

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS**

**Fertilização nitrogenada no capim Mombaça em sistema de  
integração pecuária-floresta intensificado**

**Tiago Barbalho André**

Dissertação apresentada para obtenção do  
título de Mestre, junto ao Programa de Pós-  
Graduação em Ciência Animal Tropical da  
Universidade Federal do Tocantins.

Área de Concentração: Produção Animal

**ARAGUAÍNA**

**2015**

## ERRATA

### Dados Internacionais de Catalogação

#### Biblioteca UFT

A553f André, Tiago Barbalho

Fertilização nitrogenada no capim Mombaça em sistema de integração pecuária-floresta intensificado . / Tiago Barbalho André. - Araguaina: [s.n.], 2015.

122 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Clementino dos Santos.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do Tocantins, 2015.

1. Adubação. 2. Fertilização. 3. Neossolo Quartzarênico . 4. Silvopastoril.  
I. Título

CDD 631.8

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS**

**Fertilização nitrogenada no capim Mombaça em sistema de integração  
pecuária-floresta intensificado**

**Tiago Barbalho André**

**Dissertação apresentada para obtenção do  
título de Mestre, junto ao Programa de Pós-  
Graduação em Ciência Animal Tropical da  
Universidade Federal do Tocantins.**

**Área de Concentração: Produção Animal**

**Orientador: Prof. Dr. Antonio Clementino dos  
Santos**

**ARAGUAÍNA**

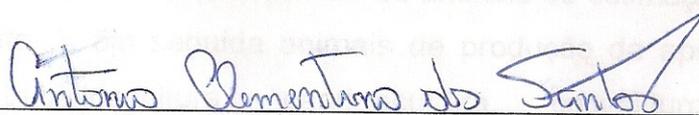
**2015**

Fertilização nitrogenada no capim Mombaça em sistema de integração pecuária-  
floresta intensificado

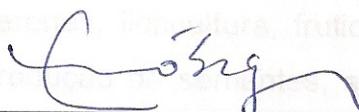
Por

Tiago Barbalho André

Dissertação aprovada como requisito parcial para  
obtenção do título de Mestre, tendo sido julgado  
pela Banca Examinadora formada pelos  
professores:



Prof. Dr. Antonio Clementino dos Santos  
Universidade Federal do Tocantins  
Orientador



Prof. Dr. Elcivan Bento da Nobrega  
Universidade Federal do Tocantins



Prof. Dr. José Geraldo Donizetti dos Santos  
Universidade Federal do Tocantins

Araguaína, 04 de maio de 2015

## DEDICATÓRIA

Dedico os esforços desse ensaio experimental, que resultaram nessa dissertação, a todos os honrados pequenos agricultores, grupo composto por homens, mulheres e crianças, residentes na zona rural do nosso imenso Brasil, que fazem uso da mão-de-obra familiar, os quais no fim da madrugada, já se colocam de pé, produzindo a primeira faísca, em alusão aos nossos ancestrais que domesticaram o fogo, se aquecendo nas margens do fogão à lenha, com o primeiro gole de café, produzido, torrado, moído e coado na propriedade; aos que garoando ou não, iniciam sua lida rural, alimentando os animais de estimação (gato, cachorro, papagaio, periquito...), em seguida animais de produção da apicultura, avicultura, bovinocultura, bubalinocultura, caprinocultura, cunicultura, equinocultura, ovinocultura, piscicultura, suinocultura... ; aos que diariamente lavram e regam a terra sob o sol e chuva, que coletam a produção do cultivo protegido, culturas anuais, semi perenes e perenes, floricultura, fruticultura, hidroponia, jardinagem e paisagismo, olericultura, produção de sementes, silvicultura... ; principalmente aos quais, durante minha visita de assessoria técnica, social e ambiental (ATES), produtores que me relataram considerarem invisíveis ao assistencialismo técnico “gratuito oferecido” pelas instituições governamentais, seja da esfera municipal, estadual e ou federal, pelo motivo de necessitarem dos técnicos justamente no momento em que as autoridades governamentais cortam o recurso da ATES, coincidindo justamente no ponto de fertilização da cultura, da devastação promovida pelos insetos, da propagação das doenças vegetais, cortes temporários esses que proporcionam ao pequeno produtor, redução grave na produtividade das culturas, atitude governamental que impacta diretamente e negativamente a qualidade de vida no campo, incentivadora ao êxodo rural, promovendo o inchaço nas regiões metropolitanas brasileiras e marginalização dessa população despreparada às condições de sobrevivência da metrópole.

Também aos meus queridos, avô paterno Valdivino Francisco André e avó paterna por consideração Maria de Assis e tio paterno Emílio Francisco André, todos *in memoriam*, que foram pequenos agricultores da região de Caldas Novas - GO, tecedores do meu caráter agrário.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, à família Barbalho, à família André, à minha companheira Silvia, aos amigos, aos colegas do Grupo Laboratório de Solos, ao orientador Clementino, pelo apoio, paciência e tolerância, reconheço não fui dócil!

Aos Terceirizados da Universidade Federal do Tocantins - UFT, Câmpus de Araguaína, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia - EMVZ, que desempenham atividades de conservação, limpeza, segurança, vigilância, transportes, informática, copeiragem, recepção, reprografia, telecomunicações e manutenção de prédios, equipamentos e instalações, colaboradores da contratação de serviços pela Administração Pública Federal direta (Decreto nº 2.271, de 7 de julho de 1997), que empenham diariamente no cumprimento de suas atividades de forma respeitosa e honrada.

Aos Técnico-Administrativos em Educação, no âmbito das Instituições Federais de Ensino vinculadas ao Ministério da Educação, servidores públicos civis da União (Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990), que cordialmente acolheram a redistribuição de tarefas.

Aos Estudantes de Educação Superior (Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996), colegas de mais uma jornada, fiéis contribuintes para o vencimento dessa etapa tão seletiva, a ponto de ser cruel, estimuladores a passos curtos, culminando uma longa caminhada, arguidores de ótimos embates, com excelentes propostas, costurando de forma harmoniosa o trabalho apresentado.

Aos Professores da Carreira do Magistério Superior (Lei nº 7.596, de 10 de abril de 1987), empenhados no desenvolvimento e aperfeiçoamento do ensino, pesquisa e extensão, que por muitas vezes, por estarem profundamente comprometidos com a Instituição, são mal compreendidos, porém insistentes no compromisso do exercício da função, sempre buscando oferecer o melhor à comunidade, zelando pelo ensino, pesquisa e extensão democráticos.

À UFT/EMVZ, pelo apoio e concessão da solicitação de afastamento e prorrogação, para participação em programa de pós-graduação *stricto sensu* no país, viabilizando o aperfeiçoamento desse servidor.

Meu sincero e grato muito obrigado pela experiência compartilhada.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Tiago, nascido em Caldas Novas – GO, filho de Eneida e Oliveira, irmão de Tadeu e Anna Grazielly, companheiro de Silvia.

Ainda na infância, iniciou seus estudos vivenciais da ciência da terra, nas fazendas do município natal, tendo como primeiros e fundamentais Professores os vários tios(as) e avôs(as), pequenos proprietários rurais e vizinhos de propriedade.

Cursou o jardim de infância até o segundo ano do ensino médio no antigo Colégio Sete de Setembro e Antigo Colégio Anglo, consolidando amizades.

Mudou-se concluindo em 1999 o ensino médio na capital goiana, no Colégio Visão e Colégio Pitágoras, em seguida aprovado nos quatro vestibulares de Agronomia, da Universidade Federal de Goiás (UFG), Universidade Federal de Brasília (UnB), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e Universidade Federal de Viçosa (UFV), e por escolha, ingressou nessa última no início de 2000.

No querido estado de Minas Gerais, integrou a República Os Mulambos, graduando em 2005 na Universidade Federal de Viçosa, que conferiu o grau de Engenheiro Agrônomo.

No Tocantins atuou no programa de assessoria técnica social e ambiental (ATES), nos assentamentos de reforma agrária nos municípios de Bandeirantes, Bernardo Sayão, Colinas, Juarina e Pau D'Arco, principalmente na cultura do abacaxi, em seguida promovido à Coordenador do Instituto Brasil Ásia Oscip (IBA), Núcleo de Bernardo Sayão, coordenando sete técnicos.

Empossado no cargo em comissão na Secretaria da Educação e Cultura do Tocantins, como agente especial de educação AE-4 nível superior, ministrou as matérias de física e química por três semestres, posteriormente nomeado Secretário do Colégio Estadual Bernardo Sayão.

Em 2008 foi nomeado e integrando aos Servidores Públicos Civis da União, como Engenheiro Agrônomo da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ), da Fundação Universidade Federal do Tocantins (UFT). Nessa instituição, em 2009, especializou-se em Produção de Bovinos de Corte. Atuou como Assessor da Direção da EMVZ, afastando-se integralmente para participação em programa de pós-graduação *stricto sensu* na mesma instituição.

## EPÍGRAFE

“Tenha equilíbrio e alegria. Saiba ser reconhecido. Procure ser humilde. Não lance pedras a quem o beneficiou. Não se julgue diminuído quando o ajudarem. Saiba agradecer. Quebre seu orgulho e receba com gratidão o auxílio que lhe derem. E jamais esqueça o benefício nem o benfeitor. O pior dos defeitos é a ingratidão, que despreza e apedreja hoje quem nos beneficiou ontem”.

Pastorino, 1999, p. 53.

“Seja alegre e otimista! Quando se dirigir a seu trabalho, faça-o de coração alegre. O trabalho que você executa é digno de sua pessoa. Por menor que pareça, é de suma responsabilidade para você e para o mundo. Não se esqueça, jamais de agradecer a Deus o trabalho que lhe proporciona o pão de cada dia. Chegue ao local do trabalho com o coração feliz, e o trabalho se tornará um passatempo, um estimulante, que lhe trará, cada novo dia, imensas alegrias e felicidade incalculável”.

Pastorino, 1999, p. 72.

“Não se irrite contra aqueles que o caluniam! São benfeitores seus, que lhe estão sempre chamando à atenção para seus erros, reais ou possíveis. Siga à frente! A dor é o adubo que faz crescer em nós a produção evolutiva. O arado que rasga o seio da terra é que permite a colheita abundante. E as lágrimas fertilizam nosso coração, tornando possível um progresso maior”

Pastorino, 1999, p. 80.

“...A prece é um sustentáculo para a alma, porém, ela não basta: é preciso que esteja apoiada sobre uma fé viva na bondade de Deus. Frequentemente, ele vos disse que não colocava fardos pesados em ombros fracos; o fardo é proporcional às forças...”

O Evangelho Segundo o Espiritismo, 1927; Capítulo V; Bem e mal sofrer.

O Senhor é meu pastor, nada me faltará.

Salmos 23.

## SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	11
LISTA DE TABELAS .....	15
LISTA DE ABREVIATURAS .....	17
LISTA DE SÍMBOLOS.....	19
RESUMO.....	20
ABSTRACT .....	21
1 INTRODUÇÃO .....	22
1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
1.1.1 Integração pecuária floresta e ou silvopastoril.....	23
1.1.2 Forrageira Mombaça.....	25
1.1.3 Fertilização nitrogenada.....	28
1.1.4 Resultados de pesquisa.....	32
REFERÊNCIAS .....	41
2 PRIMEIRO ARTIGO.....	46
RESUMO.....	46
ABSTRACT .....	46
2.1 INTRODUÇÃO.....	47
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	48
2.2.1 Localização.....	48
2.2.2 Histórico da área experimental .....	48
2.2.3 Análise de solo .....	49
2.2.4 Calagem .....	49
2.2.5 Condições climáticas .....	51
2.2.6 Tratamentos.....	52
2.2.7 Planejamento e análise estatística do experimento.....	53
2.2.8 Parâmetros avaliados .....	54
2.2.9 Avaliação agronômica.....	54
2.2.10 Previsão das equações quadráticas .....	55
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	55
2.3.1 Massa seca total (MST) .....	55

2.3.2	Massa seca de lâmina foliar (MSLF).....	57
2.3.3	Massa seca de colmo (MSCo).....	58
2.3.4	Massa seca de material morto (MSMM) .....	59
2.3.5	Relação folha colmo (F/C).....	60
2.3.6	Densidade populacional de perfilhos (DPP) .....	61
2.3.7	Massa de perfilho (MP).....	63
2.3.8	Massa seca do resíduo (MSRes).....	63
2.3.9	Massa seca disponível (MSDis).....	64
2.3.10	Considerações econômicas.....	65
	CONCLUSÕES .....	67
	AGRADECIMENTOS .....	67
	REFERÊNCIAS.....	68
3	SEGUNDO ARTIGO .....	71
	RESUMO.....	71
	ABSTRACT .....	71
3.1	INTRODUÇÃO.....	72
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	72
3.2.1	Características morfogênicas .....	75
3.2.2	Índice de Área Foliar (IAF).....	77
3.2.3	Densidade populacional de perfilhos (DPP) .....	78
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	78
3.3.1	Número de folhas totais (NFT).....	78
3.3.2	Número de folhas vivas (NFV).....	79
3.3.3	Número de folhas mortas (NFM) .....	80
3.3.4	Duração de vida da folha (DVF) .....	81
3.3.5	Comprimento da bainha (CB) .....	81
3.3.6	Taxa de alongamento de colmo (TAIC) .....	82
3.3.7	Filocrono (FILO).....	83
3.3.8	Taxa de aparecimento foliar (TApF) .....	84
3.3.9	Taxa de alongamento foliar (TAIF) .....	85
3.3.10	Taxa de senescência foliar (TSF).....	86
3.3.11	Comprimento médio de lâmina foliar (CMLF) .....	87

3.3.12 Índice de área foliar (IAF) .....	88
3.3.13 Densidade populacional de perfilhos (DPP) .....	88
CONCLUSÕES .....	89
AGRADECIMENTOS .....	90
REFERÊNCIAS .....	91
4 TERCEIRO ARTIGO .....	95
RESUMO .....	95
ABSTRACT .....	95
4.1 INTRODUÇÃO .....	96
4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	97
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	100
4.3.1 Taxa de produção de lâmina foliar (TPLF) .....	100
4.3.2 Taxa de produção de colmo (TPC) .....	101
4.3.3 Taxa de produção de biomassa de forragem (TPBFor) .....	102
4.3.4 Taxa de perda de folhas (TPerdaF) .....	103
4.3.5 Taxa de acúmulo de forragem (TAcFor) .....	104
CONCLUSÕES .....	105
AGRADECIMENTOS .....	105
REFERÊNCIAS .....	107
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	110
GLOSSÁRIO .....	112
APÊNDICES .....	113
ANEXOS .....	120
ÍNDICE .....	122

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 2.1 – Acúmulo de precipitação (mm) e média de temperatura (°C) máxima, média e mínima, no decorrer do período experimental (01/11/13 à 20/05/14). Fonte: INMET Araguaína – TO .....51
- Figura 2.2 – 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.....56
- Figura 2.3 – 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.....58
- Figura 2.4 – 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.....59
- Figura 2.5 – 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.....60
- Figura 2.6 – 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.....61
- Figura 2.7 – 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.....62
- Figura 2.8 – 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. ....63
- Figura 2.9 - Massa seca do resíduo (MSRes), 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.....64

- Figura 2.10 - Massa seca disponível (MSDis), 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.....65
- Figura 3.1 – Acúmulo de precipitação (mm) e média de temperatura (°C) máxima, média e mínima, no decorrer do período experimental (01/11/13 à 20/05/14). Fonte: INMET Araguaína – TO .....74
- Figura 3.2 - Número de folhas totais (NFT), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....79
- Figura 3.3 - Número de folhas vivas (NFV), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....79
- Figura 3.4 - Número de folhas mortas (NFM), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....80
- Figura 3.5 - Duração de vida da folha (DVF), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....81
- Figura 3.6 - Comprimento da bainha (CB), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....82
- Figura 3.7 – Taxa de alongamento de colmo (TAIC), 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, respectivamente. ....83
- Figura 3.8 - Filocrono (FILO), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....84
- Figura 3.9 – Taxa de aparecimento foliar (TApF), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....85

- Figura 3.10 – Taxa de alongamento foliar (TAIF), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....86
- Figura 3.11 – Comprimento médio de lâmina foliar (CMLF), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....87
- Figura 3.12 – Índice de área foliar (IAF), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....88
- Figura 3.13 – 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. ....89
- Figura 4.1 - Precipitação (mm) e média de temperatura (°C) máxima, média e mínima, no decorrer do período experimental. Fonte: INMET Araguaína – TO. ....98
- Figura 4.2 – Taxa de produção de lâmina foliar (TPLF), 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. ....101
- Figura 4.3 – Taxa de produção de colmo (TPC), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....102
- Figura 4.4 – Taxa de produção de biomassa de forragem (TPBFor), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....103
- Figura 4.5 – Taxa de perda de folhas (TPerdaF), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. ....104

Figura 4.6 – Taxa de acúmulo de forragem (TAcFor), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade. .... 105

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Quantidade de nitrogênio (N), fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) e potássio (K <sub>2</sub> O) acumulado na forragem considerada adequada para início do pastejo de três forrageiras tropicais com diferente potencial de produção .....	28
Tabela 1.2 – Resposta de gramíneas forrageiras (kg ha <sup>-1</sup> de matéria seca) de acordo com as doses de nitrogênio aplicadas (kg ha <sup>-1</sup> ) .....	30
Tabela 1.3 - Resultados de pesquisa avaliando os componentes da produção de forragem em pastagens dos capins Tanzânia e Mombaça adubadas com quatro doses de NPK .....	32
Tabela 1.4 - Resultados de pesquisa avaliando o período de descanso, características estruturais do dossel e ganho de peso vivo de novilhos em pastagem de capim-Mombaça sob lotação intermitente .....	33
Tabela 1.5 - Resultados de pesquisa avaliando a morfofisiologia do dossel de <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso .....	33
Tabela 1.6 - Resultados de pesquisa das características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-Mombaça submetidos a períodos de descanso.....	34
Tabela 1.7 – Faixa das doses <sup>1</sup> de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O, recomendadas para adubação de manutenção de três pastos com forrageiras de diferente potencial produtivo .....	35
<i>maximum</i> cv. Mombaça, Ferreira et al. (2008), observaram os seguintes resultados (Tabela 1.8).....	35
Tabela 1.9 - Resultados de pesquisa avaliando as características agrônômicas do <i>Panicum maximum</i> cv. “Mombaça” submetido a níveis crescentes de fósforo .....	35
Tabela 1.10 - Resultados de pesquisa avaliando o Produtividade do <i>Panicum maximum</i> (Mombaça) em função de diferentes níveis de nitrogênio ...	37
Tabela 1.11 - Resultados de pesquisa avaliando cultivares de milho e de gramíneas forrageiras sob monocultivo e consorciação .....	37

Tabela 1.12 - Resultados de pesquisa avaliando as características agronômicas, morfogênicas e estruturais do capim <i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça sob desfolhação intermitente.....	38
Tabela 1.13 - Resultados de pesquisa avaliando o fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça mantido sob diferentes alturas .....	39
Tabela 1.14 - Resultados de pesquisa avaliando a caracterização de pastagens de capins Tanzânia e Mombaça consorciados com estilozantes em ecótono de transição cerrado: floresta amazônica.....	40
Tabela 2.1 – Características químicas do Neossolo Quartzarênico Órtico típico por ocasião da instalação do experimento. ....	49
Tabela 2.2 - Score atribuído na avaliação instantânea do número de folhas expandidas do perfilho marcado .....	53
Tabela 2.4 – 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. ....	66
Tabela 3.1 - Score atribuído na avaliação instantânea do número de folhas expandidas do perfilho marcado .....	74
Tabela 3.1 – Taxa de senescência foliar (TSF) do capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreado, sob níveis de nitrogênio.....	86
Tabela 4.1 Características químicas do Neossolo Quartzarênico Órtico típico por ocasião da instalação do experimento. ....	97
Tabela 4.2 - Score atribuído na avaliação instantânea do número de folhas expandidas do perfilho marcado .....	99

## LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA – análise de variância  
CB – comprimento da bainha  
CMLF – comprimento médio de lâmina foliar  
CTC – capacidade de troca catiônica  
CTC<sub>e</sub> – capacidade efetiva de troca de cátions  
CV% – coeficiente de variação  
dms – diferença mínima significativa  
DPP – densidade populacional de perfilhos  
DVF – duração de vida da folha  
EAN – eficiência agronômica de nitrogênio  
F/C – relação folha colmo  
FILO – filocrono  
FV – fonte de variação  
GL – graus de liberdade  
IAF – índice de área foliar  
MG – média geral  
MO – matéria orgânica  
MP – massa de perfilho  
MSCo – massa seca de colmo mais bainha  
MSDis – massa seca disponível  
MSLF – massa seca de lâmina foliar  
MSMM – massa seca de material morto  
MSRes – massa seca do resíduo  
MST – massa seca total  
NFAp – número de folhas aparecidas  
NFM – número de folhas mortas  
NFT – número de folhas totais  
NFV – número de folhas vivas  
PD – período de descanso  
QM – quadrado médio

R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação

SB - soma de bases trocáveis

SQ - soma de quadrado

TAcFor - taxa de acúmulo de forragem

TAIF - taxa de alongamento foliar

TAIH - taxa de alongamento de haste

TApF - taxa de aparecimento foliar

TPBFor - produção de biomassa de forragem

TPC - taxa de produção de colmo

TPerdaF - taxa de perda de folhas

TPLF - taxa de produção de lâmina foliar

TSF - taxa de senescência foliar

**LISTA DE SÍMBOLOS**

$\text{Al}^{3+}$  – íon alumínio

$\text{Ca}^{2+}$  – íon cálcio

$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$  – acidez potencial

$\text{K}^+$  – íon potássio

m% – saturação por alumínio

$\text{Mg}^{2+}$  – íon magnésio

P Mehlich<sup>-1</sup> – fósforo Mehlich<sup>-1</sup>

pH – potencial hidrogênio iônico

pH em  $\text{CaCl}_2$  – acidez em cloreto de cálcio

V% – saturação por bases

## RESUMO

### Fertilização nitrogenada no capim Mombaça em sistema de integração pecuária-floresta intensificado

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, submetidos a diferentes níveis de nitrogênio (0; 25; 50; 100 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>), 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, número de folhas totais (NFT), número de folhas vivas (NFV), número de folhas mortas (NFM), duração de vida da folha (DVF), comprimento da bainha (CB), taxa de alongamento de colmo (TAIC), filocrono (FILO), taxa de aparecimento foliar (TApF), taxa de alongamento foliar (TAIF), taxa de senescência foliar (TSF), comprimento médio de lâmina foliar (CMLF), índice de área foliar (IAF) e densidade populacional de perfilhos (DPP), taxa de produção de lâmina foliar (TPLF), taxa de produção de colmo (TPC), taxa de produção de biomassa de forragem (TPBFor), taxa de perda de folhas (TPerdaF) e taxa de acúmulo de forragem (TAcFor). A produção econômica reduz o custo em até 52% no sol pleno (5.157 kg MST ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> com 33 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>), e 76% no sombreamento natural (2.848 kg MST ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> com 9 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>). O ambiente sombreado proporcionou melhores condições para comprimento da bainha e taxa de alongamento foliar, entretanto no sol pleno a densidade populacional de perfilhos foi superior. No sol pleno a média de TPBFor foi de 187,93 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, já no sombreado 173,27 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, que representa uma diferença de 7,80%. A TPC de 24,348 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> no sombreado, foi 17,58% superior ao sol pleno, que obteve 20,069 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. O sol pleno proporcionou 66,44% na TPerdaF com 36,488 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, já o sombreado resultou em 12,247 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

Palavras-chave: Adubação; Fertilização; Neossolo Quartzarênico; Nitrogênio; *Panicum maximum* cv. Mombaça; Silvopastoril

## ABSTRACT

### Nitrogen fertilization on grass Mombasa system in livestock-forest integration intensified

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 ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$ ), 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) and economic considerations, number of total sheets (NFT), number of live leaves (NFV), number of dead leaves (NFM), lifespan of the sheet (DVF), length of the sheath (CB), stem elongation rate (TAIC), Phyllochron (FILO), leaf appearance rate (TApF), leaf elongation rate (TAIF), senescence (TSF), average length of leaf blade (CMLF), leaf area index (IAF) and tiller density (DPP), number of total sheets (NFT), number of live leaves (NFV), number of dead leaves (NFM), lifespan of the sheet (DVF), length of the sheath (CB), stem elongation rate (TAIC), Phyllochron (FILO), leaf appearance rate (TApF), leaf elongation rate (TAIF), senescence (TSF), average length of leaf blade (CMLF), leaf area index (IAF) and tiller density (DPP), leaf blade production rate (TPLF), thatched production rate (TPC), forage biomass production rate (TPBFor), leaf loss rate (TPerdaF) and herbage accumulation rate (TAcFor). The addition of nitrogen promoted growth in the availability of total dry mass, with production beginning with  $3,683 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$ , reaching a maximum of  $5,729 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$ , reducing the  $5,324 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$  in full sun, and the natural environment shading  $2,619$ ;  $3,165 \text{ kg ha}^{-1}$ ;  $1,782 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$ , respectively. Economic production reduces cost by up to 52% in full sun ( $5,157 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$  MST with  $33 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$  N), and 76% in natural shading ( $2,848 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$  MST with  $9 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$  N). The shaded environment provided better conditions for length of the sheath and leaf elongation rate, however in full sun the tiller density was higher. In full sun the average TPBFor was  $187.93 \text{ kg ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$ , already on the shaded  $173.27 \text{ kg ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$ , representing a difference of 7.80%. The TPC of  $24.348 \text{ kg ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$  in the shaded, was 17.58% higher than in full sun, who got  $20.069 \text{ kg ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$ . The full sun provided 66.44% in TPerdaF with  $36.488 \text{ kg ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$ , already resulted in the shaded  $12.247 \text{ kg ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$ .

Keywords: Fertilization; Manuring; Nitrogen; *Panicum maximum* cv. Mombasa; Silvopastoral; Typic Quartzipsamment

## 1 INTRODUÇÃO

As consequências causadas pelo aquecimento global, como o derretimento de geleiras, aumento do nível do mar, inundações, alteração no regime pluviométrico, desertificação, redução da biodiversidade têm impactando negativamente o estilo de vida da população mundial, que cada vez mais se conscientiza, adotando medidas socioeconômicas que minimizem o aumento da temperatura mundial, através do consumo de produtos sustentáveis.

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).

O tímido desempenho nos índices zootécnicos observados no estado do Tocantins é atribuído à limitada produtividade, devido à baixa fertilidade da maioria das classes de solos encontrados no estado, baixa capacidade de troca catiônica (CTC), elevada acidez potencial ( $H^+ + Al^{3+}$ ) e altos teores de alumínio trocável ( $Al^{3+}$ ), das pastagens nativas ou semeadas (DIM et al., 2010). Também são marcados por baixos níveis de fósforo (P) e deficiências de nitrogênio (N), potássio ( $K^+$ ), cálcio ( $Ca^{2+}$ ) e magnésio ( $Mg^{2+}$ ) (NEVES NETO; SANTOS; SILVA NETO, 2012).

A pecuária brasileira predominantemente extensiva, caracterizada por manejos inadequados de extração de nutrientes do solo pela planta forrageira, sem reposição via fertilização, contribuem para o avanço da degradação do solo, redução da perenidade da cultura implantada, promovendo condições favoráveis à predominância de plantas daninhas e pragas como cupins de montículos, também conhecidos como termiteiros (OLIVEIRA et al., 2012).

Objetivando sistemas de produção de ruminantes de alta produtividade é necessário promover a intensificação das pastagens tropicais, através da adoção do manejo da fertilidade do solo, para estabelecimento e manutenção, voltadas à alta produção de forragem, também seleção de gramíneas forrageiras de elevado valor nutritivo (QUADROS et al., 2002).

