicado e 81 kg de MST por kg de N aplicado no sombreamento natural.

As médias de MST, para os níveis de 0, 25, 50 e $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$, foram respectivamente 3.683; 4.894; 5.572; $5.324 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$, no ambiente sol pleno e 2.619; 3.097; 3.117; $1.782 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$, no sombreamento natural.

Comparando produções de MST de Mombaça, que produziram: 8.307 kg ha^{-1} ou $237 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de MST, utilizando 45 kg ha^{-1} de N, em Nitossolo Vermelho Eutrófico, (Ferreira et al., 2008); 555 a 6.398 kg ha^{-1} de MST, respectivamente 40 a $183 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, utilizando 25 a 125 kg ha^{-1} de N, em Nitossolo Eutroférico típico (Cunha et al., 2010); 3.724 e 4.989 kg ha^{-1} de MST, respectivamente 103 e $104 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, com 36 e 48 dias de descanso, em Latossolo Vermelho Amarelo (Macedo et al., 2010); 1.959 kg ha^{-1} de MST, com aplicação de 50 kg ha^{-1} de N, em Latossolo Vermelho distrófico (Euclides et al., 2008); neste experimento os $5.729 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ de MST, ($205 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ de MST), do sol pleno, situa-se entre as altas produções citadas na literatura, considerando-se produção diária. O sombreamento natural com $3.165 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ de MST ($113 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), superou algumas produções de experimentos em sol pleno.

Entretanto almejando atingir o nível econômico (90% da produção ponderada ou equivalente de MST), necessitaríamos aplicar $33 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ de N, que estimativamente atingiria $5.157 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ no ambiente de sol pleno. Já no sombreamento natural, a aplicação de $9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ de N, atinge o objetivo de $2.848 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$.

A média de massa seca de lâmina foliar (MSLF), no ambiente de sol pleno, estimada pela equação de regressão (Figura 3), foi significativo ($p < 0,05$), de modelo quadrático, alcançando a máxima produção de $3.175 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ de MSLF, com aplicação de $92 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ de Nitrogênio.

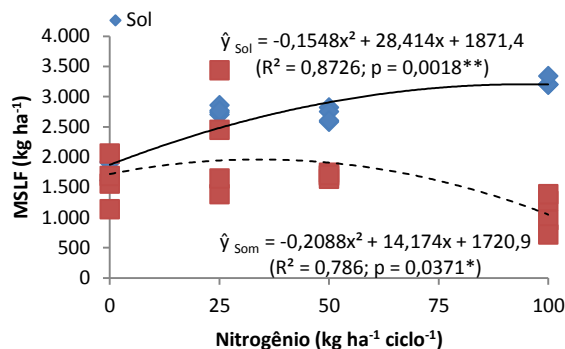


Figura 3. Massa seca de lâmina foliar (MSLF), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. Significativo ao nível de **1% e *5% de probabilidade.

No sombreamento a média de MSLF foi significativa ($p < 0,05$), também com modelo quadrático, estimando a máxima produção de $1.961 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ de MSLF, com aplicação de $34 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ de Nitrogênio (Figura 3).

As médias de MSLF, para os níveis de 0, 25, 50 e $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$, foram respectivamente 1.765; 2.770; 2.692; $3.200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ no ambiente sol pleno e 1.721; 1.945; 1.908; $1051 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ no sombreamento natural.

Em outros ensaios experimentais observamos uma produção de massa seca de lâmina foliar em: Latossolo Vermelho eutrófico foi produzido 1.477 e $1.476 \text{ kg MS ha}^{-1}$ de biomassa de folhas verdes (BFV) (Alexandrino et al., 2005); em Nitossolo Eutrófico típico foi produzido 2.906 e 4.536 kg ha^{-1} de matéria seca de folhas (MSF) (Cunha et al., 2010); em Nitossolo Vermelho eutrófico, foi produzido entre 2.849 à 4.634 kg ha^{-1} da produção matéria seca de folhas (MSF) (Ferreira et al., 2008); em Latossolo Vermelho Amarelo foi produzido 2.807 e 3.863 kg ha^{-1} de matéria seca de lâminas foliares (MSLF) (Macedo et al., 2010).

