



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL**

**RAFAEL DE OLIVEIRA DA SILVA**

**Produção de novilhas em pastagem de capim Mombaça sob diferentes níveis tecnológicos**

ARAGUAÍNA  
2021



**RAFAEL DE OLIVEIRA DA SILVA**

**PRODUÇÃO DE NOVILHAS EM PASTAGEM DE CAPIM MOMBAÇA SOB  
DIFERENTES NÍVEIS TECNOLÓGICOS**

Tese apresentada junto ao programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutorado.

Área de concentração: Produção animal

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Fabrícia Rocha Chaves Miotto

Co-orientadores: Dr. Antônio Clementino dos Santos

Dr. José Neuman Miranda Neiva

Araguaína  
2021

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

S586p Silva, Rafael de Oliveira da.  
Produção de novilhas em pastagem de capim Mombaça sob diferentes níveis tecnológicos. / Rafael de Oliveira da Silva. – Araguaína, TO, 2021.  
109 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Ciência Animal Tropical, 2021.

Orientador: Fabícia Rocha Chaves Miotto

Coorientador: Antônio Clementino dos Santos

1. Carbono. 2. Desempenho. 3. Forragem. 4. Nitrogênio. I. Título

**CDD 636.089**

---

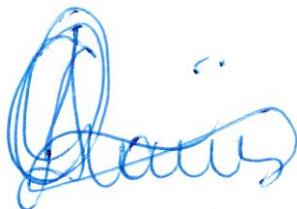
TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

**PRODUÇÃO DE NOVILHAS EM PASTAGEM DE CAPIM MOMBAÇA SOB  
DIFERENTES NÍVEIS TECNOLÓGICOS**

**RAFAEL DE OLIVEIRA DA SILVA**

Tese apresentada e aprovada em 22-01-2021 como  
requisito parcial para obtenção do título de Doutor, tendo  
sido julgada pela comissão examinadora:



---

Dra. Fabrícia Rocha Chaves Miotto  
Universidade Federal do Tocantins-UFT



---

Dr. José Neumam Miranda Neiva  
Universidade Federal do Tocantins-UFT



---

PhD. João Mauricio Bueno Vendramini  
Universidade da Florida-UF



---

Dr. Wesley Faccini Augusto  
Universidade Federal do Tocantins-UFT



---

Dr. Elcivan Bento de Nóbrega  
Universidade Federal do Tocantins-UFT

Araguaína  
2021

**Dedico esta tese aos meus pais, Luiz Evaristo da Silva (*in memoriam*) e Carmelita de Souza Oliveira, pessoas que me deram os melhores exemplos na vida. Também ao meu filho Humberto, que tem me ensinado a ser uma pessoa melhor todos os dias.**

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a Deus por mais essa oportunidade de estar conquistando mais essa etapa da minha vida. Obrigado meu Deus por ter me dado forças para continuar quando eu não mais poderia sozinho.

A minha Esposa Driele, pelo companheirismo, compreensão e por todo amor e dedicação que ela tem comigo e com nosso filho. Também ao meu filho Humberto (1 ano de idade), pelos momentos felizes que esse “godim do papai” tem me proporcionado.

A Universidade Federal do Tocantins, pelo apoio estrutural na execução do projeto de pesquisa.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical – PPGCAT, pela oportunidade de realizar o curso de doutorado e concessão de todo o apoio intelectual e estrutural durante o curso.

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa e financiamento do projeto de pesquisa.

A professora Dra. Fabrícia Rocha Chaves Miotto, pela orientação, paciência e confiança ao longo de toda a execução da minha pós-graduação.

Ao professor Dr. José Neuman Miranda Neiva, que contribuiu significativamente para que essa pesquisa acontecesse. E pela contribuição pessoal e profissional que vem transmitindo ao longo do tempo que trabalhamos juntos.

Ao professor Dr. Antônio Clementino dos Santos (professor Kelé), pela contribuição como Co-orientador da pesquisa executada e também pelos ensinamentos que vem me transmitindo desde a minha graduação. Pessoa das mais altas qualidades.

Aos professores que fazem parte do PPGCAT, pelas disciplinas ministradas no programa de pós-graduação, que foram e são fundamentais para o suporte metodológico e intelectual dos projetos de pesquisa.

Aos colegas que contribuíram na execução de experimento, Felipe, João Pedro, Samuel, Bárbara Percya, Suzana e Ane Caroline.

Aos colegas do PPGCAT, José Helder, Ítalo, Bernardo, Mariana, Mariane, Daniel, Elis Regina, Luan Rodrigues, e Wesley Faccini.

Aos colegas e funcionários de campo, “seu Elimar”, “Valtim”, Oziel, que também foram de grande ajudar na execução do experimento.

Ao grupo de pesquisa em nutrição de animais ruminantes.

Ao amigo André Teles que sempre esteve ao meu lado, sempre que precisava do seu apoio no experimento e também pelas boas e longas conversas que sempre temos.

Só existem dois dias no ano em que nada pode ser feito. Um se chama "ontem" e o outro se chama "amanhã", portanto, hoje é o dia certo para amar, acreditar, fazer e, principalmente, viver.

Dalai Lama

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	11
GENERAL ABSTRACT.....	13
LISTA DE TABELA.....	15
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	16
2. CAPITULO I - REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1. Produção de bovinos de corte no Brasil.....	18
2.2. Ferramentas de intensificação da pecuária bovina.....	19
2.2.1. <i>Uso de suplementos nas águas</i> .....	19
2.2.2. <i>Uso de suplemento na seca</i> .....	22
2.2.3. <i>Manejo da estrutura da pastagem como estratégia de intensificação</i> .....	24
2.2.4. <i>Efeito do Método de pastejo sobre o desempenho animal</i> .....	27
2.3. Desempenho de bovinos em pastagens adubadas.....	29
2.4. Efeito da adubação nitrogenada sobre o fluxo de biomassa.....	31
2.5. Efeito da adubação nitrogenada sobre o valor nutricional da forragem.....	32
2.6. Estoque de carbono no solo em pastagens.....	33
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
CAPITULO II - Desempenho de novilhas de corte em pastagem de capim-Mombaça sob diferentes níveis tecnológicos.....	46
Resumo.....	46
Abstract.....	46
Introdução.....	47
Material e métodos.....	49
Resultados e discussão .....	53
Conclusão.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
CAPITULO III- Características morfogênicas e estruturais em pastagem de capim-Mombaça sob diferentes níveis tecnológicos.....	71
Resumo.....	71
Abstract.....	71
Introdução.....	72
Material e métodos.....	73

<b>Resultados e discussão.....</b>	<b>77</b>
<b>Conclusão.....</b>	<b>85</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>86</b>
<b>CAPITULO IV- Estoque de carbono em pastagem de capim Mombaça sob diferentes níveis de intensificação em curto período de tempo.....</b>	<b>90</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>90</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>90</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>91</b>
<b>Material e métodos.....</b>	<b>93</b>
<b>Resultados e discussão.....</b>	<b>97</b>
<b>Conclusão.....</b>	<b>103</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>105</b>

## RESUMO GERAL

Estudos avaliando forrageiras tropicais submetidas a manejos intensivos, quanto as características de dinâmica de crescimento da planta, juntamente com o desempenho animal ainda são poucos. Objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos de níveis tecnológicos sobre o desempenho de novilhas em pastejo, produção e composição química da forragem, características morfogênicas e estoque de carbono em pastagem de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça. Os tratamentos consistiram em três níveis tecnológicos: Nível I (sem adubação nitrogenada, 43 kg de K<sub>2</sub>O e 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> + lotação contínua), Nível II (150 kg de nitrogênio, 75 kg de K<sub>2</sub>O e 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> + lotação rotacionada) e Nível III (300 kg de nitrogênio, 150 kg de K<sub>2</sub>O e 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> + lotação rotacionada). O desenho experimental foi inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. O experimento foi realizado na Universidade Federal do Tocantins, no período de janeiro a maio de 2018 (Ano I) e janeiro a maio de 2019 (Ano II). Foi utilizado novilhas Nelore com nove meses de idade e peso vivo médio de 220 kg (Ano I) e 250kg (Ano II) para efetuar o pastejo e avaliação de desempenho animal. A massa seca de forragem total e de lâmina foliar foram maiores nos níveis tecnológicos II e III (p<0,05). Houve aumento na proporção de massa seca de material morto quando a pastagem foi submetida ao nível tecnológico I (p<0,05), apresentando valores de 440,21 g kg<sup>-1</sup>. Os valores de proteína bruta elevaram com o aumento dos níveis tecnológicos da pastagem, apresentando 102,8 e 149,9 g kg<sup>-1</sup> no Nível I e III, respectivamente. Houve redução dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) nos níveis tecnológicos II e III (p<0,05). Não houve diferença para o ganho médio diário (GMD) dos animais (p>0,05), apresentando média de 0,7 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. A taxa de lotação e ganho de peso total por hectare foram elevados nos maiores níveis tecnológicos (II e III) (p<0,05), apresentando 3,48 e 6,83 UA ha<sup>-1</sup> (UA= Unidade Animal correspondente a 450 kg de peso vivo) e 398 e 795 kg ha<sup>-1</sup> de peso vivo, para os níveis I e III, respectivamente. O índice nutricional de nitrogênio foi considerado de consumo luxuoso (p<0,05) nos pastos que receberam adubação nitrogenada (Nível tecnológico II e III). Houve diferença significativa (p<0,05) para as variáveis taxa de alongamento e aparecimento foliar, na qual sofreram aumentos nos maiores níveis tecnológicos (II e III) em relação ao nível I, que era de baixo nível tecnológico. Foi observada maior taxa de senescência foliar no nível I(p<0,05). Houve redução no filocrono para os níveis II e III ao comparar ao nível I (p<0,05). Os tratamentos com maior nível tecnológico (II e III) elevou o número de folhas vivas o comprimento final de lâmina foliar e a densidade populacional de perfilhos. De uma forma geral, entre os dois maiores níveis tecnológicos (II e III), não houve diferença significativa para as características morfogênicas e estruturais avaliadas. A massa seca de raiz foi maior nos níveis tecnológicos II e III (p<0,05). A matéria orgânica de serapilheira não diferiu entre os níveis tecnológicos (p>0,05), apresentando média de 4291,66 kg ha<sup>-1</sup>. Os teores de matéria orgânica e estoque de carbono não apresentaram efeito dos níveis tecnológicos (p>0,05) durante o curto período de avaliação (2018 a 2019), observando-se tendência de aumento desses componentes no nível tecnológico III, na qual fazia-se uso do maior nível de adubação nitrogenada (300 kg de N). Houve interação entre nível tecnológico e profundidade para as variáveis matéria orgânica e estoque de carbono (p<0,05), observando-se menores valores dessas variáveis no tratamento III na profundidade de 10-20 cm. A elevação dos níveis tecnológicos com base no uso da adubação nitrogenada em pastagem associado a lotação rotacionada em pastagem de capim-Mombaça eleva a produção de massa seca de forragem, melhora o valor nutritivo da forragem e aumenta a produtividade animal,

adicionalmente melhora os atributos morfogênicos e estruturais da pastagem. A elevação dos níveis tecnológicos, em curto de período de tempo, aumenta a massa seca de raiz, no entanto, não influencia a matéria orgânica e estoque de carbono do solo, embora demonstre indícios de que em períodos mais longos pode haver aumento nos valores dessas variáveis no solo de pastagem com capim Mombaça, havendo a necessidade de mais estudos por períodos mais longos para gerar dados mais precisos dos resultados quando se utiliza esses maiores níveis tecnológicos.

**Palavras-chave:** Carbono. Desempenho. Forragem. Filocrono. Nitrogênio. Produtividade.

## GENERAL ABSTRACT

Studies on tropical forage crops submitted to intensive management, regarding the characteristics of plant growth dynamics with animal performance, are still few. The objective of this study was to evaluate the effects of technological levels on the performance of heifers in grazing, forage production and chemical composition, morphogenic characteristics and carbon stock in *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa. The treatments consisted of three technological levels: Level I (without nitrogen fertilization, 43 kg of K<sub>2</sub>O and 50 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> + continuous stocking), Level II (150 kg of nitrogen, 75 kg of K<sub>2</sub>O and 50 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> + rotated stocking) and Level III (300 kg of nitrogen, 150 kg of K<sub>2</sub>O and 50 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> + rotated stocking). The experimental design was completely randomized with measurements repeated in time. The experiment was carried out at the Federal University of Tocantins, from January to May 2018 (Year I) and from January to May 2019 (Year II). Nelore heifers, nine months old, with an average live weight of 220 kg (Year I) and 250 kg (Year II) were used to graze and evaluate animal performance. The dry mass of total forage and leaf blade were higher at technological levels II and III ( $p < 0.05$ ). There was an increase in the proportion of dry mass of dead material when the pasture was submitted to technological level I ( $p < 0.05$ ), values of 440.21 g kg<sup>-1</sup>. The values of crude protein increased with the increase of the technological levels of the pasture, presenting 102.8 and 149.9 g kg<sup>-1</sup> in Level I and III, respectively. Reduction of neutral detergent fiber (NDF) levels in technological levels II and III ( $p < 0.05$ ). There was no difference for the average daily gain (GMD) of the animals ( $p > 0.05$ ), average mean of 0.7 kg animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>. The stocking rate and total weight gain per hectare were high at the highest technological levels (II and III) ( $p < 0.05$ ), 3.48 and 6.83 AU ha<sup>-1</sup> (AU = Animal Unit corresponding to 450 kg live weight) and 398 and 795 kg ha<sup>-1</sup> live weight, for levels I and III, respectively. The nutritional index of nitrogen was considered luxurious consumption ( $p < 0.05$ ) in pastures that received nitrogen fertilization (Technological level II and III). There was a significant difference ( $p < 0.05$ ) for the variables rate of elongation and leaf appearance, in which they experienced increases in the highest technological levels (II and III) in relation to level I, which was of low technological level. A higher rate of leaf senescence was observed at level I ( $p < 0.05$ ). There was no reduction in the phyllochron for levels II and III when compared to level I ( $p < 0.05$ ). The highest technological levels (II and III) increased the number of live leaves, the final length of the leaf blade and the tillers population density. In general, between the two highest technological levels (II and III), there was no significant difference for the evaluated morphogenic characteristics. The root dry matter was higher at technological levels II and III ( $p < 0.05$ ). The organic matter litter did not differ between the technological levels ( $p > 0.05$ ), average of 4291.66 kg ha<sup>-1</sup>. The levels of organic matter and carbon stock did not differ ( $p > 0.05$ ) during the short evaluation period (2018 to 2019), however an increase tendency was observed at technological level III, in which the highest level of nitrogen fertilization was applied (300 kg ha<sup>-1</sup> of N). There was interaction between technological level and depth for the variables organic matter, and carbon stock ( $p < 0.05$ ), observing lower values of these variables in the level III with a depth of 10-20 cm. The increase in technological levels based on the use of nitrogen fertilization in pasture associated with rotated stocking in Mombasa grass pasture increases the production of forage dry matter, improves the nutritive value of forage and increases animal productivity, additionally improves morphogenic attributes and the structure of the pasture. The increase in technological levels in a short period of time increases the root dry mass, however, it does not influence the organic matter and the carbon stock of the soil, although it shows evidence that in

longer periods there may be an increase in the values of these variables in the pasture soil with Mombasa grass, so studies for longer periods are necessary to generate more accurate data when using these higher technological levels.

**Keywords:** Carbon. Forage. Nitrogen. Performance. Philochron. Productivity.

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

Tabela 1. Valores médios de características agronômicas.....	54
Tabela 2. Valores médios de características agronômicas do capim Mombaça sob diferentes níveis tecnológicos nos ciclos de pastejo.....	56
Tabela 3. Valores médios de características agronômicas nos anos de avaliação.....	57
Tabela 4. Valores médios de variáveis agronômicas pós-pastejo nos anos I e II.....	58
Tabela 5. Valores médio de composição química da lâmina foliar.....	59
Tabela 6. Valores médios de desempenho de novilhas em pastejo.....	61
Tabela 7. Valores médios de eficiência no nitrogênio aplicado.....	62

### CAPÍTULO III

Tabela 1. Características morfogênicas do capim-Mombaça manejado sob diferentes níveis tecnológicos.....	78
Tabela 2. Características estruturais do capim-Mombaça sob níveis de adubação nitrogenada.....	82
Tabela 3. Valores médios de características estruturais nos anos I e II.....	85

### CAPÍTULO IV

Tabela 1. Valores médios de matéria orgânica da serrapilheira (MOSP), matéria orgânica do solo (MO), carbono orgânico (CO) e estoque de carbono (Est. C) em solo de pastagem de capim Mombaça.....	98
Tabela 2. Valores médios de matéria orgânica (MO), carbono orgânico (CO) e estoque de carbono (Est. C) em solo de pastagem de capim Mombaça em diferentes profundidades.....	100
Tabela 3. Valores médios de massa seca de raiz (MSR) e nitrogênio em pastagem de capim Mombaça sob diferentes níveis tecnológicos.....	101
Tabela 4. Valores médios de nitrogênio no solo e relação carbono/nitrogênio (relação C/N) em pastagem de capim Mombaça sob diferentes níveis tecnológicos.....	102
Tabela 5. Valores médios de nitrogênio e relação carbono nitrogênio (C/N) no solo em área de pastagem de capim Mombaça em diferentes profundidades.....	10

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As pastagens são mundialmente difundidas, sendo encontradas desde zonas tropicais a zonas temperadas em diversas regiões do planeta. Estima-se que as pastagens (Gramíneas) existem desde a era Cenozóica, mais precisamente em um período denominado de Mioceno, a cerca de 23 milhões de anos atrás, e que a evolução dos bovinos está diretamente relacionada ao aparecimento dessas espécies vegetais, na qual serviu e serve até hoje como fonte de alimento para esses animais (VAN SOEST, 1994). Atualmente as pastagens ocupam cerca de 3,4 bilhões de hectares no globo (FAO, 2016).