O sistema silvopastoril é alternativa promissora para incremento da produção agropecuária sustentável, entretanto devido à heterogeneidade microclimática nesse sistema, há necessidade de mais estudos para definição de práticas e manejos mais adaptáveis às forrageiras que constituem o sub-bosque (GARCEZ NETO et al., 2010).

No sistema silvopastoril o estudo das interações entre os estratos superiores, também conhecidos como bosques, com os inferiores ou sub-bosques, é fundamental para o conhecimento do sinergismo, necessários para proposições de melhorias de manejos, que devem conciliar o microclima local, proporcionando produção forrageira de maior valor nutritivo (KIRCHNER et al., 2010).

Respondendo a forte pressão, no Brasil, a recente Lei nº 12.805, de 29 de abril de 2013, que institui a Política Nacional de Integração Lavoura Pecuária Floresta, é sancionada, e no artigo primeiro, dentre os vários objetivos, no parágrafo terceiro encontra-se o estímulo à pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica, com transferência de tecnologias que proporcionem o desenvolvimento dos sistemas de integração agricultura, pecuária e floresta, objetivo deste trabalho (BRASIL, 2013).

O objetivo do trabalho foi avaliar a fertilização nitrogenada no capim Mombaça em sistema intensivo de integração pecuária-floresta, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%).

## **1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1.1 Integração pecuária floresta e ou silvopastoril**

O sistema silvopastoril ou integração pecuária floresta, instituído pela Lei nº 12.805, de 29 de abril de 2013, é a modalidade de sistema contido nas estratégias da instituição da política nacional de integração lavoura pecuária floresta (iLPF), que integram os componentes pecuário e florestal em consórcio, objetivando estimular atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica, dessa forma transferindo tecnologias de desenvolvimento e integração ecológica, econômica, no meio pecuário e florestal (BRASIL, 2013).

O sistema silvopastoril é a modalidade que integram plantas forrageiras, árvores e animais de produção, todos interagindo na mesma área, proporcionando à sustentabilidade do sistema (BERNARDINO et al., 2011).

Os sistemas silvopastoris estão divididos em dois grupos de aptidões produtivas: o primeiro onde as árvores do sistema são reconhecidamente valorizadas, possuindo elevada importância na produção de: madeira, carvão, sombra, cerca viva, forragem, frutos, óleo, mel, fixação de nitrogênio atmosférico pelas leguminosas silvícolas, aumento da biodiversidade, conservação ambiental e geração de créditos de carbono, sendo essa modalidade predominante nos sistemas silvopastoris, que também possuem elevada produtividade pecuária, entretanto essa última de importância secundária. Na segunda aptidão, enquadram-se os sistemas silvopastoris conduzidos especialmente para produção pecuária, onde a produção silvícola ocupa menor importância (FICK, 2011).

O sistema silvopastoril pode ser implantado com o uso de árvores nativas que contribuem com o restabelecimento, diversificação e conservação da biodiversidade agrícola e com intensificação da pastagem, pela subdivisão em piquetes eletrificados, proporcionando pastejo rotacionado aos animais, aumentando a lotação alojada na área (MURGUEITIO et al., 2011).

O sistema silvopastoril visa à manutenção da sustentabilidade, através da produção de produtos pecuários no curto prazo, madeira a médio e longo prazos, diversificando a renda do produtor rural, com agregação de valor dos produtos por serem sustentáveis (KIRCHNER et al., 2010). Atinge sua maximização, quando há a máxima obtenção de produtos de origem animal por área, sem haver redução de produtividade da espécie arbórea, ambos interagindo reciprocamente sem interferir na produção do outro (BERNARDINO et al., 2011).

O planejamento do sistema silvopastoril geralmente é focado no interesse econômico a ser proporcionado pela espécie escolhida, em menor escala pode ser motivado por interesse ecológico, entretanto deve considerar não somente as necessidades atuais dos produtores, mas também selecionar a melhor espécie de árvores de uso múltiplo, ideologicamente aprovada pelo produtor, sem comprometer a produção no médio e longo prazo (MARTÍNEZ; MOURÃO JUNIOR; BRIENZA JUNIOR, 2010).

### 1.1.2 Forrageira Mombaça

No ano de 1982, a partir da cooperação entre o “Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement em Cooperação (ORSTOM)” e o Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), quatrocentos e vinte e seis acessos de *Panicum maximum*, coletados na África foram submetidos a experimentação, sendo observado uma variação de produção entre 22.000 a 220.000 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de matéria verde (JANK et al., 1994).

A forrageira *Panicum maximum* cv. Mombaça, BRA-006645, possui porte ereto e cespitoso, podendo atingir 1,65 m, produzindo elevada proporção de folhas no período chuvoso (SANTOS et al., 2004; SILVA et al., 2009).

Devido ao grande mosaico de solos, também condições climáticas, presentes nas variadas regiões brasileiras, a escolha da variedade a ser cultivada, deverá ser conciliada ao manejo cultural possível de ser adotado pelo produtor e desenvolvida na propriedade, fator de fundamental importância, divisor entre o sucesso e ou fracasso da cultura escolhida para implantação do projeto agropecuário (ANDRÉ; SANTOS, 2012).

A escolha da forrageira utilizada em sistema silvopastoril, deverá observar as características de tolerância e persistência em ambientes sombreados, devido à ocorrência de adaptações fisiológicas na planta, como mudanças anatômicas e da área foliar específica, alongamento de colmo e folha, para captar mais luz disponível, conferindo sobrevivência e aclimatação, pelas variações de intensidade luminosa, proporcionando a produção de alimento que posteriormente será disponibilizada aos animais (GOBBI et al., 2011).

Os estudos das alterações anatômicas, fisiológicas e morfológicas, contribuem para definição das melhores técnicas de manejo de pastagem, proporcionando maximizar sustentavelmente a exploração do sistema (GOBBI et al., 2011).

A interceptação luminosa, captada pela planta forrageira no sistema silvopastoril, é uma variável de destaque a ser estudada, por provocar modificações morfológicas na pastagem sub-bosque, devido à relação do espectro de absorção

da luz vermelho e vermelho-distante, com significativa alteração qualitativa e quantitativa nos índices de produtividade (GARCEZ NETO et al., 2010).

A produção vegetal está ligada diretamente à oferta da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), originária do sistema solar, à quantidade de interceptação luminosa (IL), captada pelo dossel da planta em questão, e sua eficiência está em função do maior índice de área foliar (IAF), que juntos definem o direcionamento e partição de assimilados (KIRCHNER et al., 2010).

As principais modificações morfológicas observadas em pastagem sub-bosque são: área, comprimento, espessura e orientação da lâmina foliar; número de folhas; comprimento de colmo; relação entre lâmina e colmo. Em compensação à redução da disponibilidade da interceptação luminosa, em ambiente de sistema silvopastoril, ocorrem importantes adaptações morfológicas na planta forrageira como aumento da área foliar, conciliada às reservas residuais e alteram a densidade populacional (GARCEZ NETO et al., 2010).

A restrição na interceptação luminosa (IL) promove respostas diferenciadas em cada genótipo, pela alteração nos cloroplastos, encarregados do processo de fotossíntese, promovendo adaptações bioquímicas, histológicas e morfológicas na planta (KIRCHNER et al., 2010).

Ao comparar pastagens tradicionais em sol pleno, com sombreadas, nesta última ocorre menor senescência e maior produção de tecidos verdes, conseqüentemente produzindo menor material morto. Para compensar a restrição luminosa, as forrageiras tropicais conduzidas em pastagens sombreadas alteram sua estrutura morfológica, podendo aclimatar-se até a faixa de 50% de sombreamento (GARCEZ NETO et al., 2010).

O consumo de massa seca por animal está diretamente relacionado à produção de forragem, que por sua vez, está em função da arquitetura, estrutura, e morfologia da forrageira, definindo a densidade populacional de perfilhos, altura, distribuição espacial das folhas, densidade de folhas verdes, relação folha colmo e relação material morto (FAGUNDES et al., 2006).

Um sistema de produção com manejo de pastagem eficiente tem por finalidade proporcionar a sustentabilidade do meio ambiente, através da manutenção da perenidade da pastagem, reduzindo perdas por senescência, promovendo

rebrotar vigorosa com elevada produção de matéria seca e aumento da eficiência de colheita (SANTOS; BALSALOBRE; CORSI, 2004).

Os melhores índices de produção animal têm sido observados através do manejo da altura da pastagem, cujo planejamento é a colheita da forragem visando obtenção de maior relação folha-colmo, acúmulo de folhas verdes, conseqüentemente obtendo-se maior valor nutricional da forragem (GARCEZ NETO et al., 2010).

A produção de forragem pelas gramíneas tropicais é desuniforme no decorrer do ano agrícola, ocasionada pelas variações de temperatura, fotoperíodo e estacionalidade das chuvas, dessa forma observando maiores acúmulos de forragem no verão, período de excesso hídrico, intermediários na primavera e outono, contudo menores no inverno, período de deficiência hídrica (EUCLIDES et al., 2008).

A sustentabilidade do ecossistema nas pastagens é assegurada pela ciclagem de nutrientes (mineralização e imobilização), provenientes das plantas mortas, onde o acúmulo de material morto (AcMM) da pastagem é decomposto, também os riscos de erosão são minimizados através do manejo do aumento dos níveis de massa seca de forragem verde (MSFV), pois numerosos limbos foliares interceptam as gotas da chuva, reduzem as temperaturas do solo, mantêm a umidade e protegem o solo, minimizando a degradação da pastagem (RODRIGUES et al., 2009).

No sistema intensivo de pastejo, o *Panicum maximum* cv. Mombaça é uma boa opção de forrageira, apesar de mais exigente a manejo, com aumento das perdas de matéria seca verde (MSV) por pisoteio, proporciona taxas de lotação elevada, maior potencial de resposta aos níveis de fertilizantes de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O (Tabela 1.1), respondendo positivamente com aumento da matéria seca verde (MSV) e peso médio de perfilhos (QUADROS et al., 2002).

O aumento nas taxas de acúmulo diário de matéria seca verde (TMSV), média de 167 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, proporcionam maiores taxa de lotação estimada 6,2 UA ha<sup>-1</sup>, obtidas em *Panicum maximum* cv. Mombaça, atingindo maiores índices de produção no período de excesso hídrico (QUADROS et al., 2002).

Tabela 1.1 – Quantidade de nitrogênio (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (K<sub>2</sub>O) acumulado na forragem considerada adequada para início do pastejo de três forrageiras tropicais com diferente potencial de produção

Nutriente	<i>P. purpureum</i> <sup>1</sup>	<i>P. maximum</i> <sup>2</sup>	<i>B. decumbens</i> <sup>3</sup>
	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>
N	750	228	180
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	172	60	32
K <sub>2</sub> O	1.125	642	234

Considerando as produções de matéria seca de <sup>1</sup> 50.000 kg ha<sup>-1</sup> de (SILVA et al., 1996), <sup>2</sup> 20.000 kg ha<sup>-1</sup> (SILVA, 1996) e <sup>3</sup> 25.000 kg ha<sup>-1</sup> (WERNER et al. 1997).

Fonte: Cantarutti et al. (2002).

O gênero *Panicum*, quando comparado à *Brachiaria*, se sobressaiu produtivamente, tanto em sistema de consórcio quanto solteiro, contudo a forrageira Mombaça apresentou resultados superiores de massa seca em monocultivo, confirmando seu potencial, entretanto a forrageira Mombaça quando consorciada com o milho, provoca redução da produção de grãos, em contra partida o milho reduz a produção de massa seca da forrageira (JAKELAITIS et al., 2010).

### 1.1.3 Fertilização nitrogenada

Dentre os fatores limitantes da produção agrícola, após o déficit hídrico, também se destaca a disponibilização de nitrogênio, por constituir proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromo e clorofila, atuando na velocidade de expansão foliar, produção e senescência de folhas (ESPINDULA et al., 2010).

As condições edafoclimáticas e manejo cultural influenciam a dinâmica do ciclo do nitrogênio no solo, através dos processos de lixiviação, volatilização, imobilização, mobilização, nitrificação, desnitrificação e mineralização do nitrogênio, definindo a disponibilização de nitrogênio às raízes jovens da planta, que o absorve na forma de íon de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), disponibilizado pelo ciclo do nitrogênio, possibilitando a produção de moléculas como aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos, determinantes do crescimento apical (ESPINDULA et al., 2010).

O material orgânico proveniente do dossel arbóreo, ao entrar em contato com o solo, sofre o processo de mineralização, através da transformação em substratos orgânicos (ácidos orgânicos e húmus) e substratos inorgânicos (nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), fosfatos (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), sulfatos amoniacais, pelos exsudados ácidos das raízes das plantas. Esse último, juntamente com a adsorção dos íons hidrogênio (H<sup>+</sup>) aos

coloides do solo (argila e húmus), contribuem para reduzir o pH do solo nas matas, pois competem pelos sítios de adsorção com íons cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e potássio ( $\text{K}^+$ ) (NEVES NETO; SANTOS; SILVA NETO, 2012).

A manutenção da matéria orgânica do solo, através da deposição da serapilheira e decomposição por microrganismos do solo, principalmente quando constituídos por resíduos vegetais de maiores teores de nitrogênio, elemento promotor da aceleração na decomposição de resíduos, promovem a sustentabilidade da fertilidade do solo no sistema integrado, através da mineralização da matéria orgânica, conseqüentemente liberação e disponibilização de nutrientes ao sistema (FREIRE et al., 2010).

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 ( $\text{K}^+$ ), cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), que minimizam a degradação das pastagens, conseqüentemente reduzindo o desmatamento de novas áreas, sistema promotor da sustentabilidade (REIS et al., 2010).

A velocidade de decomposição da matéria orgânica é influenciada por variados fatores bióticos e abióticos como composição química da serapilheira, relação carbono nitrogênio, temperatura do solo, umidade, população de microrganismos de solo (FREIRE 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, conseqüentemente produzirá leite e carne bovina mais competitiva (MURGUEITIO et al., 2011).

Os nutrientes nos solos tropicais, provenientes da mineralização da matéria orgânica, são insuficientes ao atendimento do consumo das gramíneas de elevado potencial produtivo, devido à baixa disponibilidade nestas regiões, e como forma de maximizar o potencial de produção da planta forrageira, as condições meio e técnicas de manejo devem ser conciliadas, principalmente no fornecimento de nitrogênio, definindo o potencial produtivo e qualitativo das forrageiras tropicais (FAGUNDES et al., 2006).

O período de déficit hídrico é marcado pela redução e ou suspensão da precipitação, provocando alterações na absorção de nutrientes pelas raízes, negativamente afetada, principalmente pelos nutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P), visto que os mecanismos de contato íon raiz são: fluxo de massa para o nitrogênio (N); difusão para fósforo (P). Tais ocorrências conferem redução no desenvolvimento dos tecidos vegetais (SANTOS; SANTOS; SILVA, 2013).

A disponibilidade de forragem na produção animal é garantida pelo fornecimento de nitrogênio via fertilização química (Tabela 1.2), que eleva o potencial da planta forrageira produzindo forragem de qualidade, e sua restrição poderá provocar degradação do solo e, conseqüentemente, a falência do sistema (ASSMANN et al., 2010).

Tabela 1.2 – Resposta de gramíneas forrageiras (kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca) de acordo com as doses de nitrogênio aplicadas (kg ha<sup>-1</sup>)

Gramínea	Equação	Fonte
<i>Pennisetum purpureum</i> cv. Mott	$Y = 5.872 + 20,1 X$	Paciullo et al. (1998)
<i>Cynodon</i> spp. (Tifton 85)	$Y = 8.138 + 36,8 X$ $Y = 7.406 + 25,8 X$	Ribeiro (2000) <sup>1</sup> Alvim et al. (1999) <sup>1</sup>
<i>Hyparrhenia rufa</i> (Capim-Jaraguá)	$Y = 2.798 + 38,0 X$	Gomide et al. (1984) <sup>2</sup>
<i>Panicum maximum</i> (Capim-Colômbio)	$Y = 3.699 + 34,3 X$	Gomide et al. (1984) <sup>2</sup>
	$Y = 3.866 + 23,4 X$	
	$Y = 2.732 + 32,1 X$	
<i>Brachiaria decumbens</i>	$Y = 2.228 + 32,6 X$	Mattos e Werner (1979)
	$Y = 2.270 + 25,8 X$	
	$Y = 4.279 + 16,1 X$	
<i>Brachiaria decumbens</i>	$Y = 2.400 + 65 X$	Lira et al. (1994) <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Considerando intervalos entre corte de 42 dias. <sup>2</sup>Estimado a partir de 3 anos de avaliação. <sup>3</sup>Média de nove cortes, com adubação nitrogenada aplicada a cada corte e a adubação fosfatada (52,4 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), a cada 3 cortes.

Fonte: Cantarutti et al. (2002)

Elevadas níveis de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O possibilitam o aumento da matéria seca verde (MSV) residual, que poderá proporcionar redução do intervalo de pastejo (QUADROS et al., 2002).

A produção de massa seca de forragem verde (MSFV), não determina exatamente o potencial de produção da gramínea forrageira tropical, pois não contabiliza a matéria seca residual pós-pastejo, portanto a taxa de acúmulo diário de

matéria seca verde (TMSV) é determinada e possui aumento linear pela adição de níveis de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O (QUADROS et al., 2002).

Também é atribuído ao nitrogênio a manutenção do número de folhas vivas por perfilho (NFV), duração de vida das folhas (DVF), a taxa de aparecimento foliar (TApF), a taxa de alongamento foliar (TAIF), componentes fundamentais à plasticidade fenotípica e desejáveis no manejo de pastagem, para produção de volumoso de alta qualidade (GARCEZ NETO et al., 2002).

A eficiência da fertilização nitrogenada correlaciona-se significativamente com a quantidade anual aplicada, seu parcelamento, a disponibilidade dos outros nutrientes no solo, a época de aplicação e a disponibilidade de água no solo que favorece o fluxo em massa (MELLO et al., 2008).

Considerando a dinâmica anual do fósforo (P) pelo extrator Mehlich-1 de: 1,70; 2,79; 2,21; 3,35; 1,98 e 1,71 mg dm<sup>-3</sup>, nos anos de 1994 (antes do estabelecimento), 1994 (após estabelecimento), 1995, 1996, 1997 e 1998, respectivamente, os níveis de fertilizantes fosfatados de manutenção deve atender as exigências de 4 mg dm<sup>-3</sup>, nível suficiente para manter os teores de fósforo no solo garantido índices de produtividade animal (EUCLIDES et al., 2008).

A aplicação de diferenciadas fontes de fósforo como Yoorin e ou a combinação de superfosfato simples mais superfosfato triplo, não alteram a produção de liteira, material senescente e material morto, também neste último, não são alteradas as concentrações de potássio (K<sup>+</sup>), cálcio (Ca<sup>2+</sup>), magnésio (Mg<sup>2+</sup>) e nitrogênio (N) (RODRIGUES et al., 2009).

Na fase inicial de estabelecimento, o teor de fósforo disponível (P), promove positivamente a produção de raízes e perfilhamento nas gramíneas forrageiras tropicais, elevando os índices de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), entretanto após estabelecimento, níveis lineares e crescentes de nitrogênio (N), principal macro nutriente promotor do incremento na produção de matéria seca (MS), aumentam a produção das pastagens (QUADROS et al., 2002).

### 1.1.4 Resultados de pesquisa

A seguir observamos resultados experimentais do capim Mombaça, realizados em algumas classes de solos.

Em Porto Rico, através da fertilização nitrogenada com  $900 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, foi colhido  $36.700 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de matéria seca de *Panicum maximum* (VICENTE-CHANDLER; SILVA; FIGARELLA, 1959).

Em Latossolo Vermelho-Amarelo de textura franco-argilosa, em estudo conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG, com *Panicum maximum* cv. Mombaça, submetidos a quatro níveis de nitrogênio (0, 50, 100 e  $200 \text{ mg dm}^{-3}$ ), parceladas em quatro aplicações, foi constatado que as variáveis morfogênicas de taxa de aparecimento foliar (TApF), taxa de alongamento foliar (TAIF) e filocrono (FILOC), possuem relação significativa com níveis de nitrogênio (GARCEZ NETO et al., 2002).

Em Latossolo Vermelho, na Unesp Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal – SP, com tratamentos de 102, 15 e  $126 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$  respectivamente (tratamento a), e, máxima de 232, 34 e  $288 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$  respectivamente (tratamento b), aplicados em *Panicum maximum* cv. Mombaça, Quadros et al. (2002), observaram os resultados (Tabela 1.3).

Tabela 1.3 - Resultados de pesquisa avaliando os componentes da produção de forragem em pastagens dos capins Tanzânia e Mombaça adubadas com quatro doses de NPK

Variável	Unidade	Tratamento A	Tratamento B
MSV <sup>1</sup>	$\text{kg ha}^{-1}$	8.744	11.854
LF <sup>2</sup>	%	54,3	56,1
C <sup>3</sup>	%	45,6	43,8
NP <sup>4</sup>	perfilhos $\text{m}^{-2}$	639	660
DP <sup>5</sup>	perfilho <sup>-1</sup>	1,3	1,7
Altura <sup>6</sup>	m	0,698	0,821
MSS <sup>7</sup>	$\text{kg ha}^{-1}$	2.850	3.354
MSS <sup>8</sup>	%	31,5	28,0
TMSV <sup>9</sup>	$\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$	144	205
TL <sup>10</sup>	$\text{UA ha}^{-1}$	7,5	10,7

<sup>1</sup>matéria seca verde ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); <sup>2</sup>lâminas foliares da matéria seca verde (%); <sup>3</sup>colmos da matéria seca verde (%); <sup>4</sup>número de perfilhos  $\text{m}^{-2}$ ; <sup>5</sup>densidade de perfilhos  $\text{m}^{-2}$ ; <sup>6</sup>altura média do dossel forrageiro (m); <sup>7</sup>matéria seca senescida; <sup>8</sup>matéria seca senescida da matéria seca total (MST); <sup>9</sup>taxa de acúmulo diário de matéria seca verde (TMSV); <sup>10</sup>taxa de lotação estimada. Adaptado de Quadros et al. (2002).

Em Latossolo Vermelho Eutrófico, na Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (CEPET/UFV), Capinópolis – MG, a forrageira Mombaça foi submetida a dois períodos de descanso 2,5 e 3,5 novas folhas por perfilho (tratamento a e b, respectivamente), sendo realizada fertilização de cobertura com 50; 12,5; 50 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; K<sub>2</sub>O respectivamente, Alexandrino et al. (2005), observaram os resultados (Tabela 1.4).

Tabela 1.4 - Resultados de pesquisa avaliando o período de descanso, características estruturais do dossel e ganho de peso vivo de novilhos em pastagem de capim-Mombaça sob lotação intermitente

Variável	Unidade	Tratamento A	Tratamento B
Altura <sup>1</sup>	m	0,547	0,593
BFVT <sup>2</sup>	kg MS ha <sup>-1</sup>	1.794	1.952
BFV <sup>3</sup>	kg MS ha <sup>-1</sup>	1.477	1.476
BC <sup>4</sup>	kg MS ha <sup>-1</sup>	317	476
IAF <sup>5</sup>		2,80	2,86
F/C <sup>6</sup>		26,6	11,0

<sup>1</sup>Altura do dossel forrageiro; <sup>2</sup>biomassa de forragem verde; <sup>3</sup>biomassa de folhas verdes; <sup>4</sup>biomassa de colmo; <sup>5</sup>índice de área foliar; <sup>6</sup>relação folha colmo<sup>-1</sup>. Adaptado de Alexandrino et al. (2005).

Em Latossolo Vermelho Eutrófico, também na Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (CEPET/UFV), Capinópolis – MG, a forrageira Mombaça foi submetida a três períodos de descanso 2,5; 3,5; 4,5 novas folhas por perfilho, sendo realizada fertilização de cobertura com 50; 12,5; 50 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; K<sub>2</sub>O respectivamente utilizando NPK 20-05-20, Cândido et al. (2005), observaram os resultados (Tabela 1.5).

Tabela 1.5 - Resultados de pesquisa avaliando a morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso

Variável	Unidade	Tratamento A	Tratamento B	Tratamento C
Alt <sup>1</sup>	m	0,69	0,96	1,12
DPP <sup>2</sup>	perfilhos m <sup>2</sup> de	16,4	16,0	15,7
MSFV <sup>3</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	3.903,67	6.511,33	6.860,5
F/C <sup>4</sup>		2,32	1,56	1,59
Altr <sup>5</sup>	cm	38,97	56,43	63,85
F/C <sub>r</sub> <sup>6</sup>		0,63	0,57	0,43
MSCV <sub>r</sub> <sup>7</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	1.817	2.839	3.447
TAIF <sup>8</sup>		7,6	5,4	6,7
TAIH <sup>9</sup>		0,15	0,11	0,29
TSF <sup>10</sup>		1,12	1,07	1,06
TAcMSF <sup>11</sup>	kg ha <sup>-1</sup> dia	202	93	149

<sup>1</sup>Altura do dossel; <sup>2</sup>densidade populacional de perfilhos; <sup>3</sup>massa seca de forragem verde; <sup>4</sup>relação folha colmo; <sup>5</sup>altura pós-pastejo; <sup>6</sup>relação folha colmo do resíduo pós-pastejo; <sup>7</sup>massa seca de colmo

verde do resíduo pós-pastejo; <sup>8</sup>taxa de alongamento de folhas; <sup>9</sup>taxa de alongamento de hastes; <sup>10</sup>taxa de senescência foliar; <sup>11</sup>taxa de acúmulo de massa seca de forragem. Adaptado de Cândido et al. (2005).

Em Latossolo Vermelho Eutrófico, na Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (CEPET/UFV), Capinópolis – MG, a forrageira Mombaça foi submetida a três períodos de descanso 2,5; 3,5; 4,5 novas folhas por perfilho, sendo realizada fertilização de cobertura com 50; 28; 40 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; K<sub>2</sub>O, respectivamente, com sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, Gomide; Gomide; Alexandrino (2007), observaram os resultados (Tabela 1.6).

Tabela 1.6 - Resultados de pesquisa das características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-Mombaça submetidos a períodos de descanso

Variável	Unidade	Tratamento A	Tratamento B	Tratamento C
TAIF <sup>1</sup>	mm dia <sup>-1</sup> perfilho <sup>-1</sup>	63,1	78,4	64,7
TAIC <sup>2</sup>	mm dia <sup>-1</sup> perfilho <sup>-1</sup>	1,15	6,65	6,5
Bio <sub>d</sub> <sup>3</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	4.606	5.867	6.790
Bio <sub>m</sub> <sup>4</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	3.983	5.088	6.364
Alt <sup>5</sup>	cm	79,1	97,9	117,2
IAF <sup>6</sup>		9,1	8,9	10,9
IL <sup>7</sup>	%	95,6	96,5	96,4
MS <sup>8</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	4.571	5.584	7.340
F/C <sup>9</sup>		4,6	3,7	1,7
TCC <sup>10</sup>	kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	182,8	159,5	163,1
Perf <sup>11</sup>	perfilhos m <sup>-2</sup>	240,0	176,5	148,4
Alt <sub>r</sub> <sup>12</sup>	cm	40,7	44,2	50,0
IAF <sub>r</sub> <sup>13</sup>		2,1	1,5	1,4
GD <sup>14</sup>	g novilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	628	473	375
Prod <sup>15</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	18.284	16.752	14.680

<sup>1</sup>Taxa de alongamento foliar; <sup>2</sup>taxa de alongamento de colmo; <sup>3</sup>biomassa pelo método corte destrutivo; <sup>4</sup>biomassa pelo método morfogênese; <sup>5</sup>altura no pré-pastejo; <sup>6</sup>índice de área foliar no pré-pastejo; <sup>7</sup>interceptação luminosa no pré-pastejo; <sup>8</sup>matéria seca por ciclo de pastejo no pré-pastejo; <sup>9</sup>relação folha colmo no pré-pastejo; <sup>10</sup>taxa de crescimento da cultura no pré-pastejo; <sup>11</sup>perfilhos m<sup>-2</sup> no pós-pastejo; <sup>12</sup>altura no pós-pastejo; <sup>13</sup>índice de área foliar no pós-pastejo; <sup>14</sup>ganho diário de peso de novilhos; <sup>15</sup>produção estimada ao final do período experimental de dois ciclos de produção. Adaptado de Gomide; Gomide; Alexandrino (2007).