A média de massa seca de colmo mais bainha (MSCo), do ambiente de sol pleno, estimada pela equação de regressão, foi significativa ($p < 0,05$), de modelo quadrático, alcançando a máxima produção de $1.387 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ de MSCo, com aplicação de $67 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ de Nitrogênio (Figura 4).

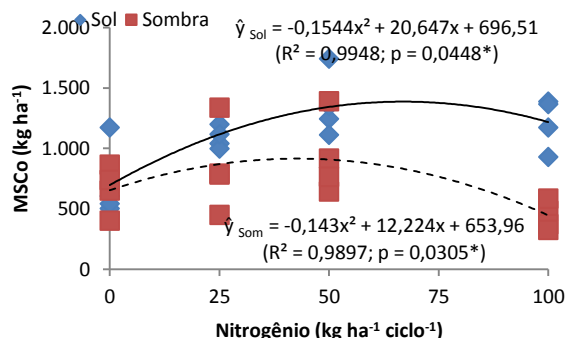


Figura 4. Massa seca de colmo mais bainha (MSCo), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No sombreamento a média de MSCo foi significativa ($p < 0,05$), e modelo quadrático, estimando a máxima produção de $915 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ de MSCo, com aplicação de $43 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ de Nitrogênio (Figura 4).

As médias de MSCo, para os níveis de 0, 25, 50 e $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$, foram respectivamente 696; 1.116; 1.343; $1.217 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ no ambiente sol pleno e 653; 870; 907; $446 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ no sombreamento natural (Figura 4).

Ao comparar as estimativas de máxima produção entre os dois ambientes, o sombreamento demandou 36% de nitrogênio a menos que o sol pleno, entretanto o ambiente sol pleno produziu 34% a mais que o sombreamento, considerando a máxima produção de massa seca de colmo nos dois ambientes (Figura 4).

Ao observar outros ensaios experimentais verificamos que a produção de massa seca de colmo mais bainha, em: em Latossolo Vermelho eutrófico, 317 e 476 kg MS ha⁻¹ de biomassa de colmo (BC) (Alexandrino et al., 2005); em Latossolo Vermelho eutrófico foi produzido entre 1.817 à 3.447 kg ha⁻¹ de massa seca de colmo verde (MSCV) do resíduo pós-pastejo (Cândido et al., 2005); em Nitossolo Eutrófico típico, 1.082 e 1.862 kg ha⁻¹ de matéria seca de colmos (Cunha et al., 2010); em Nitossolo Vermelho Eutrófico foi produzido entre 837 à 3.012 kg ha⁻¹ da produção matéria seca de colmos (MSC) (Ferreira et al., 2008); em Latossolo Vermelho Amarelo foi produzido 709 e 885 kg ha⁻¹ de matéria seca de bainhas e colmo (MSC) (Macedo et al., 2010).

A média de massa seca de material morto (MSMM), do ambiente de sol pleno, estimada pela equação de regressão (Figura 5), foi significativo (p<0.05), de modelo quadrático, alcançando a máxima produção de 1.274 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de MSMM, com aplicação de 50 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de Nitrogênio.

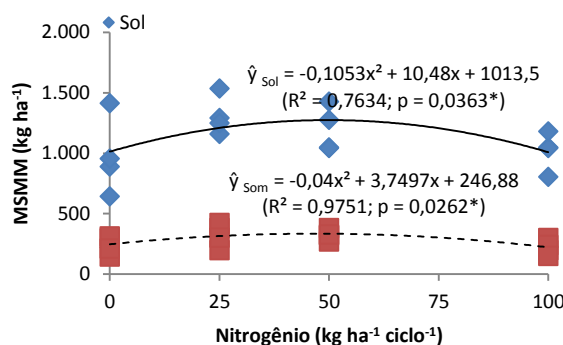


Figura 5. Massa seca de material morto (MSMM), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No sombreamento a média de MSMM foi significativo (p<0,05), com modelo quadrático, estimando a máxima produção de 335 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de MSMM, com aplicação de 47 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de Nitrogênio. As médias de MSMM, para os níveis de 0, 25, 50 e 100 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, foram respectivamente 1.014; 1.210; 1.274; 1.008 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ no ambiente sol pleno e 247; 316; 334; 221 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ no sombreamento natural (Figura 5).