O uso dessas gramíneas na pecuária para alimentar os rebanhos é bastante demandado, principalmente em regiões de clima tropical, na qual o crescimento destas espécies forrageiras é favorecido. Estudos sobre a melhor forma de utilização dessas forrageiras tem sido bastante realizado em gramíneas tropicais nas últimas décadas (DA SILVA; NASCIMENTO JR, 2007), com o intuito de melhorar a sua utilização e contornar algumas limitações na qual as forrageiras tropicais apresentam, tais como o seu valor nutricional e a produção de forragem que se comporta de forma sazonal, devido a variações na distribuição de chuvas ao longo do ano (PEZZOPANE et al., 2020; EUCLIDES et al., 2018; GIMENES et al., 2011).

Manejos relacionados ao uso de suplementação que venham corrigir as deficiências nutricionais das pastagens no período seco e chuvoso, têm mostrado aumentos sobre a produção de bovinos em pastejo (DE PAULA et al., 2019; FERNANDES et al., 2015; SANTOS et al., 2019).

Estratégias de manejo relacionada a estrutura da planta (Altura, interceptação luminosa, número de folhas), e oferta de forragem também tem resultado em aumentos significativos na produtividade animal (EUCLIDES et al., 2018; SILVEIRA et al., 2016; ZANINE et al., 2011; CÂNDIDO et al., 2005; SILVA et al., 2013; DIFANTE et al., 2010). Variações no método de pastejo com base na lotação também tem sido alvo de estudos como ferramenta de melhorias na produção animal e no uso da forragem produzida (HALL et al., 2016; HAO et al., 2013; BRISKE et al., 2008).

O uso de adubação nitrogenada em pastagens tropicais também tem sido pesquisado nas últimas décadas, gerando respostas tão significativas quanto o uso de suplementos na dieta de bovinos em pastejo (DELEVATTI et al., 2019; GIMENES et al., 2011; MOREIRA et al., 2011), além de pôde melhorar aspectos do solo relacionados ao

estoque de carbono em pastagens bem manejadas quando há o uso de maiores níveis de adubação (SILVEIRA et al., 2013).

Objetivou-se com essa revisão apresentar dados relacionados a produção de bovinos em pastejo em pastagens submetidas a diferentes manejos com ênfase em pastagens tropicais, bem como o efeito da adubação nitrogenada sobre a produtividade animal na dinâmica de crescimento de forrageiras tropicais e seu potencial sobre o estoque de carbono do solo.

## 2. CAPITULO I - REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Produção de bovinos de corte no Brasil

A produção de bovinos no Brasil é feita sob sistema de pastagem, reduzindo os custos de produção com alimentação, o que torna a carne bovina brasileira bastante competitiva frente a produtos de países que produzem seus animais confinados em todas as fases da produção (LENZ; DIZEN; TAVARES, 2009).

As áreas de pastagem no Brasil atualmente ocupam cerca de 164,69 milhões de hectares, dentre pastagens naturais e cultivadas (IBGE, 2017), e concentra um rebanho de 214,69 milhões de cabeças, o maior rebanho comercial do mundo, (ABIEC, 2019). Em 2018 a produção de carne bovina em equivalentes carcaça foi estimada em 10,96 milhões de toneladas, desse total, 87,4% foram produzidos exclusivamente a pasto (ABIEC, 2019), demonstrando a importância das pastagens como base de alimento para produção de bovinos.

A pecuária brasileira é a segunda no ranking mundial de produção de bovinos, ficando atrás somente de Estados Unidos da América, e a primeira em exportação de carne bovina (ABIEC, 2019). Essa pecuária é favorecida pelas vastas extensões de terra destinadas a produção de bovinos e clima favorável para o crescimento de gramíneas, principalmente capim tropical. Apesar dos vários aspectos positivos apontados, os índices zootécnicos relacionados a bovinocultura de corte brasileira produzida em pastagem, estão muito aquém do seu potencial de produção (STRASSBURG et al., 2014), apresentando baixas taxas de lotação (0,93 UA ha<sup>-1</sup>) e produtividade anual próximo a 5@ ha<sup>-1</sup> (ABIEC, 2019). Os principais fatores apontados como responsáveis pelos baixos índices produtivos na pecuária são a escolha errônea da planta forrageira para uma determinada região ou tipo de solo, aliado ao manejo do pastejo inadequado, falta de estratégias para momentos críticos relacionados a sazonalidade da produção de forragem, baixa fertilidade natural dos solos principalmente de cerrado e a falta de adubação dos principais macronutrientes importantes para o crescimento vegetal (MARTHA JUNIOR; VILELA, 2002). Esses problemas levam a baixa produção de forragem, resultando em baixas taxas de lotação e produtividade animal, e em uma extinção das áreas de pastagens ao longo do tempo (DIAS-FILHO, 2014)

A seleção de cultivares mais produtivos e adaptados as condições tropicais brasileiras, o uso de suplementos mineral, proteico-energético, o manejo do pastejo

correto e a adubação nitrogenada acima dos níveis convencionais, tem mostrado respostas bastantes expressivas no que diz respeito a aumento da produtividade animal e sustentabilidade dos sistemas de produção (BISERRA et al., 2019; BRAGA et al., 2019; DELEVATTI et al., 2019; BARBERO et al., 2014; GIMENES et al., 2011; BERNARDINO et al., 2011; MOREIRA et al., 2011; DIFANTE et al., 2010; PARIS et al., 2009), podendo ser ferramentas que podem ser utilizadas em diferentes níveis de produção animal de forma conjunta ou separadas.

## **2.2.Ferramentas de intensificação da pecuária bovina**

A produtividade de bovinos em pastagens tropicais pode ser melhorada de várias formas, desde de simples manejo do pastejo a técnicas mais intensivas (BARBERO et al., 2015), como suplementação proteica, proteica-energética, variando de baixos a altos níveis de consumo (ROTH et al., 2019; OLIVEIRA, 2017; BARBERO et al., 2015; SILVA et al., 2010; VILLELA et al., 2009), bem como manejos mais intensivos que não envolve planos nutricionais diretamente, como o manejo da estrutura da pastagem e o uso de elevadas doses de adubação nitrogenada, com o intuito de elevar a produção de massa seca de forragem, conseqüentemente a taxa de lotação e produtividade animal (DELEVATTI et al., 2019).

### ***2.2.1. Uso de suplementos nas águas***

As pastagens tropicais apresentam alta produção de forragem no período das águas, bem como teores de proteína bruta acima dos níveis considerados críticos para a manutenção da flora microbiana e degradação da matéria seca consumida (VAN SOEST, 1994), no entanto, os níveis de energia oriundas do capim tropical é considerada baixa e de lenta degradação no rumem devido ao grande conteúdo de FDN presente nessas forragens (DETMANN; GIONBELLI; HUHTANEN, 2014), que por sua vez limita o consumo de matéria seca resultando em baixo desempenho dos animais (MERTENS, 1994). Alguns estudos também sugerem que a proteína deve ser suplementada no período chuvoso, uma vez que o pasto, apesar de apresentar uma quantidade de proteína que teoricamente atenderia as exigências dos animais em pastejo (DELEVATTI et al., 2019; VENTURINI et al. 2017; PACIULLO et al. 2016; COSTA et al., 2013), possui uma fração de rápida degradação e uma de lenta degradação, não havendo um sincronismo

adequado entre a energia e a proteína presente no pasto (SNIFFEN et al., 1992; POPPI; MCLLENAM, 1995). Nesse contexto o uso de suplementos proteicos energéticos com níveis de baixo a médio consumo pode melhorar o desempenho dos animais, uma vez que irão criar condições no ambiente ruminal favoráveis para as bactérias se desenvolverem e degradar de forma mais eficiente a parede celular da forragem consumida (DE PAULA et al., 2019; DIAS et al., 2015; FERNANDES et al., 2015).

No trabalho de De Paula et al. (2019), avaliando diferentes planos nutricionais em bovinos de corte mantidos em pastagem de capim *Brachiaria decumbens*, nos períodos de transição águas-secas, secas, transição seca-águas e águas, observaram que maiores níveis de concentrado (Proteico/energético) no período chuvoso resultou em maiores ganhos de peso diário, quando comparado aos animais que receberam baixos níveis de concentrado ou somente suplemento mineral, apresentando consumo médio de 0,66 e 0,21% do peso vivo (PV) nos níveis alto e baixo de fornecimento, respectivamente. Resposta de padrão semelhante também foi observada no trabalho de Figueiredo et al. (2011), avaliando níveis crescentes de suplemento proteico/energético (0,25 a 1 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) em novilhas mestiças (Holandês x Zebu) mantidas em pasto de *Brachiaria decumbens* no período das águas, resultando em maiores ganhos de peso diário para os animais que receberam os maiores níveis de concentrado. Dias et al., (2015), observaram melhorias no ganho médio diário em 38,57% ao compararem animais recebendo suplemento mineral com animais recebendo suplementos proteico/energético nas águas. Neste estudo os animais eram novilhos mestiços (Holandês x Zebu) e o consumo médio de suplemento foi em torno de 0,4% do PV. Santos et al. (2019), observaram uma melhoria em torno de 2,6 vezes a mais sobre o ganho médio diário de novilhas nelore ao comparar suplementação proteico/energética ao nível de 0,7% do PV com animais recebendo somente pasto e sal mineral no período das águas.

Alguns trabalhos porem, mostram não haver respostas a suplementação nas águas, em que devido à alta oferta de forragem e uma qualidade superior dessa forragem no período chuvoso, ocorre a diluição do efeito da suplementação (CABRAL et al. 2008), devendo ser considerado que ocorra principalmente em níveis iguais ou acima de 0,6% do PV associados a ofertas de forragem próximo a máxima resposta do consumo de forragem e consequentemente desempenho de bovinos em pastejo, que é de 10 a 12 kg de matéria seca (MS) por 100 kg de PV (ROCHA et al., 2016; CABRAL et al., 2008; HODGSON, 1990). No trabalho de Fernandes et al. (2015), avaliando desempenho de novilhos da raça Girolando, mantidos em pastagem de capim-Marandu sob diferentes

ofertas de forragem e recebendo suplemento proteico/energético na quantidade de 0,5% do PV, observaram maior resposta de desempenho em animais recebendo o suplemento e alta oferta de forragem, no entanto essa oferta estava abaixo dos valores citados por Hodgson (1990), justificando a resposta a suplementação. Maiores ofertas de forragem permitem selecionar forragem com folhas de menor teor de FDN, conseqüentemente maior degradabilidade ruminal, ocasionando em maior consumo de matéria seca e desempenho (POPPI; MCLLENAM, 1995).

A suplementação a pasto no período chuvoso tem mostrado efeitos positivos não somente sobre o desempenho individual dos animais, mas também sobre a capacidade de suporte das pastagens tropicais, conseqüentemente a produtividade animal (OLIVEIRA, 2017; BARBERO et al., 2015; POTTER et al., 2010).

Zervoudakis et al. (2002), ao fornecer suplementos de baixo consumo ao nível de 0,15% do PV ou somente sal mineral em novilhas mestiças (Holandês x Zebu), mantidas em pastagem de capim-Marandu, observou aumento no ganho médio diário e sobre a produtividade, em que os animais recebendo sal mineral apresentaram 0,708 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> vs 0,920 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> nos animais com suplemento e produtividade diária de 1,57 vs 1,946 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Roth et al. (2019), avaliando níveis de suplementação de 0,3% do PV em novilhos Nelore mantidos em pastagem de capim-Tanzânia, observaram aumento na produtividade, em que animais recebendo sal mineral produziram 2,64 e animais suplementados 3,46 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Casagrande et al. (2011), avaliando níveis semelhantes de suplementação em pasto de capim-Marandu, observaram acréscimos menos expressivos, no entanto, os ganhos foram maiores numericamente (4,31 e 4,84 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para sal mineral e 0,3% do PV de suplemento proteico/energético, respectivamente).

No trabalho de Dias et al. (2015), avaliando o desempenho de novilhos cruzados recebendo sal mineral ou suplemento proteico/energético ao nível de 0,4% do PV corporal, observaram ganhos individuais diários de 0,70 e 0,97 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e produtividade diária de 2,44 e 3,21 para sal mineral e suplemento, respectivamente. Zervoudakis et al. (2008), avaliando níveis de 0,5% do PV de suplemento proteico/energético, constaram ganhos de 1,359 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> em novilhos Nelore mantidos em pastagem de *Brachiaria decumbens*. Nesse trabalho a produtividade foi abaixo dos valores observados, no entanto, a taxa de lotação média era baixa (0,92 UA) apesar dos ganhos médios individuais terem sido elevados (0,820 e 1,020 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para sal mineral e suplemento, respectivamente). No trabalho de Fernandes et al. (2015), novilhos

da raça Gir recebendo sal mineral ou suplementação de 0,5% do PV, mantidos em pastagem de capim-Marandu, apresentaram dados com maior produtividade para animais suplementados (6,30 vs 8,71 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para sal mineral e suplemento, respectivamente), elevando em 38,25% a produtividade animal. Vale ressaltar que a produtividade nos animais recebendo somente sal mineral foi elevada comparada com outros trabalhos (DIAS et al., 2019; ROTH et al., 2019; ZERVOUDAKIS et al., 2008). Nesse trabalho a taxa de lotação era de 6,4 e 6,1 UA ha<sup>-1</sup>, no entanto, a pastagem foi adubada com 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio, podendo ter influenciado a alta produtividade no tratamento com somente sal mineral.

No trabalho de Barbero et al., (2015), fornecendo níveis de suplemento de até 0,6% do PV em novilhos Nelore mantidos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, observaram ganhos médio diário semelhantes ao comparar com animais recebendo somente sal mineral e pasto (1,13 e 1,11 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, sal e 0,6% do PV de suplemento, respectivamente), no entanto os ganhos por área foram bastantes expressivos ao serem comparados, 5,25 e 9,22 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, sal mineral e suplemento respectivamente. Santos et al. (2019), avaliando níveis de suplementação de até 0,7% do PV em novilhas da raça Nelore mantidas em pastagem de capim-Marandu, observaram 164% de aumento sobre a produtividade animal no maior nível. Oliveira (2017), avaliando níveis de até 1,5% do PV em novilhas Nelore mantidas em pastagem de capim-Mombaça, observou maiores ganhos no maior nível de suplementação (1,5% do PV), comparado com animais recebendo somente sal mineral, 1,015 e 0,807 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. A produtividade animal também apresentou efeito crescente com 7,74 e 10,85 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para animais recendo sal mineral e o maior nível de suplemento, respectivamente.

### **2.2.2. Uso de suplemento na seca**

Se por um lado o período das águas permite ganhos mais altos com o uso de suplementos ou ganhos mais moderados sem o uso de suplementos em animais mantidos a pasto (DE PAULA et al., 2019; DIAS et al., 2015), no período de seca o uso de suplementos torna-se algo quase que obrigatório para que os animais em pastejo não percam peso, dando a oportunidade da realização pelo menos da manutenção corporal em baixos níveis de consumo (VEDOVATTO et al., 2019; SIMIONI et al., 2009). O principal nutriente limitante no pasto no período de seca é a proteína bruta, na qual cai para níveis considerados críticos, abaixo de 8% em gramíneas tropicais (MORETTI et al., 2013). O

uso de suplementos proteicos irá garantir o desenvolvimento microbiano ruminal para que esses façam a degradação da fibra da forragem (DETMANN et al., 2014), no entanto suplementos proteico/energético apresentam melhores resultados que somente suplementos proteicos (VEDOVATTO et al., 2019), uma vez que a energia contida na forragem de capim tropical é de lenta degradação, necessitando de uma fonte de rápida degradação para que tenha sincronismo entre proteína e energia garantindo a multiplicação microbiana no rúmen, para posteriormente degrada a fibra da forragem (POPPI; MCLLENAM, 1995).

Rocha et al. (2019), avaliando planos nutricionais, para novilhos cruzados (Holandês x Zebu), mantidos em pastagem de capim-Marandu, observou ganhos de 0,400 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> em animais recebendo suplemento proteico/energético na quantidade de 0,1% do PV no período seco do ano, resultando em 1,25 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> produzido.