Em Latossolo Vermelho Distrófico, na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande - MS, no plantio de *Panicum maximum* cv. Mombaça foi utilizado 100 e 75 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, na forma de NPK 00-20-15, também 4,5; 0,9; 0,4; 1,5; 1,0; 0,05 kg ha<sup>-1</sup> de zinco (Zn), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e molibdênio (Mo), respectivamente, sob a forma de FTE BR-12, e em cobertura 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia agrícola, também 40 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O (Tabela 1.7), respectivamente, na forma de NPK 00-20-20, sob

condições de pastejo intermitente com sete dias de utilização e trinta e cinco de descanso, produzindo 2.600 kg ha<sup>-1</sup> de MST, com lotação de 1,86 UA ha<sup>-1</sup>, verificou-se um ganho de peso de 0,437 kg novilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (EUCLIDES et al., 2008).

Tabela 1.7 – Faixa das doses<sup>1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, recomendadas para adubação de manutenção de três pastos com forrageiras de diferente potencial produtivo

Nutriente	<i>P. purpureum</i> <sup>1</sup>	<i>P. maximum</i> <sup>2</sup>	<i>B. decumbens</i> <sup>3</sup>
		kg ha <sup>-1</sup>	
N	100 a 150	40 a 50	40 a 50
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	40 a 50	30 a 50	20 a 50
K <sub>2</sub> O	40 a 380	30 a 100	20 a 40

<sup>1</sup>Considerando a disponibilidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O no solo baixa para *B. decumbens* e média para *P. maximum* e *P. purpureum*, de acordo com Werner et al., (1997) e Cantarutti et al., (1999).

Fonte: Cantarutti et al. (2002)

Em Nitossolo Vermelho Eutrófico, Araguatins – TO, aplicando 0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por parcela e 45 kg ha<sup>-1</sup> de N em todas as parcelas de *Panicum maximum* cv. Mombaça, Ferreira et al. (2008), observaram os seguintes resultados (Tabela 1.8).

Tabela 1.9 - Resultados de pesquisa avaliando as características agrônômicas do *Panicum maximum* cv. “Mombaça” submetido a níveis crescentes de fósforo

Variável	Unidade	Trat A	Trat B	Trat C	Trat D	Trat E	Trat F
Alt <sup>1</sup>	m	0,85	1,05	1,20	1,29	1,33	1,31
Perf <sup>2</sup>	perfilhos m <sup>-2</sup>	264	368	439	478	484	458
MSF <sup>3</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	2.849	3.926	4.643	5.000	4.997	4.634
MSC <sup>4</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	837	1.992	2.787	3.222	3.297	3.012
MSPA <sup>5</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	4.053	6.168	7.563	8.238	8.194	7.428
MSPA <sup>6</sup>	%	77,86	68,80	58,31	46,38	33,00	18,19

<sup>1</sup>Altura média do dossel forrageiro; <sup>2</sup>perfilhos m<sup>-2</sup>; <sup>3</sup>produção matéria seca de folhas; <sup>4</sup>produção matéria seca de colmos; <sup>5</sup>produção matéria seca da parte aérea; <sup>6</sup>percentagem de colmos na matéria seca da parte aérea. Adaptado de Ferreira et al. (2008).

Em Latossolo Vermelho Distrófico, na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia – GO, com aplicação de 0; 100; 300; 500 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, parcelados em 80% no período chuvoso (7 e 6 aplicações, primeiro ano e segundo ano respectivamente) e 20% no período seco (2 e 3 aplicações, primeiro ano e segundo ano respectivamente), resultando em 0; 11,1; 33,3; 55,5 kg ha<sup>-1</sup> de N em cada ciclo de produção. A maior eficiência de conversão obtida foi com 307 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, correspondendo a 34,1 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> (MELLO et al. 2008).

Em Latossolo Amarelo Distrófico, na Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá – PR, no estabelecimento da pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça foi utilizado 140 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de termofosfato magnesiano

Yoorin ou a combinação de superfosfato simples mais superfosfato triplo, e em cobertura 298,5 e 298,5 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O, respectivamente, na forma de NPK 15-00-15 parcelados em até quatro aplicações, encontrando no material morto média de 34,0; 4,06; 33,0 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O respectivamente (RODRIGUES et al., 2009).

Em Latossolo Vermelho Distrófico, na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia – GO, através da adição de 0; 100; 300; 500 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, sob a forma de sulfato de amônio, parcelados em oito aplicações no decorrer do ano agrícola, sendo o corte da forrageira Mombaça efetuado a 0,20 e 0,40 m, observou-se que a aplicação de fertilizante nitrogenado no terço final da estação de chuvas, eleva os níveis de proteína bruta da forrageira colhida no período seco, atribuindo ao nitrogênio, também à altura de corte, influencia nas frações proteicas da forrageira (SILVA et al., 2009).

Em Neossolo Quartzarênico Órtico típico, na casa de vegetação da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Araguaína – TO, através da adição de 0; 67; 133; 200; 267 g vaso<sup>-1</sup> de resíduo de frigorífico seco (RFS), correspondentes a 0; 13,4; 26,6; 40,0; 53,4 g dm<sup>-3</sup>, de resíduo frigorífico seco (RFS), fornecendo 0; 246,6; 489,4; 736,0; 982,6 mg dm<sup>-3</sup> de N; 0; 107,2; 212,8; 320,0; 427,2 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0; 1,809; 3,591; 5,4; 7,209 mg dm<sup>-3</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente. Observou-se que o uso de RFS promoveu aumento na produtividade da forrageira, com aumento dos níveis de matéria orgânica, fósforo e pH, atingindo o máximo pH com aplicação estimada de 116,66 g vaso<sup>-1</sup> de RFS (ALENCAR et al., 2010).

Em Nitossolo Eutroférico típico, em Araguatins – TO, em *Panicum maximum* cv. Mombaça, utilizando 25 e 125 kg ha<sup>-1</sup> de N fonte ureia agrícola e 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em ambos, Cunha et al. (2010), observaram os seguintes resultados (Tabela 1.10).

Tabela 1.10 - Resultados de pesquisa avaliando o Produtividade do *Panicum maximum* (Mombaça) em função de diferentes níveis de nitrogênio

Variável	Unidade	Tratamento A	Tratamento B
Alt <sup>1</sup>	m	1,26	1,47
Perf <sup>2</sup>	perfilhos m <sup>-2</sup>	208	121
MST <sup>3</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	3987,8	6397,8
MSF <sup>4</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	2905,9	4535,9
MSC <sup>5</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	1081,9	1861,9

<sup>1</sup>Altura de perfilhos; <sup>2</sup>número de perfilhos; <sup>3</sup>matéria seca total; <sup>4</sup>matéria seca de folhas; <sup>5</sup>matéria seca de colmos. Adaptado de Cunha et al. (2010).

O enriquecimento do Neossolo Quartzarênico Órtico típico, na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Araguaína – TO, através da adição de matéria orgânica, contribui para disponibilização de nutrientes nas camadas superficiais do solo, afetando positivamente a produção de forragem de *Panicum maximum* cv. Mombaça, com produção de matéria seca variando entre 500 à 2.217 kg ha<sup>-1</sup> (DIM et al., 2010).

Em Latossolo Amarelo Distrófico, na Universidade Federal de Rondônia (Unir), Câmpus de Rolim de Moura, Rolim de Moura - RO, consorciando milho com forrageiras, no plantio dos consórcios foi utilizado 18; 135; 72 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, via NPK 04-30-16 e cobertura com 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, via ureia agrícola, aplicada quando o milho atingiu 5 a 6 folhas desenvolvidas. No monocultivo das forrageiras, semeadura com 10; 75; 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, via NPK 04-30-16, e cobertura com ureia agrícola aplicada no 40º dias após emergência utilizando 50 kg ha<sup>-1</sup> de N. Durante o período de 161 dias, ao realizar três cortes, respectivamente para consorcio com milho e monocultivo da forrageira Mombaça, Jakelaitis et al. (2010), observaram os seguintes resultados (Tabela 1.11).

Tabela 1.11 - Resultados de pesquisa avaliando cultivares de milho e de gramíneas forrageiras sob monocultivo e consorciação

Variável	Unidade	Tratamento A	Tratamento B
MSA <sup>1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	18.994,58	40.644,15
F/C <sup>2</sup>		1,62	1,41

<sup>1</sup>massa seca acumulada; <sup>2</sup>relação folha colmo. Adaptado de Jakelaitis et al. (2010).

Em Latossolo Vermelho Amarelo, na Universidade Federal de Rondônia (Unir), Câmpus de Rolim de Moura, Rolim de Moura - RO, manejando a forrageira Mombaça a 0,25 m de resíduo, com 36 e 48 dias de descanso. Plantio com 80 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, via superfosfato simples e cloreto de

potássio e ureia agrícola aplicada no 105º dias após semeadura, utilizando-se 40 kg ha<sup>-1</sup> de N. Após o término da estação seca, iniciou-se o período experimental, com fertilização de cobertura de 50; 100; 70 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O respectivamente via ureia agrícola, superfosfato simples e cloreto de potássio. Após 30 dias, repetiu-se 50 kg ha<sup>-1</sup> de N via ureia agrícola, Macedo et al. (2010), observaram os seguintes resultados (Tabela 1.12).

Tabela 1.12 - Resultados de pesquisa avaliando as características agrônômicas, morfológicas e estruturais do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça sob desfolhação intermitente

Variável	Unidade	Tratamento A	Tratamento B
MST <sup>1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	3.723,90	4.989,10
MSLF <sup>2</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	2.807,33	3.863,08
MSC <sup>3</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	709,16	884,65
MSMM <sup>4</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	207,41	241,37
TCC <sup>5</sup>	kg MS ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	104,98	104,35
TApF <sup>6</sup>	folha perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	0,06	0,07
FILO <sup>7</sup>	dias folha <sup>-1</sup>	16,42	13,49
TAIF <sup>8</sup>	mm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	53,87	53,12
TSF <sup>9</sup>	mm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	11,08	12,47
TAIC <sup>10</sup>	mm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	5,62	5,02
Alt <sup>11</sup>	cm	105, 44	113,35
Perf <sup>12</sup>	perfilhos m <sup>-2</sup>	764,17	766,11
IAF <sup>13</sup>		8,26	9,04
CLF <sup>14</sup>	mm	405,98	332,41
CP <sup>15</sup>	mm	442,81	426,05
NFT <sup>16</sup>		6,37	6,49
NFV <sup>17</sup>		4,69	4,27
NFM <sup>18</sup>		1,68	2,23
F/C <sup>19</sup>		6,59	16,11

<sup>1</sup>matéria seca total; <sup>2</sup>matéria seca de lâminas foliares; <sup>3</sup>matéria seca de bainhas e colmo; <sup>4</sup>matéria seca de material morto; <sup>5</sup>taxa de crescimento cultural; <sup>6</sup>taxa de aparecimento foliar; <sup>7</sup>filocrono; <sup>8</sup>taxa de alongamento foliar; <sup>9</sup>taxa de senescência foliar; <sup>10</sup>taxa de alongamento de colmo; <sup>11</sup>altura do dossel forrageiro; <sup>12</sup>número de perfilhos; <sup>13</sup>índice de área foliar; <sup>14</sup>comprimento médio das lâminas foliares; <sup>15</sup>comprimento do pseudocolmo; <sup>16</sup>número de folha total; <sup>17</sup>número de folhas vivas; <sup>18</sup>número de folhas mortas; <sup>19</sup>relação folha colmo. Adaptado de Macedo et al. (2010).

Em Latossolo Vermelho Eutrófico, na Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (CEPET/UFV), Capinópolis – MG, a forrageira Mombaça foi manejada semanalmente através de corte mecânico, mantendo cinco alturas 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25 m. A primeira fertilização de cobertura, no início de fevereiro, com 50; 12,5; 50 kg ha<sup>-1</sup> de N; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; K<sub>2</sub>O, coincidiu com o primeiro corte. No final de fevereiro, 50 kg ha<sup>-1</sup> de N via ureia agrícola. Alexandrino; Cândido; Gomide (2011), observaram os seguintes resultados (Tabela 1.13).

Tabela 1.13 - Resultados de pesquisa avaliando o fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça mantido sob diferentes alturas

Variável	Unidade	Trat A	Trat B	Trat C	Trat D	Trat E
TAIF <sup>1</sup>	mm dia <sup>-1</sup> perfilho <sup>-1</sup>	22,6	33,1	43,6	54,1	64,6
TAIC <sup>2</sup>	mm dia <sup>-1</sup> perfilho <sup>-1</sup>	0,8	1,9	5,5	11,4	19,7
TSF <sup>3</sup>	mm dia <sup>-1</sup> perfilho <sup>-1</sup>	15,0	20,1	25,3	30,4	35,5
TPLF <sup>4</sup>	mg perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	12,1	29,6	47,1	64,7	82,2
TPC <sup>5</sup>	mg perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	1,5	3,2	15,8	39,4	74,1
TPF <sup>6</sup>	mg perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	12,2	22,8	33,5	44,1	54,7
IRFA <sup>7</sup>		85,5	91,9	95,8	97,2	96,2
IAF <sup>8</sup>		3,7	4,9	6,1	7,2	8,4
TPBF <sup>9</sup>	kg ha <sup>-1</sup> dia	29,4	85,0	140,6	196,2	251,8
AcF <sup>10</sup>	kg ha <sup>-1</sup> dia	10,4	31,5	73,4	115,3	157,2

<sup>1</sup>Taxa de alongamento foliar; <sup>2</sup>taxa de alongamento de colmo; <sup>3</sup>taxa de senescência foliar; <sup>4</sup>taxa de produção de lâmina foliar; <sup>5</sup>taxa de produção de colmo; <sup>6</sup>taxa de perda por senescência de folhas; <sup>7</sup>interceptação da radiação fotossinteticamente ativa; <sup>8</sup>índice de área foliar no pós-pastejo; <sup>9</sup>taxa de produção bruta de forragem; <sup>10</sup>acúmulo de forragem. Adaptado de Alexandrino; Cândido; Gomide (2011).

Em areia grossa lavada (solo inerte), na casa de vegetação da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Araguaína – TO, estudando resíduo líquido de laticínio (RLL), com aplicação de 0; 170; 350; 530; 710 mL vaso<sup>-1</sup>, vaso de 9.000 mL, correspondendo a 0; 18,9; 38,9; 58,9; 78,9 mL L<sup>-1</sup> de substrato, que em média forneceram 0; 13,95; 28,8; 43,55; 58,4 mg vaso<sup>-1</sup> de N respectivamente; 0; 30,75; 63,35; 95,9; 128,5 mg vaso<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> respectivamente; 0; 123,35; 254,0; 384,6; 515,2 mg vaso<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O respectivamente. Além do RLL, em todos os vasos foi adicionado N-P-K correspondendo a 100, 80 e 90 ppm respectivamente. Concluíram que a aplicação de 325,3 mL vaso<sup>-1</sup> de RLL promove melhores respostas, comprovando que o RLL pode ser utilizado como alternativa de fertilização na forrageira Mombaça (MELO et al., 2011).

Em Argissolo Vermelho eutroférico, na UFT/EMVZ, distribuindo 1.000 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, fundação com 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, cobertura com 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, e manutenção com 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, logo após o corte de estabilização. Em quatro ciclos de avaliação do período chuvoso e quatro do período seco, a forrageira Mombaça, Santos et al. (2011), observaram os seguintes resultados (Tabela 1.14).

Tabela 1.14 - Resultados de pesquisa avaliando a caracterização de pastagens de capins Tanzânia e Mombaça consorciados com estilozantes em ecótono de transição cerrado: floresta amazônica

Variável	Unidade	Tratamento A	Tratamento B
Alt <sup>1</sup>	m	0,71	0,53
Perf <sup>2</sup>	perfilhos 0,5 m <sup>-2</sup>	171,25	83,5
AcF <sup>3</sup>	e kg MS ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	191,24	48,25
LF <sup>4</sup>	%	76,1	84,4

<sup>1</sup>Altura; <sup>2</sup>número de perfilhos; <sup>3</sup>acúmulo de forragem; <sup>4</sup>lamina foliar. Adaptado de Santos et al. (2011).

Em Neossolo Quartzarênico Órtico, na UFT/EMVZ, através da adição de 0; 10; 50; 100; 150; 200; 400 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de resíduo líquido de laticínio (RLL), mais NPK, concluíram que o RLL não é uma boa fonte de nitrogênio, entretanto boa fonte fosfórica e ótima de potássio, encontrando ao final dos quatro ciclos extrações. O Tratamento NPK extraiu 207,90 kg ha<sup>-1</sup> de N; 11,30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; e 208,00 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. A aplicação de 400 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de RLL promove resposta positiva para C<sub>orgânico</sub>, K<sup>+</sup>, P e Ca<sup>2+</sup> (SANTOS; SANTOS; SILVA, 2013).

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, N. M.; SANTOS, A. C.; CASTRO, J. G. D.; SILVA, J. E. C.; ALENCAR, W. M. Doses de resíduos orgânicos de frigorífico sobre as características agronômicas do capim Xaraés em Neossolo Quartzarênico Órtico. **Enciclopédia Biosfera Centro Científico Conhecer**, v. 6, n. 11, p. 1-9, 2010.
- ALEXANDRINO, E.; CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, J. A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça mantido sob diferentes alturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 1, p. 59-71, mar. 2011.
- 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2124-2184, dez. 2005.
- ANDRÉ, T. B.; SANTOS, A. C. Uso de produtos da cultura da mandioca (*Manihot*) na produção animal. **Enciclopédia Biosfera Centro Científico Conhecer**, v. 8, n. 15, p. 1622-1647, nov. 2012.
- ASSMANN, T. S.; ASSMANN, A. L.; ASSMANN, J. M.; SOARES, A. B.; BORTOLLI, M. A. Produção de gado de corte e de pastagem de aveia em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1387-1397, jul. 2010.
- BERNARDINO, F. S.; TONUCCI, R. G.; GARCIA, R.; NEVES, J. C. L.; ROCHA, G. C. Produção de forragem e desempenho de novilhos de corte em um sistema silvipastoril: efeito de doses de nitrogênio e oferta de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.7, p. 1412-1419, jul. 2011.
- BRASIL. Lei n. 12.805, de 29 de abril de 2013. Institui a política nacional de integração lavoura-pecuária-floresta e altera a lei n. 8.171, de 17 de janeiro de 1991. **Diário Oficial**, Brasília, 30 maio 2013. Seção 1, p. 1-2.
- 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 406-415, abr. 2005.

CANTARUTTI, R.B.; TARRÉ, R.M.; MACEDO, R.; CADISCH, G.; RESENDE, C.P.; PEREIRA, J.M.; BRAGA, J.M.; GOMEDE, J.A.; FERREIRA, E.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. The effect of grazing intensity and the presence of a forage legume on nitrogen dynamics in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystem**, v.64, p.257-271, 2002.

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 da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia (PUCRS. Uruguiana)**, v. 17, n. 1, p. 136-145, abr. 2010.

DIM, V. P.; CASTRO, J. G. D.; ALEXANDRINO, E.; SANTOS, A. C.; SILVA NETO, S. P. Fertilidade do solo e produtividade de capim Mombaça adubado com resíduos sólidos de frigorífico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, p. 303-316, jun. 2010.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, M. A.; GROSSI, J. A. S.; SOUZA, L. T. Doses e formas de aplicação de nitrogênio no desenvolvimento e produção da cultura do trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 6, p. 1404-1411, dez. 2010.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; JANK, L.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação dos capins Mombaça e Massai sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 18-26, jan. 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 30-37, fev. 2006.

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. **Ciência Rural (UFSM. Impresso)**, v. 38, n. 2, p. 484-491, abr. 2008.

FICK, T. A. Amostragem para inventário florestal em sistemas silvipastoris. **Revista Árvore**, v. 35, n. 5, p. 1033-1038, out. 2011.

FREIRE, J. L.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, M. V. F.; FREITAS, E. V. Decomposição e serapilheira em bosque de sabiá na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 8, p.1659-1665, ago. 2010.

GARCEZ NETO, A. F.; GARCIA, R.; MOOT, D. J.; GOBBI, K. F. Aclimação morfológica de forrageiras temperadas a padrões e níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 42-50, jan. 2010.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M.; MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. 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, out. 2002.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M. C.; GARCEZ NETO, A. F.; ROCHA, G. C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do campim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1436-1444, jul. 2011.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, E. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-Mombaça submetidos a períodos de descanso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 10, p. 1487-1494, out. 2007.

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. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 4, p. 380-387, dez. 2010.

JANK, L.; SAVIDAN, Y.; SOUZA, M. T.; COSTA, J. C. G. Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África. I. Produção forragem. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 3, p. 433-440, jun. 1994.

KIRCHNER, R.; SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; MIGLIORINI, F.; FONSECA, L. Desempenho de forrageiras hibernais sob distintos níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2371-2379, nov. 2010.

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. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 4, p. 941-952, dez. 2010.

MARTÍNEZ, G. B.; MOURÃO JUNIOR, M.; BRIENZA JUNIOR, S. Seleção de ideótipos de espécies florestais de múltiplo uso em planícies fluviais do baixo Amazonas, Pará. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 1, p. 65-74, mar. 2010.

MELLO, S. Q. S.; FRANÇA, A. F. S.; LANNA, A. C.; BERGAMASCHINE, A. F.; KLIMANN, H. J.; RIOS, L. C.; SOARES, T. V. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 4, p. 935-947, dez. 2008.

MELO, J. C.; SANTOS, P. M.; SANTOS, A. C.; ALEXANDRINO, E.; PAULA NETO, J. J. Respostas morfofisiológicas do capim-mombaça submetido a doses de resíduo líquido de laticínios. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 54, n. 3, p. 247-258, dez. 2011.

MURGUEITIO, E.; CALLE, Z.; URIBE, F.; CALLE, A.; SOLORIO, B. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1654-1663, Oct. 2011.

NEVES NETO, D. N.; SANTOS, A. C.; SILVA NETO, S. P. Atributos físicos e químicos do solo em ecossistema de capim-mombaça na Amazônia Oriental. **Revista de Ciências Agrárias / Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 55, n. 2, p. 75-84, jun. 2012.

OLIVEIRA, L. B. T.; SANTOS, A. C.; SILVA NETO, S. P.; SILVA, J. E. C.; PAIVA, J. A. Alterações físicas e químicas do solo em virtude de construções termíticas no norte de Tocantins. **Engenharia na Agricultura**, v. 20, n. 2, p.118-130, abr. 2012.

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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1333-1342, jun. 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**, v. 329, n. 1, p. 185-193, Apr. 2010.

RODRIGUES, A. M.; CECATO, U.; DAMASCENO, J.; GALBEIRO, S.; GOMES, J. A. N.; AVANZZI, L. Produção, quantidade e concentração de macronutrientes do material morto de capim-Mombaça, fertilizado com fontes de fósforo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 2, p. 445-451, abr. 2009.

SANTOS, P. M.; BALSALOBRE, M. A. A.; CORSI, M. Características morfogênicas e taxa de acúmulo de forragem do capim Mombaça submetido a três intervalos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 843-851, ago. 2004.

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. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 163-173, mar. 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. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 377-390, fev. 2013.

SILVA, A. G.; FRANÇA, A. F. S.; MIYAGI, E. S.; MELLO, S. Q. S.; FERREIRA, J. L.; CARVALHO, E. R. Frações proteicas do capim-mombaça submetido a doses de nitrogênio em duas alturas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 5, p. 1148-1155, out. 2009.

VICENTE-CHANDLER, R.; SILVA, S.; FIGARELLA, J. The effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of three tropical grasses. **Agronomy Journal**, v. 51, n. 4, p.202-206, Apr. 1959.

## 2 PRIMEIRO ARTIGO

### Produção do capim Mombaça cultivado no sol pleno e sombreamento natural em níveis de nitrogênio

#### Production of grass Mombasa grown in full sun and natural shade in nitrogen levels

#### 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, submetidos a diferentes níveis de nitrogênio ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ), 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  $3.683 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , atingindo o máximo de  $5.729 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , reduzindo a  $5.324 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  no sol pleno, e no ambiente de sombreamento natural  $2.619$ ;  $3.165 \text{ kg ha}^{-1}$ ;  $1.782 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , respectivamente. A produção econômica reduz o custo em até 52% no sol pleno e 76% no sombreamento natural. Portanto para assegurar a produção máxima econômica recomendamos a aplicação de 33 e 9  $\text{kg N ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , respectivamente no ambiente de sol pleno e sombreamento natural.

Palavras-chave: Adubação; Fertilização; Neossolo Quartzarênico; *Panicum maximum* cv. Mombaça; Silvopastoril

#### ABSTRACT

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 ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$ ), 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  $3,683 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$ , reaching a maximum of  $5,729 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$ , reducing the  $5,324 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$  in full sun, and the natural environment shading  $2,619$ ;  $3,165 \text{ kg ha}^{-1}$ ;  $1,782 \text{ kg ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$ , respectively. Economic production reduces cost by up to 52% in full sun and 76% in natural shading. Therefore to ensure maximum economic output recommend applying 33 and 9  $\text{kg ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1} \text{ N}$ , respectively in the sun environment full and natural shade.

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

## 2.1 INTRODUÇÃO

A intensificação do sistema produtivo, através do manejo de roçagem seletiva e enleiramento, 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 ( $K^+$ ) e cálcio ( $Ca^{2+}$ ) (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).

A fertilização química nitrogenada, quando aplicadas nas pastagens, diferem positivamente os níveis de acúmulo diário de matéria seca, afetando a produção total, isso possibilita o aumento da carga animal, com elevação dos níveis de ganho de peso vivo por hectare. (ASSMANN et al., 2010).

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

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.2.1 Localização

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°5'43,74" S, longitude 48°12'22,69" W, altitude 259 m. O clima é classificado como Aw, 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°C (KÖPPEN, 1948; SANTOS; SANTOS; SILVA, 2013).

### 2.2.2 Histórico da área experimental

A implantação do Setor Silvopastoril iniciou-se em outubro de 2009, através do manejo de roçagem seletiva e enleiramento, consequente raleamento da vegetação secundária, que à época estava em estágio médio de regeneração e ou capoeira.

O raleamento seletivo proporcionou o estabelecimento de quatro áreas experimentais, tangentes no sentido norte sul, respectivamente de 25, 50, 75 e 100% de interceptação luminosa (IL), obtida com auxílio do aparelho luxímetro, medida à altura do topo do dossel forrageiro sub-bosque, dessa forma proporcionando respectivamente 75, 50, 25 e 0% de sombreamento natural sobre a forrageira.

A percentagem de sombreamento (% Sombreamento), nas áreas experimentais foram estimadas utilizando o aparelho luxímetro, modelo LD 200 da Instrutherm, obtendo-se entre 8h e 10h, leitura direta do nível de luminosidade (lux), no ambiente sombreado (Lux Sombreado) e sol pleno (Lux Sol Pleno), então estimada através da fórmula % Sombreamento.

$$\% \text{ Sombreamento} = 100 - \left( \frac{\text{Lux Sombreado}}{\text{Lux Sol Pleno}} \times 100 \right)$$

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).