Ao comparar as estimativas de máxima produção entre os dois ambientes, o sombreamento demandou 6% de nitrogênio a mais que o sol pleno, entretanto o ambiente sol pleno produziu 74% a mais que o sombreamento, considerando a máxima produção de massa seca de material morto nos dois ambientes. Ao observar outro ensaio experimental verificamos que a produção de massa seca de material morto, em: Latossolo Vermelho Amarelo produziu 207 e 241 kg ha⁻¹ de matéria seca de material morto (MSMM) (Macedo et al., 2010).

A média de relação folha colmo (F/C), do ambiente de sol pleno, estimada pela equação de regressão, foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, de tendência quadrática, alcançando a mínima produção de 2,38 com aplicação de 68 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de Nitrogênio (Figura 6). No sombreamento a média de F/C, foi significativo (p<0,05), e também de modelo quadrática, estimando a máxima produção de 2,89 com aplicação de 18 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de Nitrogênio (Figura 6). As médias de relação folha colmo (F/C), para os níveis de 0, 25, 50 e 100 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, foram respectivamente 3,29; 2,74; 2,42; 2,50 no ambiente sol pleno e 2,73; 3,22; 2,48; 2,08 no sombreamento natural.

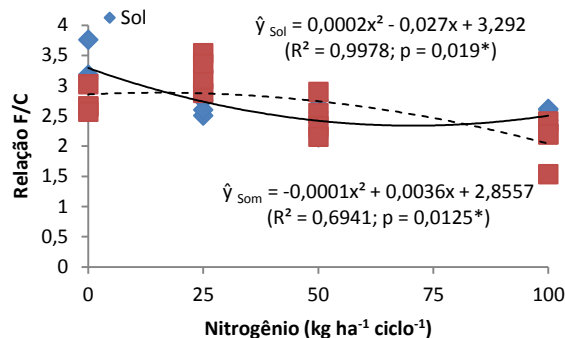


Figura 6. Relação folha colmo (F/C), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Ao observar outros ensaios experimentais verificamos a relação folha colmo, em: Latossolo Vermelho eutrófico, 26,6 e 11,0 de relação folha colmo⁻¹ (Alexandrino et al., 2005); em Latossolo Vermelho eutrófico, 2,32 à 1,56 de relação folha colmo⁻¹ (Cândido et al., 2005); em Latossolo Amarelo distrófico, 1,62 e 1,41 de relação folha colmo (Jakelaitis et al., 2010); em Latossolo Vermelho Amarelo, 6,59 e 16,11 kg MS de lâmina foliar / kg MS de colmo de relação folha colmo (Macedo et al., 2010).

A média de densidade populacional de perfilhos (DPP), do ambiente de sol pleno, estimada pela equação de regressão (Figura 7), foi significativo ($p < 0,05$), de modelo quadrático, alcançando a máxima produção de 683 perfilhos m⁻², com aplicação de 66 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de Nitrogênio.

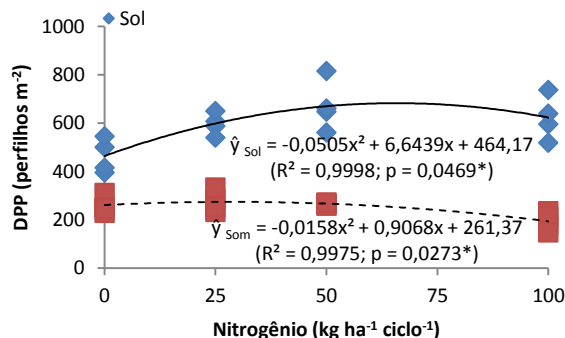


Figura 7. Densidade populacional de perfilhos (DPP), em capim Mombaça, cultivado em ambiente sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No sombreamento a média de DPP foi significativo ($p < 0,05$), com modelo quadrático, estimando a máxima produção de 274 perfilhos m⁻², com aplicação de 29 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de Nitrogênio (Figura 7). As médias de DPP, para os níveis de 0, 25, 50 e 100 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, foram respectivamente 464; 599; 670; 623 perfilhos m⁻² no ambiente sol pleno e 261; 274; 267; 194 perfilhos m⁻² no sombreamento natural (Figura 7). Ao comparar as estimativas de máxima produção entre os dois ambientes, o sombreamento demandou 56% de nitrogênio a menos que o sol pleno, entretanto o ambiente sol pleno produziu 60% a mais que o sombreamento, considerando a máxima produção de densidade populacional de perfilhos nos dois ambientes.