Vedovatto et al. (2019), fornecendo sal mineral, sal mineral+úreia, suplemento proteico e proteico/energético no período de seca para novilhos Nelore mantidos em pastagem de capim-Marandu, observou que animais recebendo suplemento proteico/energético ao nível de 0,5% do PV, ganharam 74 gramas animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, um ganho considerado baixo para o nível de suplementação, no entanto, os animais que receberam somente sal mineral ou sal mineral+úreia chegaram a perder 85 e 24 gramas por dia, respectivamente. Nesse trabalho o pasto apresentou níveis de proteína bruta muito baixo, em torno de 2,2%, o que pode ter comprometido o ganho de peso dos animais, ocasionando inclusive em perdas diárias. Nesse trabalho a produtividade diária máxima alcançada foi de 0,215 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

No trabalho de Neves et al. (2018), avaliando níveis de suplementação proteico/energética de 0,2 a 0,5% do PV em novilhos cruzados (Holandês x Zebu), observou aumento linear sobre o ganho de peso dos animais (0,371 vs 0,501 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), elevando a produtividade animal (1,23 vs 1,66 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>). Sales et al. (2014), avaliando sal mineral proteínado fornecido *ad libitum* e suplemento proteico/energético ao nível de 0,5% do PV em machos Nelore castrado na fase de terminação, observaram efeito sobre a produtividade animal, elevando de 0,371 para 0,494 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

Simioni et al. (2009), avaliando níveis de suplementação proteico/energética em novilhos anelados mantidos em pasto de *Bracharia decumbens*, observaram maior ganho médio diário em animais recebendo 0,6% do PV de suplemento, apresentado 0,346 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, enquanto animais recebendo somente sal mineral e pasto perderam em

média 0,107 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, reforçando a obrigatoriedade de uma dieta suplementada com proteína e energia para animais mantidos em pastejo em capim tropical durante o período seco. Silva et al. (2010), avaliando níveis de suplemento proteico/energético de até 0,9% do PV em novilhos Nelore em pastagem de capim-Marandu, observaram ganhos de 0,400 e 0,640 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e produtividade de 0,306 e 0,494 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para sal mineral e 0,9% de suplemento, respectivamente.

No trabalho de Filho (2016), avaliando suplementação ao nível de 1,88% do PV ou *ad libitum* (acima de 2% do PV) em bovinos Nelore na fase de terminação mantidos em pasto de capim-Mombaça, observou ganhos de 1,26 e 1,62 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, resultando em ganhos por área de 10 e 13,46 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente. No trabalho de Souza (2016), avaliando o desempenho de novilhas cruzadas (Angus x Nelore), recebendo suplementação concentrada *ad libitum* com consumos acima de 2% do peso vivo mantidas em pastagem de capim-Mombaça, observou-se ganhos diários de 1,79 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, resultando em produtividade de até 23,76 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Esses valores são bastante elevados vista a resultados com níveis menores de suplemento ou animais recebendo somente pasto (ROCHA et al., 2019; VEDOVATTO et al., 2019; SILVA et al., 2010), no entanto, vale ressaltar que esses animais praticamente não dependiam do pasto para atendimento de suas exigências nutricionais, e que o suplemento era composto de ingredientes de alto valor nutricional, resultando em ganhos elevados.

Diante do exposto, pôde-se observar que a suplementação dos animais em pastejo com rações concentradas, melhora o desempenho dos animais e conseqüentemente a produtividade animal no período das águas, permitindo elevar a taxa de lotação animal sem prejudicar os ganhos de peso dos animais. Já no período de seca, as taxas de lotação são relativamente baixas em comparação com as lotações no período das águas, com ganhos mais baixos nos animais recebendo níveis de suplementação semelhantes à do período das águas, conseqüência do baixo valor nutricional do pasto nesse período e a quantidade bastante reduzida da massa de forragem.

### ***2.2.3. Manejo da estrutura da pastagem como estratégia de intensificação***

O manejo do pastejo é utilizado para manter a perenidade das pastagens e garantir produtividades adequadas, em que manejos errôneos podem ocasionar em degradação e conseqüentemente necessidade de reforma de pastagem em curto período de tempo (Dias-

Filho, 2014). O manejo do pastejo pode ser baseado na altura do dossel no momento de entrada ou/e saída (EUCLIDES et al., 2018; SILVEIRA et al., 2016; GIMENES et al., 2011) ou interrupção da rebrota em uma determinada interceptação luminosa como sendo o ideal para realização do pastejo na qual também está relacionado à altura do dossel no momento de entrada (ZANINE et al., 2011; CARNEVALLI et al., 2006), número de novas folhas expandidas após o corte (CÂNDIDO et al., 2005) e índice de área foliar pós-pastejo (SILVA et al., 2013). O manejo da planta forrageira afeta a estrutura do pasto, que por sua vez tem efeito direto sobre o comportamento ingestivo dos animais em pastejo e desempenho (DA SILVA et al., 2013).

Reis et al. (2013), avaliando o desempenho de novilhos Nelore no período das águas mantidos em pastagem de capim-Marandu sob três alturas de dossel (15, 25, 35 cm) em lotação contínua, elevou a taxa de lotação na menor altura, no entanto houve redução no ganho de peso dos animais (0,3 vs 0,7 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, 15 e 35 cm, respectivamente), resultando em maior produtividade para animais manejados nas maiores alturas (25 e 35 cm), 2,5 3,2 e 3,6 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, para as alturas 15, 35 e 25 cm, respectivamente. Da silva et al. (2013), avaliando essa mesma forrageira manejada sob lotação contínua nas alturas de 10, 20, 30 e 40 cm nas quatro estações no ano, também observaram maior taxa de lotação na menor altura e maior produtividade na maior altura com novilhas cruzadas (*Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus*) em pastejo, resultando 0,190 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e 0,690 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> na menor altura (10 cm) vs 0,930 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e 1,50 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> na altura de 40 cm, um aumento de 117,39% sobre a produtividade animal. Barbero et al. (2015), avaliando também efeitos da altura do manejo do capim-Marandu em pastejo contínuo nas alturas de 15, 25 e 35 cm com novilhos Nelore, também observaram maior taxa de lotação na menor altura, no entanto, o aumento na taxa de lotação não prejudicou o desempenho dos animais, resultando em 1,08 e 1,20 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, 9,26 e 5,59 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para as alturas 15 e 35 cm, respectivamente.

Nantes et al. (2013), avaliando desempenho de bovinos mantidos em pastagem de capim-Piatã, sob lotação contínua, nas alturas de 15, 30 e 45 cm, observaram maior produtividade na menor altura, sem haver diferença sobre o ganho individual dos animais.

Barbero et al. (2014), avaliando quatro manejos de alturas (20, 40, 60 e 80 cm) em capim-Tanzânia sob lotação contínua, observou maior produtividade na menor altura, compensando os maiores ganhos diários individuais nas maiores alturas, resultando em aumento da produtividade animal. Os efeitos de aumento da produtividade sem prejudicar

o desempenho ou reduzindo o ganho diário, mas sem afetar a produção por área, é devido os animais aproveitarem melhor a massa de forragem disponível na pastagem, reduzindo as perdas de forragem produzida.

Variações na oferta de forragem (kg MS/kg PV) também afetam os desempenhos dos animais em pastejo, uma vez estas também modificam a estrutura da pastagem (OLIVEIRA et al., 2016; FERNANDES et al., 2015). Em que maiores ofertas elevam o desempenho dos animais de forma individual, por permitir a seleção de uma dieta de melhor qualidade nutricional, no entanto, ocorre redução na taxa de lotação, resultando no final em menor produtividade (OLIVEIRA et al., 2016; FERNANDES et al., 2015).

Em métodos de pastejo com lotação rotacionada, os manejos de alturas podem ser adotados no momento de entrada ou saída dos animais em pastejo (EUCLIDES et al., 2018; EUCLIDES et al., 2016; GIMENES et al., 2011; DIFANTE et al., 2010). Menores alturas de resíduo resultam em um maior aproveitamento da massa de forragem permitindo aloca mais animais por unidade de área, no entanto, pode permitir também que os animais consumam uma dieta de menor valor nutricional (EUCLIDES et al., 2018), resultando em menores ganhos de peso individual. Gimenes et al. (2011), avaliando duas alturas de entrada em pasto de capim-Marandu, 25 e 35 cm, com altura de resíduo de 15 cm para ambos, observou que a menor altura elevou o ganho de peso individual dos animais em pastejo e a taxa de lotação ( $0,629 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  e  $3,13 \text{ UA}$ ), em relação a maior altura ( $0,511 \text{ kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  e  $2,85$ ). A soma desses dois fatores (aumento na taxa de lotação e ganho de peso individual), resultou em uma produtividade de  $2,10 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  contra  $1,6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ .

Euclides et al. (2018) e Euclides et al. (2016), avaliando duas alturas de resíduos em pasto de capim-Mombaça (30 e 50 cm) e altura de entrada de 90 cm, correspondente a 95% de interceptação luminosa (IL) pelo dossel, observaram maior taxa de lotação na menor altura, e maior ganho de peso individual na maior altura, resultando em maior produtividade também na maior altura, em que a menor altura apesar de ter mantido mais animais por unidade de área não foi capaz de superar os ganhos na maior altura. As menores alturas elevaram os terrores de FDN da forragem, redução do teor de proteína bruta e da digestibilidade da matéria seca, podendo ter ocasionado no menor desempenho individual dos animais, além de elevar o tempo de recuperação do dossel da pastagem.

Difante et al. (2010), avaliando o desempenho de novilhos de corte em pastagem de capim-Tanzânia sob duas alturas de resíduo (25 e 50 cm) com altura de entrada correspondente a 95% IL, observaram maior ganho de peso na maior altura de resíduo,

no entanto, a menor altura elevou a taxa de lotação ao ponto de compensar sobre a produtividade animal. Nesse trabalho não houve diferença sobre a composição química da forragem no momento de entrada para as duas alturas de resíduo, uma vez que a condição de entrada foi semelhante para todos (95% de IL), no entanto, a menor altura pode ter permitido que animais consumissem colmos e material morto, resultando em menor desempenho, pois os estratos abaixo dos 50 cm tinha maior participação desse material em relação ao estrato acima dos 50 cm, que continha praticamente folhas (DIFANTE et al., 2010).

Diante desses resultados, observa-se que é possível elevar a produtividade animal apenas manejando a forragem de forma adequada para cada espécie e cultivar, o que pode levar há uma grande vantagem econômica sem a necessidade de investimentos elevados. Vale lembrar também, que a suplementação poderá ter seus resultados melhor expressados quando as pastagens forem bem manejadas.

#### ***2.2.4. Efeito do Método de pastejo sobre o desempenho animal***

O método de lotação animal é definido como um procedimento ou técnica de manipulação dos animais do espaço e no tempo para atingir um objetivo específico (ALLEN et al., 2011). Dentre os métodos de pastejo, dois se destacam por serem os mais utilizados em pastagens, são: o método de pastejo de lotação contínua na qual os animais permanecem na mesma área durante todo período de pastejo e o de lotação rotacionada, na qual uma área de pastagem é dividida em três piquetes ou mais e são pastejados em sequência com períodos de ocupação e de descanso definidos (ALLEN et al., 2011). O método de lotação contínuo é considerado mais extensivo enquanto o método de lotação rotacionada, permite um melhor aproveitamento de colheita da forragem pelo animal e um melhor aproveitamento de uso das áreas de pastagem, no entanto os resultados sobre a produtividade final são inconsistentes quanto a diferenças na massa de forragem, produtividade animal e de uma forma geral, a ecologia do sistema da pastagem, mostrando não haver diferença na maioria dos trabalhos comparando os dois métodos de pastejo (HALL et al., 2016; HAO et al., 2013; BRISKE et al., 2008; POPP et al., 1996; HART et al. 1989; TAYLOR, 1989).

Hao et al. (2013), avaliando o desempenho de ovinos mantidos em pastagem com predominância de *Leymus chinensis* na Mongólia Interior, por um período de três anos (2005 a 2008), observaram que não houve diferença sobre a massa de forragem e o

consumo de matéria seca pelos animais, conseqüentemente também não houve diferença sobre o desempenho dos animais. Hall et al. (2014), avaliando a produção de massa de forragem e a capacidade de suporte em pastagens composta por espécies variadas de plantas forrageiras no Norte da Austrália, pastejada por Bovinos por um período de quatro anos (2006 a 2009), observaram que o método de pastejo (lotação contínuo ou rotacionada) não afetou a produção de massa de forragem nem a capacidade de suporte das pastagens, sugerindo portanto, não haver diferença sobre a produtividade animal. No trabalho de Popp et al. (1996), realizado de 1991 a 1993 (três anos) na província de Manitoba-Canadá, o método de pastejo também não afetou a massa de forragem em pastagem de alfafa pastejada por novilhos, nem o valor nutricional da dieta ingerida, não havendo efeito também sobre a digestibilidade da matéria seca ingerida, indicando não haver efeito sobre o desempenho animal. McCollum e Gillen (1998), avaliando o consumo de forragem e de nutrientes e a digestibilidade de nutrientes, em novilhos mantidos em pastagens de pradaria em Oklahoma-Estados Unidos da América, por um período de dois anos, observaram uma redução em todas as variáveis avaliadas nos animais mantidos em lotação rotacionada, o que indica redução no desempenho dos animais mantidos no método rotacionado. Soares et al. (2015), avaliando o desempenho de novilhas mantidas em pastagens naturais do Sul do Brasil, também não observaram diferença sobre o desempenho e taxa de lotação dos animais mantidos sob lotação contínua ou rotacionada.

Pitts e Bryant (1987), avaliando o desempenho de novilhos mantidos em pastagem composta de diferentes espécies forrageiras no estado do Texas-Estados Unidos da América, por um período de 4 anos, não observaram diferença sobre o ganho de peso dos animais e taxa de lotação, resultando em igualdade sobre a produtividade animal.

Apesar da maioria dos resultados mostrarem não haver diferenças entre os métodos de pastejo, no trabalho de Bertesen et al. (1993), avaliando o desempenho de novilhas mantidas em pastagem de alfafa, capim-Festuca e gramínea de pomar, foi observado desempenho individual semelhante entre os tratamentos, no entanto, a produtividade foi até 40% superior nos tratamentos com lotação rotacionada, efeito do aumento da taxa de lotação.

Na revisão realizada por Briske et al. (2008), a maioria dos trabalhos analisados demonstram que ambos métodos de pastejo, lotação contínuo e rotacionada, podem promover desempenhos animal semelhantes, tanto em ganhos individuais, como ganhos por área, com uma tendência do método de pastejo ser em alguns casos até superior ao

pastejo rotacionado. Portanto, o método de pastejo deve ser baseado em uma escolha que facilite o manejo da pastagem, pois ambos possuem limitações semelhantes quanto aos fatores relacionados a desempenho animal e produção de forragem.

A maioria dos trabalhos avaliando métodos de pastejo com bovinos, foram realizados em pastagens de clima temperado, havendo uma escassez na literatura com trabalhos avaliando métodos de pastejo com gramíneas tropicais.

### **2.3. Desempenho de bovinos em pastagens adubadas**

O uso de adubação nitrogenada em pastagens tropicais pode melhorar de forma expressiva a produtividade animal, com efeito sobre o aumento na taxa de lotação sem prejuízos sobre o desempenho individual dos animais (DELEVATTI et al., 2019; GIMENES et al., 2011; MOREIRA et al., 2011; CANTO et al., 2009; BERNARDINO et al., 2011).

Chopa et al. (2016), observaram aumento no desempenho individual dos animais mantidos em pastagem de aveia ao adubar com 100 kg de nitrogênio (N), saindo de 0,700 (sem adubação) para 0,880 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (100 kg ha<sup>-1</sup> de N). Lima et al. (1999), avaliando doses de N em pastagem de Limpograss, observou um aumento de 500% sobre ganho diário dos animais, saindo de 0,06 para 0,360 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> ao elevar a doses de N de 50 para 150 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Apesar desse aumento expressivo sobre a produção animal em termos percentuais, esses ganhos não são muito altos em valores absolutos, provavelmente esses baixos ganhos são oriundos dos baixos valores de proteína bruta observados na forragem (5,6 e 7,3%) em ambas as doses de N (50 e 150 kg). Pontes et al. (2018), também observaram aumento no desempenho individual de novilhas quando elevou a doses de nitrogênio de 90 para 180 kg ha<sup>-1</sup> em pastagem de composta por *Lolium multiflorum* e *Avena strigosa* no Sul do Brasil, em que os animais saíram de 0,882 para 0,937 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

Bernardino et al. (2011), elevaram em mais de três vezes a produtividade animal ao elevar as doses de 0 para 100 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio em pastagem de capim-Marandu, saindo de 0,540 para 1,50 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Nesse trabalho a maior dose de N não foi muito alta (100 kg), o que pode explicar em partes a baixa produtividade observada nesse trabalho comparados a outros avaliando essa mesma espécie de planta forrageira (GIMENES et al., 2011; DELEVATTI et al., 2019), no entanto, mostra a importância do nitrogênio para a produção de forragem e seu reflexo sobre a produção animal quando

este elemento não é fornecido para planta via adubação, principalmente em solo de baixa fertilidade natural.

Euclides et al. (2007), ao elevarem as doses de N de 50 para 100 kg em pastagem de capim-Tanzânia, não observaram efeito sobre o ganho médio diário dos animais (0,443 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), porém, a produtividade animal elevou de 690 para 780 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e ganhos diários de 1,89 para 2,14 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

Gimenes et al. (2011), avaliando doses de nitrogênio mais elevadas, aumentando de 50 para 200 kg ha<sup>-1</sup> em pastagem de capim-Marandu, não elevaram o ganho peso individual (0,745 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), porém, elevou a produtividade de 675 para 890 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e ganhos diários de 1,48 para 1,95 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, nas doses 50 e 200 kg de N, respectivamente, resultando em 31,85% de aumento sobre a produtividade animal.

No trabalho de Pinheiro et al. (2014), avaliando doses de 75 a 225 kg ha<sup>-1</sup> de N em pastagem de capim-Tanzânia, o ganho diário dos animais foi de 0,830 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, sem diferença entre as doses de N, no entanto, aumentos sobre a produtividade resultando em ganhos de 1,67 e 2,22 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> entre as respectivas doses.

Delevatti et al. (2019), avaliando doses de 0 a 270 kg ha<sup>-1</sup> de N em pastagem de capim-Marandu, elevou a taxa de lotação de 3,37 para 6,55 UA ha<sup>-1</sup> e aumentou a produtividade animal, de 4,24 para 7,99 kg kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente, um aumento de 88,4% sobre a produtividade animal.