Em 2011 ocorreu à semeadura do *Panicum maximum* cv. Mombaça, na densidade 12 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis, com auxílio de matracas, semeadas na profundidade de 0,03 m, espaçamentos de 0,25 x 0,45 m.

### 2.2.3 Análise de solo

Antes do início do período experimental, foi realizada amostragem de solo, nas profundidades de 0,0 à 0,20 m e 0,20 à 0,40 m, armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados, posteriormente encaminhados ao Laboratório de Solos EMVZ/UFT para análise química, determinando os níveis de fertilidade do solo: fósforo Mehlich<sup>-1</sup> (P Mehlich<sup>-1</sup>), em mg dm<sup>-3</sup>; carbono orgânico (MO), em g dm<sup>-3</sup>; acidez (pH em CaCl<sub>2</sub>); potássio (K<sup>+</sup>), em mg dm<sup>-3</sup>; cálcio (Ca<sup>2+</sup>), em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; magnésio (Mg<sup>2+</sup>), em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; alumínio (Al<sup>3+</sup>), em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; acidez potencial (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>), em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; soma de bases trocáveis (SB), em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; capacidade de troca de catiônica (CTC), em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; capacidade efetiva de troca de cátions (CTC<sub>e</sub>), em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; saturação por alumínio (m%); saturação por bases (V%) (EMBRAPA, 2009), (Tabela 2.1).

Tabela 2.1 – Características químicas do Neossolo Quartzarênico Órtico típico por ocasião da instalação do experimento.

Amb.	M.O. g dm <sup>-3</sup>	pH	P mg dm <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	SB	T	t	V %	m %
Sol <sub>20</sub>	4,77	3,60	0,79	1,0	0,72	0,36	0,003	0,59	5,21	1,08	6,29	1,67	17,20	35,28
Sol <sub>40</sub>	0,09	3,09	0,70	1,0	0,31	0,32	0,003	0,62	4,30	0,63	4,93	1,25	12,82	49,50
Som <sub>20</sub>	2,04	4,02	0,82	2,0	1,13	0,40	0,005	0,17	4,68	1,54	6,22	1,71	24,70	9,97
Som <sub>40</sub>	0,01	4,20	0,71	1,0	0,52	0,23	0,003	0,33	4,35	0,75	5,10	1,08	14,75	30,48

Amb.: ambiente sol pleno ou sombreado, de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm; M.O.: matéria orgânica; pH em CaCl<sub>2</sub>; P: fósforo (Mehlich<sup>-1</sup>); K<sup>+</sup>: potássio; Ca<sup>2+</sup>: cálcio; Mg<sup>2+</sup>: magnésio; H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>: acidez potencial; SB: soma de bases; T: capacidade de troca catiônica; t: capacidade efetiva de troca de cátions; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio.

### 2.2.4 Calagem

Os cálculos para calagem de manutenção foram realizados considerando os resultados da análise de solo, considerando-se 0,05 m como profundidade efetiva de incorporação natural, através do método da neutralização da acidez trocável (Al<sup>3+</sup>) e

da elevação dos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  trocáveis (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ V., 1999).

$$NC = Y \left[ (\text{Al}^{3+}) - \left( m_t \times \frac{t}{100} \right) \right] + [(X) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})]$$

NC: necessidade de calagem em  $\text{t ha}^{-1}$ , considerando PRNT 100%;

Y: é um valor variável em função da capacidade tampão da acidez do solo e pode ser estimado pelas equações:

$$Y = (0,0302) + (0,06532 \times \% \text{argila}) - (0,000257 \times \% \text{argila}^2), R^2=0,9996$$

$$Y = (4,002) - (0,125901 \times P_{\text{rem}}) + (0,001205 \times P_{\text{rem}}^2) - (0,00000362 \times P_{\text{rem}}^3); R^2=0,9998$$

$\text{Al}^{3+}$ : alumínio, em  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;

$m_t$ : máxima saturação por  $\text{Al}^{3+}$  tolerada pela cultura, em %;

t: capacidade de troca catiônica efetiva ( $t = \text{CTC}_e = \text{SB} + \text{Al}^{3+} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + \text{Na}^+ + \text{Al}^{3+}$ ), em  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;

X: exigência da cultura em  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  trocáveis;

$\text{Ca}^{2+}$ : cálcio, em  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;

$\text{Mg}^{2+}$ : magnésio, em  $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;

$V_e$  = valor de saturação por bases almejado.

Para Mombaça:  $m_t = 25$ ;  $X = 1,5$ ;  $V_e = 45$ ;

$$QC = NC \times \frac{SC}{100} \times \frac{PF}{20} \times \frac{100}{PRNT}$$

QC: quantidade de calcário a adquirir, em  $\text{t ha}^{-1}$ ;

NC: necessidade de calagem em  $\text{t ha}^{-1}$ , considerando PRNT 100% (fórmula anterior);

SC: percentagem da superfície de aplicação do calcário, em %;

PF: profundidade efetiva de incorporação, em cm;

PRNT: poder relativo de neutralização total do calcário a adquirir, em %;

Para Mombaça em cobertura:  $SC = 100$ ;  $PF = 5$ .

A necessidade de calagem calculada, para o ambiente sol pleno e sombreado, foi respectivamente de 1.700 e 1.200  $\text{kg ha}^{-1}$ , considerando-se 0,05 m como profundidade efetiva de incorporação natural, e no dia 22 de setembro de

2013, foi distribuído a lanço respectivamente 483 e 341 kg ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT 88%; Ca<sup>2+</sup> 30%; Mg<sup>2+</sup> 18%).

### 2.2.5 Condições climáticas

O clima é classificado como Aw, 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°C (KÖPPEN, 1948; SANTOS; SANTOS; SILVA, 2013).

Conforme disponibilização de dados originários da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), código A021, OMM: 81900, localizada no município de Araguaína – TO, latitude 7°12' S, longitude 48°12' W, altitude 228,52 m, distante do experimento 1.000 m, no decorrer do período experimental, de 01 de novembro de 2013 à 22 de maio de 2014 (203 dias), a precipitação acumulada foi de 1.678,8 mm (Figura 2.1).

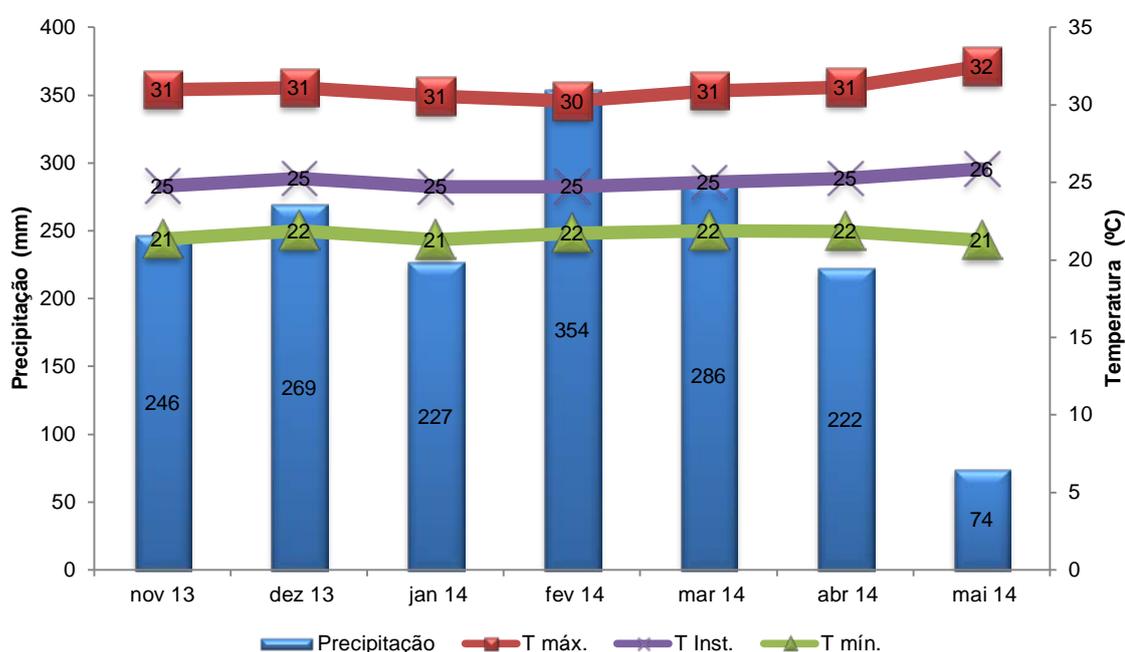


Figura 2.1 – Acúmulo de precipitação (mm) e média de temperatura (°C) máxima, média e mínima, no decorrer do período experimental (01/11/13 à 20/05/14). Fonte: INMET Araguaína – TO

### 2.2.6 Tratamentos

Os tratamentos foram luminosidade (sol pleno e 25% de sombreamento natural) e nitrogênio (0; 25; 50; 100 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>). Cada tratamento com quatro repetições, sobre a pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça, pastejada por bovinos nos dois anos anteriores.

Na região central de cada ambiente de pastagem, foi isolada uma área retangular de 10 m de largura e 28 m de comprimento (280 m<sup>2</sup>), onde foram demarcadas as parcelas de 2,5 x 7,0 m = 17,5 m<sup>2</sup>, totalizando 16 parcelas no ambiente sombreado e 16 a sol pleno.

O perímetro nas duas áreas experimentais foi isolado com cerca de arame, evitando o pastejo indesejado nas parcelas, que foram colhidas com foice tipo serra Tramontina, código 32.944-4.

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., 2014; SANTOS; SANTOS; SILVA, 2013).

Nos quatro níveis de nitrogênio, a fonte utilizada foi ureia agrícola (CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O), com 46% de nitrogênio, sendo efetuada uma aplicação por ciclo, no início do período de descanso, após precipitação, no final do período vespertino, totalizando seis aplicações para cada tratamento no decorrer do período experimental de 01 de novembro de 2013 à 22 de maio de 2014.

A fertilização de manutenção fosfatada foi aplicada na área total com 60 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, utilizando como fonte superfosfato simples 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 16% de Ca<sup>2+</sup> e 8% de S, distribuídos em uma única aplicação no início do período experimental, e potássica com 25 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O sob a forma de cloreto de potássio (58% K<sub>2</sub>O), junto com a fonte nitrogenada (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ V., 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.

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 0,007 m x 0,3 m, nas cores amarelo, azul, branco, roxo, verde e vermelho, retirando-as no dia da colheita, reaproveitando-as na marcação de perfilhos do ciclo subsequente.

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 (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 - Score atribuído na avaliação instantânea do número de folhas expandidas do perfilho marcado

NFCE <sup>1</sup>	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3
TFEE <sup>2</sup>	...	<	=	>	<	=	>	<	=	>
SNFE <sup>3</sup>	0	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8

<sup>1</sup>Número de folhas completamente expandidas no perfilho marcado; <sup>2</sup>tamanho da folha em expansão em relação à folha anterior completamente expandida (menor, igual ou maior); <sup>3</sup>score de número de folhas expandidas, conforme avaliação visual nas folhas do perfilho avaliado. Fonte: elaborado pelo autor.

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.

O objetivo da adoção do período variável de descanso foi maximizar a taxa média de crescimento da forrageira, aumentando a eficiência de colheita através da redução da produção de material morto (CÂNDIDO et al., 2005; MACEDO et al., 2010), proporcionando condições igualitárias de produção entre os tratamentos, fundamentado nos parâmetros fisiológicos e não por dias fixos.

### 2.2.7 Planejamento e análise estatística do experimento

O ensaio experimental foi desenvolvido no delineamento inteiramente casualizado (DIC), contendo quatro repetições em fatorial dois por quatro, duas luminosidades (sol pleno e 25% de sombreamento natural) e quatro níveis de nitrogênio (0, 25, 50, 100 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>). Os quatro níveis de nitrogênio foram sorteados ao acaso, em cada uma das duas áreas de luminosidade, viabilizando avaliações estatísticas do experimento (Anexo A).

Foi utilizado o software Assistat<sup>®</sup> 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 ( $R^2$ ). Os níveis de nitrogênio foram submetidos ao teste Tukey, ao nível de 5% de significância.

### **2.2.8 Parâmetros avaliados**

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

### **2.2.9 Avaliação agrônômica**

No período agrícola 2013/2014, no final do período de descanso, foram efetuados seis cortes por tratamento, com o auxílio do retângulo amostral de 1,0 x 0,5 m (0,5 m<sup>2</sup>), realizado ao nível do solo, também a 0,30 m de altura, em cada uma das 32 unidades experimentais, sendo avaliadas as características agrônômicas do *Panicum maximum* cv. Mombaça.

As amostras colhidas foram armazenadas em sacos plásticos previamente etiquetados, acondicionadas em caixa térmica, minimizando desidratação e transportadas ao laboratório.

Cada amostra foi integralmente pesada em balança analítica, posteriormente retirada uma sub-amostra de 0,1 kg, separada manualmente em folhas verdes, colmo mais bainha e material morto. Os componentes morfológicos separados foram novamente pesados, acondicionados individualmente em sacos de papel, previamente etiquetados, encaminhados à estufa de circulação de ar forçada,

regulada à 55°C por 72 horas, sendo novamente aferido, obtendo-se a massa seca de cada componente amostrado.

Em seguida os componentes folha e colmo mais bainha foram processados em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm, por 10 min, armazenado em sacos plásticos previamente identificados.

### 2.2.10 Previsão das equações quadráticas

Os pontos de máximo e mínimo da função quadrática,  $f(x) = ax^2 + bx + c$ , foram calculados a partir da determinação do x do vértice ( $X_v$ ) e y do vértice ( $Y_v$ ) da parábola.

$$(X_v = -\frac{b}{2a}) \quad (Y_v = -\frac{\Delta}{4a}) \quad (\Delta = b^2 - 4ac)$$

Na previsão do valor de x a partir de um valor conhecido de y, igualou-se a equação quadrática a zero ( $ax^2 + bx + c = 0$ ), calculando o valor de x através da fórmula de Bhaskara.

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Consta no Apêndice A – Resumo da análise de variância para 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), em *Panicum maximum* cv. Mombaça, cultivado em seis ciclos, em níveis de nitrogênio (kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>), no ambiente sol pleno e sombreamento natural (25%).

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1 Massa seca total (MST)

A média de massa seca total (MST), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão (Figura 2.2), foi significativo ( $p < 0,05$ ), de modelo quadrático, alcançando a máxima produção de 5.729 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de MST,

que corresponderia a 205 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, via aplicação de 69 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> (**Apêndice B**).

No sombreamento natural a MST foi significativa ( $p < 0,05$ ), também de modelo quadrático, com produção máxima estimada de 3.165 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de MST, que corresponderia a 113 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, via aplicação de 39 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>.

Ao comparar as estimativas de máxima produção entre os dois ambientes, o sombreado demandou 43% de nitrogênio a menos que o sol pleno, entretanto o ambiente sol pleno produziu 45% a mais que o sombreado, 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.

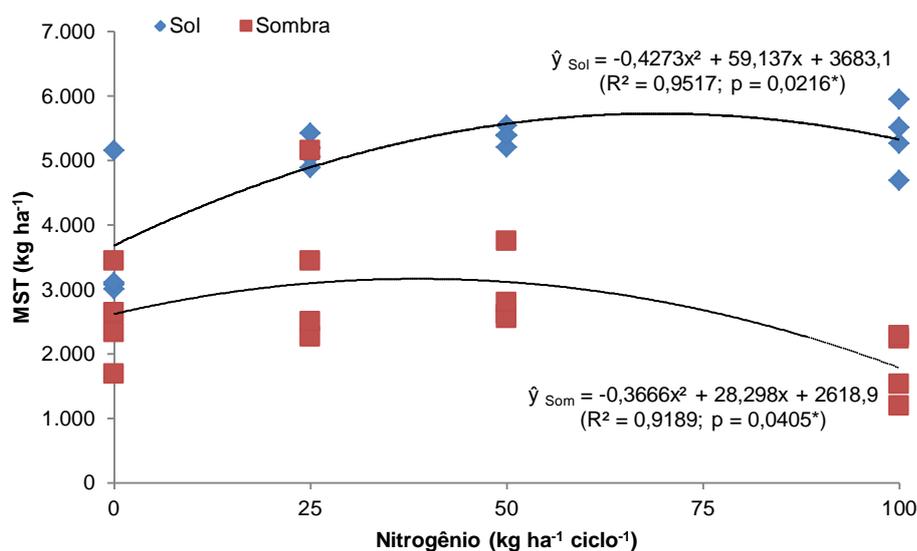


Figura 2.2 – Massa seca total (MST), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos.  
\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

As médias de MST, para os níveis de 0, 25, 50 e 100 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, foram respectivamente 3.683; 4.894; 5.572; 5.324 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, no ambiente sol pleno e 2.619; 3.097; 3.117; 1.782 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, no sombreamento natural.

Comparando produções de MST de Mombaça, que produziram: 8.307 kg ha<sup>-1</sup> ou 237 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MST, utilizando 45 kg ha<sup>-1</sup> de N, em Nitossolo Vermelho Eutrófico, (FERREIRA et al., 2008); 555 a 6.398 kg ha<sup>-1</sup> de MST, respectivamente 40 a 183 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, utilizando 25 a 125 kg ha<sup>-1</sup> de N, em Nitossolo Eutrófico típico (CUNHA et al., 2010); 3.724 e 4.989 kg ha<sup>-1</sup> de MST, respectivamente 103 e 104 kg

ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, com 36 e 48 dias de descanso, em Latossolo Vermelho Amarelo (MACEDO et al., 2010); 545 à 2.217 kg ha<sup>-1</sup> de MST, através da adição de matéria orgânica rica em nitrogênio, em Neossolo Quartzarênico Órtico típico (DIM et al., 2010); 1.959 kg ha<sup>-1</sup> de MST, com aplicação de 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, em Latossolo Vermelho Distrófico (EUCLIDES et al., 2008); neste experimento os 5.729 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de MST, (205 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de MST), do sol pleno, situa-se entre as altas produções citadas na literatura, considerando-se produção diária. O sombreamento natural com 3.165 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de MST (113 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), 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 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, que estimativamente atingiria 5.157 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> no ambiente de sol pleno. Já no sombreamento natural, a aplicação de 9 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, atinge 2.848 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> (**Apêndice B**).

### 2.3.2 Massa seca de lâmina foliar (MSLF)

A média de massa seca de lâmina foliar (MSLF), no ambiente de sol pleno, estimada pela equação de regressão (Figura 2.3), foi significativo ( $p < 0,01$ ), de modelo quadrático, alcançando a máxima produção de 3.175 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de MSLF, com aplicação de 92 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> (**Apêndice B**).

No sombreamento a média de MSLF foi significativo ( $p < 0,05$ ), também de modelo quadrático, estimando a máxima produção de 1.961 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de MSLF, com aplicação de 34 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>.

As médias de MSLF, para os níveis de 0, 25, 50 e 100 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, foram respectivamente 1.765; 2.770; 2.692; 3.200 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> no ambiente sol pleno e 1.721; 1.945; 1.908; 1051 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> 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 kg MS ha<sup>-1</sup> de biomassa de folhas verdes (BFV) (ALEXANDRINO et al., 2005); em Nitossolo Eutroférico típico foi produzido 2.906 e 4.536 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca de folhas (MSF) (CUNHA et al., 2010); em Nitossolo Vermelho Eutrófico, foi produzido

entre 2.849 à 4.634 kg ha<sup>-1</sup> da produção matéria seca de folhas (MSF) (FERREIRA et al., 2008); em Latossolo Vermelho Amarelo foi produzido 2.807 e 3.863 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca de lâminas foliares (MSLF) (MACEDO et al., 2010).

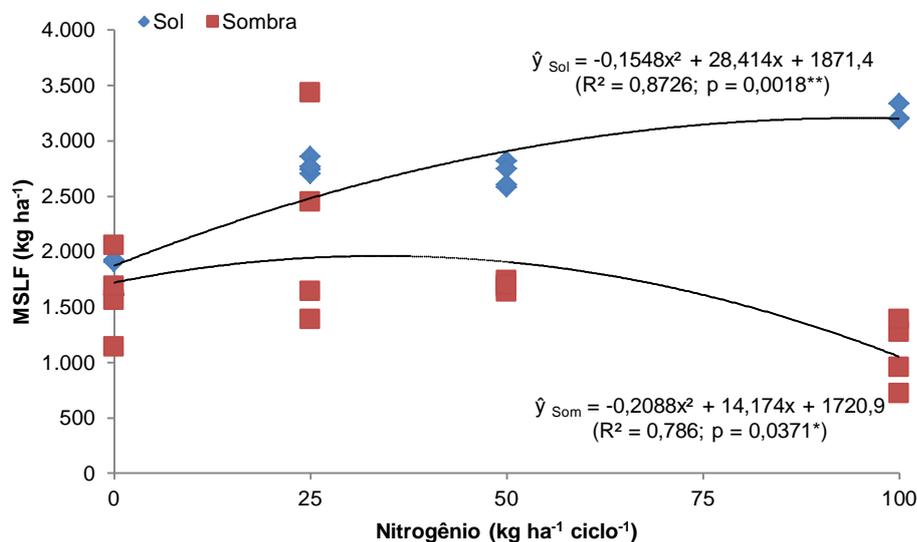


Figura 2.3 – Massa seca de lâmina foliar (MSLF), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. Significativo ao nível de \*\*1% e \*5% de probabilidade.

### 2.3.3 Massa seca de colmo (MSCo)

A média de massa seca de colmo mais bainha (MSCo), do ambiente de sol pleno, estimada pela equação de regressão (Figura 2.4), foi significativo ( $p < 0,05$ ), de modelo quadrático, alcançando a máxima produção de 1.387 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de MSCo, com aplicação de 67 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> (**Apêndice B**).

No sombreamento a média de MSCo foi significativo ( $p < 0,05$ ), também de modelo quadrático, estimando a máxima produção de 915 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de MSCo, com aplicação de 43 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>.

As médias de MSCo, para os níveis de 0, 25, 50 e 100 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, foram respectivamente 696; 1.116; 1.343; 1.217 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> no ambiente sol pleno e 653; 870; 907; 446 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> no sombreamento natural.

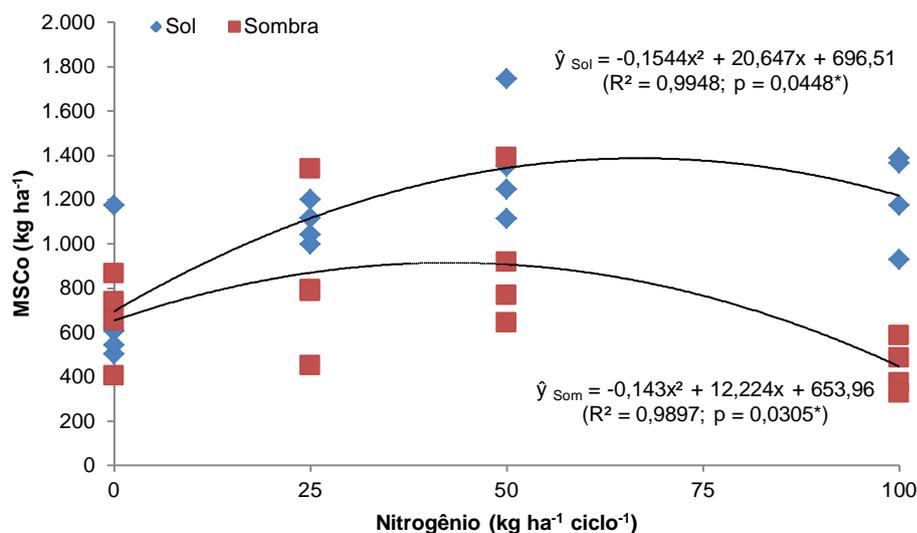


Figura 2.4 – Massa seca de colmo mais bainha (MSCo), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

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

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<sup>-1</sup> de biomassa de colmo (BC) (ALEXANDRINO et al., 2005); em Latossolo Vermelho Eutrófico foi produzido entre 1.817 à 3.447 kg ha<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> de matéria seca de colmos (CUNHA et al., 2010); em Nitossolo Vermelho Eutrófico foi produzido entre 837 à 3.012 kg ha<sup>-1</sup> da produção matéria seca de colmos (MSC) (FERREIRA et al., 2008); em Latossolo Vermelho Amarelo foi produzido 709 e 885 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca de bainhas e colmo (MSC) (MACEDO et al., 2010).

### 2.3.4 Massa seca de material morto (MSMM)

A média de massa seca de material morto (MSMM), do ambiente de sol pleno, estimada pela equação de regressão (Figura 2.5), foi significativo ( $p < 0,05$ ), de

modelo quadrático, alcançando a máxima produção de 1.274 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de MSMM, com aplicação de 50 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> (**Apêndice B**).

No sombreado a média de MSMM foi significativo (p<0,05), também de modelo quadrático, estimando a máxima produção de 335 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de MSMM, com aplicação de 47 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>.

As médias de MSMM, para os níveis de 0, 25, 50 e 100 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, foram respectivamente 1.014; 1.210; 1.274; 1.008 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> no ambiente sol pleno e 247; 316; 334; 221 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> no sombreamento natural.

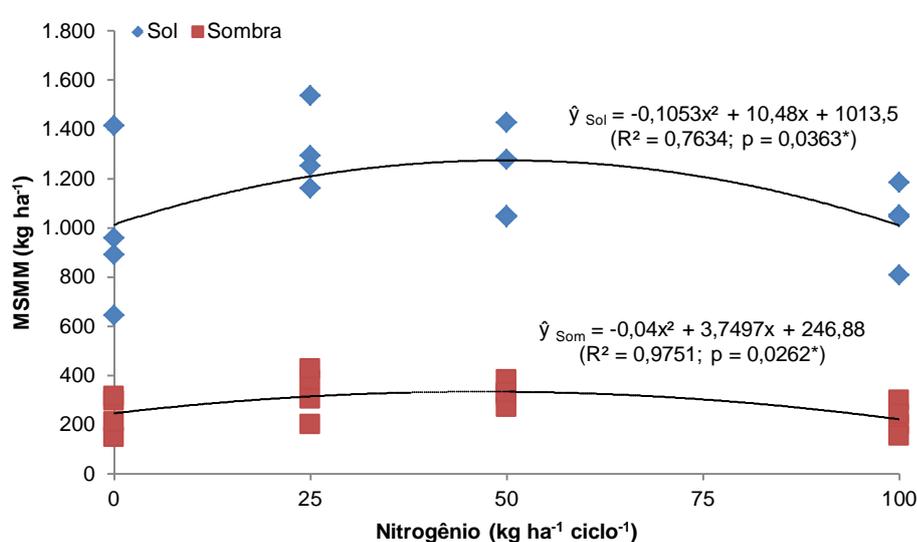


Figura 2.5 – Massa seca de material morto (MSMM), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Ao comparar as estimativas de máxima produção entre os dois ambientes, o sombreado demandou 6% de nitrogênio a mais que o sol pleno, entretanto o ambiente sol pleno produziu 74% a mais que o sombreado, 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<sup>-1</sup> de matéria seca de material morto (MSMM) (MACEDO et al., 2010).

### 2.3.5 Relação folha colmo (F/C)

A média de relação folha colmo (F/C), do ambiente de sol pleno, estimada pela equação de regressão (Figura 2.7), foi significativo (p<0,05), de modelo

quadrático, alcançando a mínima produção de 2,38 com aplicação de 68 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>.

No sombreamento a média de F/C foi significativo ( $p < 0,05$ ), de modelo quadrático, estimando a máxima produção de 2,89 com aplicação de 18 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>.