Ao observar outros ensaios experimentais verificamos a densidade populacional de perfilhos, em: Latossolo Vermelho eutrófico, 16,4; 16,0; 15,7 perfilhos m² de densidade populacional de perfilhos (Cândido et al., 2005); em Nitossolo Eutrófico típico, número de perfilhos não significativo de 208 e 121 perfilhos m⁻² (Cunha et al., 2010); em Nitossolo Vermelho eutrófico, 264 à 484 perfilhos m⁻² (Ferreira et al., 2008); em Latossolo Vermelho Amarelo, 764 e

766 perfilhos m⁻² de número de perfilhos (Macedo et al., 2010); em Argissolo Vermelho eutroférico, 343 e 167 perfilhos m⁻² de número de perfilhos (Santos et al., 2011).

A média de massa de perfilho (MP), do ambiente de sol pleno, estimada pela equação de regressão, foi significativo (p<0,05), modelo quadrático, alcançando a mínima produção de 0,05 g MS perfilhos⁻¹, com aplicação de 75 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de Nitrogênio (Figura 8).

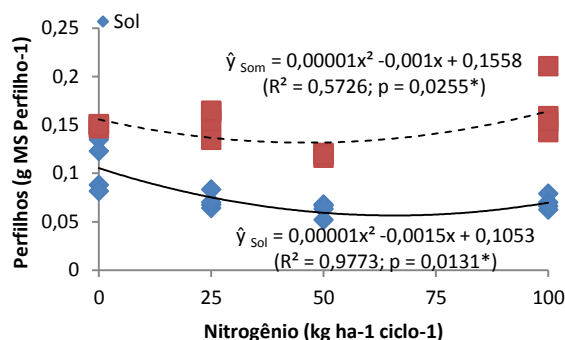


Figura 8. Massa de perfilho (MP), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio. *Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No sombreamento a média de MP foi significativo ao nível de 5% de probabilidade, também de modelo quadrático, estimando a máxima produção de 0,13, com aplicação de 50 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de Nitrogênio. As médias de MP, para os níveis de 0, 25, 50 e 100 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, foram respectivamente 0,1053; 0,0752; 0,0593; 0,0698 g MS perfilho⁻¹ no ambiente sol pleno e 0,1492; 0,1544; 0,1188; 0,1665 g MS perfilho⁻¹ no sombreamento natural (Figura 8). Em relação a análise econômica e considerando a aquisição do quilograma de ureia a R\$1,98 kg⁻¹, a arroba boi gordo a R\$121,88 (Indicador ESALQ/BM&FBovespa), em maio de 2014 (Cepea, 2014).

Para atingir a máxima produção de massa seca total (MST), no sol pleno, o custo apenas da aquisição de 150 kg de ureia ha⁻¹ ciclo⁻¹ é de R\$297,00 ha⁻¹ ciclo⁻¹ ou R\$1.782,00 ha⁻¹ ano⁻¹ (900 kg de ureia), correspondendo a 14,62@ ha⁻¹ ano⁻¹. Já no sombreamento natural para adquirir 85 kg de ureia ha⁻¹ ciclo⁻¹, são necessários R\$168,30 ha⁻¹ ciclo⁻¹ ou R\$1.009,80 ha⁻¹ ano⁻¹ (510 kg de ureia), correspondendo a 8,29@ ha⁻¹ ano⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 2. Considerações econômicas sobre a produção média de massa seca total (MST), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos.

Variável	Unidade	X _v	Y _v	0,9X _v	0,9Y _v
Sol pleno					
MST	kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹	69	5.729	33	5.157
Ureia (kg)	kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹	150	...	72	...
R\$ Fertilizante	R\$ ha ⁻¹ ciclo ⁻¹	297,00	...	142,56	...
@	@ ha ⁻¹ ciclo ⁻¹	2,44	...	1,17	...
Ureia (kg)	kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	900	...	432	...
R\$ Fertilizante	R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹	1.782,00	...	855,36	...
@	@ ha ⁻¹ ano ⁻¹	14,62	...	7,02	...
Sombreamento natural					
MST	kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹	39	3.165	9	2.848
Ureia (kg)	kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹	85	...	20	...
Fertilizante	R\$ ha ⁻¹ ciclo ⁻¹	168,30	...	39,60	...
@	@ ha ⁻¹ ciclo ⁻¹	1,38	...	0,32	...
Ureia (kg)	kg ha ⁻¹ ano ⁻¹	510	...	120	...
Fertilizante	R\$ ha ⁻¹ ano ⁻¹	1.009,80	...	237,60	...
@	@ ha ⁻¹ ano ⁻¹	8,29	...	1,95	...