No trabalho de Moreira et al. (2011), avaliando doses de 75 até 300 kg h<sup>-1</sup> de N (75, 150, 225 e 300 kg ha<sup>-1</sup>) em pastagem de *Brachiaria decumbens*, também não observaram diferença sobre o ganho de peso individuais entre as doses (0,615 kg kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), porém, observaram aumento na taxa de lotação de 3,6 para 5,3 UA ha<sup>-1</sup>, comparando a menor dose de N com a maior, e um aumento sobre produtividade animal de 3,99 para 6,82 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

Canto et al. (2009), avaliando o desempenho de tourinhos Nelore em pastagem de capim-Tanzânia com doses de N de 100 até 400 kg ha<sup>-1</sup>, observou ganhos diários individuais semelhantes entres os animais nos diferentes tratamentos (0,730 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), no entanto, houve aumento na taxa de lotação e produtividade animal, em que a dose de 100 kg apresentou produtividade de 399 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e a dose de 400 mais que dobrou esse valor, apresentando produtividade média de 895 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Esses aumentos sobre a produtividade animal são decorrentes de aumentos sobre a produção de massa seca de forragem total em resposta a maiores doses de (N), podendo promover de duas a três vezes mais o acúmulo de massa seca de forragem total em relação

a pastagens não adubadas, bem como de um aumento na proporção de folhas em relação a colmos, permitindo que os animais selecione melhor sua dieta durante o pastejo (DEVEVATTI et al., 2019; PONTES et al., 2018; GARCEZ NETO et al., 2012; BERNARDINO et al., 2011).

#### **2.4. Efeito da adubação nitrogenada sobre o fluxo de biomassa**

O aumento no acúmulo de massa de forragem em pastagens adubadas com N podem ser melhor compreendido em estudos que avaliam características agronômicas e morfológicas em pastagem adubadas (RODRIGUES et al., 2019; SILVA et al., 2019; MARTUSCELLO et al., 2015; CABRAL et al., 2012; GARCEZ NETO et al., 2012; BASSO et al., 2010).

O aumento da produtividade da massa de forragem de total em pastagens submetidas a adubação nitrogenada pode ser via aumentos no número de perfilhos por área ou pelo aumento do fluxo de biomassa para os componentes do perfilho (folha e colmo) (ALEXANDRINO; CÂNDIDO; GOMIDE, 2011; ZARROUGH; NELSON, 1980).

Cabral et al. (2012), avaliando doses de 0 a 500 kg ha<sup>-1</sup> em capim-Xaraés, observaram maior quantidade de perfilhos nas maiores doses de N, elevando em 87% a densidade de perfilhos. Também foi observado maior número de folhas por perfilhos nas maiores doses de N, contribuindo diretamente sobre a massa seca de forragem total.

Silva et al. (2019), também observaram maior densidade de perfilhos nas maiores doses de N (0 a 400 kg ha<sup>-1</sup>) em capim-Mombaça, elevando em 130% a quantidade de perfilhos na maior dose (400 kg) comparado ao tratamento sem adubação nitrogenada. Garcez Neto et al. (2012), avaliando doses de N em capim-Mombaça (0, 25 e 50 mg dm<sup>-3</sup>), observaram maior número de perfilhos e peso na dose máxima de N (50 mg). O peso das lâminas foliares também foram maiores na maior dose de N, indicando um aumento no fluxo de biomassa nesse componente agronômico.

Rodrigues et al. (2019), avaliando doses de 0 a 450 kg ha<sup>-1</sup> de N em pastagem de capim-Marandu, observaram maiores taxas de aparecimento e alongamento foliar na maior dose de N, bem como uma maior duração de vida dessas folhas aparecidas reduzindo o número de folhas mortas e aumentando o número de folhas vivas.

Basso et al. (2010), avaliando doses de N de 0 a 450 kg ha<sup>-1</sup> em pastagem de capim-Milênio, observaram maiores valores de taxa de aparecimento foliar na maior

dose, elevando de 0,059 para 0,225 folhas aparecidas perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, um aumento de 281,2%, sobre o valor dessa variável. A taxa de alongamento foliar apresentou efeito quadrático nesse trabalho, apresentando máxima resposta na dose de 341 kg ha<sup>-1</sup>, elevando de a taxa de alongamento foliar de 2,82 para 8,34 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Houve também redução da taxa de senescência foliar e aumento no número de folhas vivas com o aumento das doses de N. Essas variáveis têm efeito direto sobre a taxa de acúmulo líquido de forragem, e a estrutura do pasto, que por sua vez exerce efeito sobre o comportamento ingestivo dos animais, conseqüentemente a produtividade animal (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2007).

Os maiores níveis de adubação nitrogenadas tem apresentando respostas positivas sobre o filocrono em pastagens tropicais, reduzindo o número de dias necessário para o surgimento de novas folhas após o pastejo (LOPES et al., 2013).

Rodrigues et al. (2019), observou redução de 11,79 para 8,71 dias necessários para o aparecimento e expansão total de uma folha comparando 0 com 450 kg ha<sup>-1</sup> de N em capim-Marandu, respectivamente. Basso et al. (2010), observou redução de 16,99 para 8,46 dias sobre o filocrono ao elevar as doses de N de 0 para 300 kg em capim-Milênio. Uma redução de metade do tempo que seria necessário para a expansão completa de uma folha nova. Esse resultado apresenta efeito direto sobre a produtividade de forragem e animal, resultando em um maior número de cortes durante uma estação de crescimento e permitindo elevar a taxa de lotação animal.

## **2.5.Efeito da adubação nitrogenada sobre o valor nutricional da forragem**

A adubação nitrogenada tem mostrado resultados positivos em termos de melhorias do valor nutricional de forragens tropicais que são considerados baixos, havendo redução dos teores de FDN e FDA, e elevando os teores de proteína bruta (PB) (DELEVATTI et al., 2019; ESCARELA et al., 2017; MOREIRA et al., 2011; SOUSA et al., 2010)

Viana et al. (2011), observaram aumento de 6,85 para 10,4% sobre o conteúdo de proteína bruta em pastagem *Urochroa decumbens* cv. Basilisk, ao elevarem as doses de N de 0 para 300 kg ha<sup>-1</sup>. Sousa et al. (2010), avaliando doses de 0 a 300 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, observaram aumento no teor de PB de 8,6% para 12,3%, respectivamente. Padrão de resposta semelhante também foi encontrado no trabalho de Delevatti et al. (2019), entre pastagens adubadas e não adubadas com N, elevando de 11,3 para 16,7% os

teores de PB em pasto de capim-Marandu ao comparar doses de 0 e 270 kg ha<sup>-1</sup> de N, respectivamente. Silva (2016), avaliando doses de até 450 kg de N em pastagem de capim-Mombaça observou teores de PB de 20,41% para esta dose, mostrando que as forrageiras tropicais respondem muito bem aos níveis de adubação em termos de melhorias sobre a PB, porém essas respostas são limitadas, em que doses acima de 400 kg ha<sup>-1</sup> de N reduzem a expressão dessa resposta ou não provocam aumentos (COSTA et al., 2013; SILVA, 2013).

Em relação aos teores de FDN e FDA os resultados tem mostrado que ao elevar as doses de nitrogênio pode haver redução nos valores dessa variável (DELEVATTI et al., 2019; PONTES et al., 2016), indicando melhorias sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca quando há redução dessas frações na dieta (VAN SOEST, 1994; MERTENS, 1994).

No trabalho de Magalhães et al. (2011), onde foram utilizadas doses de 0 a 300 kg ha<sup>-1</sup> de N em pastagem de *Brachiaria decumbens*, houve redução nos teores de FND e FDA das lâminas foliares entre as doses 0 e 300 kg, reduzindo de 68 para 66% e 29 para 27%, os teores de FDN e FDA, respectivamente. Delevatti et al. (2019), observaram redução de 60,6 para 55,9% sobre o conteúdo de FDN e de 29,8 para 27,6% sobre a FDA entre as doses 0 e 270 kg, respectivamente.

Apesar de alguns trabalhos apresentarem respostas positivas em termos de redução nos teores de FDN e FDA em função das adubações nitrogenadas (MAGALHÃES et al., 2011; SOUSA et al., 2010), outros trabalhos tem apresentado efeitos não significativos sobre a redução dessas frações ao elevar as doses de N (PATÊS et al., 2008; DIFANTE et al., 2010).

## **2.6. Estoque de carbono no solo em pastagens**

Os organismos vegetais têm uma característica considerada vital para a garantia de sobrevivência das espécies animal no planeta, que é o fato de estes transformarem o CO<sub>2</sub> disperso na atmosfera via fotossíntese em carboidratos e proteínas que irão servir de alimento para os animais (TAIZ; ZEIGER, 2006) ou estoca-lo no solo na forma de matéria orgânica retirando esses da atmosfera (BORGES et al, 2019), contribuindo para níveis adequados destes sobre a qualidade do ar e para um não aumento das temperaturas globais. As pastagens por cobrirem uma superfície significativa do planeta são de fundamental importância para o sequestro desse carbono da atmosfera, quando bem

manejas (LAL, 2018; FAO, 2016; LEMAIRE, 2007). Por outro lado, manejos errôneos no manejo do pastejo e no uso do solo podem contribuir para o aumento das emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera (SILVEIRA et al., 2013; STEWART et al., 2012).

Estratégias no uso de pastagens para que estas deixem de emitir carbono para a atmosfera e passem a retirar esse carbono de lar pelo chamado sequestro de carbono, é de extrema importância para manutenção dos ecossistemas (LAL, 2018). Esses aumentos no sequestro de carbono podem ser intensificados via boas práticas de manejo aumentos na produtividade de forragem por área, que na maioria das vezes estão associados ao uso de adubação nitrogenada (DELEVATTI et al., 2019; VENDRAMINI et al., 2007).

Segundo Lal (2002), boas práticas de manejo associados ao uso de fertilizantes de forma eficiente podem contribuir com o aumento no sequestro de carbono em aproximadamente 60 a 70% que foi perdido do solo para atmosfera devido a práticas de manejo do solo consideradas intensificadoras desse efeito. Neill et al. (1997), em um estudo analisando estoque de carbono em áreas de pastagem na Amazônia, observaram que solos com maiores quantidade de N minimizaram as perdas de carbono ou apresentaram maiores quantidades em comparação a solos com menores quantidades de N, sugerindo que reduzir a relação carbono/nitrogênio no solo pode ser uma forma de manter maiores quantidades de carbono no solo. No entanto, Stewart et al. (2012), em um trabalho analisando diferentes solos sob diferentes manejos quanto ao estoque de carbono orgânico, sugerem que redução na relação nitrogênio carbono pode fazer com que ocorra uma maior degradação na matéria orgânica do solo podendo reduzir o carbono orgânico presente no solo, porém, os dados são inconclusivos.

No trabalho, Silveira et al. (2013), avaliando o efeito da adubação nitrogenada em pastagem de Tifton 85 sobre o estoque de carbono no solo em curto prazo de tempo, com doses de 50 a 250 kg ha<sup>-1</sup> no Sul da Florida-USA, não observaram efeito sobre o carbono orgânico no solo, porém, o carbono orgânico presente em pequenas partículas do solo (carbono orgânico particulado) apresentou efeito linear crescente em função das doses de N, sugerindo que essa variável pode ser um indicativo de mudanças na dinâmica do carbono no solo em curto prazo. Borges et al. (2019), avaliando o efeito de doses de N sobre o estoque de carbono nessa mesma espécie forrageira em curto prazo com doses semelhantes de N no Sudeste do Brasil, não observaram efeito das doses sobre o carbono orgânico particulado em função das doses de N.

O manejo do pastejo tem mostrado efeito sobre o estoque de carbono em pastagens destinadas ao pastejo animal, em que manejos que adotam pastejos mais intensivos (Alta

pressão de pastejo) reduzem o estoque de carbono no solo significativamente (WANG et al. 2017; SILVEIRA et al., 2013), principalmente em regiões do planeta de clima tropical e subtropical (EZE; PALMER; CHAPMAM, 2019; DUBEX et al., 2006).

Gramíneas de metabolismo considerado C4 apresentam grande potencial em estocar carbono no solo, por apresentarem maior biomassa de raiz em comparação a gramíneas C3 (BRESCIANO et al., 2018; SILVEIRA et al., 2013). Nesse contexto, mais estudos avaliando manejos de pastejo e o uso de adubação nitrogenada podem trazer respostas mais conclusivas sobre o potencial das gramíneas C4, que são típicas de climas tropicais, sobre o estoque de carbono no solo.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O uso de pastagens tropicais como ferramenta de produção de bovinos pode ser explorado de forma bastante ampla em termos de manejo para alcançar os melhores resultados. O uso de suplementos no período das águas eleva o ganho de peso dos animais e a produtividade, no entanto, práticas de manejo do pastejo podem elevar a produtividade tanto quanto o uso de suplementos nas águas. A produtividade no período da seca em pastagens tropicais pode ser bastante comprometida quando não há o uso de suplementos concentrados para corrigir as deficiências do pasto nesse período.

O uso de adubação nitrogenada é uma ferramenta que pode ser explorada para melhorar o valor nutricional das pastagens, os atributos morfofisiológicos da planta e principalmente, elevar a produtividade animal em pastagens tropicais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 jan/mar, 2011.

ALLEN, V.G.; BATELLO, C.; BERRETTA, E.J.; HODGSON, J.; KOTHMANN, M.; LI, X.; MCIVOR, J.; MILNE, J.; MORRIS, C.; PEETERS, A.; SANDERSON, M. An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, v.66, 2–28, 2011.

Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes –ABIEC. **Beef report: Perfil da pecuária no Brasil**–Relatório anual 2019. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/controle/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>. Acesso em: 22/09/2019.

BARBERO, R. P.; MALHEIROS, E. B.; ARAÚJO, T. L. R.; NAVE, R. L. G.; MULLINIKS, J. T.; BERCHIELLI, T. T.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 209, p. 110-118, 2015.

BARBERO, R.P.; BARBOSA, M.A.A.F.; CASTRO, L.M.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y.; BUMBIERIS JR, V.H.; SILVA, L.D.F.; MASSARO JR, F.L. Desempenho de novilhos de corte em pastos de capim-Tanzânia sob quatro alturas de desfolha. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.2, p.481-488, 2014.

BASSO, K.C.; CECATO, U.; LUGÃO, S.M.B.; GOMES, J.A.N.; BARBERO, L.M.; MOURÃO, G.B. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastos de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p.976-989 out/dez, 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, 2011.

BERTELSEN, B. S.; FAULKNER, D. B.; BUSKIRK, D. D.; CASTREE, J. W. Beef cattle performance and forage characteristics of continuous, 6-paddock, and 11-paddock grazing systems. **Journal of Animal Science**, v.71, n.6, p.1381–1389, 1993.

BISERRA, T.T.; CECATO, U.; GALBEIRO, S.; BRIDI, A.M.; FERNANDES, H.J.; DUARTE, C.F.D.; SILVA, D.R.; VICENTE, J.V.R.; ROGEL, C.P.; The effect of different grazing heights on carcass and meat quality characteristics of Nellore cattle fattened in pastures of Convert grass. **Tropical Animal Health and Production**. Publicação online. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02050-6>. Acesso em 12 de novembro de 2019. 2019.

BORGES, B.M.M.N.; BORDONAL, R.O.; SILVEIRA, M.L.; COUTINHO, E.L.M. Short-term impacts of high levels of nitrogen fertilization on soil carbon dynamics in a tropical pasture. **CATENA**, 174, 413–416, 2019.

BRAGA, G.J.; MACIEL, G.A.; GUIMARÃES JR, R.; RAMOS, A.K.B.; CARVALHO, M.A.; FERNANDES, F.D.; FONSECA, C.E.L.; JANK, L. Performance of young Nellore bulls on guineagrass pastures under rotational stocking in the Brazilian Cerrado. **Tropical Grasslands-Forrajões Tropicais**, v.7, p.214-222, 2019.

BRESCIANO, D.; PINO, A.D.; BORGES, A.; TEJERA, M.; SPERANZA, P.; ASTIGARRAGA, L.; PICASSO, V. Perennial C4 grasses increase root biomass and carbon in sown temperate pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.62, n.3, p.332-342, 2019.

BRISKE, D. D., DERNER, J. D., BROWN, J. R., FUHLENDORF, S. D., TEAGUE, W. R., HAVSTAD, K. M.; GILLEN, R.L.; ASH, A.J.; WILLMS, W. D. Rotational Grazing on Rangelands: Reconciliation of Perception and Experimental Evidence. **Rangeland Ecology & Management**, v.61, n.1, p.3–17, 2008.

CABRAL, W.B.; SOUZA, A.L.; ALEXANDRINO, E.; TORAL, F.L.B.; SANTOS, J.N.; CARVALHO, M.V.P. Características estruturais e agronômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.846-855, 2012.

CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, J. T.; COPPEDÊ, C. M.; SOUZA, A. L.; CARAMORI JÚNIOR, J. G.; POLIZEL NETO, A.; OLIVEIRA, I. Suplementação de bovinos de corte mantidos em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia no período das águas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 2, p. 293-302, 2008.

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

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; EUBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; SILVA, G.N.; MORAIS, J.P.G. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, p.165 –176, 2006.

CANTO, M.W.; FILHO, A.B.; MORAES, A.; HOESCHL, A.R.; GASPARINO, E. Animal production in tanzania grass swards fertilized with nitrogen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1176-1182, 2009.