As médias de relação folha colmo (F/C), para os níveis de 0, 25, 50 e 100 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, 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.

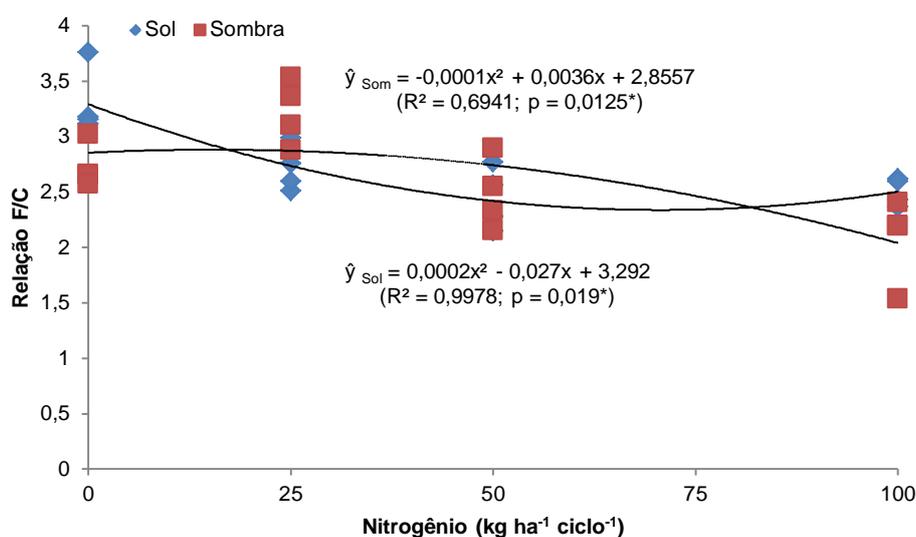


Figura 2.6 – Relação folha colmo (F/C), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Ao observar outros ensaios experimentais verificamos a relação folha colmo, em: Latossolo Vermelho Eutrófico, 26,6 e 11,0 de relação folha colmo<sup>-1</sup> (ALEXANDRINO et al., 2005); em Latossolo Vermelho Eutrófico, 2,32 à 1,56 de relação folha colmo<sup>-1</sup> (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).

### 2.3.6 Densidade populacional de perfilhos (DPP)

A média de densidade populacional de perfilhos (DPP), do ambiente de sol pleno, estimada pela equação de regressão (Figura 2.7), foi significativo ( $p < 0,05$ ), de

modelo quadrático, alcançando a máxima produção de 683 perfilhos  $m^{-2}$ , com aplicação de 66  $kg\ N\ ha^{-1}\ ciclo^{-1}$ .

No sombreado a média de DPP foi significativo ( $p < 0,05$ ), também de modelo quadrático, estimando a máxima produção de 274 perfilhos  $m^{-2}$ , com aplicação de 29  $kg\ N\ ha^{-1}\ ciclo^{-1}$ .

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 sombreado natural.

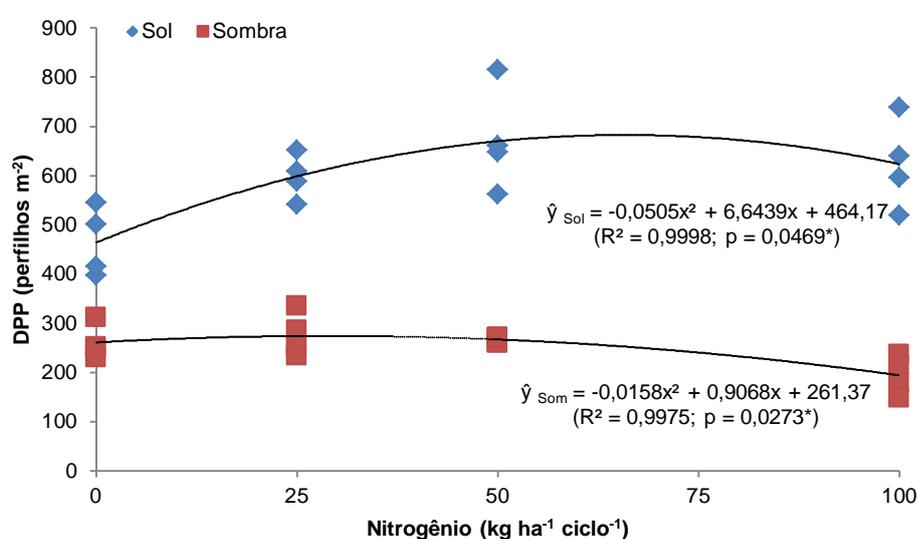


Figura 2.7 – Densidade populacional de perfilhos (DPP), em capim Mombaça, cultivado em ambiente sol pleno e sombreado natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Ao comparar as estimativas de máxima produção entre os dois ambientes, o sombreado demandou 56% de nitrogênio a menos que o sol pleno, entretanto o ambiente sol pleno produziu 60% a mais que o sombreado, considerando a máxima produção de densidade populacional de perfilhos nos dois ambientes.

Ao observar outros ensaios experimentais verificamos a densidade populacional de perfilhos, em: Nitossolo Eutroférico 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).

### 2.3.7 Massa de perfilho (MP)

A média de massa de perfilho (MP), do ambiente de sol pleno, estimada pela equação de regressão (Figura 2.8), foi significativo ( $p < 0,05$ ), de modelo quadrático, alcançando a mínima produção de  $0,05 \text{ g MS perfilhos}^{-1}$ , com aplicação de  $75 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ .

No sombreamento a média de MP foi significativo ( $p < 0,05$ ), também de modelo quadrático, estimando a mínima produção de  $0,13$ , com aplicação de  $50 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ .

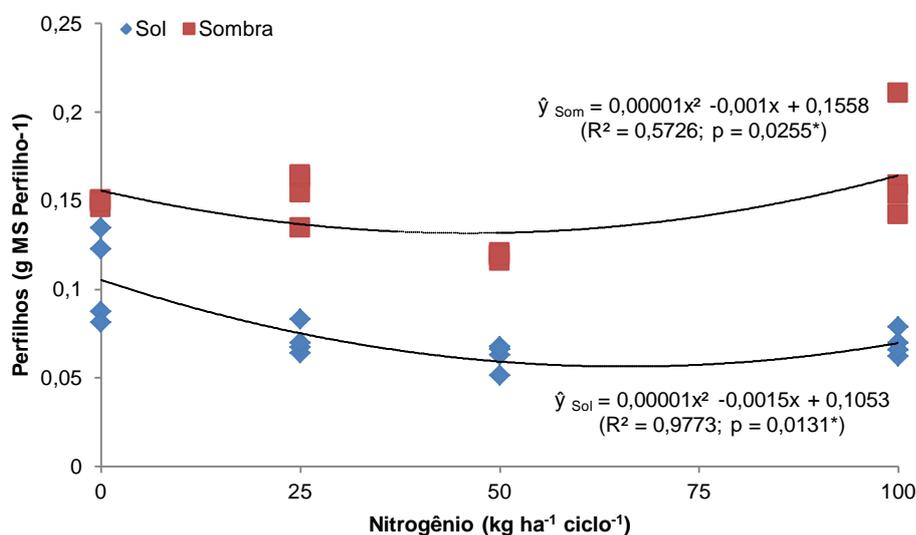


Figura 2.8 – Massa de perfilho (MP), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio. \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

As médias de MP, para os níveis de  $0, 25, 50$  e  $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , foram respectivamente  $0,1053; 0,0752; 0,0593; 0,0698 \text{ g MS perfilho}^{-1}$  no ambiente sol pleno e  $0,1492; 0,1544; 0,1188; 0,1665 \text{ g MS perfilho}^{-1}$  no sombreamento natural.

### 2.3.8 Massa seca do resíduo (MSRes)

A média de massa seca do resíduo (MSRes), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão Figura 2.9, foi significativo ( $p < 0,05$ ), de modelo quadrático, alcançando a máxima produção de  $3.068 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  de MSRes, que corresponderia a  $110 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  com aplicação de  $69 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  (Apêndice B).

Já no sombreamento natural a MSRes também foi significativo ( $p < 0,05$ ), também de modelo quadrático, estimando a máxima produção de  $2.762 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  de MSRes, que corresponderia a  $99 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , com aplicação de  $33 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ .

As médias de MSRes, para os níveis de  $0, 25, 50$  e  $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , foram  $1.973; 2.621; 2.984; 2.851 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  no ambiente sol pleno e  $1.396; 1.677; 1.697; 957 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  no sombreamento natural, respectivamente.

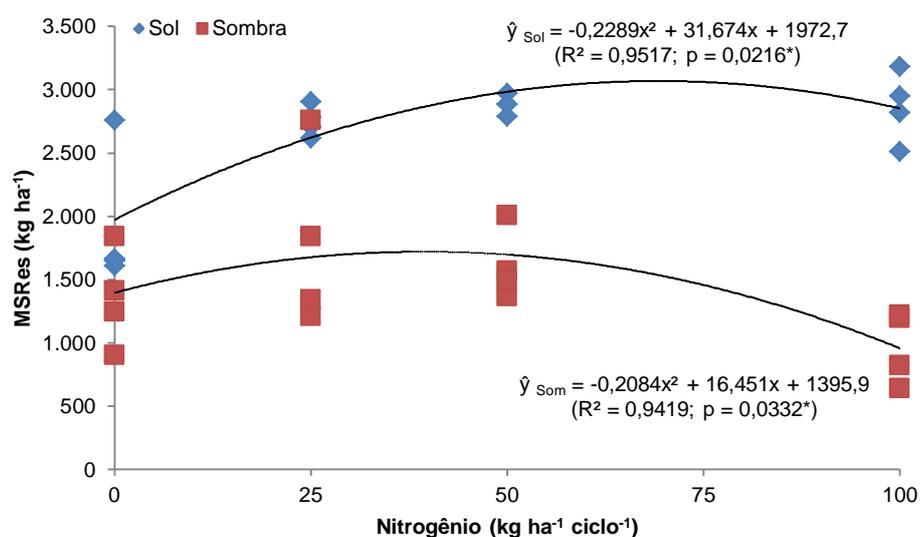


Figura 2.9 - Massa seca do resíduo (MSRes), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Ao comparar as estimativas de máxima produção entre os dois ambientes, o sombreado demandou 43% de nitrogênio a menos que o sol pleno, entretanto o ambiente sol pleno produziu 44% a mais que o sombreado, que correspondeu no sol pleno à produção de  $44 \text{ kg}$  de MSRes por  $\text{kg}$  de N aplicado e  $84 \text{ kg}$  de MSRes por  $\text{kg}$  de N aplicado no sombreamento natural.

### 2.3.9 Massa seca disponível (MSDis)

A média de massa seca disponível (MSDis), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão (Figura 2.10), foi significativo ( $p < 0,05$ ), de modelo quadrático, alcançando a máxima produção de  $3.068 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  de MSDis, que corresponderia a  $110 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  com aplicação de  $69 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  (Apêndice B).

Já no sombreamento natural a MSDis também foi significativo ( $p < 0,05$ ), de modelo quadrático, estimando a máxima produção de  $1.721 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  de MSDis, que corresponderia a  $61 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , com aplicação de  $39 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ .

As médias de MSDis, para os níveis de 0, 25, 50 e  $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , foram 1.710; 2.273; 2.588;  $2.472 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  no ambiente sol pleno e 1.216; 1.438; 1.448;  $828 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  no sombreamento natural, respectivamente.

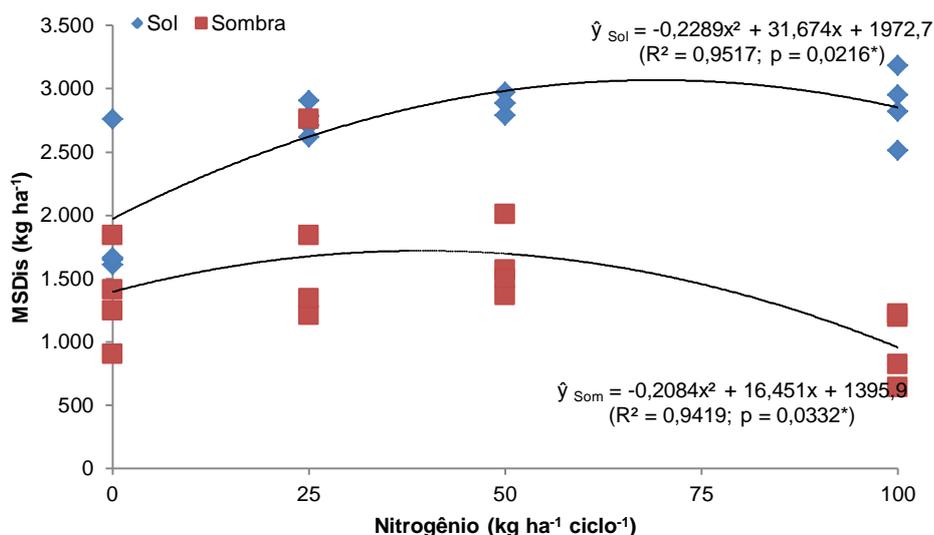


Figura 2.10 - Massa seca disponível (MSDis), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Ao comparar as estimativas de máxima produção entre os dois ambientes, o sombreado demandou 43% de nitrogênio a menos que o sol pleno, entretanto o ambiente sol pleno produziu 44% a mais que o sombreado, que correspondeu no sol pleno à produção de 44 kg de MSDis por kg de N aplicado e 44 kg de MSDis por kg de N aplicado no sombreamento natural.

### 2.3.10 Considerações econômicas

Considerando que no decorrer do ensaio experimental, a aquisição do quilograma de ureia agrícola (46% de N) a R\$1,98  $\text{kg}^{-1}$ , e a arroba de 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  $150 \text{ kg de ureia ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  é de R\$297,00  $\text{ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  ou R\$1.782,00  $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (900 kg de ureia), correspondendo a  $14,62 @ \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Já

no sombreamento natural para adquirir 85 kg de ureia  $\text{ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , são necessários R\$168,30  $\text{ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  ou R\$1.009,80  $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (510 kg de ureia), correspondendo a 8,29@  $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 – 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	$\text{kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$	69	5.729	33	5.157
Ureia (kg)	$\text{kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$	150	...	72	...
R\$ Fertilizante	$\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$	297,00	...	142,56	...
@	@ $\text{ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$	2,44	...	1,17	...
Ureia (kg)	$\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$	900	...	432	...
R\$ Fertilizante	$\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$	1.782,00	...	855,36	...
@	@ $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$	14,62	...	7,02	...
Sombreamento natural					
MST	$\text{kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$	39	3.165	9	2.848
Ureia (kg)	$\text{kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$	85	...	20	...
Fertilizante	$\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$	168,30	...	39,60	...
@	@ $\text{ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$	1,38	...	0,32	...
Ureia (kg)	$\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$	510	...	120	...
Fertilizante	$\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$	1.009,80	...	237,60	...
@	@ $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$	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@<sup>-1</sup>. Ureia agrícola (46% de N) a R\$1,98 kg<sup>-1</sup>.

Entretanto almejando uma produção econômica de MST, para atingir 90% da máxima produção no sol pleno (5.157  $\text{kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , com aplicação de 33  $\text{kg N ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ), o custo apenas da aquisição do fertilizante nitrogenado é de R\$142,56  $\text{ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  ou R\$855,36  $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , correspondendo a 7,02@  $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e no sombreamento natural (2.848  $\text{kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , com 9  $\text{kg N ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ), custa R\$39,60  $\text{ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  ou R\$237,60  $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , correspondendo a 1,95@  $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

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@  $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , 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

Os efeitos promovidos pelo ambiente de sol pleno elevaram significativamente a produtividade do Mombaça em comparação ao ambiente de sombreamento natural.

A fertilização nitrogenada não ameniza o efeito negativo de restrição luminosa para a produção da biomassa do Mombaça, em relação ao pleno sol.

Para atingir a máxima produção de massa seca total, o ambiente sol pleno demanda uma aplicação elevada de nitrogênio, em contrapartida o sombreado atinge o mesmo ponto com reduzida aplicação de nitrogênio.

Altos níveis de nitrogênio são mais prejudiciais ao crescimento do Mombaça sob restrição luminosa do que em pleno sol.

O nível máximo viável ou econômico para beneficiar a produção de biomassa do Mombaça, sob ambiente sombreado, é aproximadamente 25% do nível do pleno sol, valor da ordem de  $9 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ . Nesta situação há uma redução na produção superior a 40% devido o sombreamento, em relação ao pleno sol.

## 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 do afastamento para participação em programa de pós-graduação *stricto sensu* no país, viabilizando aperfeiçoamento do servidor.

## REFERÊNCIAS

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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2124-2184, dez. 2005.

ANDRÉ, T. B.; SANTOS, A. C. Uso de produtos da cultura da mandioca (*Manihot*) na produção animal. **Enciclopédia Biosfera Centro Científico Conhecer**, v. 8, n. 15, p. 1622-1647, nov. 2012.

ASSMANN, T. S.; ASSMANN, A. L.; ASSMANN, J. M.; SOARES, A. B.; BORTOLLI, M. A. Produção de gado de corte e de pastagem de aveia em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1387-1397, jul. 2010.

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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 406-415, abr. 2005.

CEPEA, **Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada** – ESALQ/USP. Indicadores de Preços, Boi. Disponível em <http://cepea.esalq.usp.br/boi/#> . Acessado em 04 de agosto de 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 da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia (PUCRS. Uruguiana)**, v. 17, n. 1, p. 136-145, abr. 2010.

DIM, V. P.; CASTRO, J. G. D.; ALEXANDRINO, E.; SANTOS, A. C.; SILVA NETO, S. P. Fertilidade do solo e produtividade de capim Mombaça adubado com resíduos sólidos de frigorífico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, p. 303-316, jun. 2010.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; JANK, L.; OLIVEIRA, M. P. Avaliação dos capins Mombaça e Massai sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 18-26, jan. 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 30-37, fev. 2006.

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. **Ciência Rural (UFSM. Impresso)**, v. 38, n. 2, p. 484-491, abr. 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. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 4, p. 380-387, dez. 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. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 4, p. 941-952, dez. 2010.

MURGUEITIO, E.; CALLE, Z.; URIBE, F.; CALLE, A.; SOLORIO, B. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1654-1663, Oct. 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1333-1342, jun. 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**, v. 329, n. 1, p. 185-193, Apr. 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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n.3, p. 784-795, Jun. 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. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 163-173, mar. 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. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 377-390, fev. 2013.

SANTOS, P. M.; SANTOS, A. C.; SILVA, J. E. C.; SILVA NETO, S. P.; ALEXANDRINO, E. Atributos morfogênicos de pastos de capim-Mombaça adubados com resíduo de laticínio. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 221-231, jul. 2014.

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, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

### 3 SEGUNDO ARTIGO

#### Morfogênese do capim Mombaça cultivado sob sol pleno, sombreamento natural e níveis de nitrogênio

#### Morphogenesis of Mombasa grass grown in full sun and natural shade in nitrogen levels

#### 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, submetidos a diferentes níveis de nitrogênio (0; 25; 50; 100 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>), na região norte do estado do Tocantins, Brasil, integrante do ecotono Cerrado-Amazônia. Variáveis avaliadas: número de folhas totais (NFT), número de folhas vivas (NFV), número de folhas mortas (NFM), duração de vida da folha (DVF), comprimento da bainha (CB), taxa de alongamento de colmo (TAIC), filocrono (FILO), taxa de aparecimento foliar (TApF), taxa de alongamento foliar (TAIF), taxa de senescência foliar (TSF), comprimento médio de lâmina foliar (CMLF), índice de área foliar (IAF) e densidade populacional de perfilhos (DPP). O ambiente sombreado proporcionou melhores condições para comprimento da bainha e taxa de alongamento foliar, entretanto no sol pleno a densidade populacional de perfilhos foi superior.

Palavras-chave: Adubação; Fertilização; Neossolo Quartzarênico; *Panicum maximum* cv. Mombaça; Silvopastoril

#### ABSTRACT

The objective of been evaluate the effects promoted environments for full sun and natural shading (25%), under the productive components of *Panicum maximum* cv. Mombasa grown in terms of nitrogen (0, 25, 50, 100 kg ha<sup>-1</sup> cycle<sup>-1</sup>), in the northern state of Tocantins, Brazil, member of the Cerrado-Amazon ecotone. Evaluated variables: number of total sheets (NFT), number of live leaves (NFV), number of dead leaves (NFM), lifespan of the sheet (DVF), length of the sheath (CB), stem elongation rate (TAIC), Phyllochron (FILO), leaf appearance rate (TApF), leaf elongation rate (TAIF), senescence (TSF), average length of leaf blade (CMLF), leaf area index (IAF) and tiller density (DPP). The shaded environment provided better conditions for length of the sheath and leaf elongation rate, however in full sun the tiller density was higher.

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

### **3.1 INTRODUÇÃO**

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).

A economia do produtor na aquisição de fertilizantes, ao reduzir a quantidade mínima necessária de fertilizantes, promove redução de produtividade, agravando-se em degradação da pastagem e desequilíbrio da fertilidade do solo (SANTOS et al., 2014).

A escolha da forrageira utilizada em sistema silvopastoril, deverá observar as características de tolerância e persistência em ambientes sombreados, devido à ocorrência de adaptações fisiológicas da planta, como mudanças anatômicas e da área foliar específica, alongamento de colmo e folha, para captar mais luz disponível, conferindo sobrevivência e aclimação, pelas variações de intensidade luminosa, garantindo produção de forragem. Os estudos das alterações anatômicas, fisiológicas e morfológicas, contribuem para o manejo de pastagem (GOBBI et al., 2011).

Uma ferramenta importante no estudo para elevar a produtividade em pastagens é a morfogênese, que busca quantificar a dinâmica de tecidos emitido pela planta forrageira, determinando o crescimento da planta conforme a absorção de nutrientes, resultando dados importantes que norteiam o pesquisador na tomada de decisão quanto ao manejo da pastagem (SANTOS et al., 2014).

O objetivo deste estudo foi avaliar o capim Mombaça, em função da disponibilidade de luz e fertilização nitrogenada ao longo dos seis ciclos produtivos.

### **3.2 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°5'43,74" S, longitude 48°12'22,69" W, altitude 259 m. O clima é classificado como Aw, 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°C (KÖPPEN, 1948; SANTOS; SANTOS; SILVA, 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 3.1).

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 N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>).

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<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, fonte superfosfato simples 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 16% de Ca<sup>2+</sup> e 8% de S, em aplicação única, e potássica com 25 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O sob a forma de cloreto de potássio (58% K<sub>2</sub>O), 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.

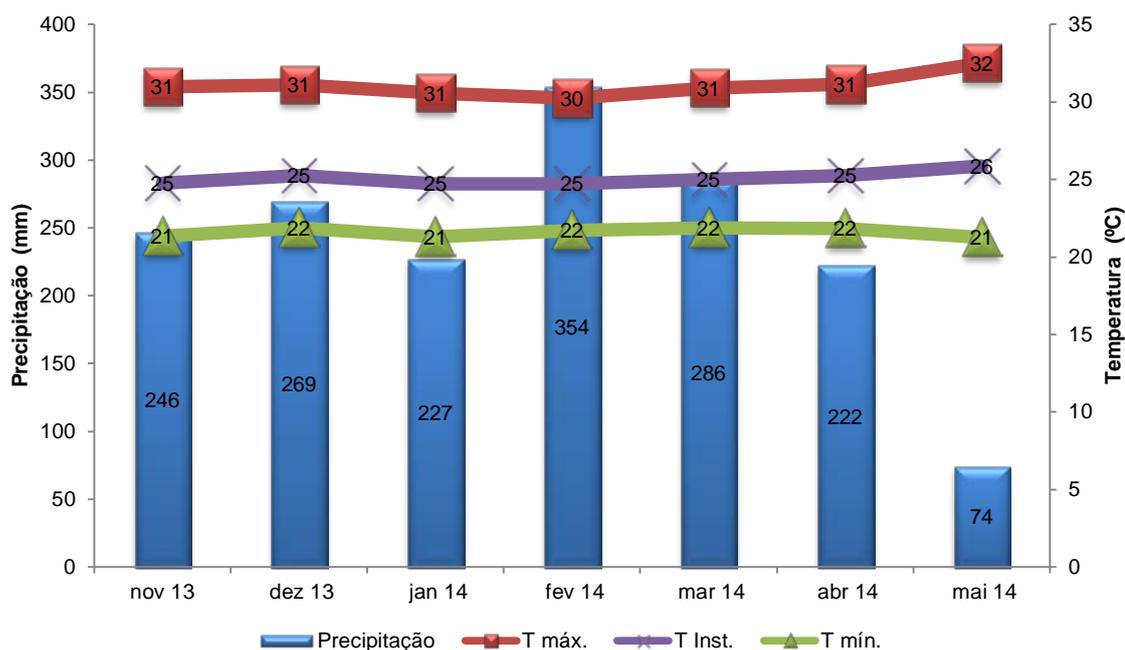


Figura 3.1 – Acúmulo de precipitação (mm) e média de temperatura (°C) máxima, média e mínima, no decorrer do período experimental (01/11/13 à 20/05/14). Fonte: INMET Araguaína – TO

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 (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Score atribuído na avaliação instantânea do número de folhas expandidas do perfilho marcado

NFCE <sup>1</sup>	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3
TFEE <sup>2</sup>	...	<	=	>	<	=	>	<	=	>
SNFE <sup>3</sup>	0	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8

<sup>1</sup>Número de folhas completamente expandidas no perfilho marcado; <sup>2</sup>tamanho da folha em expansão em relação à folha anterior completamente expandida (menor, igual ou maior); <sup>3</sup>score de número de folhas expandidas, conforme avaliação visual nas folhas do perfilho avaliado. Fonte: elaborado pelo autor.

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., 2014; SANTOS; SANTOS; SILVA, 2013).

No período agrícola 2013/2014, foram realizados seis cortes, manejados sempre a 0,30 m de altura de resíduo, em cada uma das 32 unidades experimentais, sendo avaliadas as características do Mombaça.

Foi utilizado o software Assistat<sup>®</sup> 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 ( $R^2$ ). 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.

### **3.2.1 Características morfológicas**

Para o estudo das características morfológicas foi utilizada a técnica de perfilhos marcados (DAVIES, 1993), onde seis novos perfilhos por parcela foram marcados, no início de cada período de descanso, com fita cetim face simples 0,007 m x 0,3 m, nas cores amarelo, azul, branco, roxo, verde e vermelho, retirando-as no dia da colheita, reaproveitando-as na marcação de perfilhos do ciclo subsequente, portanto foram avaliados 24 perfilhos por tratamento em cada ciclo.

Em cada perfilho marcado foram medidas: o comprimento da haste (colmo mais bainha), do solo até a lígula da última folha completamente desenvolvida; comprimento lâmina foliar expandida, medida com origem na lígula, percorrendo a nervura central, até à extremidade do segmento de folha viva; comprimento da lâmina foliar em expansão, que é o comprimento da lígula da folha anterior até o ápice da folha em expansão (SANTOS; BALSALOBRE; CORSI, 2004).

Foram realizadas duas leituras por ciclo, a inicial três dias após a colheita do ciclo anterior, e a final realizada no dia da colheita do ciclo atual (SANTOS et al. 2004; SANTOS et al. 2014).

Os dados foram lançados em planilha eletrônica, que estimaram: comprimento da haste (Haste), em cm; comprimento médio de lâminas foliares (CMLF), em cm; número de folhas totais (NFT), em folhas perfilho<sup>-1</sup>; número de folhas vivas por perfilho (NFV), em folhas perfilho<sup>-1</sup>; taxa de alongamento da haste (TAIH), em mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>; taxa de alongamento foliar (TAIF), em mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>; taxa de aparecimento foliar (TApF), em folhas perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>; taxa de senescência foliar (TSF) em mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (ALEXANDRINO et al., 2004; SANTOS; BALSALOBRE; CORSI, 2004).