X_v e Y_v pontos de máximo e 0,9X_v e 0,9Y_v, pontos de 90% do máximo, da função quadrática. @ = arroba de boi gordo considerando R\$121,88@⁻¹. Ureia a R\$1,98 kg⁻¹.

Entretanto almejando uma produção econômica de MST, para atingir 90% da máxima produção no sol pleno (5.157 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, com aplicação de 33 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de N), o custo apenas da aquisição do fertilizante nitrogenado é

de R\$142,56 ha⁻¹ ciclo⁻¹ ou R\$855,36 ha⁻¹ ano⁻¹, correspondendo a 7,02@ ha⁻¹ ano⁻¹ e no sombreamento natural (2.848 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, com 9 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de N), custa R\$39,60 ha⁻¹ ciclo⁻¹ ou R\$237,60 ha⁻¹ ano⁻¹, correspondendo a 1,95@ ha⁻¹ ano⁻¹.

Portanto, a adoção do sistema econômico, apesar de reduzir a produtividade em 10%, promove a redução nos custos anuais com aquisição do fertilizante nitrogenado em até 52% no ambiente sol pleno e 76% no sombreamento natural, representando uma diferença econômica de 7,60 e 6,34@ ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente. É necessário ressaltar que não foram contabilizadas as produções silvícolas, que renderia ao produtor madeira para carvão, lenha, estacas, mourões e madeira de serraria, que poderiam abastecer a propriedade através do manejo de corte seletivo.

CONCLUSÕES

1-A fertilização nitrogenada promove aumento na produção de massa seca total (MST), partindo de 3.683 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ sem fertilização até o máximo produtivo de 5.729 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, com aplicação de 69 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de Nitrogênio, no ambiente de sol pleno. Já no sombreamento natural inicia com 2.619 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ até o máximo de 3.165 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹, com aplicação de 39 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de Nitrogênio, produzindo respectivamente 83 e 81 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de MST por cada quilograma de nitrogênio aplicado.

2-A adoção do modelo de produção econômica reduz o custo anual de produção apenas com aquisição de fertilizante nitrogenado em até 52% no sol pleno (5.157 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de MST com 33 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de N), e 76% no sombreamento natural (2.848 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de MST com 9 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ de N), reduzindo 10% de MST, que representa uma diferença econômica de 7,60 e 6,34@ ha⁻¹ ano⁻¹ respectivamente no sol pleno e sombreamento natural.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio com as Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq. Bolsas no País/Produtividade em Pesquisa – PQ – 2013. Ao Programa de Apoio a Núcleos de Excelência – PRONEX/SECT/CNPq (Edital SECT/CNPq N° 08/2010 – PRONEX). À Universidade Federal do Tocantins - UFT, Câmpus de Araguaína, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia - EMVZ, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical - PPGCat, pelo apoio e concessão da solicitação de afastamento.

LITERATURA CITADA

- ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C. A. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, J. A. Período de descanso, características estruturais do dossel e ganho de peso vivo de novilhos em pastagem de capim-Mombaça sob lotação intermitente. *R. Bras. Zootec.*, 34:2124-2184, 2005.
- ANDRÉ, T. B.; SANTOS, A. C. Uso de produtos da cultura da mandioca (Manihot) na produção animal. *Biosfera*, 8:1622-1647, 2012.
- CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, C. A. M.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, A.; PEREIRA, W. E. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. *R. Bras. Zootec.*, 34:406-415, 2005.
- CEPEA, Indicadores de Preços, Boi. Disponível em: < <http://cepea.esalq.usp.br/boi/#> >. Acesso em 04 ago. 2014.
- CUNHA, O. F. R.; SANTOS, A. C.; ARAÚJO, L. C.; FERREIRA, E. M. Produtividade do *Panicum maximum* (Mombaça) em função de diferentes níveis de nitrogênio. *Revista FZVA*, 17:136-145, 2010.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.
- EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; JANK, L.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação dos capins Mombaça e Massai sob pastejo. *R. Bras. Zootec.*, 37:18-26, 2008.
- FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SANTOS, M. E. R.; LAMBERTUCCI, D. M. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. *R. Bras. Zootec.*, 35:30-37, 2006.