CANTO, M.W.; HOESCHL, A.R.; FILHO, A.B.; MORAIS, A.; GASPARINO, E. Características do pasto e eficiência agronômica de nitrogênio em capim-tanzânia sob pastejo contínuo, adubado com doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, 43, 682-688, 2013.

CARVALHO, T.B; DE ZEN, S.; TAVARES, E.C.N. Comparação de custo de produção na atividade de pecuária de engorda nos principais países produtores de carne bovina. In:

**Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 47.** Porto Alegre: SOBER. 2009.

CASAGRANDE, D. R.; RUGGIERI, A. C.; MORETTI, M. H.; BERCHIELLI, T. T.; VIEIRA, B. R.; ROTH, A. P. T. P.; REIS, R. A. Sward canopy structure and performance of beef heifers under supplementation in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures maintained with three grazing intensities in a continuous stocking system. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 10, p. 2074-2082, 2011.

COSTA, K.P.A.; SEVERIANO, E.C.; SILVA, F.G.; BORGES, E.F.; EPIFÂNIO, P.S.; GUIMARÃES, K.C. Doses and sources of nitrogen on yield and bromatological composition of *xaraés* grass. **Ciência Animal Brasileira**, v.14, n.3, julho/setembro, 2013.

DA SILVA, S. C.; GIMENES, F. M. A.; SARMENTO, D. O. L.; SBRISSIA, A. F.; OLIVEIRA, D. E.; HERNADEZ-GARAY, A.; PIRES, A.V. Grazing behaviour, herbage intake and animal performance of beef cattle heifers on marandu palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. **The Journal of Agricultural Science**, v. 151, p. 727-739, 2013.

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

DE PAULA, N. F.; PAULINO, M. F.; COUTO, V. R. M.; DETMANN, E.; MACIEL, I. F. S.; BARROS, L. V.; LOPES, S.A.; VALENTE, E.E.L.; ZERVOUDAKIS, E.; MARTINS, L. S. Effects of supplementation plan on intake, digestibility, eating behavior, growth performance, and carcass characteristics of grazing beef cattle. **Semina: Ciências Agrárias**, v.40, n.6, p.3233. 2019.

DELEVATTI, L.M.; CARDOSO, A.S.; BARBERO, R.P.; LEITE, R.G.; ROMANZINI, E.P.; RUGGIERI, A.C.; REIS, R.A. Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, an animal performace in a tropical pasture. **Scientific Reports**, v.9, p.7596, 2019.

DETMANN, E.; VALENTE, E. E. L.; BATISTA, E. D.; HUHTANEN, P. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v. 162, p. 141-143, 2014.

DETMANN, E.; GIONBELLI, M. P.; HUHTANEN, P. A meta-analytical evaluation of the regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 4632-4641, 2014.

DIAS, D.L.S.; SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; CARVALHO, G.G.P.; BRANDÃO, R.K.C.; SILVA, A.L.N.; BARROSO, D.S.; LINS, T.O.J.D.A.; MENDES, F.B.L. Recria de novilhos em pastagem com e sem suplementação proteico/energética nas águas: consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 985-998, 2015.

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Belém, PA: **Embrapa Amazônia Oriental**, 2014. 36p.

DIFANTE, G.S.; Euclides, V.P.B.; Nascimento JR, D.; DA Silva, S.C.; Barbosa, R.A.; Torres JR, R.A.A. Desempenho e conversão alimentar de novilhos de corte em capim-Tanzânia submetido a duas intensidades de pastejo sob lotação rotativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.33-41, 2010.

DOMINGUES, M.S.; LUPATINI, G.C.; ANDRIGHETTO, C.; ARAÚJO, L.C.A.; CARDASSI, M.R.; POLLI, D.; MEDEIROS, S.F.; FONSECA, R.; SANTOS, J.A.A. Desempenho e características da carcaça de novilhos submetidos à suplementação na seca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.4, p.1052-1060, 2014.

DUBEUX JR, J.; SOLLENBERGER, L.; COMERFORD, N.; SCHOLBERG, J.; RUGGIERI, A.; VENDRAMINI, J.; INTERRANTE, S.M.; PORTIER, K. Management intensity affects density fractions of soil organic matter from grazed bahiagrass swards. **Soil Biology and Biochemistry**, v.38, n.9, p.2705–2711, 2006.

EUCLIDES, V.P.B.; COSTA, F.P.; MACEDO, M.C.M.; FLORES, R.; OLIVEIRA, M.P. Eficiência biológica e econômica de pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.9, p.1345-1355, set. 2007.

EUCLIDES, V. P. B., CARPEJANI, G. C.; MONTAGNER, D. B.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; BARBOSA, R. A.; DIFANTE, G. S. Maintaining post-grazing sward height of *Panicum maximum* (cv. Mombaça) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. **Grass and Forage Science**, 73(1), 174–182, 2018.

EUCLIDES, V. P. B.; LOPES, F.C.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; DA SILVA, S.C.; DIFANTE, G.S.; BARBOSA, R. A. Steer performance on *Panicum maximum* (cv. Mombaça) pastures under two grazing intensities. **Animal Production Science**, v.56, n.11, p.1849-1856, 2016.

ESCARELA, C.M.; PIETROSKI, M.; PRADO, R.M.; CAMPOS, C.D.S.; CAIONE, G. Effect of nitrogen fertilization on productivity and quality of Mombasa forage (*Megathyrsus maximum* cv. Mombasa). **Acta Agronômica**, v.66, p.42-48, 2017.

EZE, S.; PALMER, S.M.; CHAPMAN, P.J. Soil organic carbon stock in grasslands: Effects of inorganic fertilizers, liming and grazing in different climate settings. **Journal of Environmental Management**, v.223, 74-84, 2018.

FAO, **FAOSTAT beta**. <[www.fao.org/faostat/en/#home](http://www.fao.org/faostat/en/#home)>. Acessado em 12 de outubro de 2019, 2016.

FERNANDES, L.O.; REIS, R.A.; PAES, J. M. V.; TEIXEIRA, R. M. A.; QUEIROZ, D. S.; PASCHOAL, J. J.; PASCHOAL, J. J. Desempenho de bovinos da raça Gir em pastagem de *Brachiaria brizantha* submetidos a diferentes manejos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.1, p36–46, 2015.

FIGUEIREDO, D. M.; PAULINO, M. F.; SALES, M. F. L.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; BARROS, L. V. Levels of ground corn supplied to beef heifers at pasture during the rainy season: productive performance, intake, digestibility and microbial efficiency. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2523-2531, 2011.

GARCEZ NETO, A.F.; GOBBI, K.F.; SILVA, J.; SANTOS, T.M. Tillering and biomass partitioning of Mombasa grass under nitrogen fertilization during regrowth. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.8, p.1824-1831, 2012.

GIMENES, F.M.A.; DA SILVA, S.C.; FIALHO, C.A.; GOMES, M.B.; BERNDT, A.; GERDES, L.; COLOZZA, M.T.; Ganho de peso e produtividade animal em capim-marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.7, p.751-759, 2011.

HAO, J., DICKHOEFER, U., LIN, L., MÜLLER, K., GLINDEMANN, T., SCHÖNBACH, P.; SCHIBORRA, A.; WANG, C.; SUSENBETH, A. Effects of rotational and continuous grazing on herbage quality, feed intake and performance of sheep on a semi-arid grassland steppe. **Archives of Animal Nutrition**, v.67, n.1, p.62–76, 2013.

HALL, T. J.; MCIVOR, J. G.; JONES, P.; SMITH, D. R.; MAYER, D. G. Comparison of stocking methods for beef production in northern Australia: seasonal diet quality and composition. **The Rangeland Journal**, v.38, n.6, p.553-567, 2016.

HALL, T. J.; MCIVOR, J. G.; REID, D. J.; JONES, P.; MACLEOD, N. D.; MCDONALD, C. K.; SMITH, D. R. A comparison of stocking methods for beef production in northern Australia: pasture and soil surface condition responses. **The Rangeland Journal**, v.36, p.161–174, 2014.

HART, R. H.; SAMUEL, M. J.; WAGGONER, J. W.; AND SMITH, M. A. Comparisons of stocking methods in Wyoming. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.44, p.344–347. 1989.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley; Longman Scientific and Technical, 1990. 203p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro\\_2017\\_resultados\\_preli\\_minares.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preli_minares.pdf). Acesso em 02 junho 2019, 2018.

LAL, R. (2018). Digging deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems. **Global Change Biology**, v.24, n.8, p.3285–3301, 2018.

LAL, R. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. **Environmental Pollution**, v.116, n.3, p.353-362, 2002.

LEMAIRE, G. Research priorities for grassland science: the need of long term integrated experiments networks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, Suplemento especial, 93–100, 2007.

LIMA, G.F.; SOLLENBERGER, L.E.; KUNKLE, W.E.; MOORE, J.E.; HAMMOND, A.C. Nitrogen fertilization and supplementation effects on performance of beef heifers grazing Limpograss. **Crop Science**, v.39, p.1853-1858, 1999.

LOPES, M.N.; CÂNDIDO, M.J.D.; POMPEU, R.C.F.F.; SILVA, R.G.; LOPES, J.W.B.; FERNANDES, F.R.B.; LACERDA, C.F.; BEZERRA, F.M.L. Fluxo de biomassa em capim-massai durante o estabelecimento e rebrotação com e sem adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.3, p. 363-371, mai/jun, 2013.

MAGALHÃES, A.F.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; SOUSA, R.S.S.; SILVA, F.F.; BONOMO, P.; VELOSO, C.M.; MAGALHÃES, D.M.A.; PEREIRA, J.M. Composição bromatológica e concentrações de nutrientes do capim braquiária adubado com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.4, p.893-907 out/dez, 2011.

MARTUSCELLO, J.A.; SILVA, L.P.; CUNHA, D.N.F.V.; BATISTA, A.C.S.; BRAZ, T.G.S.; FERREIRA, P.S. Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção. **Ciência Animal Brasileira**, v.16, n.1, p. 1-13, jan./mar 2015.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. **Pastagens no cerrado**: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002.32 p. Documentos / Embrapa Cerrados, 50.

MERTENS, D. R. **Regulation of forage intake**. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). Forage quality, evaluation and utilization. Winsconsin: American Society of Agronomy, 1994.

MOREIRA, L.M.; SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C. Produção animal em pastagem de capim-braquiária adubada com nitrogênio. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.4, p.914-921, 2011.

MORETTI, M.H.; REIS, R.A.; CASAGRANDE, D.R.; RUGGIERI, A.C.; OLIVEIRA, R.V.; BERCHIELLI, T.T. Suplementação proteica energética no desempenho de novilhas em pastejo durante a fase de terminação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 606-612, maio/jun., 2011.

MCCOLLUM, F. T. III; GILLEN, R. L. Grazing management affects nutrient intake by steers grazing tallgrass prairie. **Journal of Range Management**, v.51, p.69–72, 1998.

NANTES, N.N.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; LEMPP, B.; BARBOSA, R.M.; GOIS, P.O. Desempenho animal e características de pastos de capim-piata submetidos a diferentes intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.1, p.114-121, jan. 2013.

NEILL, C.; MELILLO, J.M.; STEUDLER, P.A.; CERRI, C.C.; DE MORAES, J.F.L.; PICCOLO, M.C.; BRITO, M. Soil carbon and nitrogen stocks following forest clearing for pasture in the southwestern brazilian amazon. **Ecological Applications**, v.7, n.4, p.1216–1225, 1997.

OLIVEIRA, R.A. Suplementação de novilhas na recria e terminação. 2016. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína. 2016.

OLIVEIRA, A. P.; CASAGRANDE, A. D. R.; BERTIPAGLIA, B. L. M. A.; BARBERO, C. R. P.; BERCHIELLI, A. T. T.; RUGGIERI, A. A. C.; REI, R. A.

Supplementation for beef cattle on Marandu grass pastures with different herbage allowances. **Animal Production Science**, v. 56, p. 123–129, 2016.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; MAURICIO, R.M.; FERNANDES, P.B.; MORENZ, M.J.F. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**, v.72, p.590–600, 2016.

PARIS, W.; CECATO, U.; BRANCO, A.F.; BARBERO, L.M.; GALBEIRO, L. Produção de novilhas de corte em pastagem de Coastcross-1 consorciada com *Arachis pinto* com e sem adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.122-129, 2009.

PATÊS, N.M.S.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; OLIVEIRA, A.C.; FONCÊCA, M.P.; VELOSO, C.M. Produção e valor nutritivo do capim-tanzânia fertilizado com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.1934-1939, 2008.

PEZZOPANE, J. R. M.; BERNARDI, A. C.C.; AZENHA, M. V.; OLIVEIRA, P. P. A.; BOSI, C.; PEDROSO, A. DE F.; ESTEVES, S. N. Production and nutritive value of pastures in integrated livestock production systems: shading and management effects. **Scientia Agricola**, v.77, n.2, 2020.

PINHEIRO, A.A.; CECATO, U.; LINS, T.O.J.D.; BELONI, T.; PIOTTO, V.C.; RIBEIRO, O.L. Produção e valor nutritivo da forragem, e desempenho de bovinos Nelore em pastagem de capim Tanzânia adubado com nitrogênio ou consorciado com estilosantes Campo Grande. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, 2147-2158, 2014.

PITTS, J. S.; BRYANT, F. C. Steer and Vegetation Response to Short Duration and Continuous Grazing. **Journal of Range Management**, v.40, n.5, p.386-389, 1987.

POPP, J.D.; MCCAUGHEY, W.P.; COHEN, R.D.H. Effect of grazing system, stocking rate and season of use on diet quality and herbage availability of alfalfa-grass pastures. **Canadian Journal of Animal Science**, v.77, n.1, p.111-118, 1997.

PONTES, L.S.; BARRO, R.S.; SAVIAN, J.V.; BERNDT, A.; MOLETTA, J.L.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; BAYER, C.; CARVALHO, P.C.F. Performance and methane emissions by beef heifer grazing in temperate pastures and in integrated crop-livestock systems: The effect of shade and nitrogen fertilization. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.253, p.90–97, 2018.

PONTES, L.S.; BALDISSERA, T.C.; GIOSTRI, A.F.; STAFIN, G.; DOS SANTOS, B.R.C.; CARVALHO, P.C.F. Effects of nitrogen fertilization and cutting intensity on the agronomic performance of warm-season grasses. **Grass and Forage Science**, v.72, n.4, p.663–675, 2016.

POPPI, D. P.; MCLENNAN, S. R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 278-290, 1995.

POTTER, L.; ROCHA, M.G.; ROMAN, S.M.J.; ROSO, D.; GLIENKE, C.L.; ROSA, A.T.N. Desenvolvimento de bezerras de corte após a desmama sob níveis de concentrado. **Ciência Rural**, v.40, n.10, out, 2010.

REIS, R.A.; VALENTE, A.L.S.; DOS SANTOS, S.M.C.; DE SOUZA, F.H.M.; BERCHIELLI, T.T.; RUGGIERI, A.C.; SANTANA, S.S.; SERRA, J.M. Performance of young Nelore bulls grazing marandu grass pasture at different Heights. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v.1, p.114–115, 2013.

ROCHA, T. C.; FONTES, C. A. L.; SILVA, R. T. S.; PROCESSI, E. F.; FERREIRA, F. R. A. A.; LOMBARDI, C. T.; OLIVEIRA, R. L.; BEZERRA, L. R. Performance, nitrogen balance and microbial efficiency of beef cattle under concentrate supplementation strategies in intensive management of a tropical pasture. **Tropical Animal Health Production**, v. 48, n. 3, p. 673-681, 2016.

ROCHA, W.J.B.; SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, A.P.G.; SILVA, J.W.D.; PAIXÃO, T.R.; FREITAS, T.B.; MENDES, F.B.L.; BARROSO, D.S.; SOUZA, S.O.; SANTOS, L.V. Intake, digestibility, and growth performance of Girolando bulls supplemented on pasture in Bahia, Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, v.51, p.1413–1420, 2019.

RODRIGUES, L.F.; SANTOS, A.C.; SILVEIRA JR, O.; SANTOS, J.G.D.; FARIA, A.F.G.; COELHO, B.P.L. Morphogenic and structural characteristics of Marandu grass cultivated under grazing management and nitrogen fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 40, n. 5, p. 2331-2340, 2019.

ROTH, M.T.P.; FERNANDES, R.M.; CÚSTODIO, L.; MORETTI, M.H.; OLIVEIRA, I.M.; PRADOS, L.F.; SIQUEIRA, G.R.; RESENDE, F.D. Effect of supplementation level on performance of growing Nelore and its influence on pasture characteristics in different seasons. **Italian Journal of Animal Science**, v.18, n.1, 215–225, 2019.

SANTOS, A. R. M.; CABRAL, C. H. A.; CABRAL, C. E. A.; BARROS, L. V.; BARROS, J. M.; CABRAL, W. B.; DIAS, M. R. Energy to protein ratios in supplements for grazing heifers in the rainy season. **Tropical Animal Health and Production**. Publicação online. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01953-8>. Acesso em 10 de novembro de 2019. 2019.

SILVEIRA, M. C. T.; NASCIMENTO JR, D., RODRIGUES, C. S.; PENA, K.S.; JÚNIOR, S. J.S.; BARBERO, L.M.; LIMÃO, V.A.; EUCLIDES, V.P.B.; DA SILVA, S.C. Forage sward structure of Mulato grass (*Brachiaria hybrid ssp.*) subjected to rotational stocking strategies. **Australian Journal of Crop Science**, v.10, n.6, p.864–873, 2016.