No dia da colheita, vinte perfilhos foram coletados, levados ao laboratório para o fluxo de biomassa sendo separados em hastes, folhas expandidas e folhas em expansão, para determinação da relação entre peso e comprimento destas frações. Combinando-se estes dados com os de taxa de alongamento das folhas (TAIF) e hastes (TAIH), taxa de senescência (TSF) e densidade de perfilhos (DP), possibilitando elaborar curvas e equações de taxa de acúmulo de forragem (TAcF), indicativos da produção (SANTOS; BALSALOBRE; CORSI, 2004).

#### **3.2.1.1 Filocrono (FILOC)**

O filocrono (FILOC), em dias folha<sup>-1</sup> ou graus-dia por folha, obtido através do intervalo de aparecimento entre duas lâminas foliares completamente desenvolvidas (LOPES, 2006; MACEDO et al., 2010).

#### **3.2.1.2 Taxa de aparecimento foliar (TApF)**

A taxa de aparecimento foliar (TApF), em folhas perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, obtida através da divisão do número total de folhas em um perfilho marcado, pelo período de rebrota do mesmo perfilho marcado, portanto é o número de folhas surgidas por perfilho por unidade de tempo (MACEDO et al., 2010), inverso do filocrono.

#### **3.2.1.3 Taxa de alongamento de Colmo (TAIC)**

A taxa de alongamento de colmo (TAIC) e ou taxa de alongamento de haste (TAIH), em mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, foi obtida através da diferença entre o comprimento

final menos inicial do pseudocolmo, dividido pelo número de dias do período avaliado (MACEDO et al., 2010; SANTOS; BALSALOBRE; CORSI, 2004).

O alongamento no período de descanso da forrageira promove aumento na taxa de alongamento de colmo (GOMIDE; GOMIDE; ALEXANDRINO, 2007), fator indesejável, visto que em pastagens, temos como objetivo produzir folhas verdes, portanto é importante o manejo de pastagens buscando reduzir a taxa de alongamento de colmo.

#### **3.2.1.4 Taxa de alongamento foliar (TAIF)**

A taxa de alongamento foliar (TAIF), em  $\text{mm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , obtida através da divisão do comprimento acumulado de folhas em um perfilho marcado, pelo período de rebrota do mesmo perfilho marcado ou pela diferença entre os comprimentos acumulados final e inicial das folhas em expansão, divididas pelo número de dias entre as medidas (MACEDO et al., 2010; SANTOS; BALSALOBRE; CORSI, 2004).

#### **3.2.1.5 Taxa de senescência foliar (TSF)**

A taxa de senescência foliar (TSF), em  $\text{mm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , foi obtida através do somatório dos comprimentos das lâminas foliares senescidas de um perfilho, dividido pelo número de dias do período avaliado (GARCEZ NETO et al., 2002; LOPES, 2006; MACEDO et al., 2010).

Também pode ser obtido pela diferença entre os comprimentos senescentes final e inicial divididos pelo número de dias entre as avaliações. O comprimento senescente corresponde à redução observada no comprimento da parte verde das folhas, apenas extensão verde de cada folha (SANTOS; BALSALOBRE; CORSI, 2004).

#### **3.2.2 Índice de Área Foliar (IAF)**

O Índice de área foliar (IAF) é o quociente entre o somatório das áreas foliares das lâminas foliares contidas em uma determinada área de solo, sobre a área de solo da coleta das lâminas foliares.

### 3.2.3 Densidade populacional de perfilhos (DPP)

A densidade populacional de perfilhos (DPP) e ou número de perfilhos (perfilhos  $m^{-2}$ ), foi obtido no dia colheita, através da contagem direta, com auxílio de retângulo amostral de 1,05 x 0,24 m (0,25  $m^2$ ) (DIM et al., 2010; FAGUNDES et al, 2006; MACEDO et al., 2010; SANTOS; BALSALOBRE; CORSI, 2004).

## 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.3.1 Número de folhas totais (NFT)

A média de número de folhas totais (NFT), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão, foi significativo ( $p < 0,001$ ), modelo linear, onde o fornecimento de 1 kg de nitrogênio promoveu acréscimo de 0,004 folha ciclo $^{-1}$ , variando entre 5,9797 à 6,3797 folha perfilho $^{-1}$  (Figura 3.2).

No sombreamento natural a média de NFT foi significativo ( $p < 0,001$ ), modelo linear, entretanto cada 1 kg de nitrogênio resultou em decréscimo de 0,0014 folha ciclo $^{-1}$ , variando entre 6,7762 à 6,6362 folha perfilho $^{-1}$  (Figura 3.2).

O ambiente sombreado superou em 8,37% o sol pleno (6,1534 e 6,7157 folha perfilho $^{-1}$ , respectivamente sol pleno e sombreado), considerando a média geral do NFT.

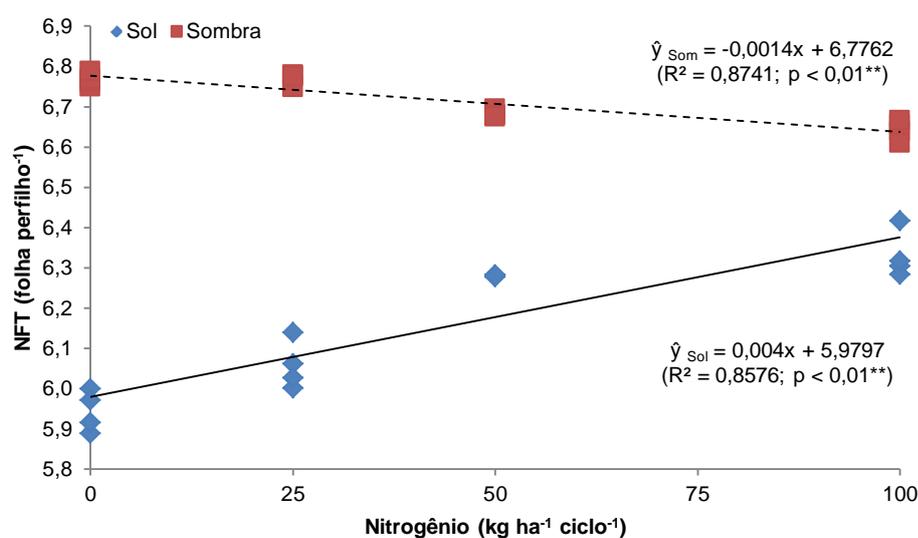


Figura 3.2 - Número de folhas totais (NFT), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Em outro trabalho foi encontrado o NFT de 4,59 à 7,58 folha perfilho<sup>-1</sup> (MACEDO et al., 2010).

### 3.3.2 Número de folhas vivas (NFV)

A média de número de folhas vivas (NFV), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão, foi significativo ( $p < 0,001$ ), modelo linear, onde o fornecimento de nitrogênio ( $1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ), promoveu acréscimo de  $0,0048$  folha perfilho<sup>-1</sup>, variando entre  $4,6171$  à  $5,0971$  folha perfilho<sup>-1</sup> (Figura 3.3).

No sombreamento natural a média de NFV foi significativo ( $p < 0,001$ ), modelo linear, e cada quilograma de nitrogênio possibilitou acréscimo de  $0,0037$  folha perfilho<sup>-1</sup>, variando entre  $5,6176$  à  $5,9876$  folha ciclo<sup>-1</sup> (Figura 3.3).

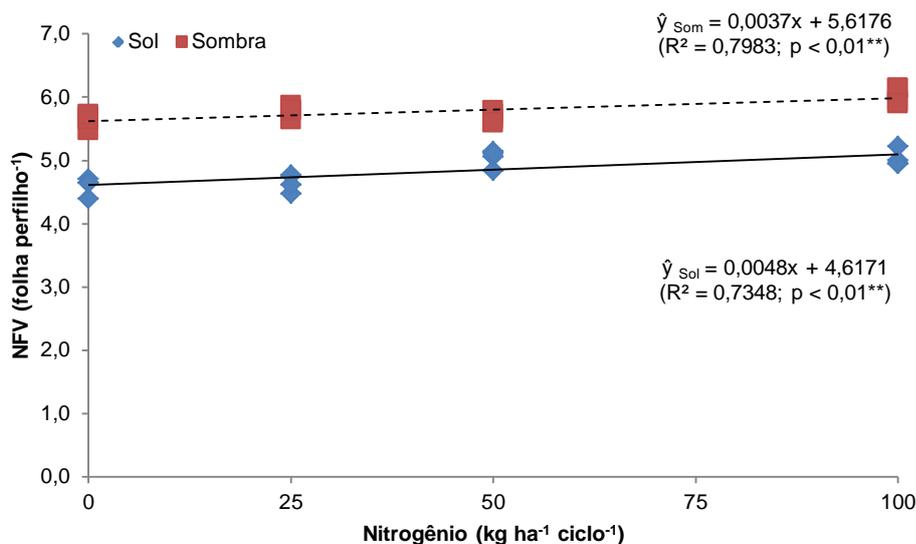


Figura 3.3 - Número de folhas vivas (NFV), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

O ambiente sombreado superou em 16,48% o sol pleno ( $4,8257$  e  $5,7782$  folha perfilho<sup>-1</sup>, respectivamente sol pleno e sombreado), considerando a média geral do NFV.

Em outros trabalho o NFV mínimo e máximo de:  $3,95$  à  $5,33$  folha perfilho<sup>-1</sup> (MACEDO et al., 2010);  $2,33$  à  $3,08$  folha perfilho<sup>-1</sup> (POMPEU et al., 2010).

Entretanto maximizar o número de folhas vivas por perfilho é critério para definição de manejo em pastagens (OLIVEIRA et al., 2012).

### 3.3.3 Número de folhas mortas (NFM)

A média do número de folhas mortas (NFM), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão, foi significativo ( $p < 0,001$ ), modelo linear, onde o fornecimento de nitrogênio ( $1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ), promoveu redução de  $0,003 \text{ folha perfilho}^{-1}$ , variando entre  $1,4024$  à  $1,1024 \text{ folha perfilho}^{-1}$  (Figura 3.4).

No sombreamento natural a média de NFM foi significativo ( $p < 0,001$ ), modelo linear, e cada quilograma de nitrogênio proporcionou redução de  $0,004 \text{ folha perfilho}^{-1}$ , variando entre  $1,1279$  à  $0,7279 \text{ folha perfilho}^{-1}$  (Figura 3.4).

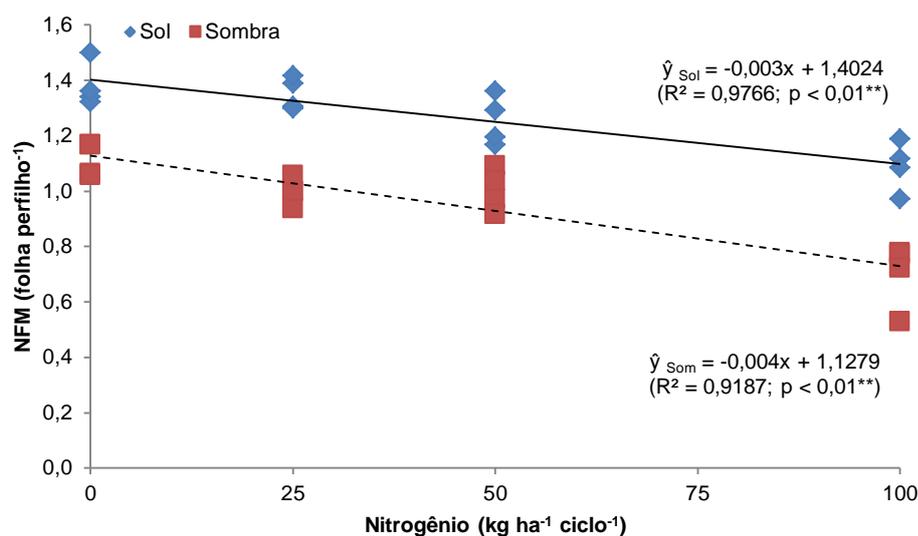


Figura 3.4 - Número de folhas mortas (NFM), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

O ambiente sol pleno foi promotor da morte de 24,86% de folhas, comparativamente ao sombreamento (média geral do NFM  $1,2692$  e  $0,9537 \text{ folha perfilho}^{-1}$ , respectivamente sol pleno e sombreado).

Em outro trabalho o NFM de  $0,45$  à  $3,55 \text{ folha perfilho}^{-1}$  (MACEDO et al., 2010).

### 3.3.4 Duração de vida da folha (DVF)

A média de duração de vida da folha (DVF), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão, foi significativo ( $p < 0,001$ ), modelo linear, onde o fornecimento de nitrogênio ( $1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ), promoveu redução de  $0,0673$  dia, variando entre  $58,233$  à  $51,503$  dias (Figura 3.5).

No sombreamento natural a média de DVF foi significativo ( $p < 0,001$ ), modelo linear, e cada quilograma de nitrogênio proporcionou redução de  $0,0615$  dia, variando entre  $55,216$  à  $49,066$  dias ciclo<sup>-1</sup> (Figura 3.5).

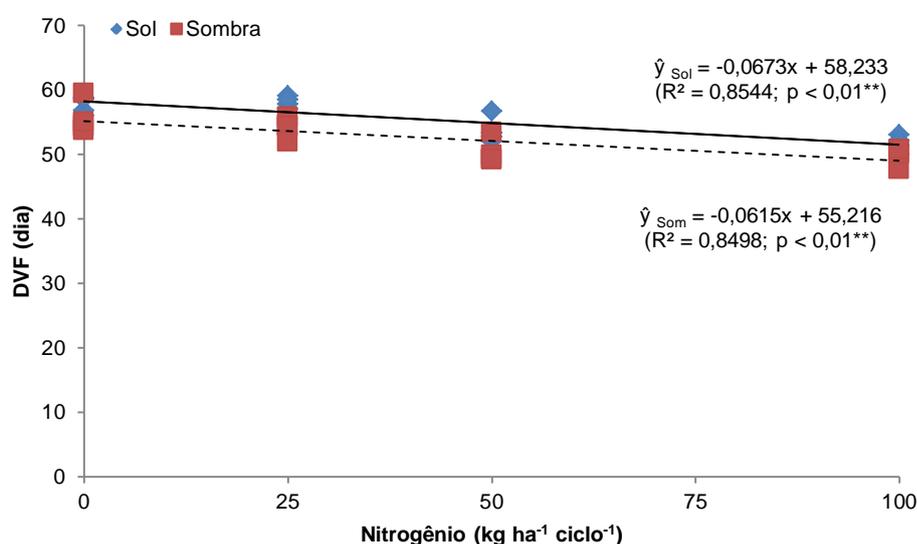


Figura 3.5 - Duração de vida da folha (DVF), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

O ambiente sol pleno superou o sombreado em 5% nos dias de duração de vida da folha, (média geral do DVF  $55,2905$  e  $52,5264$  dias, respectivamente sol pleno e sombreado).

### 3.3.5 Comprimento da bainha (CB)

A média do comprimento da bainha (CB), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão, foi significativo ( $p < 0,001$ ), modelo linear, onde o fornecimento de nitrogênio ( $1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ), promoveu acréscimo de  $0,7834$  mm perfilho<sup>-1</sup>, variando entre  $199,94$  à  $278,28$  mm perfilho<sup>-1</sup> (Figura 3.6).

No sombreamento natural a média de CB foi significativo ( $p < 0,001$ ), modelo linear, e cada quilograma de nitrogênio possibilitou acréscimo de 0,6195 mm perfilho<sup>-1</sup>, variando entre 297,99 à 359,94 mm perfilho<sup>-1</sup> (Figura 3.6).

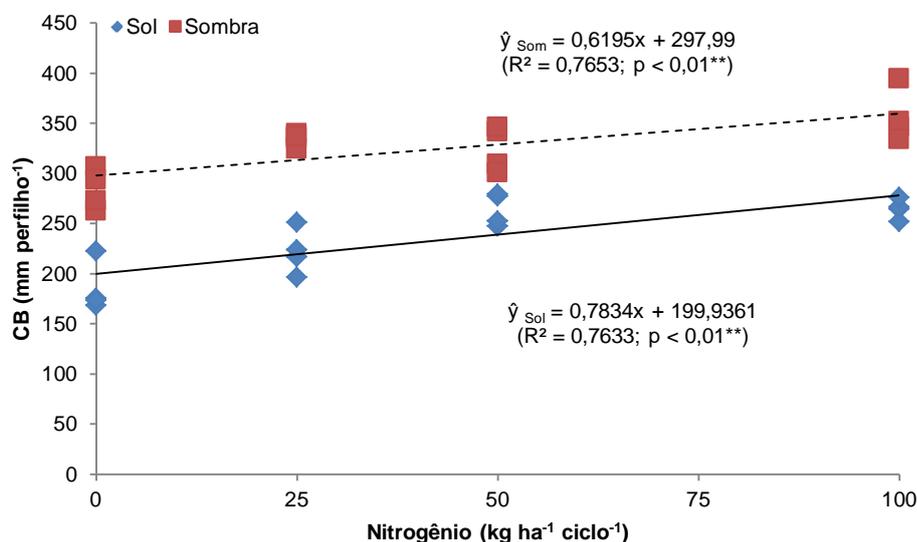


Figura 3.6 - Comprimento da bainha (CB), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos.  
\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

O ambiente sombreado proporcionou o alongamento de bainha em 27,96% sobre o sol pleno (234,21 e 325,09 mm perfilho<sup>-1</sup>, respectivamente sol pleno e sombreado, considerando a média geral do CB).

Outros trabalhos o CB mínimo e máximo de: 296,97 à 758,97 mm perfilho<sup>-1</sup> (MACEDO et al., 2010); 156,3 à 166,8 mm perfilho<sup>-1</sup> (POMPEU et al., 2010).

### 3.3.6 Taxa de alongamento de colmo (TAIC)

A taxa de alongamento de colmo (TAIC), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão, foi significativo ( $p < 0,01$ ), modelo linear, onde o fornecimento de nitrogênio (1 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>), promoveu acréscimo de 0,0263 mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, variando entre 1,4136 à 4,0436 mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, (Figura 3.7).

No sombreamento natural a TAIC foi significativo ( $p < 0,01$ ), modelo linear, e cada quilograma de nitrogênio possibilitou acréscimo de 0,0352 mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, variando entre 4,4358 à 7,9558 mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, (Figura 3.7).

Em outros trabalhos a TAIC mínima e máxima foram de: 1,93 e 13,00 mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (MACEDO et al., 2010); 0,2 à 0,95 mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (POMPEU et al., 2010); 0,79 à 19,69 mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (ALEXANDRINO et al., 2011).

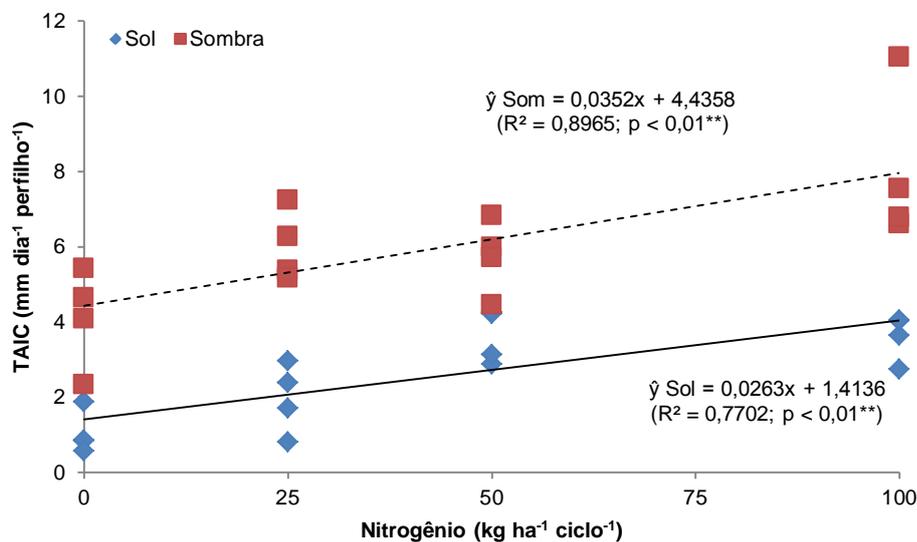


Figura 3.7 – Taxa de alongamento de colmo (TAIC), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\* \*Significativo ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

### 3.3.7 Filocrono (FILO)

O filocrono (FILO) no ambiente de sol pleno, estimado pela equação de regressão, foi significativo ( $p=0,0179$ ), modelo quadrático, alcançou o ponto mínimo de 10,781 dia folha<sup>-1</sup> com aplicação de 81 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> (Figura 3.8).

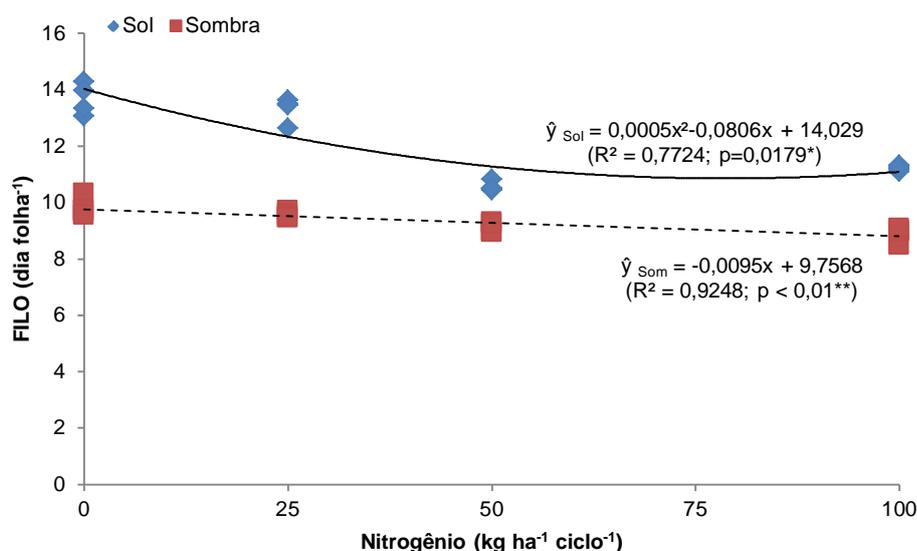


Figura 3.8 - Filocrono (FILO), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

No sombreamento natural o FILO foi significativo ( $p < 0,001$ ), modelo linear, e cada quilograma de nitrogênio proporcionou redução de  $0,0095$  dia folha<sup>-1</sup>, variando entre  $9,7568$  à  $8,8068$  dia folha<sup>-1</sup> (Figura 3.8).

Em relação ao menor FILO estimado no sol pleno, o sombreamento natural promoveu uma redução média de  $13,97\%$  no número de dias para formar duas folhas sucessivas (média de FILO de  $9,3416$  dia folha<sup>-1</sup> no sombreado).

Em outros trabalhos o FILO mínimo e máximo foi de:  $10,27$  à  $19,70$  dia folha<sup>-1</sup> (MACEDO et al., 2010);  $12,56$  à  $19,68$  dia folha<sup>-1</sup> (POMPEU et al., 2010).

### 3.3.8 Taxa de aparecimento foliar (TApF)

A taxa de aparecimento foliar (TApF), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão, foi significativo ( $p < 0,001$ ), modelo linear, onde o fornecimento de nitrogênio ( $1$  kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>), promoveu acréscimo de  $0,0002$  folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, variando entre  $0,0965$  à  $0,1165$  folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, (Figura 3.9).

No sombreamento natural a TApF foi significativo ( $p < 0,001$ ), modelo linear, e cada quilograma de nitrogênio possibilitou acréscimo de  $0,0002$  folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, variando entre  $0,1114$  à  $0,1314$  folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (Figura 3.9).

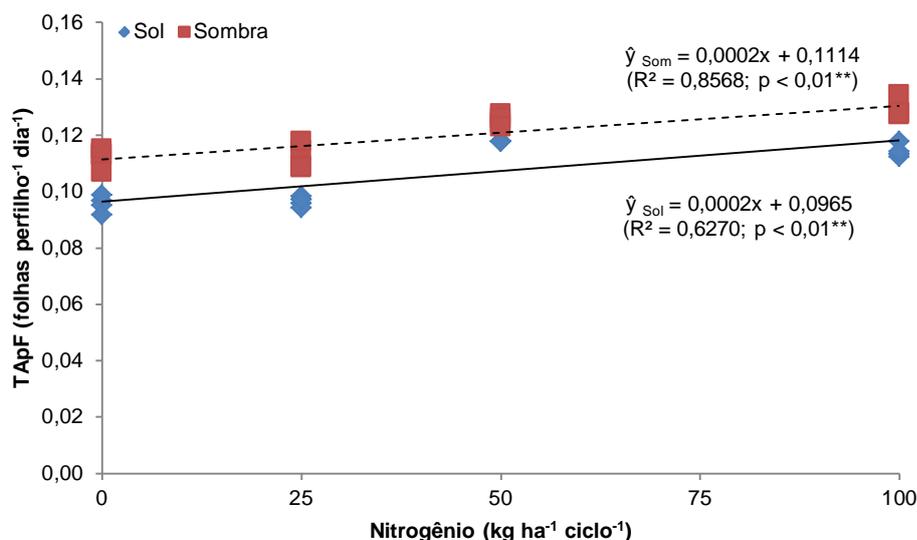


Figura 3.9 – Taxa de aparecimento foliar (TApF), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

O ambiente sombreado proporcionou TApF de 11,45% superior o sol pleno (0,106 e 0,1197 folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente sol pleno e sombreado, considerando a média geral do TApF).

Em outro trabalho a TApF de 0,01 à 0,10 folha perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (MACEDO et al., 2010).

### 3.3.9 Taxa de alongamento foliar (TAIF)

A taxa de alongamento foliar (TAIF), do ambiente de sol pleno, estimada pela equação de regressão, foi significativo ( $p=0,0183$ ), de modelo quadrático, alcançando a máxima TAIF de 60,44 mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, com aplicação de 68 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> (Figura 3.10).

No sombreamento a média de TAIF foi significativo ( $p=0,0281$ ), também de modelo quadrático, estimando a máxima TAIF de 98,78 mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, com aplicação de 64 kg N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> (Figura 3.10).

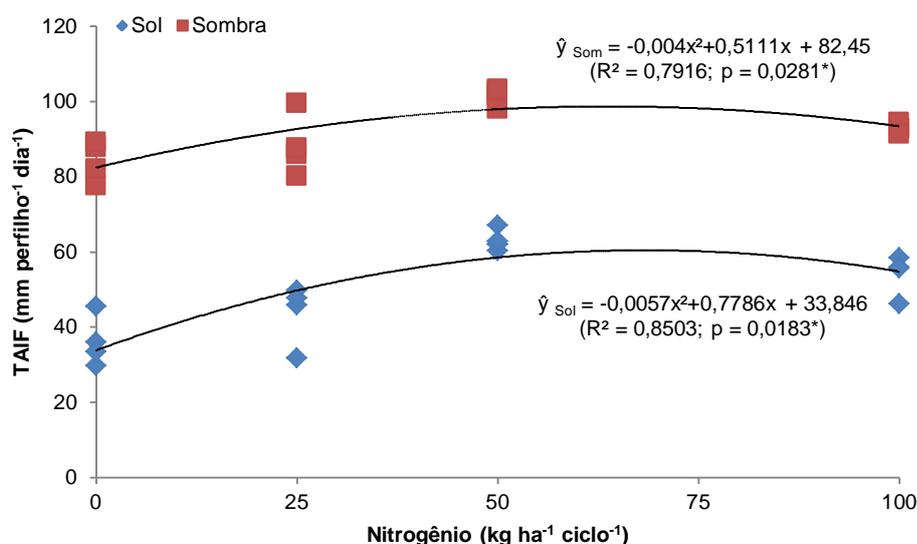


Figura 3.10 – Taxa de alongamento foliar (TAIF), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

O sombreamento proporcionou melhores condições para alongamento de folha, superando o sol pleno em 38,77%, considerando as máximas TAIF dos ambientes.