ANDRÉ, TB; SANTOS, AC; OLIVEIRA, LBT; ALENCAR, NM; ARAÚJO, AS; SILVEIRA JÚNIOR, O. CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DA FORRAGEIRA MOMBAÇA CULTIVADA NO SOL PLENO E SOMBREAMENTO NATURAL EM NÍVEIS DE NITROGÊNIO. *Amazon Soil – I Encontro de Ciência do Solo da Amazônia Oriental*, p. 41-51.

FERREIRA, E. M.; SANTOS, A. C.; ARAÚJO, L. C.; CUNHA, O. F. R. Características agronômicas do *Panicum maximum* cv. “Mombaça” submetido a níveis crescentes de fósforo. *Cienc. Rural*, 38:484-491, 2008.

Instituto Nacional de Meteorologia, Dados meteorológicos. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/> >. Acesso em 20 jun. 2014.

JAKELAITIS, A.; DANIEL, T. A.D.; ALEXANDRINO, E.; SIMÕES, L. P.; SOUZA, K. V.; LUDTKE, J. Cultivares de milho e de gramíneas forrageiras sob monocultivo e consorciação. *Pesq. Agropec. Trop.*, 40:380-387, 2010.

KÖPPEN, W. M. *Climatologia: com um studio de los climas de la terra*. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 478p.

MACEDO, C. H. O.; ALEXANDRINO, E.; JAKELAITIS, A. VAZ, R. G. M. V.; REIS, R. H. P; VENDRUSCULO, J. Características agronômicas, morfogênicas e estruturais do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça sob desfolhação intermitente. *Rev. Bras. Saúde e Prod. An.*, 11:941-952, 2010.

MURGUEITIO, E.; CALLE, Z.; URIBE, F.; CALLE, A.; SOLORIO, B. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *For. Ecol. Manage.*, 261:1654-1663, 2011.

QUADROS, D. G.; RODRIGUES, L. R. A.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E. B.; HERLING, V. R.; RAMOS, A. K. B. Componentes da produção de forragem em pastagens dos capins Tanzânia e Mombaça adubadas com quatro doses de NPK. *R. Bras. Zootec.*, 31:1333-1342, 2002.

REIS, G. L.; LANA, A. M. Q.; MAURÍCIO, R. M.; LANA, R. M. Q.; MACHADO, R. M.; BORGES, I.; QUINZEIRO NETO, T. Influence of trees on soil nutrient pools in a silvopastoral system in the Brazilian Savannah. *Plant and Soil*, 329:185-193, 2010.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em minas gerais: 5ª aproximação. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, Viçosa, MG, 1999. 359 p.

SACRAMENTO, J. A. A. S.; ARAÚJO, A. C. M.; ESCOBAR, M. E. O.; XAVIER, F. A. S.; CAVALCANTE, A. C. R.; OLIVEIRA, T. S. Soil carbono and nitrogen stocks in traditional agricultural and agroforestry systems in the semiarid region of Brazil. *R. Bras. Ci. Solo*, 37:784-795, 2013.

SANTOS, P. M.; SANTOS, A. C.; NEGREIROS NETO, J. V.; ARAÚJO, A. S.; SILVA, J. E. C. Caracterização de pastagens de capins Tanzânia e Mombaça consorciados com estilozantes em ecótono de transição cerrado: floresta amazônica. *Rev. Bras. Cienc. Agrar.*, 6:163-173, 2011.

SANTOS, P. M.; SANTOS, A. C.; SILVA, J. E. C. Resíduo de laticínio em pastagem de capim Mombaça: atributos químicos da forragem e do solo. *Semin. Cienc. Agrar.*, 34:377-390, 2013.

SILVA NETO, S. P.; SANTOS, A. C.; LEITE, R. L. L.; DIM, V. P.; NEVES NETO, D. N.; CRUZ, R. S. Dependência espacial em levantamentos do estoque de carbono em áreas de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Acta Amaz.*, 42:547-556, 2012.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, 4:71-78, 2002.