SIMIONI, F.L.; ANDRADE, I.F.; LADEIRA, M.M.; GONÇALVES, T.M.; JÚNIOR, J.I.M.; CAMPOS, F.R. Níveis e frequência de suplementação de novilhos de corte a pasto na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.2045-2052, 2009.

SILVA, R.O. Produção de bovinos de corte em pastagem de capim mombaça sob diferentes níveis de adubação. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína. 2016.

SILVA, R.R.; LEITE, R.C.; CARNEIRO, J.S.S.; FREITAS, G.A.; SANTOS, A.C.M.; SANTOS, A.C.; KUYUMJIAN, L.A. Application of slaughterhouse residues as nitrogen source replacing commercial fertilizers on mombasa grass (*Megathyrsus maximus*). **Australian Journal Crop Science**, v.13, n.02, p.294-299, 2019.

SILVA, W.L.; GALZERANO, L.; REIS, R.A.; RUGGIERI, A.C. Structural characteristics and forage mass of Tifton 85 pastures managed under three post-grazing residual leaf areas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.4, p.238-245, 2013.

SILVA, D.R.G.; COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; BERNARDES, T.F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-Marandu. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 184-191, jan-mar, 2013.

SILVA, R.R.; PRADO, I.N.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F.; ALMEIDA, V.V.S.; SANTANA JR, H.A.; PAIXÃO, M.L.; FILHO, G.A. Níveis de suplementação na terminação de novilhos Nelore em pastagens: aspectos econômicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.2091-2097, 2010.

SILVEIRA, M.L.; LIU, K.; SOLLENBERGER, L.E.; FOLLETT, R.F.; VENDRAMINI, J.M.B. Short-term effects of grazing intensity and nitrogen fertilization on soil organic carbon pools under perennial grass pastures in the southeastern USA. **Soil Biology and Biochemistry**, v.58, p.42–49, 2013.

SOARES, E.M.; QUADROS, F.L.F.; CARVALHO, R.M.R.; OLIVEIRA, L.B.; JOCHIMS, F.; DUTRA, G.M.; FERNANDES, A.M.; TRINADE, J.P.P.; ILHA, G.F. Beef heifers performance in natural grassland under continuous and rotational grazing in the autumn-winter. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.10, p.1859-1864, out, 2015.

SOUZA, A.T. Terminação de novilhas em semiconfinamento com grão milho ou sorgo, inteiro ou moído. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** – Universidade Federal do Tocantins, Araguaína. 2016.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562–3577, 1992

STERWART, C.E.; FOLLET, R.F.; WALLACE, J.; PRUESSNER, E.G. Impact of biosolids and tillage on soil organic matter fractions: implications of carbon saturation for conservation management in the virginia coastal plain. **Soil Science Society of America Journal**, v.76, p.1257–1267, 2012.

STRASSBURG, B.B.N.; LATAWIEC, A.E.; BARIONI, L.G.; NOBRE, C.A.; SILVA, V.P.; VALENTIM, J.F.; VIANNA, M.; ASSAD, D. When enough should be enough: improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. **Global Environmental Change**, v.28, p.84-97, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

TAYLOR, C. A. Short-duration grazing: experiences from the Edwards Plateau region in Texas. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.44, p.297–302, 1989.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Corvallis, O & B Books, 415p, 1994.

VEDOVATTO, M.; MEIRELLES, M.B.; D'OLIVEIRA, M.C.; DIOGO, J.M.S.; MORAIS, M.G.; ABREU, C.L.; CORTADO NETO, I.M.; FRANCO, G.L. Performance of Nellore calves in tropical pasture consuming different types of concentrated supplements. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.71, n.1, p.267-273, 2019.

VENDRAMINI, J.M.B.; SILVEIRA, M.L.A.; DUBEUX JR., J.C.B.; SOLLENBERGER, L.E. Environmental impacts and nutrient recycling on pastures grazed by cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.139–149, 2007.

VENTURINI, T., MENEZES, L.F.G., MONTAGNER, M.M., PIRES, W., SCHMITZ, G.R., MOLINETE, M.L. Influences of nitrogen fertilization and energy supplementation for growth performance of beef cattle on Alexander grass. **Tropical Animal Health and Production**, v.49, p.1757-1762, 2017.

VIANA, M.C.M.; FREIRE, F.M.; FERREIRA, J.J.; MACÊDO, G.A.R.; CANTARUTTI, R.B.; MASCARENHAS, M.H.T. Adubação nitrogenada na produção e composição química do capim-Braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1497-1503, 2011.

WANG, Z.; HAN, G.; HAO, X.; ZHAO, M.; DING, H.; LI, Z.; HAMILTON, A.; LIU, Y.; LATA, A.; HEXIGE, B. Effect of manipulating animal stocking rate on the carbon storage capacity in a degraded desert steppe. **Ecological Research**, v.32, n.6, p.1001–1009, 2017.

ZANINE, A.M.; NASCIMENTO JR, D.; SANTOS, M.E.R.; PENA, K.S.; DA SILVA, S.C.V.; SBRISSIA, A.F. Características estruturais e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia sob pastejo rotativo, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2364-2373, 2011.

ZARROUGH, K.M.; NELSON, C.J. Regrowth of genotypes of tall fescue differing in yield per tiller. **Crop Science**. Madison, v.20, n.4, p.540-544, July. 1980.

ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; CABRAL, L.S.; DETMANN, E.; FILHO, S.C.V.; MORAES, E.H.B.K. Suplementos múltiplos de autocontrole de consumo na recria de novilhos no período das águas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1968-1973, 2008.

ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; FILHO, S.C.V.; LANA, R.P.; CECON, P.R. Desempenho de novilhas mestiças e parâmetros ruminais em novilhos, suplementados durante o período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.1050-1058, 2002.

## CAPITULO II - Desempenho de novilhas de corte em pastagem de capim-Mombaça sob diferentes níveis tecnológicos

**Resumo:** As pastagens tropicais são a base da produção de ruminantes em regiões tropicais, apresentando grande potencial de elevar a produtividade animal. Objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos de níveis tecnológicos sobre o desempenho de novilhas em pastejo, produção e composição química da forragem em pastagem de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça. O experimento foi realizado na Universidade Federal do Tocantins, campus de Araguaína-TO, na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia no período das águas. Os tratamentos consistiram em três níveis tecnológicos: Nível I (sem adubação nitrogenada, 43 kg de K<sub>2</sub>O e 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> + lotação contínua), Nível II (150 kg de nitrogênio, 75 kg de K<sub>2</sub>O e 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> + lotação rotacionada) e Nível III (300 kg de nitrogênio, 150 kg de K<sub>2</sub>O e 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> + lotação rotacionada). Foram utilizadas novilhas Nelore pós-desmama com nove meses de idade para efetuar o pastejo da forragem e avaliação do desempenho animal. O desenho experimental foi inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. A massa seca de forragem total e de lâmina foliar foram maiores nos níveis tecnológicos II e III (p<0,05). Houve aumento na proporção de massa seca de material morto quando a pastagem foi submetida ao nível tecnológico I (p<0,05). Os valores de proteína bruta elevaram com o aumento dos níveis tecnológicos da pastagem, apresentando 102,8 e 149,9 g kg<sup>-1</sup> no Nível I e III, respectivamente. Houve redução dos teores de FDN nos níveis tecnológicos II e III (p<0,05). A taxa de lotação e ganho de peso total por hectare foram elevados nos maiores níveis tecnológicos (II e III) (p<0,05), apresentando 3,48 e 6,83 UA ha<sup>-1</sup> e 398 e 795 kg ha<sup>-1</sup>, para os níveis I e III, respectivamente. O índice nutricional de nitrogênio foi considerado de consumo luxuoso (p<0,05) nos pastos que receberam adubação nitrogenada (Nível tecnológico II e III). A elevação dos níveis tecnológicos com base no uso da adubação nitrogenada em pastagem associado a lotação rotacionada em pastagem de capim-Mombaça eleva a produção de massa seca de forragem, melhora o valor nutritivo da forragem e aumenta a produtividade animal de forma expressiva.

**Palavras-chave:** Forragem. Ganho médio diário. Massa seca de forragem. Nitrogênio.

**Abstract:** Tropical pastures are the basis for the production of ruminants in tropical regions with great potential to increase animal productivity. The aim of this study was to evaluate the effects of technological levels on the performance of heifers in grazing, production and chemical composition of forage in pasture of *Megathyrus maximus* cv. Mombasa. The experiment was carried out at the Federal University of Tocantins, campus of Araguaína-TO, at the School of Veterinary Medicine and Animal Science in the water period. The treatments consisted of three technological levels: Level I (without nitrogen fertilization, 43 kg of K<sub>2</sub>O and 50 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> + continuous stocking), Level II (150 kg of nitrogen, 75 kg of K<sub>2</sub>O and 50 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> + rotated stocking) and Level III (300 kg of nitrogen, 150 kg of K<sub>2</sub>O and 50 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> + rotated

stocking). Nellore heifers with nine months of age were used to graze the forage and evaluate animal performance. The experimental design was completely randomized with measurements repeated in time. The dry mass of total forage and leaf blade were higher at technological levels II and III ( $p < 0.05$ ). There was an increase in the proportion of dry mass of dead material when the pasture was submitted to technological level I ( $p < 0.05$ ). The values of crude protein increased with the increase of the technological levels of the pasture, presenting 102.8 and 149.9 g kg<sup>-1</sup> in Level I and III, respectively. There was a reduction in NDF levels at technological levels II and III ( $p < 0.05$ ). The stocking rate and total weight gain per hectare were high at the highest technological levels (II and III) ( $p < 0.05$ ), with 3.48 and 6.83 AU ha<sup>-1</sup> and 398 and 795 kg ha<sup>-1</sup>, for levels I and III, respectively. The nutritional nitrogen index was considered luxurious consumption ( $p < 0.05$ ) in pastures that received nitrogen fertilization (levels II and III). The increase in technological levels based on the use of nitrogen fertilization in pasture associated with rotational stocking in Mombasa grass pasture increases the production of dry forage mass, improves the nutritive value of forage and increases animal productivity.

**Keywords:** Average daily gain. Dry forage mass. Forage. Nitrogen.

## Introdução

As pastagens são a base da pecuária bovina na maioria dos países de clima tropical e subtropical, sendo amplamente utilizadas para alimentar os rebanhos bovinos em países de clima tropical e subtropical, devido ao baixo custo desta dieta e ao clima quente e úmido destas regiões, que favorece o máximo crescimento de gramíneas tropicais (CARVALHO; DE ZEN; TAVARES, 2009; RYLE, 1964).

Aproximadamente 20% do território brasileiro é ocupado com áreas de pastagem, com taxa de lotação média em torno de 1,2 UA ha<sup>-1</sup> e a produtividade em 4,5@ ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (ABIEC, 2019). Este sistema suporta a demanda interna e gera excedente para exportação (ABIEC, 2019), no entanto, a tendência é que cada vez mais, menores áreas de terra sejam utilizadas, almejando-se maiores incrementos de produtividade. Aliado a isso, as perspectivas futuras são de que a demanda por alimentos, irá aumentar substancialmente nos próximos 30 anos (ONU, 2019) e que os grandes produtores de alimentos do mundo continuem a manter essa oferta de alimento.

A utilização de cultivares forrageiras mais produtivas e adaptadas tem sido estudada para incrementar a produtividade na pecuária brasileira (BRAGA et al., 2019), de forma a aproveitar o potencial produtivo das forrageiras tropicais com baixos incrementos nos custos de produção, mantendo a pecuária bovina nacional competitiva. Manejos relacionados a estrutura da planta também tem sido avaliado e gerado respostas

satisfatórias sobre a produção animal (BISERRA et al., 2019; EUCLIDES et al., 2018; DIFANTE et al., 2010), apontando para produções acima de 20 @ ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (GIMENES et al. 2011). Enquanto o uso de adubos químicos também tem sido avaliado para melhorar os atributos morfológicos do pasto e a produtividade animal, com destaque ao uso de elevadas doses adubação nitrogenada (DELEVATTI et al., 2019; CANTO et al., 2009). A elevação dos níveis de adubação convencionais para níveis intensivos, pode incrementar a taxa de acúmulo em mais de 100% no período chuvoso (PONTES et al., 2016), além de melhorar o valor nutricional (DELEVATTI et al., 2019). Maiores taxas de acúmulo permitem aumentar a taxa de lotação sem prejudicar o desempenho animal promovendo aumento na produtividade (DELEVATTI et al., 2019; PONTES et al., 2016), que pode ultrapassar 30@ ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, quando combinado com o correto manejo da pastagem (DELEVATTI et al., 2019; GIMENES et al., 2011).

O método de lotação animal em pastagens tem sido estudado ao longo dos anos, apresentando resultados que demonstram não haver efeito sobre a produtividade animal na maioria dos resultados (HALL et al., 2016; HAO et al., 2013; BRISKE et al., 2008; POPP et al., 1996; HART et al. 1989; TAYLOR, 1989). Porém, em se tratando de manejos envolvendo níveis de adubação nitrogenada, o método de lotação rotacionada é o mais utilizado (SILVA et al., 2020; GIMENES et al., 2011; PINHEIRO et al., 2014; MOREIRA et al., 2011; CANTO et al., 2009) por promover uma melhor colheita por parte do animal da forragem produzida, tornando-se o mais eficiente.

O uso de forrageiras do gênero *Brachiaria* é predominante no Brasil (MAPA, 2019), por serem mais adaptadas as condições edafoclimáticas da maioria das propriedades rurais brasileiras e demandarem baixos níveis tecnológicos para garantir a sua produção. Este fato impulsionou trabalhos de pesquisa a testarem estratégias para melhorar a produção animal com base na intensificação desse grupo de plantas forrageiras, de forma que a maioria dos trabalhos em que se avalia capins tropicais estes são do gênero *Brachiaria* e se concentram na região Sudeste. No entanto, 19% das sementes comercializadas em 2019 (MAPA, 2019) foram de *Panicum*, com 52% desse total de sementes de capim Mombaça, porém, os dados a respeito de manejo dessas forrageiras de *Panicum* sob pastejo, demonstrando o potencial dessas pastagens ainda são escassos na literatura.

Dentro do gênero *Megathyrsus* temos o capim-Mombaça, uma forrageira de origem africana, introduzida no Brasil na década de 90. Essa forrageira possui alta produtividade chegando a mais de 30 toneladas por hectare ano de massa seca produzida

com potencial de elevar ainda mais essa produção em resposta a níveis de adubação nitrogenada (ESCARELA et al., 2019; GALINDO et al., 2017; HARE et al., 2015), porém, com poucos trabalhos avaliando respostas de produção animal em relação a níveis de adubação nitrogenada com essa gramínea.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de diferentes níveis tecnológicos em pastagem de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça sobre a produção de forragem e o desempenho de novilhas em pastejo.

### **Material e métodos**

O experimento foi realizado na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), município de Araguaína-TO, localizada a 07°11'28'' de Latitude Sul, e 48°12'26'' de Longitude Oeste. O experimento foi realizado em dois anos consecutivos, 28 de janeiro a 14 de maio de 2018 e 22 de janeiro a 02 de maio de 2019 (28/01/2018-14/05/2018 e 22/01/2019-02/05/2019). O total de 40 novilhas Nelore foram utilizadas no ano I (2018): 18 novilhas Nelore com idade média de nove meses e peso vivo médio inicial de 253 Kg para avaliações de desempenho e 22 animais da mesma categoria como reguladores. No ano II (2019) foram utilizadas 39 novilhas Nelore: 27 novilhas com peso médio inicial de 220 kg e nove meses de idade como animais experimentais, e mais 12 novilhas de mesma idade e peso como reguladores. A entrada e saída dos animais reguladores aos piquetes experimentais, ocorria de acordo com a disponibilidade de massa seca de forragem.

Avaliou-se três níveis tecnológicos para intensificação da produção de bovinos de corte em pastagem de capim *Megathyrus maximus* cv. Mombaça:

1. Nível tecnológico I (I) - capim adubado com 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 43 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 0 de adubação nitrogenada. Nesse tratamento o manejo do pastejo era realizado na forma de lotação contínua com carga variável.
2. Nível tecnológico II (II) - capim adubado com 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N) e 75 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Manejo do pastejo de forma rotacionada.
3. Nível tecnológico III (III), na qual recebia 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 300 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Manejo do pastejo de forma rotacionada.

A fonte de (N) utilizada foi ureia agrícola. A aplicação da adubação fosfatada foi realizada previamente às avaliações experimentais. As adubações nitrogenadas e

potássicas foram aplicadas logo após a saída dos animais dos piquetes, sendo parceladas em cinco adubações ao longo do experimento.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizados, com duas repetições de área no Ano I e três repetições de área no Ano II. A área experimental utilizada foi de 2,88 ha em 2018, dividida em 10 piquetes de 0,12 ha para o nível tecnológico II (cinco piquetes por pasto) e oito piquetes de 0,12 ha para o nível tecnológico III (quatro por pasto) e dois piquetes de 0,36 ha para o nível tecnológico I. E em 2019 4,32 ha, divididos em 27 piquetes de 0,12 ha nos níveis tecnológicos II (5 por pasto) e III (4 por pasto) e três piquetes (12 piquetes) de 0,36 ha para o tratamento I. As áreas utilizadas nos anos I e II foram as mesmas afim de manter a uniformidade das áreas testadas. No ano II foi adicionado às avaliações experimentais uma terceira área de pasto, que não foi utilizada no ano I, devido a mesma ter apresentado baixa massa de forragem nesse período.

Havia três animais testes por pasto, mais os animais reguladores que foram utilizados para colher a forragem produzida e controlar a altura de saída dentro do manejo preconizado.