Em outros trabalhos a TAIF mínima e máxima foi de: 25,03 à 70,86 mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (MACEDO et al., 2010); 1,51 à 25,6 mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (POMPEU et al., 2010); 22,55 à 64,55 mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (ALEXANDRINO et al., 2011);

### 3.3.10 Taxa de senescência foliar (TSF)

A taxa de senescência foliar (TSF) não foi significativa ( $p \geq 0,05$ ), e apresentou média geral de 9,4638 mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, tanto para o ambiente de sol pleno, quanto para o sombreamento natural (Tabela 3.1).

Tabela 3.2 – Taxa de senescência foliar (TSF) do capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreado, sob níveis de nitrogênio

Tratamento	Nitrogênio (kg ha <sup>-1</sup> ciclo <sup>-1</sup> )					p	CV (%)
	0	25	50	100	Média		
	TSF (mm perfilho <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )						
Sol pleno	8,6883	8,9205	10,673	9,957	9,5602	$\geq 0,05^{ns}$	20,06
Sombreado*	9,2353	8,7269	10,228	9,2811	9,3675	$\geq 0,05^{ns}$	26,98

\*Sombreamento natural (25%). CV = coeficiente de variação. <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade (p).

Em outros trabalhos a TSF mínima e máxima foi de: 3,40 à 30,04 mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (MACEDO et al., 2010); 14,96 à 35,54 mm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (ALEXANDRINO et al., 2011).

### 3.3.11 Comprimento médio de lâmina foliar (CMLF)

O comprimento médio de lâmina foliar (CMLF), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão, foi significativo ( $p < 0,001$ ), modelo linear, onde o fornecimento de nitrogênio ( $1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ), promoveu acréscimo de 0,7963 mm, variando entre 291,50 à 371,13 mm (Figura 3.11).

No sombreamento natural o CMLF, não foi significativo ( $p \geq 0,05$ ), apresentando média geral de 417,93 mm (Figura 3.11).

Considerando o máximo CMLF do sol pleno, o ambiente sombreado proporcionou CMLF de 11,20% superior o sol pleno.

Em outro trabalho o CLF encontrado foi de 296,57 à 515,79 mm (MACEDO et al., 2010).

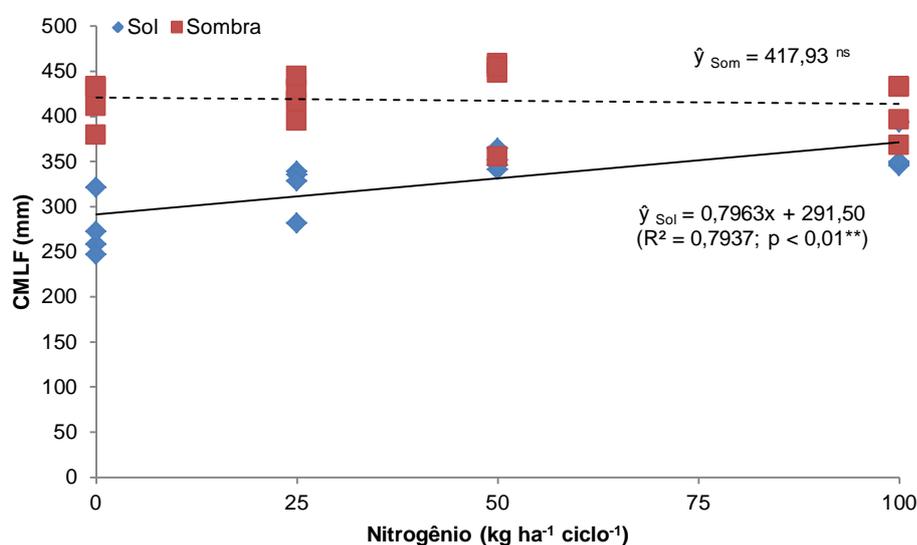


Figura 3.11 – Comprimento médio de lâmina foliar (CMLF), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

### 3.3.12 Índice de área foliar (IAF)

O índice de área foliar (IAF), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão, foi significativo ( $p < 0,001$ ), modelo linear, onde o fornecimento de nitrogênio ( $1 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ), promoveu acréscimo de 0,0326, variando entre 5,3941 à 8,6541 (Figura 3.12).

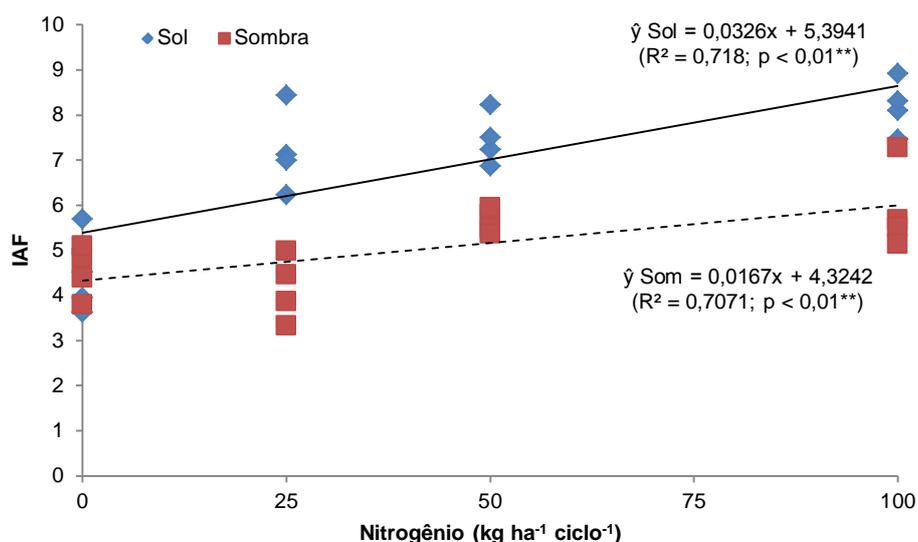


Figura 3.12 – Índice de área foliar (IAF), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos.  
\*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

No sombreamento natural o IAF foi significativo ( $p < 0,001$ ), modelo linear, e cada quilograma de nitrogênio possibilitou acréscimo de 0,0167, variando entre 4,3242 à 5,9942 (Figura 3.12).

Em outro trabalho os IAF encontrado foi de 1,4 à 6,1 (MELLO & PEDREIRA, 2004).

### 3.3.13 Densidade populacional de perfilhos (DPP)

A média de densidade populacional de perfilhos (DPP), do ambiente de sol pleno, estimada pela equação de regressão (Figura 3.13), foi significativo ( $p < 0,05$ ), de modelo quadrático, alcançando a máxima produção de 683 perfilhos  $\text{m}^{-2}$ , com aplicação de  $66 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ .

No sombreamento a média de DPP foi significativo ( $p < 0,05$ ), também de modelo quadrático, estimando a máxima produção de 274 perfilhos  $m^{-2}$ , com aplicação de 29  $kg N ha^{-1} ciclo^{-1}$ .

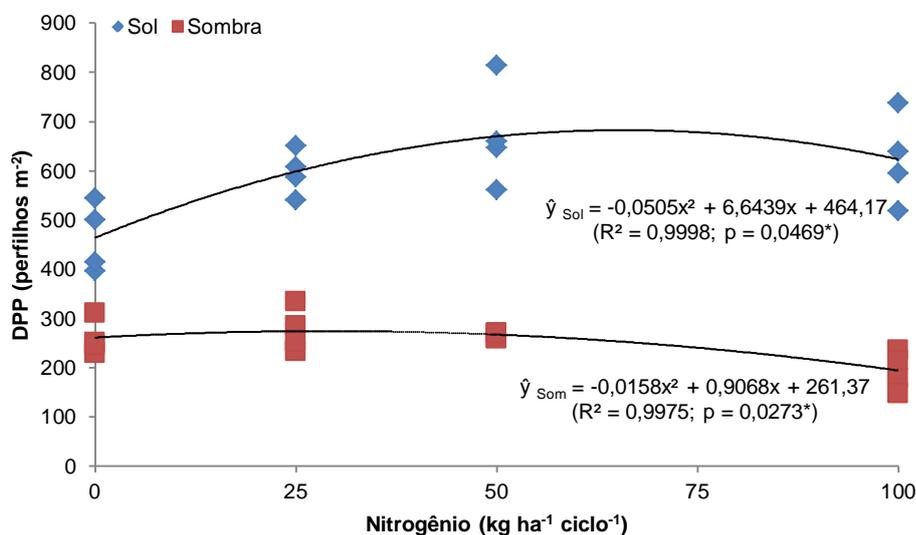


Figura 3.13 – Densidade populacional de perfilhos (DPP), em capim Mombaça, cultivado em ambiente sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

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.

Ao comparar as estimativas de máxima produção entre os dois ambientes, o sombreado demandou 56% de nitrogênio a menos que o sol pleno, entretanto o ambiente sol pleno produziu 60% a mais que o sombreado, considerando a máxima produção de densidade populacional de perfilhos nos dois ambientes.

Em outros ensaios experimentais a densidade populacional de perfilhos foi de: 208 e 121 perfilhos  $m^{-2}$  (CUNHA et al., 2010); 264 à 484 perfilhos  $m^{-2}$  (FERREIRA et al., 2008); 764 e 766 perfilhos  $m^{-2}$  (MACEDO et al., 2010); 343 e 167 perfilhos  $m^{-2}$  (SANTOS et al., 2011).

## CONCLUSÕES

O ambiente sombreado proporcionou maiores comprimento da bainha (CB), comparativamente ao o sol pleno, característica indesejável à oferta de forragem.

O sombreamento proporcionou melhores condições para taxa de alongamento foliar (TAIF), superando o sol pleno.

A maior densidade populacional de perfilhos (DPP) no sombreamento ocorreu com aplicação de 56% de nitrogênio a menos que no sol pleno, entretanto a maior densidade populacional de perfilhos ocorreu no sol pleno representando uma diferença de 60% superior ao sombreamento.

### **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 do afastamento para participação em programa de pós-graduação *stricto sensu* no país, viabilizando aperfeiçoamento do servidor.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E.; CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, J. A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça mantido sob diferentes alturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 1, p. 59-71, mar. 2011.
- 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2124-2184, dez. 2005.
- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, P. R.; REGAZZI, A. J.; ROCHA, F. C. 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, dez. 2004.
- ANDRÉ, T. B.; SANTOS, A. C. Uso de produtos da cultura da mandioca (*Manihot*) na produção animal. **Enciclopédia Biosfera Centro Científico Conhecer**, v. 8, n. 15, p. 1622-1647, nov. 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 406-415, abr. 2005.
- 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 da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia (PUCRS. Uruguiana)**, v. 17, n. 1, p. 136-145, abr. 2010.
- DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A.; BAKER, R.D.; GRANT, S.A. (Eds.) Sward measurement handbook. London: British Grassland Society, p.183-216. 1993.
- DIM, V. P.; CASTRO, J. G. D.; ALEXANDRINO, E.; SANTOS, A. C.; SILVA NETO, S. P. Fertilidade do solo e produtividade de capim Mombaça adubado com resíduos sólidos de frigorífico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, p. 303-316, jun. 2010.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 30-37, fev. 2006.

FERREIRA, E. M.; SANTOS, A. C.; ARAÚJO, L. C.; CUNHA, O. F. R. Características agrônômicas do *Panicum maximum* cv. "Mombaça" submetido a níveis crescentes de fósforo. **Ciência Rural (UFSM. Impresso)**, v. 38, n. 2, p. 484-491, abr. 2008.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M.; MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. 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, out. 2002.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M. C.; GARCEZ NETO, A. F.; ROCHA, G. C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1436-1444, jul. 2011.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, E. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-Mombaça submetidos a períodos de descanso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 10, p. 1487-1494, out. 2007.

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

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

LOPES, B. A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim Mombaça submetido a regimes de desfolhação**. 2006. 188 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

MACEDO, C. H. O.; ALEXANDRINO, E.; JAKELAITIS, A. VAZ, R. G. M. V.; REIS, R. H. P.; VENDRUSCULO, J. Características agrônômicas, morfogênicas e estruturais do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça sob desfolhação intermitente. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 4, p. 941-952, dez. 2010.

- MELLO, A. C. L.; PEDREIRA, C. G. S. Respostas morfológicas do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 282-289, 2004.
- OLIVEIRA, L. B. T.; SANTOS, A. C.; SILVA NETO, S. P.; SILVA, J. E. C.; PAIVA, J. A. Alterações físicas e químicas do solo em virtude de construções termíticas no norte de Tocantins. **Engenharia na Agricultura**, v. 20, n. 2, p.118-130, abr. 2012.
- POMPEU, R. C. F. F.; CÂNDIDO, M. J. D.; LOPES, M. N.; GOMES, F. H. T.; LACERDA, C. F.; AQUINO, B. F.; MAGALHÃES, J. A. Características morfofisiológicas do capim-aruaana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 4, p. 1187-1210, out. 2010.
- 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1333-1342, jun. 2002.
- 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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n.3, p. 784-795, Jun. 2013.
- SANTOS, P. M.; BALSALOBRE, M. A. A.; CORSI, M. Características morfogenéticas e taxa de acúmulo de forragem do capim Mombaça submetido a três intervalos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 843-851, ago. 2004.
- 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. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 163-173, mar. 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. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 377-390, fev. 2013.

SANTOS, P. M.; SANTOS, A. C.; SILVA, J. E. C.; SILVA NETO, S. P.; ALEXANDRINO, E. Atributos morfogênicos de pastos de capim-Mombaça adubados com resíduo de laticínio. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 221-231, jul. 2014.

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, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

#### 4 TERCEIRO ARTIGO

##### Taxas de produção do capim Mombaça cultivado em sol pleno e sombreamento natural em função da fertilização nitrogenada

##### Grass production rates Mombasa grown in full sun and natural shade depending on nitrogen fertilization

#### 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, submetidos a diferentes níveis de nitrogênio (0; 25; 50; 100 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>), na região norte do estado do Tocantins, Brasil, integrante do ecotono Cerrado-Amazônia. Variáveis avaliadas: taxa de produção de lâmina foliar (TPLF), taxa de produção de colmo (TPC), taxa de produção de biomassa de forragem (TPBFor), taxa de perda de folhas (TPerdaF) e taxa de acúmulo de forragem (TAcFor). No sol pleno a média de TPBFor foi de 187,93 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, já no sombreado 173,27 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, que representa uma diferença de 7,80%. A TPC de 24,348 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> no sombreado, foi 17,58% superior ao sol pleno, que obteve 20,069 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. O sol pleno proporcionou 66,44% na TPerdaF com 36,488 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, já o sombreado resultou em 12,247 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. A taxa de perda de folhas no sol pleno foi superior, ocorrência indesejável à oferta de alimento aos animais.

Palavras-chave: Adubação; Fertilização; Neossolo Quartzarênico; *Panicum maximum* cv. Mombaça; Silvopastoril

#### ABSTRACT

The objective of been evaluate the effects promoted environments for full sun and natural shading (25%), under the productive components of *Panicum maximum* cv. Mombasa grown in terms of nitrogen (0, 25, 50, 100 kg ha<sup>-1</sup> cycle<sup>-1</sup>), in the northern state of Tocantins, Brazil, member of the Cerrado-Amazon ecotone. Evaluated variables: leaf blade production rate (TPLF), thatched production rate (TPC), forage biomass production rate (TPBFor), leaf loss rate (TPerdaF) and herbage accumulation rate (TAcFor). In full sun the average TPBFor was 187.93 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>, already on the shaded 173.27 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>, representing a difference of 7.80%. The TPC of 24.348 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> in the shaded, was 17.58% higher than in full sun, who got 20.069 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>. The full sun provided 66.44% in TPerdaF with 36.488 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>, already resulted in the shaded 12.247 kg ha<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>. The leaf loss in the full sun was higher, undesirable event to the food supply to animals.

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

## 4.1 INTRODUÇÃO

A condução da pecuária praticada no Brasil, em sua maioria é adotado o modelo de produção extrativista, com reduzido e ou quase nenhuma reposição mineral ao solo, provocando degradação edáfica, minimizando a sustentabilidade do sistema produtivo (OLIVEIRA et al., 2012).

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).

Em determinada região, a conversão da mata em pastagens, promove alterações no ambiente, entretanto a promoção socioeconômica regional pode ser desenvolvida, a partir do entendimento da química do solo que suportam suas pastagens, dessa forma prolongando o seu período de utilização (NEVES NETO; SANTOS; SILVA NETO, 2012).

Observando as características químicas e físicas do solo, com a tecnologia disponibilizada é possível aumentar a longevidade das culturas perenes, maximizar a produção, minimizar a degradação do solo, conseqüentemente redução nos custos de produção (RODRIGUES et al., 2013).

Uma alternativa de aumentar a matéria orgânica do solo, é o emprego de resíduos orgânicos, que surgem como alternativa na recuperação da fertilidade do solo, dessa forma, aumentando o desempenho produtivo das plantas forrageiras, que conseqüentemente promovem a cobertura do solo, reduzindo o risco de erosão nas pastagens tropicais (ALENCAR et al., 2013).

O objetivo deste estudo foi avaliar: produção de lâmina foliar, produção de colmo, produção de biomassa de forragem, perda de folhas, acúmulo de forragem, acúmulo de lâmina foliar, em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos produtivos.

## 4.2 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°5'43,74" S, longitude 48°12'22,69" W, altitude 259 m. O clima é classificado como Aw, tropical com estação seca de inverno e <sup>chuvas</sup> 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°C (KÖPPEN, 1948; SANTOS; SANTOS; SILVA, 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 (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 Características químicas do Neossolo Quartzarênico Órtico típico por ocasião da instalação do experimento.

Amb.	M.O. g dm <sup>-3</sup>	pH	P mg dm <sup>-3</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	SB	T	t	V %	m %
Sol <sub>20</sub>	4,77	3,60	0,79	1,0	0,72	0,36	0,003	0,59	5,21	1,08	6,29	1,67	17,20	35,28
Sol <sub>40</sub>	0,09	3,09	0,70	1,0	0,31	0,32	0,003	0,62	4,30	0,63	4,93	1,25	12,82	49,50
Som <sub>20</sub>	2,04	4,02	0,82	2,0	1,13	0,40	0,005	0,17	4,68	1,54	6,22	1,71	24,70	9,97
Som <sub>40</sub>	0,00	4,20	0,71	1,0	0,52	0,23	0,003	0,33	4,35	0,75	5,10	1,08	14,75	30,48

Amb.: ambiente sol pleno ou sombreado, de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm; M.O.: matéria orgânica; pH em CaCl<sub>2</sub>; P: fósforo (Mehlich<sup>-1</sup>); K<sup>+</sup>: potássio; Ca<sup>2+</sup>: cálcio; Mg<sup>2+</sup>: magnésio; H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>: acidez potencial; SB: soma de bases; T: capacidade de troca catiônica; t: capacidade efetiva de troca de cátions; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio.

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 4.1).

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 N ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>).

A percentagem de sombreamento, nas áreas experimentais foram estimadas utilizando o aparelho luxímetro, modelo LD 200 da Instrutherm, obtendo-se entre 8h e 10h, leitura direta do nível de luminosidade (lux), no ambiente sombreado (Lux

Sombreado) e sol pleno (Lux Sol Pleno), então estimada através da fórmula % Sombreamento =  $100 - ((\text{Lux Sombreado}) / (\text{Lux Sol Pleno}) \times 100)$ .

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  $60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , fonte superfosfato simples 18% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 16% de  $\text{Ca}^{2+}$  e 8% de S, em aplicação única, e potássica com  $25 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  sob a forma de cloreto de potássio (58%  $\text{K}_2\text{O}$ ), junto com a fonte nitrogenada (RIBEIRO et al., 1999).

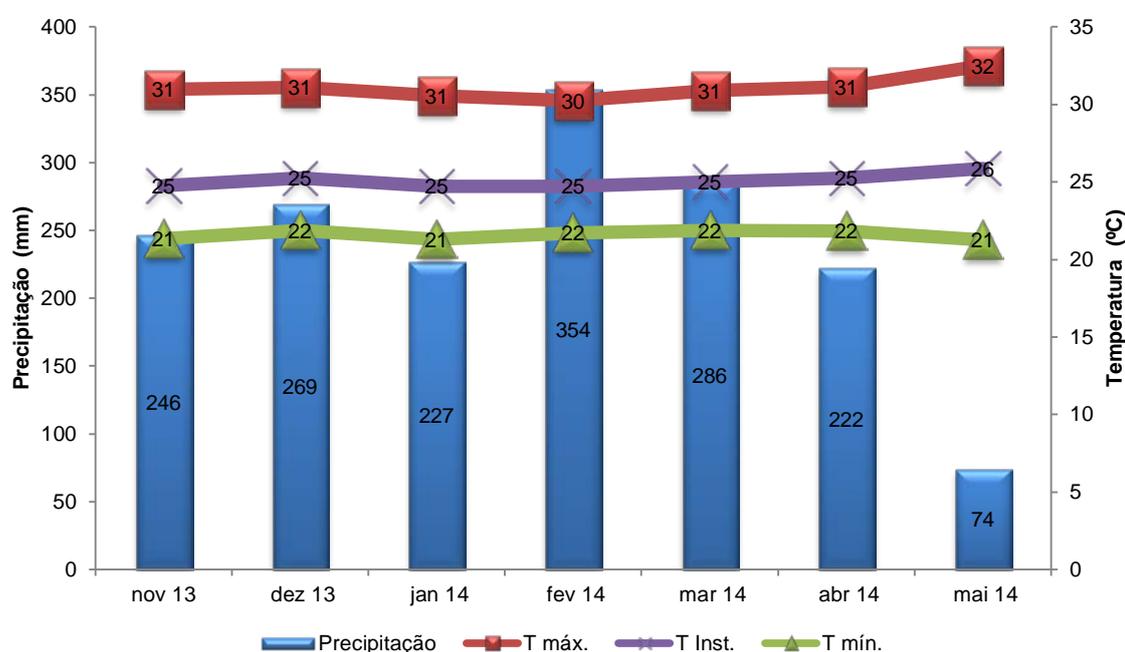


Figura 4.1 - Precipitação (mm) e média de temperatura (°C) máxima, média e mínima, no decorrer do período experimental. Fonte: INMET Araguaína – TO.

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 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 (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 - Score atribuído na avaliação instantânea do número de folhas expandidas do perfilho marcado

NFCE <sup>1</sup>	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3
TFEE <sup>2</sup>	...	<	=	>	<	=	>	<	=	>
SNFE <sup>3</sup>	0	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8

<sup>1</sup>Número de folhas completamente expandidas no perfilho marcado; <sup>2</sup>tamanho da folha em expansão em relação à folha anterior completamente expandida (menor, igual ou maior); <sup>3</sup>score de número de folhas expandidas, conforme avaliação visual nas folhas do perfilho avaliado. Fonte: elaborado pelo autor.

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; SANTOS; SILVA, 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 m<sup>2</sup>), 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 até peso constante.

Para estabelecimento do índice gravimétrico, que é um índice que converte comprimento e peso seco das lâminas foliares, mm de lâmina foliar por perfilho, possibilitando a conversão em mg de MS de lâmina foliar por perfilho, foi definido através das leituras de densidade de perfilhos (MAZZANTI et al., 1994).

Através dessa técnica estimou-se: taxa de produção de biomassa de forragem (alongamento foliar x população de perfilhos x índice gravimétrico x dias de crescimento); taxa de perda de folhas (senescência foliar x densidade de perfilhos x índice gravimétrico x dias de crescimento) (PACIULLO et al., 2005).

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).

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.

Foi utilizado o software Assistat<sup>®</sup> 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 ( $R^2$ ). Os níveis de nitrogênio foram submetidos ao teste Tukey, ao nível de 5% de significância.

### **4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.3.1 Taxa de produção de lâmina foliar (TPLF)**

A taxa de produção de lâmina foliar (TPLF), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão modelo linear foi significativa ( $p < 0,01$ ), variando de 121 a 230 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, onde o fornecimento de 1 kg de nitrogênio promoveu acréscimo de 1,0871 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (Figura 4.2).

No sombreamento natural, a TPLF foi significativa ( $p < 0,05$ ), também no modelo linear, porém negativo, reduzindo de 161 a 103 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, portanto o

fornecimento de 1 kg de nitrogênio promoveu redução de 0,5793 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> na TPLF.

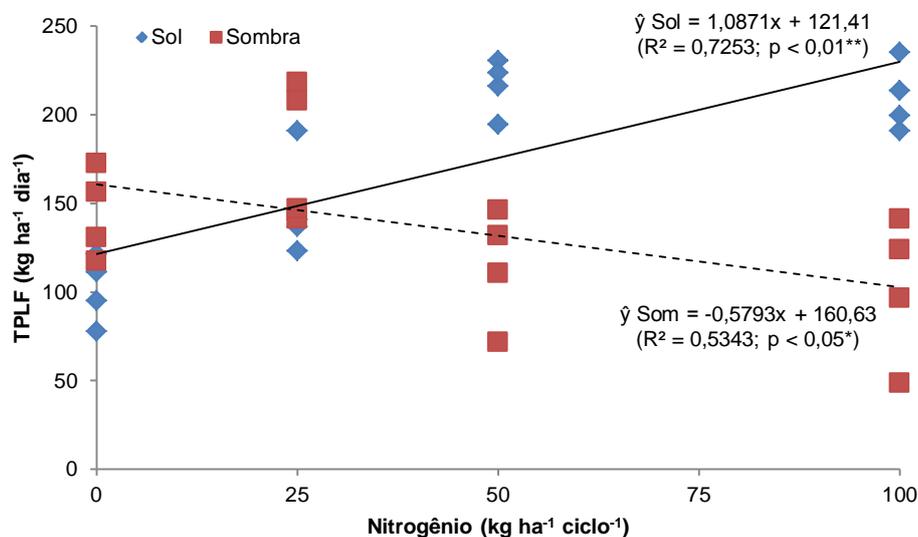


Figura 4.2 – Taxa de produção de lâmina foliar (TPLF), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. Significativo ao nível de \*\*1% e \*5% de probabilidade.

A redução na TPLF no ambiente sombreado ocorreu porque as plantas investiram a energia, direcionando à produção de colmo, na tentativa de buscar mais luz, o que pode ser verificado nos dados desse trabalho, onde a taxa de produção de colmo no ambiente sombreado foi superior ao sol pleno, indicativo que ocorreu diminuição na relação de luz transmitida vermelho / vermelho distante, que promove respostas morfogênicas na planta, quando ativada pelo fitocromo (TAIZ e ZEIGER, 2002).

#### 4.3.2 Taxa de produção de colmo (TPC)

A taxa de produção de colmo (TPC), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão modelo linear foi significativa ( $p < 0,01$ ), variando de 9 a 35 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, onde o fornecimento de 1 kg de nitrogênio promoveu acréscimo de 0,2590 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, (Figura 4.3).

No sombreamento natural, a TPC foi significativa ( $p < 0,01$ ), também no modelo linear, variou entre 14 a 37 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, portanto o fornecimento de 1 kg de nitrogênio promoveu aumento de 0,2317 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> na TPC.