O momento de entrada dos animais nos piquetes referentes aos níveis II e III, se deu com base no número de folhas novas expandidas, sendo esse momento o ponto na qual a planta atingia 2,5 novas folhas por perfilho (CÂNDIDO et al, 2005). O momento de saída dos animais nos mesmos piquetes, foi preconizado quando o dossel forrageiro atingia 50% da altura de entrada. Essa altura foi mensurada no momento de entrada, monitorada e medida novamente no momento de saída. No nível tecnológico I a altura do dossel preconizada foi entre 40 e 60 cm, controlada com a utilização dos animais testes e reguladores, na qual os reguladores eram colocados ou retirados dos piquetes.

A área de pastagem utilizada no experimento está estabelecida por mais de dez anos, sendo manejada de forma intensiva com elevadas doses de N-P-K, inclusive as áreas na qual destinou-se o nível tecnológico I. Nos níveis tecnológicos II e III, os dias de ocupação e descanso foram variáveis (períodos de ocupação de cinco a sete dias e os períodos de descanso 16 a 21 dias), devido a rebrota da massa disponível nos piquetes ter variado nos diferentes níveis tecnológicos.

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico Típico (EMBRAPA, 2013) e apresentou as seguintes características na camada de 0 a 20 cm de profundidade: pH (em água)= 5,2; P – Mehlich ( $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ )= 8,0; K ( $\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$ )= 0,02;  $\text{Ca}_2^+$  ( $\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$ )= 0,72;  $\text{Mg}^+$  ( $\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$ )= 0,72;  $\text{Al}^+$  ( $\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$ )= 0,14;  $\text{H}+\text{Al}^+$  ( $\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$ )= 2,75; Soma de bases ( $\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$ )= 1,30; CTCe= 0,173; V (%)= 31;

Saturação por alumínio (%)= 0,0; Areia (%)= 95,3; Silte (%)= 2,53; Argila (%)= 3,6; Matéria orgânica ( $\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ )= 13; Densidade ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )= 1,56; Classe textural= areia.

Durante o período experimental foram coletados os dados climáticos mensais referentes a precipitação, temperatura máxima, média e mínima em uma estação meteorológica localizada próxima a área experimental (Figura 1).

Os animais foram pesados a cada 28 dias para determinação do peso vivo médio e ganho médio diário (GMD,  $\text{kg animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ). Esses 28 dias foram considerados como ciclos de pastejo e na qual ocorreu 3 ciclos de 28 dias e o quarto de 22 dias no ano I, e 3 ciclos de 28 e um quarto ciclo de 16 dias no ano II. A partir dos dados de peso vivo médio e número de animais por piquetes foi estimada a taxa de lotação média (TL,  $\text{UA ha}^{-1}$ ), ganho médio diário por área (ha) (GMD,  $\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), e ganho de peso total por área (GPT,  $\text{kg ha}^{-1}$ ) durante o período experimental.

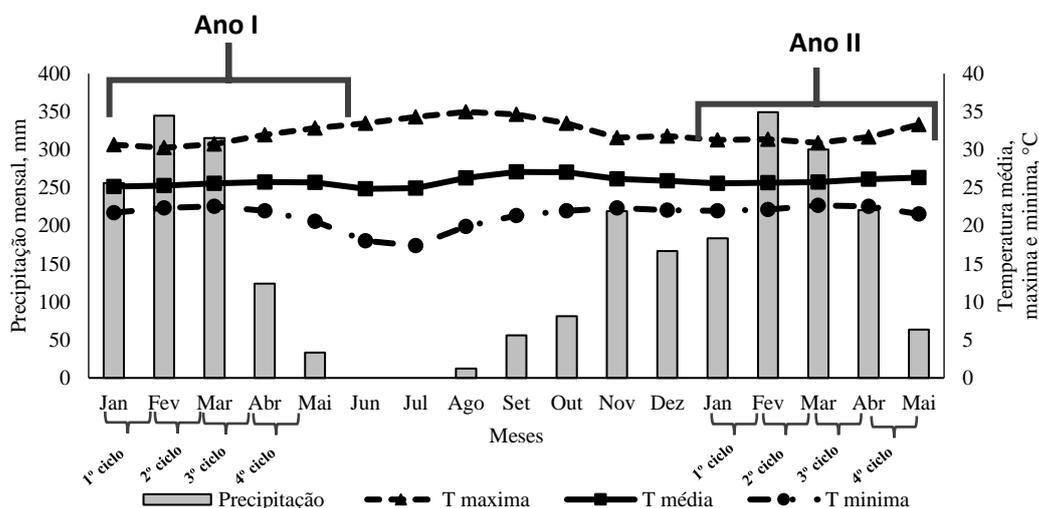


Fig1. Dados climáticos coletados durante o período experimental.

Foram tomadas as alturas médias do dossel na entrada e saída com o auxílio de uma régua graduada, medida em trinta pontos por piquete com duas coletas de amostras da forragem na altura média. As amostras de forragem foram coletadas com auxílio de uma moldura de ferro de  $0,6 \text{ m}^2$ , cortando todo o material contido nesta moldura rente ao solo em dois pontos de cada piquete experimental.

Foi estimado a massa seca de forragem total (MSFT,  $\text{kg ha}^{-1}$ ), massa seca de lâmina foliar (MSLF,  $\text{g kg}^{-1}$ ), massa seca de colmo (MSC,  $\text{g kg}^{-1}$ ), massa seca de material morto (MSMM,  $\text{g kg}^{-1}$ ) e relação lâmina/colmo previamente a entrada dos animais aos piquetes. Para estimar os valores dessas mesmas variáveis no tratamento controle, no qual o método de pastejo foi lotação contínua, utilizou-se gaiolas de exclusão (KLINGMANN

et al.,1943) com área de 1,5 m<sup>2</sup> (1,0 x 1,5 m). As gaiolas de exclusão foram mudadas de lugar a cada 28 dias. Ao final de cada período de pastejo, também foram feitas as seguintes avaliações em cada piquete: altura do dossel, MSFT, MSLF, MSCV e MSC, conforme descrito anteriormente.

Da porção lâminas foliar foi retirada uma alíquota para determinação dos teores de proteína bruta (PB) (AOAC, 1990), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (VAN SOEST et al. 1991).

Foram estimados os valores de eficiência agrônômica (EA, kg de MS kg<sup>-1</sup> de N)= massa seca com adubação (kg ha<sup>-1</sup>) – massa seca sem adubação (kg ha<sup>-1</sup>) / dose de N (kg ha<sup>-1</sup>) (FAGERIA, 1998); a porcentagem de nitrogênio recuperado (N Rec. %)= acúmulo de N (kg ha<sup>-1</sup>) com adubação - Acúmulo de N (kg ha<sup>-1</sup>) sem adubação / dose de N aplicada (kg ha<sup>-1</sup>) x 100; (FAGERIA, 1998); a eficiência de uso do nitrogênio EUN (g de N utilizado kg<sup>-1</sup> N aplicado) = (massa seca total, kg ha<sup>-1</sup>)<sup>2</sup> / (acúmulo de N, g ha<sup>-1</sup>); em (kg de MS)<sup>2</sup> / g de N acumulado (SIDDIQI; GLASS, 1981); e o índice nutricional de nitrogênio (INN)= concentração de nitrogênio da forragem / nitrogênio crítico estimado da forragem, em que o nitrogênio crítico = 3,6 x massa de forragem total (Mg ha<sup>-1</sup>)<sup>-0,34</sup> (LEMAIRE; JEUFFRY; GASTRAL, 2008).

Os dados foram submetidos a análise de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias utilizando o PROC GLM do SAS<sup>®</sup> versão 9.0. Foi utilizado dentro do PROC MIXED a função LS-Means em função dos dados estarem desbalanceados (duas repetições de área no ano I e três repetições de área no ano II). Foram comparados os efeitos dos tratamentos e dos anos de avaliação sob as variáveis estudadas como medidas repetidas no tempo, avaliando-se também a interação entre níveis de adubação nitrogenada e anos de avaliação, apresentando o desdobramento dos dados quando observado efeito de interação e dos anos de avaliação. Foi utilizado o seguinte modelo matemático nas avaliações utilizando os anos como medidas repetidas no tempo:

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

Onde: Y<sub>ijk</sub> = parâmetro observado, μ = média geral, α<sub>i</sub> = efeito fixo dos níveis tecnológicos, β<sub>j</sub> = efeito fixo dos anos, (αβ)<sub>ij</sub> = interação níveis tecnológicos e anos e ε<sub>ijk</sub> = erro aleatório assumido como NID (0,σ<sup>2</sup>).

Nas avaliações utilizando os ciclos como medidas repetidas no tempo o modelo matemático foi utilizado da seguinte forma:

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

Onde:  $Y_{ijk}$  = parâmetro observado,  $\mu$  = média geral,  $\alpha_i$  = efeito fixo dos níveis tecnológicos,  $\beta_j$  = efeito fixo dos ciclos de pastejo,  $(\alpha\beta)_{ij}$  = interação níveis tecnológicos e ciclos de pastejo e  $\epsilon_{ijk}$  = erro aleatório assumido como NID  $(0, \sigma^2)$ .

Os dados foram submetidos a análise de variância, ao nível de significância de 5% pelo teste Tukey.

## Resultados e discussão

Foi observado interação entre os níveis tecnológicos e os anos de avaliação ( $p < 0,05$ ) foram observados para relação lâmina/colmo e proporção de folhas ( $\text{g kg}^{-1}$ ) no pré-pastejo ( $p < 0,05$ ). A MSC, (pré e pós-pastejo) MSFT e relação L/C (pós-pastejo) diferiram entre os anos de avaliação ( $p < 0,05$ ). As condições climáticas semelhantes nos dois anos de avaliação certamente contribuíram para que as outras variáveis não apresentassem variação quanto a este efeito. (Figura 1).

Os valores médios de MSFT no pré-pastejo foram maiores nos níveis de intensificação II e III em comparação ao nível I ( $p < 0,05$ ), elevando a MSFT em 20,35 e 35,08% ao comparar os níveis de intensificação II e III, respectivamente com o nível I (Tabela 1). Não houve diferença significativa entre os dois maiores níveis de intensificação (II e III) (Tabela 1) para a MSFT. Provavelmente esse aumento da MSFT nos tratamentos II e III em relação ao I ( $1328 \text{ kg de MSFT ha}^{-1}$  I para II e  $961 \text{ kg de MSFT ha}^{-1}$  II para o III), está relacionado aos níveis de adubação nitrogenada que foram utilizado nesses tratamentos ( $150$  e  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio). O aumento da MSFT em resposta a maiores doses de N é reportado em trabalhos avaliando forrageiras tropicais (DELEVATTI et al., 2019; GIMENES et al., 2011), ocorre devido ao aumento no fluxo de biomassa de fotoassimilado para o incremento de perfilhos por  $\text{m}^2$  (SILVA et al., 2019; CABRAL et al., 2012), bem como de fotoassimilado para os componentes do perfilho (GARCEZ NETO et al., 2012; ALEXANDRINO et al., 2004).

Houve diferença nas proporções de MSLF pré-pastejo ao comparar o nível tecnológico I aos demais (II e III) ( $p < 0,05$ ), no qual pastos do tratamento I apresentou menor valor de MSLF em  $\text{g kg}^{-1}$  ao ser comparado com II e III (Tabela 1). Essa variável pode ter sua proporção reduzido em virtude do aumento da proporção de outros componentes, como colmo e material morto (CABRAL et al., 2012). Provavelmente esse menor valor de MSLF é devido a maior participação de material morto (MSMM) no pré-pastejo (Tabela 1), na qual teve seu valor afetado pela ausência de adubação nitrogenada

nesse nível tecnológico ( $p < 0,05$ ), uma vez que a proporção de colmo (MSC) manteve-se inalterada ( $p > 0,05$ ) (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de características agrônômicas

Variáveis	Níveis Tecnológicos			Média	EPM	Valor de P
	I	II	III			
<i>Pré-pastejo</i>						
MSFT, kg ha <sup>-1</sup>	6527,12b	7855,75a	8817,18a	7733,35	234,94	0,006
MSLF, g kg <sup>-1</sup>	304,27b	472,85a	477,26a	418,12	14,38	0,002
MSC, g kg <sup>-1</sup>	255,51	303,36	308,82	289,23	12,70	0,074
MSMM, g kg <sup>-1</sup>	440,21a	223,79b	213,91b	292,64	23,33	0,004
Lâmina/colmo	1,26b	1,71 <sup>a</sup>	1,73a	1,57	0,07	0,015
Altura, cm	69,81	70,20	78,95	72,98	2,172	0,054
<i>Pós-pastejo</i>						
MSFT, kg ha <sup>-1</sup>	5934,25	4828,19	5654,23	5472,22	222,64	0,053
MSLF, g kg <sup>-1</sup>	334,34a	260,26b	293,56ab	296,06	11,25	0,024
MSC, g kg <sup>-1</sup>	279,18b	377,44a	398,65a	351,76	7,99	0,001
MSMM, g kg <sup>-1</sup>	386,29	362,29	307,78	352,18	16,1	0,058
Lâmina/colmo	1,29a	0,81b	0,86b	0,98	0,038	0,002
Altura, cm	56,55a	37,54b	41,82b	45,31	1,820	0,004

MSFT=massa seca de forragem total; MSLF=massa seca de lâmina foliar por kg de matéria seca; MSC=massa seca de colmo por kg de matéria seca; MSMM=massa seca de material morto por kg de matéria seca; EPM=erro padrão da média.

Letras minúsculas nas linhas diferem a 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey.

Déficits hídricos também contribuem para maior massa de material morto, bem como a altura do dossel (DIFANTE et al., 2011), no entanto, nesse estudo houve uma distribuição adequada de chuvas (Figura 1) e a altura do dossel foi mantida dentro do manejo preconizado (Tabela 1). Portanto, a deficiência de nitrogênio nesse tratamento pode ter afetado os valores dessa variável, uma vez que não recebia adubação desse elemento, haja visto que plantas deficientes em nitrogênio podem reduzir a participação das lâminas foliares verdes e aumentar a participação de material morto na massa seca de forragem total (CANTO et al., 2013).

Os maiores valores para relação lâmina/colmo foram observados nos níveis tecnológicos II e III ( $p < 0,05$ ). Esta é uma resposta à maior proporção de MSLF observada em relação ao não aumento na MSC e MSMM em comparação ao tratamento I que elevou a MSMM (Tabela 1). A relação lâmina/colmo é uma variável que tem efeito direto na apreensão de forragem, podendo afetar o tamanho do bocado, conseqüentemente consumo e o desempenho dos animais (ALEXANDRINO et al. 2005).

A MSFT pós-pastejo não diferiu entre os tratamentos ( $p>0,05$ ), apresentando média geral de  $5472,22 \text{ kg ha}^{-1}$  (Tabela 1). Essa resposta provavelmente é devida uma maior massa de colmo por área nos níveis tecnológicos II e III, resultando em uma MSFT igual (Tabela 1). Essa maior massa de colmo pode estar relacionada ao uso de adubação nitrogenada que era feito nos tratamentos II e III, uma vez que o nitrogênio em maior disponibilidade no solo pode elevar tanto a massa de forragem total quanto dos componentes agronômicos (lâmina foliar e colmo). Por outro lado, a proporção de folhas (MSLF) no pós-pastejo foi maior no nível tecnológico I em relação ao nível tecnológico II ( $p<0,05$ ), apresentando valores de 334 e  $260 \text{ g kg}^{-1}$ , respectivamente. Essa resposta mostra que foi alcançando o objetivo do manejo preconizado, uma vez que o manejo no nível tecnológico I preconizava uma proporção constante de MSLF diante do manejo com lotação contínua para que fosse possível manter os animais nessa área com uma adequada disponibilidade folhas, diferente dos demais (II e III), que era lotação rotacionada, apresentando uma alta MSLF nos primeiros dias de pastejo do piquete, reduzindo essa massa dia após dia até o momento da retirada dos animais do piquete.

Houve maior proporção de MSC no pós-pastejo nos tratamentos dos níveis tecnológicos II e III em relação ao nível tecnológico I ( $p<0,05$ ), na qual apresentaram 38,99% a mais de colmo. A adubação nitrogenada aumenta o fluxo de biomassa para os componentes agronômicos (folha e colmo) (RODRIGUES et al., 2019; MARTUSCELLO et al., 2015; ALEXANDRINO et al., 2004), podendo elevar a participação de colmo na massa total de forragem (CANTO et al., 2013; CABRAL et al., 2012), o que provavelmente ocorreu nos tratamentos II e III, uma vez que recebiam adubação nitrogenada.

Não houve diferença na proporção de MSMM na condição pós-pastejo entre níveis tecnológicos ( $p>0,05$ ), apresentando média de  $352,18 \text{ g kg}^{-1}$ .

O nível tecnológico I apresentou maior relação lâmina/colmo em relação aos demais tratamentos (II e III) ( $p<0,05$ ). Provavelmente isso deve-se ao fato de que na condição pós-pastejo os tratamentos que receberam adubação nitrogenada foram manejados na forma de lotação rotacionada, onde aproximadamente de 50 a 80% da porção lâmina foliar é removida durante o pastejo nesse tipo de manejo (EUCLIDES et al., 2018; MOURA et al., 2017; LEMOS et al., 2014), o que não ocorre no pastejo sob lotação contínua, levando a essa diferença entre o nível I e os demais.