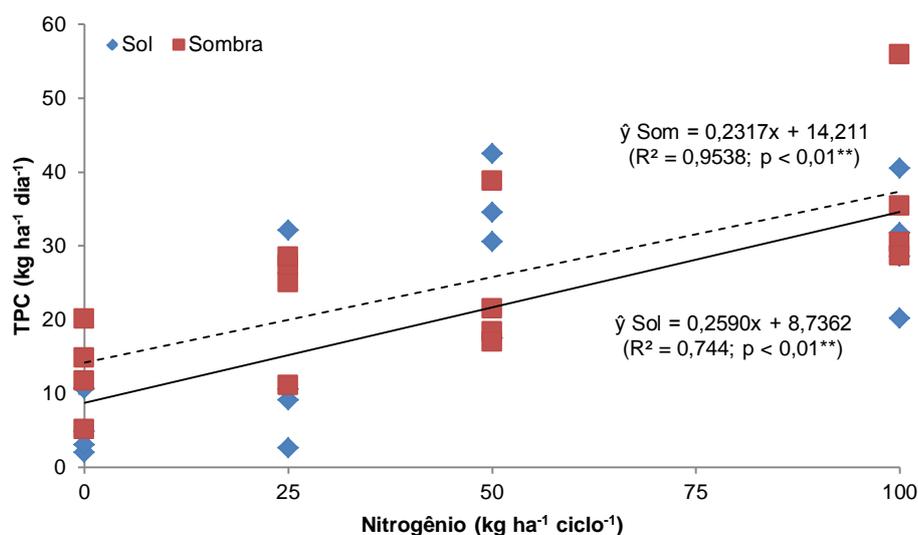


Figura 4.3 – Taxa de produção de colmo (TPC), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Considerando a média geral da TPC (20,069 e 24,348 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente sol pleno e sombreado), o ambiente sombreado superou em 17,58% o sol pleno.

Em outros trabalhos a biomassa de colmo foi de 317 à 476 kg ha<sup>-1</sup> (ALEXANDRINO et al., 2005). Em capim Tanzânia a massa seca de colmo verde variou de 351 à 1.044 kg ha<sup>-1</sup> (SILVA et al., 2007).

#### 4.3.3 Taxa de produção de biomassa de forragem (TPBFor)

A taxa de produção de biomassa de forragem (TPBFor), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão modelo linear foi significativa ( $p < 0,01$ ), variando de 129 a 264 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, onde o fornecimento de 1 kg de nitrogênio promoveu acréscimo de 1,3493 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, (Figura 4.4).

No sombreamento natural, a TPBFor foi significativa ( $p < 0,01$ ), também no modelo linear, variou entre 129 a 230 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, portanto o fornecimento de 1 kg de nitrogênio promoveu aumento de 0,9021 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> na TPBFor.

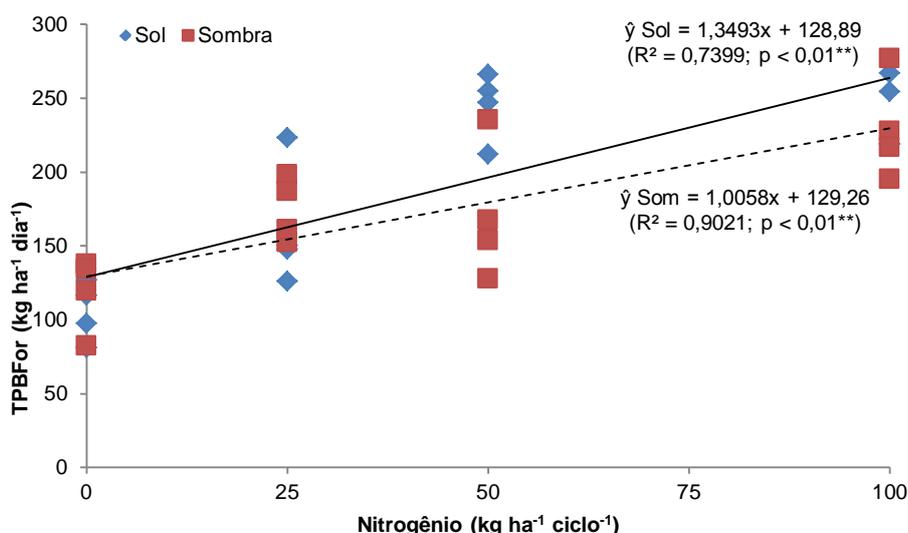


Figura 4.4 – Taxa de produção de biomassa de forragem (TPBFor), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Considerando a média geral de TPBFor (187,93 e 173,27 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente sol pleno e sombreado), o ambiente sol pleno superou em 7,80% o sombreado.

Em outro trabalho a TPBFor encontrada foi de 26 a 252 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (ALEXANDRINO; CÂNDIDO; GOMIDE, 2011).

#### 4.3.4 Taxa de perda de folhas (TPerdaF)

A taxa de perda de folhas (TPerdaF), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão modelo linear foi significativa ( $p < 0,01$ ), variando de 25 a 52 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, onde o fornecimento de 1 kg de nitrogênio promoveu acréscimo de 0,2686 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, (Figura 4.5).

No sombreamento natural, a TPerdaF foi significativa ( $p < 0,01$ ), também no modelo linear, variou entre 8 a 17 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, portanto o fornecimento de 1 kg de nitrogênio promoveu aumento de 0,0875 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> na TPerdaF.

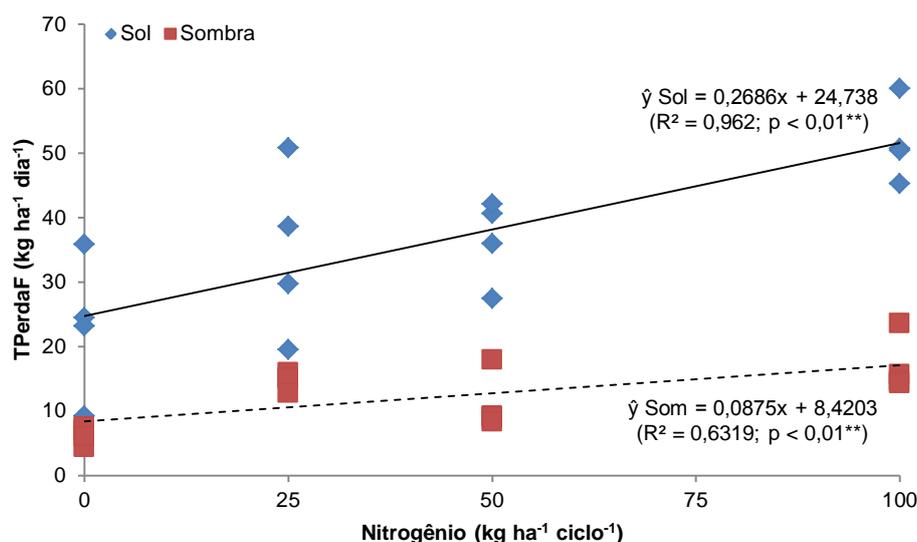


Figura 4.5 – Taxa de perda de folhas (TPerdaF), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. **\*\***Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Considerando a média geral de TPerdaF (36,488 e 12,247 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente sol pleno e sombreado), o ambiente sol pleno superou em 66,44% o sombreado.

#### 4.3.5 Taxa de acúmulo de forragem (TAcFor)

A taxa de acúmulo de forragem (TAcFor), nos seis ciclos do ambiente sol pleno, estimada pela equação de regressão modelo linear foi significativa ( $p < 0,01$ ), variando de 93 a 229 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, onde o fornecimento de 1 kg de nitrogênio promoveu acréscimo de 1,362 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, (Figura 4.6).

No sombreamento natural, a TAcFor foi significativa ( $p < 0,01$ ), também no modelo linear, variou entre 121 a 212 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, portanto o fornecimento de 1 kg de nitrogênio promoveu aumento de 0,9098 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> na TAcFor.

Os valores de TAcFor foram muito próximos aos encontrados em: 52 a 157 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (ALEXANDRINO; CÂNDIDO; GOMIDE, 2011); 123 a 258 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (SANTOS et al., 2011); 45 a 141 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (MÜLLER et al., 2002); 104 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (MACEDO et al., 2010).

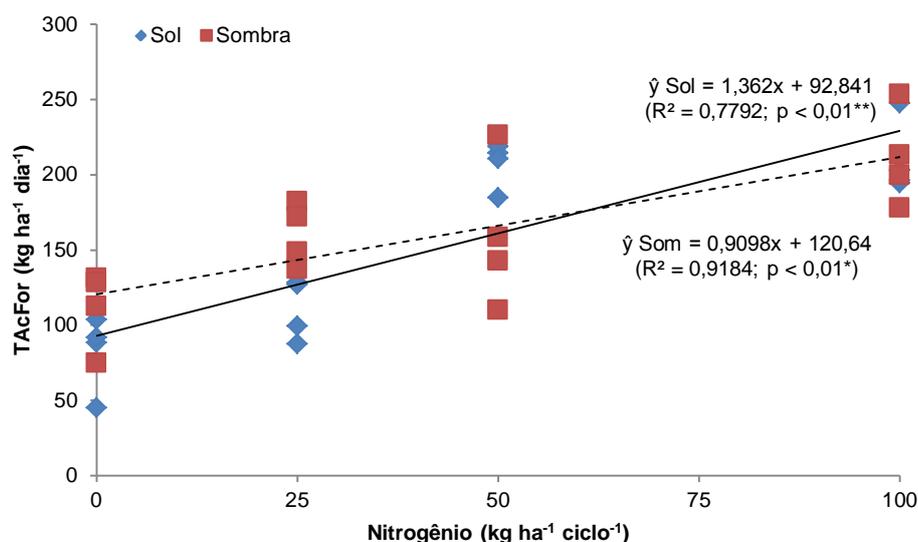


Figura 4.6 – Taxa de acúmulo de forragem (TAcFor), em capim Mombaça, cultivado no sol pleno e sombreamento natural (25%), sob níveis de nitrogênio, em seis ciclos. \*\*Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Portanto os dados nesse ensaio experimental para TAcFor, nos seis ciclos do ambiente sol pleno, e sombreamento natural, estão no intervalo esperado, respaldados pela literatura.

## CONCLUSÕES

A taxa de produção de biomassa de forragem no ambiente sol pleno superou o sombreado, entretanto é uma diferença pequena se contabilizado o que o sombreado produziu de material lenhoso.

A taxa de produção de colmo foi superior no ambiente sombreado, pois o alongamento de colmo proporciona às plantas, a possibilidade de buscar mais luz.

A taxa de perda de folhas no sol pleno foi superior, ocorrência indesejável à oferta de alimento aos animais.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Fundação 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 do afastamento para participação em programa de pós-graduação *stricto sensu* no país, viabilizando aperfeiçoamento do servidor.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E.; CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, J. A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça mantido sob diferentes alturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 1, p. 59-71, mar. 2011.
- 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2124-2184, dez. 2005.
- ALENCAR, N. M.; SANTOS, A. C.; CASTRO, J. G. D.; SILVA, J. E. C.; ARAÚJO, A. S.; ALENCAR, W. M. Resíduos orgânicos de frigorífico como fertilizante para a produção de milho em Neossolo Quartzarênico. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 8, n. 16, p. 93-104, jan. 2013.
- ANDRÉ, T. B.; SANTOS, A. C. Uso de produtos da cultura da mandioca (Manihot) na produção animal. **Enciclopédia Biosfera Centro Científico Conhecer**, v. 8, n. 15, p. 1622-1647, nov. 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 406-415, abr. 2005.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.
- Instituto Nacional de Meteorologia, Dados Meteorológicos. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/> >. Acesso em: 20 jun. 2014.
- 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 agrônômicas, morfogênicas e estruturais do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça sob desfolhação intermitente. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 4, p. 941-952, dez. 2010.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. **Grass and forage Science**, v. 49, n. 2, p. 111-120, 1994.

MÜLLER, M. S.; FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; GARCÍA, A. G.; OVEJERO, R. F. L. Produtividade do *Panicum maximum* cv. Mombaça Irrigado, Sob Pastejo Rotacionado. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 3, p. 427-433, jul. 2002.

NEVES NETO, D. N.; SANTOS, A. C.; SILVA NETO, S. P. Atributos físicos e químicos do solo em ecossistema de capim-mombaça na Amazônia Oriental. **Revista Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 55, n. 2, p. 75-84, abr. 2012.

OLIVEIRA, L. B. T.; SANTOS, A. C.; SILVA NETO, A. P.; SILVA, J. E. C.; PAIVA, J. A. Alterações físicas e químicas do solo em virtude de construções termíticas no norte do Tocantins. **Engenharia na Agricultura**, v. 20, n. 2, p. 118-130, abr. 2012.

PACIULLO, D. S. C.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; HEINEMANN, A. B. Morfogênese, características estruturais e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon dactylon*, em diferentes estações do ano. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 4, p. 233-241, out. 2005.

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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1333-1342, jun. 2002.

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.

RODRIGUES, M. O. D.; SANTOS, A. C.; SILVA NETO, S. P.; SANTOS, P. M.; ARAÚJO, A. S.; RODRIGUES, M. O. Diagnóstico espacial das propriedades químicas e físicas em função do manejo. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 8, n. 16, p. 39-51, jan. 2013.

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. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n.3, p. 784-795, Jun. 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. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 163-173, mar. 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. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 377-390, fev. 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 Amazônica**, v. 42, n. 4, p. 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, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, R. G.; CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; LÔBO, R. N. B.; SILVA, D. S. 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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3.ed. Massachussetts: Sinauer Associates, 2002. 672p.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A forte pressão mundial sobre as consequências do aquecimento global vêm pressionado a população a modificar seu modo de vida, buscando produtos de baixa emissão de poluentes, certificados e sustentáveis, possibilitando assim alternativas de novas tecnologias.

Como consequência direta no Brasil, a recente sanção da Lei nº 12.805, de 29 de abril de 2013, impactando as estratégias da instituição da política nacional de integração lavoura pecuária floresta (iLPF), dentre outros regulamenta o fomento ao agronegócio, estimulando a pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica.

Entretanto há poucas pesquisas e tecnologias disponíveis à produção sustentável de produtos de origem animal e vegetal, consorciadas no ambiente silvopastoril e ou pecuária floresta, portanto esse trabalho fortalece o conhecimento científico, divulgando a possibilidade em produzir carne e madeira sem prejuízos à produtividade, com custos reduzidos, contribuindo para o superávit ecológico mundial.

A fertilização nitrogenada promove aumento na produção de massa seca total (MST), partindo de  $3.683 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  sem fertilização até o máximo produtivo de  $5.729 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , com aplicação de  $69 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , no ambiente de sol pleno.

Já no sombreamento natural inicia com  $2.619 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  até o máximo de  $3.165 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , com aplicação de  $39 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , produzindo respectivamente 83 e 81  $\text{kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  de MST por cada quilograma de nitrogênio aplicado.

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 ( $5.157 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  de MST com  $33 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ), e 76% no sombreamento natural ( $2.848 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  de MST com  $9 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ), reduzindo 10% de MST, que representa uma diferença econômica de 7,60 e 6,34@  $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  respectivamente no sol pleno e sombreamento natural.

Finalmente esse trabalho considera que o modelo de produção no sistema de sombreamento natural (25%), através das técnicas de raleamento, rebaixamento,

raleamento-rebaixamento e enriquecimento, é uma alternativa de reaproveitamento da floresta secundária, contribuindo para diversificação da renda dos pequenos produtores rurais, que utilizam a mão-de-obra familiar em suas pequenas propriedades, através da produção de produtos de origem animal (proteína animal, lácteos e mel) e vegetal (madeira para carvão vegetal, lenha, estacas, mourões, madeira para serraria e óleos essenciais), concomitantemente a fertilização nitrogenada, aplicada por ciclos de cultivo no sistema intensivo, promove aumento na produtividade da forrageira.

## GLOSSÁRIO

Adubação – Ação de adubar; estrumação.

Adubar – Deitar adubo em; curtir; enfeitar, recheiar.

Dose – Quantidade determinada de cada ingrediente de uma preparação; porção de medicamento que se deve tomar de cada vez; quantidade, porção; ração; dose de cavalo: a que é bem servida, em grande quantidade; meia dose: em restaurantes ou casas de pasto, quantidade de comida que se reputa suficiente para uma pessoa; ser dose: ser excessivo.

Fertilização – Ato ou efeito de fertilizar.

Fertilizar – Tornar fértil; fecundar.

Filocrono – É definido como o tempo necessário para o aparecimento de folhas sucessivas em um colmo, no caso de espécies da família das Poáceas. Através do filocrono, pode-se calcular o número de folhas acumuladas, o que é uma excelente maneira de caracterizar o desenvolvimento vegetal.

Nível – Instrumento que serve para determinar a linha horizontal; plano horizontal; altura, altitude; rasoura; norma, regra; igualdade; ao nível: à mesma altura; curva de nível: seção de terreno por um plano horizontal; diferença de nível: diferença de altura ou de plano; passagem de nível: ponto em que um caminho atravessa uma via-férrea.

## APÊNDICES

Apêndice A – Resumo da análise de variância para 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), em *Panicum maximum* cv. Mombaça, cultivado em seis ciclos, em níveis de nitrogênio ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ), no ambiente sol pleno e sombreamento natural (25%).

FV	GL	Quadrado Médio			
		MST	MSLF	MSCo	MSMM
Luminosidade	1	39224836**	7371458**	1117672**	5736422**
Nitrogênio	3	2442814	897167	308727.6	85779
Interação	3	2210507*	1501549**	191855 <sup>ns</sup>	22969 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	535491	142913	64793	26331
CV (%)	-	19,46	17,70	28,09	23,08
Média	-	3761	2136	906	703
FV	GL	F/C	DPP	MP	
Luminosidade	1	0,0971 <sup>ns</sup>	923613**	0,03898**	
Nitrogênio	3	1,0439	16098	0,00201	
Interação	3	0,4781**	20642**	0,00124**	
Resíduo	24	0,0753	3917	0,00025	
CV (%)	-	10,23	14,93	13,99	
Média	-	2,683	419,19	0,1123	

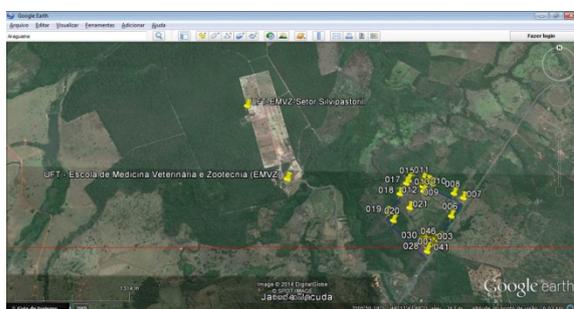
GL = grau de liberdade. FV = fonte de variação. CV = coeficiente de variação. <sup>ns</sup>Não significativo ( $p \geq 0,05$ ). Significativo ao nível de \*\*1% e \*5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Apêndice B – Produção média em seis ciclos para massa seca total (MST), massa seca de lâmina foliar (MSLF), massa seca de colmo mais bainha (MSCo), massa seca de material morto (MSMM), massa seca do resíduo (MSRes), massa seca disponível (MSDis), em *Panicum maximum* cv. Mombaça, cultivado em níveis de nitrogênio, em ambiente sol pleno e sombreamento natural (25%).

Variável	$X_v$ kg ha <sup>-1</sup> ciclo <sup>-1</sup>	$Y_v$ kg ha <sup>-1</sup> ciclo <sup>-1</sup>	$Y_v$ kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	$0,9X_v$ kg ha <sup>-1</sup> ciclo <sup>-1</sup>	$0,9Y_v$ kg ha <sup>-1</sup> ciclo <sup>-1</sup>	$0,9Y_v$ kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>
Sol pleno						
MST	69	5729	205	33	5157	184
MSLF	92	3175	113	47	2858	102
MSCo	67	1387	50	37	1248	45
MSMM	50	1274	46	15	1147	41
MSRes	69	3068	110	33	2762	99
MSDis	69	2661	95	33	2395	86
Sombreamento natural						
MST	39	3165	113	9	2848	102
MSLF	34	1961	70	3	1767	63
MSCo	43	915	33	17	823	29
MSMM	47	335	12	18	301	11
MSRes	39	1721	61	11	1548	55
MSDis	39	1470	53	9	1322	47

$X_v$  e  $Y_v$  pontos de máximo e  $0,9X_v$  e  $0,9Y_v$ , pontos de 90% do máximo, da função quadrática.

Apêndice C – Fotografias a campo, obtidas no decorrer do ensaio experimental de fertilização nitrogenada no capim Mombaça em sistema de integração pecuária-floresta intensificado.



<sup>1</sup>Imagem capturada do Google Earth® da localização da EMVZ/UFT. <sup>2</sup>Enleiramento na área sombreada. <sup>3</sup>Área experimental em ambiente sol pleno. <sup>4</sup>Área experimental em ambiente sombreamento natural (25%). <sup>5</sup>Marcação de perfilho no capim Mombaça com fita cetim azul. <sup>6</sup>Cobertura do solo com matéria orgânica do dossel arbóreo e forrageiro em ambiente sombreamento natural (25%). <sup>7</sup>Matéria orgânica no solo proveniente do raleamento e enleiramento do dossel forrageiro em ambiente sombreamento natural (25%). <sup>8</sup>Parcelas experimentais, recém colhida e próximas à colheita.

Apêndice D – Fotografias a campo, obtidas no decorrer do ensaio experimental de fertilização nitrogenada no capim Mombaça em sistema de integração pecuária-floresta intensificado.



<sup>1</sup>Imagem em alusão à ciência experimentando áreas degradadas de floresta secundária buscando a produção animal e vegetal. <sup>2</sup>Fezes de bovinos, fonte de fertilização do solo. <sup>3</sup>Bovinos fistulados da EMVZ/UFT, utilizados no pastejo do perímetro experimental. <sup>4</sup>Tentativa de invasão frustrada de área experimental. <sup>5</sup>Bovino "Atentadinho", companheiro de pesquisa, aguardando para alimentar-se das bordaduras da colheita da parcela experimental. <sup>6</sup>Área de sol pleno, durante a estação seca, após finalizado período experimental. <sup>7</sup>Pesquisador devidamente trajado com EPI's, trabalhando a sombra na área de sol pleno. <sup>8</sup>Imagem em alusão as considerações finais, produzir no presente, visualizando um futuro com perspectivas de preservação, garantindo frutos para próximas gerações.



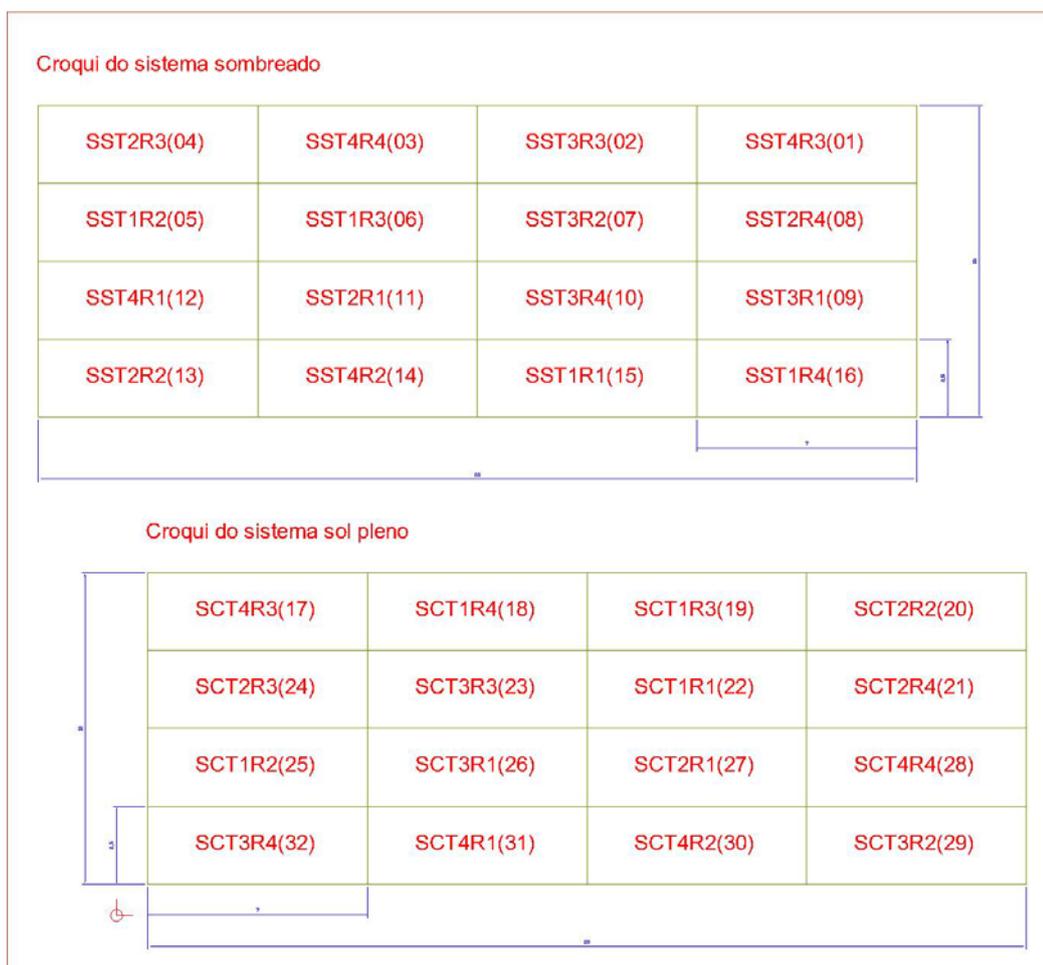
Apêndice F – Fotografias do Laboratório de Solos da EMVZ/UFT, obtidas no decorrer do ensaio experimental de fertilização nitrogenada no capim Mombaça em sistema de integração pecuária-floresta intensificado.



<sup>1,2</sup>Máquina desenvolvida artesanalmente pelo Eng. Agr. Tiago Barbalho, para segmentação de folhas de capim (10cm), para cálculo do índice de área foliar (IAF). <sup>3,4</sup>Amostras de capim Mombaça armazenadas em refrigerador, aguardando análise agrônômica. <sup>5</sup>Estufa com circulação e ventilação de ar forçada Marconi modelo MA 037. <sup>6</sup>Amostras para análise química de folhas e colmos secando a 65°C. <sup>7</sup>Moinho tipo Willey análise foliar Tecnal modelo TE 650. <sup>8</sup>Amostra de agrônômica de folhas, moída em peneira de 1mm em moinho tipo Willey.

**ANEXOS**

**Anexo A** - Croqui de distribuição dos níveis de nitrogênio no sistema de sol pleno e sombreado; SS: sistema sombreado; SC: sistema sol pleno; T: tratamento; R: repetição; (\_\_\_): número da parcela.



## ÍNDICE

Considerações Finais	
Fertilização .....	110
Nitrogênio .....	110
Silvopastoril .....	110
Primeiro Artigo	
Fertilização .....	47, 52
Neossolo Quartzarênico .....	49, 57
Nitrogênio .....	47, 52, 53, 54, 56, 57, 58
<i>Panicum</i> .....	47, 49, 52, 54
Silvopastoril .....	47, 48
Revisão Bibliográfica	
Fertilização .....	22, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 38, 39
Neossolo Quartzarênico .....	36, 40
Nitrogênio .....	22, 24, 28, 29, 31, 36, 40
<i>Panicum</i> .....	25, 27, 32, 34, 35, 36, 37
Silvopastoril .....	23, 24, 25, 26, 29
Segundo Artigo	
Fertilização .....	73
Neossolo Quartzarênico .....	73
Nitrogênio .....	75, 78, 90
Silvopastoril .....	72
Terceiro Artigo	
Fertilização .....	98
Neossolo Quartzarênico .....	97
Nitrogênio .....	96, 97, 98, 100
<i>Panicum</i> .....	99
Silvopastoril .....	97