Houve influência dos ciclos de pastejo sobre a MSFT ( $p<0,05$ ), na qual no segundo ciclo houve maior valor médio dessa variável em relação ao primeiro e quarto

ciclo (Tabela 2). Provavelmente essa resposta está relacionada a maior quantidade de chuvas ocorridas nesse período (fevereiro e março, figura 1), na qual fatores abióticos como quantidade de luz, temperatura e disponibilidade hídrica, influenciam diretamente o valor dessa variável (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993).

A MSLF apresentou maior menor valor no terceiro ciclo ( $p < 0,05$ ), apresentando 11,75% a menos na proporção de folhas em relação aos demais ciclos (Tabela 2). Provavelmente essa menor proporção está relacionada ao fato de a planta ter florescido entre segundo e terceiro ciclo, uma vez que ao florescer ocorrer uma mobilização de nutrientes das folhas para a produção de sementes, (TAIZ; ZEIGER, 2006; BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000), reduzindo o crescimento foliar, conseqüentemente, redução da proporção de folhas.

A MSC não foi influenciada pelos ciclos de pastejo ( $p > 0,05$ ), apresentando média de 298,23 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 2), demonstrando que embora tenha ocorrido variações nos fatores abióticos ao longo dos ciclos de pastejo, o manejo do pastejo empregado nos diferentes níveis tecnológicos conseguiu controlar o alongamento de colmo da planta.

Tabela 2. Valores médios de características agrônômicas do capim Mombaça sob diferentes níveis tecnológicos nos ciclos de pastejo.

Variáveis	Ciclos				Média	Valor de P
	1º	2º	3º	4º		
MSFT, kg ha <sup>-1</sup>	6495,65c	8755,58a	8164,61ab	7517,56b	7733,35	0,006
MSLF, g kg <sup>-1</sup>	466,29a	425,77ab	384,25b	396,22ab	418,13	0,002
MSC, g kg	290,39	298,49	293,3	274,72	289,23	0,07
MSMM, g kg <sup>-1</sup>	243,32b	275,75ab	322,44ab	329,05 <sup>a</sup>	292,64	0,004
Relação L/C	1,71a	1,46ab	1,33b	1,76 <sup>a</sup>	1,57	0,01
DPP, perfilhos m <sup>2</sup>	355,44b	362,59ab	415,12ab	422,48 <sup>a</sup>	388,91	0,007

MSFT=massa seca de forragem total; MSLF=massa seca de lâmina foliar por kg de matéria seca; MSC=massa seca de colmo por kg de matéria seca; MSMM=massa seca de material morto por kg de matéria seca; relação L/C= relação lâmina colmo; DPP= densidade populacional de perfilhos.

Letras minúsculas nas linhas diferem a 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey.

A MSMM foi maior no último ciclo em relação ao primeiro ( $p < 0,05$ ), apresentando 329,05 e 243,32 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Esse aumento representou 35,23% de aumento no valor dessa variável ao comparar esses dois ciclos. A proporção de material morto pode ter seus valores aumentados em decorrência de deficiência hídrica, na qual embora durante o período experimental houve uma distribuição de chuvas adequada para as condições climáticas da região, houve uma redução nessa distribuição no último ciclo (Figura 1), o que é normal que ocorra nesse período na região onde

ocorreu o experimento, conseqüentemente, isso pode ter elevado a proporção de MSMM no último ciclo.

Houve menor relação L/C no terceiro ciclo em relação ao primeiro e último ciclo ( $p < 0,05$ ), apresentando uma relação 23,12% menor ao ser comparado com 1º e 4º ciclo. Essa menor relação L/C está relacionado a uma menor proporção de MSLF nesse ciclo (Tabela 2), refletindo diretamente no valor dessa variável.

A DPP foi menor no primeiro ciclo em relação ao último ( $p < 0,05$ ), apresentando média de 355,44 e 422,48, respectivamente. Provavelmente esse aumento deve-se ao efeito acumulativo dos perfilhos ao longo dos ciclos de pastejo, na qual no início após uniformização da área para realização do experimento, a DPP estava se reestabelecendo após o período de seca, chegando a maiores quantidades conforme foi ocorrendo mais chuvas, pastejo e rebrota, concomitantemente, maiores quantidades no último ciclo em relação ao primeiro.

A relação lâmina/colmo e a proporção de lâmina foliar (MSLF  $\text{g kg}^{-1}$ ) pré-pastejo, apresentou efeito de interação entre os níveis tecnológicos e anos de avaliação, apresentando menor valor no nível tecnológico I no ano II ( $p < 0,05$ ), observando-se redução de 30,96 e 21,13% para os valores de relação lâmina/colmo e MSLF  $\text{g kg}^{-1}$ , respectivamente (Tabela 3). Essas variáveis podem ser influenciadas por aumentos no crescimento de colmo (CABRAL et al., 2012), e pela redução da massa verde em função do aumento da taxa de senescência das folhas devido a deficiência de nitrogênio para manter as folhas verdes por um período de tempo maior (RODRIGUES et al., 2019; GARCEZ NETO et al., 2012).

Tabela 3. Valores médios de características agrônômicas nos anos de avaliação

Ano	Lâmina/colmo				EPM	Valor de P
	I	II	III	Média		
Ano I	1,55Aa	1,57Aa	1,7Aa	1,61		
Ano II	1,07Bb	1,76Aa	1,81Aa	1,6	0,07	0,003
Média	1,31	1,66	1,75	1,6		
	MSLF $\text{g kg}^{-1}$					
Ano I	348,46Ba	462,12Aa	462,45Aa	424,34		
Ano II	274,8Bb	480,01Aa	487,14Aa	413,98	14,38	0,024
Média	311,63	471,06	474,79	419,16		

MSLF= massa seca de lâmina foliar por kg de matéria seca; EPM=erro padrão da média.

Letras maiúsculas nas linhas diferem a 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey. Letras minúsculas nas colunas diferem a 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey.

Provavelmente o fato dessa área ter ficado dois anos seguidos sem receber adubação nitrogenada em função da avaliação experimental no nível tecnológico I, fez com que no segundo ano a proporção de folhas vivas reduzissem a ponto de afeta a relação lâmina/colmo nesse tratamento, indicando uma perda da capacidade produtiva dessas áreas submetidas a esse tipo de manejo em um intervalo de curto a médio prazo.

Houve diferença entre os dois anos de avaliação para MSFT, relação lâmina/colmo pós-pastejo, MSC no pré-pastejo e pós-pastejo ( $p < 0,05$ ), na qual houve aumento nos valores de MSFT e MSC ao comparar o ano I com o ano II, acompanhado de redução na relação lâmina/colmo (Tabela 4). Provavelmente essas diferenças estão atribuídas ao fato de que no ano II o florescimento do capim ocorreu de forma mais intensa quando comparado ao ano I, levando a um aumento na proporção de colmo e reduzindo a relação lâmina/colmo (Tabela 4). No ano II esse florescimento mais intenso, pode estar relacionado ao menor tempo de insolação durante os meses de fevereiro a março, ocorrendo dias com períodos de nublados mais longos, fazendo com que houvesse o florescimento, uma vez que esse estímulo de menor fotoperíodo faz com que em forrageiras do gênero *Panicum* é comum ocorrer esse florescimento entre os meses de março e abril no Norte do Tocantins, que por sua vez, faz com a planta tenha um alongamento excessivo de colmo e redução no crescimento de lâmina foliar. Esse aumento na proporção de colmo, pode ter levado a uma menor apreensão de forragem pelos animais e conseqüentemente contribuído para um maior resíduo de MSFT pós-pastejo no ano II em relação ao ano I (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios de variáveis agrônômicas pós-pastejo nos anos I e II

Variáveis	Ano		Média	Valor de P
	I	II		
MSFT, kg ha <sup>-1</sup>	5248,19	5696,25	5472,22	0,023
Lâmina/Colmo	1,19	0,78	0,98	0,004
MSC pré, g kg <sup>-1</sup>	322,47	381,04	351,75	0,041
MSC pós, g kg <sup>-1</sup>	271,58	300,99	286,62	0,042

MSFT=massa seca de forragem total; MSCpre=massa seca de colmo por kg de matéria seca, pré-pastejo; MSC=massa seca de colmo por kg de matéria seca, pós-pastejo.

Os valores médios de PB aumentaram com a elevação dos níveis tecnológicos ( $p < 0,05$ ), saindo de 102,8 para 134,1 g kg<sup>-1</sup> ao compara nível I com II, e de 134,1 para 149,9 g kg<sup>-1</sup> ao comparar nível II com III (Tabela 5). Esse aumento da PB provavelmente é devido aos níveis de adubações nitrogenada que foram aumentando em cada nível

tecnológico. A elevação dos valores da PB em trabalhos com forragens tropicais submetidas a adubações nitrogenadas, tem sido amplamente observado na literatura (DELEVATTI et al., 2019; VENTURINI et al., 2017; PACIULLO et al., 2016; COSTA et al., 2013), em que geralmente pastos que não recebem adubação nitrogenada, apresentam baixos níveis de proteína bruta. Esse aumento sobre a PB do pasto é desejável que esteja associado à proteína verdadeira ao invés de nitrogênio não proteico como nitrato de amônio, amônio e aminoácidos livres, pois podem ser de baixo aproveitamento pelas bactérias ruminais quando não há uma fonte de energia de alta taxa de degradação ruminal (GUERRA et al., 2018).

Os valores de FDN reduziram nos níveis tecnológicos II e III ( $p < 0,05$ ), saindo de 656,1 para valores próximos a 620,0 g kg<sup>-1</sup> ao compara nível I com forragens do nível II e III, respectivamente (Tabela 5). Uma redução de aproximadamente 5,31%. Essa redução da FDN nos níveis tecnológicos II e III, também pode ser atribuída aos níveis de adubação nitrogenada utilizada nesses tratamentos. Delevatti et al. (2019), também observaram redução nos teores de FDN em pastagens com maiores doses de N em relação a pastagens não adubadas. Essa variável está associada a melhorias no valor nutricional do alimento e ao consumo de matéria seca, em que dietas com altos valores de FDN podem reduzir o consumo e a digestibilidade de matéria seca, consequentemente o desempenho produtivo dos animais (VAN SOEST, 1994). No entanto, no trabalho de Delevatti et al. (2019), não houve aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Mesma resposta foram observadas por Pinheiro et al. (2014), e Moreira et al. (2011), ao elevar doses de N em forrageiras tropicais.

Tabela 5. Valores médio de composição química da lâmina foliar

Variáveis	Níveis Tecnológicos			Média	EPM	Valor de P
	I	II	III			
PB, g kg <sup>-1</sup>	102,8c	134,1b	149,9a	128,9	2,999	0,001
FDN, g kg <sup>-1</sup>	656,1a	626,6b	620,0b	634,3	3,967	0,006
FDA, g kg <sup>-1</sup>	310,4a	284,8a	289,2a	294,8	6,267	0,087
Lignina, g kg <sup>-1</sup>	24,9a	18,7a	21,0a	21,6	1,949	0,191
DISMS, g kg <sup>-1</sup>	66,30b	69,82a	69,97a	68,69	0,671	0,002

PB=proteína bruta por kg de matéria seca; FDN=fibra em detergente neutro por kg de matéria seca; FDA=fibra em detergente ácido por kg de matéria seca; DISMS= degradabilidade *in situ* da matéria seca em 48 horas. EPM=erro padrão da média.

Letras minúsculas nas linhas diferem a 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os valores de FDA e lignina não foram afetados pelos tratamentos experimentais ( $p > 0,05$ ), apresentando médias de 294,8 e 21,6 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. No trabalho de Magalhães et al. (2011), avaliando doses de N de 0 a 300 kg ha<sup>-1</sup> em *Brachiaria decumbens*, os níveis de FDA reduziram de forma linear em função do aumento das doses de N, porém, Delevatti et al. (2019), avaliando doses semelhantes de N (0 a 270 kg ha<sup>-1</sup>) em capim-Marandu, observaram redução até certo ponto, apresentando efeito quadrático sobre os valores de FDA em função do aumento das doses de N.

Houve efeito dos níveis tecnológicos sobre a DISMS ( $p < 0,05$ ), na qual o nível I apresentou menor degradabilidade em relação aos demais tratamentos (II e III) (Tabela 5). A degradabilidade da matéria seca no rumem é um importante parâmetro para verificar a qualidade de um alimento, bem como o comportamento quanto ao consumo de matéria seca desse alimento e consequentemente desempenho animal (GOULART et al., 2020; CAVALCANTE; PERIN; BENEDETTI, 2012). Essa variável pode ter variações na taxa de degradação dependendo da idade da planta forrageira e formas de processamento da forragem (SILVA et al., 2014). Provavelmente os menores valores observados de FDN nos níveis tecnológicos II e III (Tabela 5), podem ter contribuído para uma maior taxa de degradação da matéria seca nesses tratamentos.

Os tratamentos experimentais não influenciaram no GDM dos animais ( $p > 0,05$ ), sendo observado média geral de 0,689 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (Tabela 6). Esse padrão de resposta é bastante observado em trabalhos avaliando doses de adubação nitrogenada em pastagens tropicais (DELEVATTI et al., 2019; BERNARDINO et al., 2011; GIMENES et al., 2011; MOREIRA et al., 2011; CANTO et al., 2009), em que geralmente não se tem observado diferenças no desempenho individual dos animais mantidos a pasto recebendo somente sal mineral, com ofertas de forragem em quantidades adequadas. Portanto, em função dos diferentes níveis tecnológicos ter como diferença principal o nível de adubação nitrogenada e o manejo do pastejo utilizado, levou a GMD individual dos animais iguais. Embora tenha ocorrido uma melhoria significativa nos valores de PB e FDN, os teores de FDN apresentaram média geral acima dos 60%, o que pode ter limitado o consumo de matéria seca da forragem para níveis semelhantes de ingestão (DETMANN et al., 2014), consequentemente GMD parecidos.

A taxa de lotação teve seus valores elevados nos níveis tecnológicos II e III ( $p < 0,05$ ), sendo observado um incremento de 96,26% ao comparar o nível tecnológico I com III e 27,42% comparando nível II com III (Tabela 6). Esse efeito reflete de forma clara o potencial da intensificação no uso das pastagens tropicais via adubação

nitrogenada, em elevar a produtividade animal sem prejudica o desempenho individual dos animais. Delevatti et al. (2019), avaliando doses de N de 0 a 270 kg ha<sup>-1</sup> em pastagem de capim-Marandu, observaram incrementos de 94,36% sobre a taxa de lotação. Canto et al. (2009), avaliando doses de 100 a 400 kg de N em capim-Tânzania, observou um incremento de 124,31% sobre a taxa de lotação.

Esses aumentos sobre a taxa de lotação nos diferentes níveis tecnológicos apresentaram efeito direto sobre a produtividade animal, na qual elevou o ganho médio diário por hectare e o ganho de peso total no período de avaliação ( $p < 0,05$ ). O ganho por área elevou em 98,23% comparando nível I com II, e em 32,93% comparando o nível II ao nível III (Tabela 6). O aumento sobre a produtividade animal em pastagens adubadas é o principal efeito que se tem observado em pastagens tropicais (PINHEIRO et al., 2014; MOREIRA et al., 2011; GIMENES et al., 2011; CANTO et al., 2009), permitindo produtividades acima de 25@ ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, bem acima da média nacional atual que é de 4,5@ ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (ABIEC, 2019).

Tabela 6. Valores médios de desempenho de novilhas em pastejo

Variáveis	Níveis Tecnológicos			Média	EPM	Valor de P
	I	II	III			
GMD, kg animal <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	0,670a	0,696a	0,701a	0,689	0,046	0,966
TL, UA ha <sup>-1</sup>	3,48c	5,36b	6,83a	5,22	0,342	0,006
GMD, kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	3,97c	5,92b	7,87a	5,92	0,344	0,003
GPT kg ha <sup>-1</sup>	398,46c	598,00b	795,51a	597,32	36,220	0,004

GMD=ganho médio diário; TL=taxa de lotação; UA=unidade animal correspondente a 450 kg; GPT=ganho de peso total; EPM=erro padrão da média.

Letras minúsculas nas linhas diferem a 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey.

Vale ressaltar que apesar dos tratamentos que não continha adubação nitrogenada (nível I) ter apresentado menores valores agronômicos, composição química e produtividade animal (Tabela 1, Tabela 5 e Tabela 6), a produtividade animal foi considerada acima dos valores médios encontrados no cenário nacional de forma geral (ABIEC, 2019), no entanto, vale ressaltar também, que o manejo de adubação N-P-K anterior ao experimento, vinha sendo feito de forma intensiva, principalmente no que diz respeito ao N, e que provavelmente isso pode ter promovido essas produções acima da média nacional (13,28@ vs. 4,5@ ha ano<sup>-1</sup>), o que certamente não ocorreria em uma área recém-formada sem receber adubação nitrogenada. Além do mais, essas áreas de pastagem sem adubação nitrogenada (nível tecnológico I), começaram a apresentar sinais

de perda da capacidade produtiva ao final do ano II, como redução da proporção de folhas (Tabela 3), conseqüentemente, redução da capacidade de rebrota e da produtividade animal.

A eficiência agronômica não diferiu entre os níveis tecnológicos ( $p>0,05$ ), observando-se média de 53,01 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca de forragem produzida para cada quilograma de N aplicado nos níveis tecnológicos II e III (Tabela 7). Silveira Júnior et al. (2017), observou diferença significativa avaliando doses de N de até 250 kg ha<sup>-1</sup> em pastagem de capim-Mombaça, reduzindo em média 55 gramas de massa seca de forragem para cada quilograma de N aplicado, observando-se média de 47,9 kg de MS kg<sup>-1</sup> de N na menor dose (125 kg de N), e 42,92 kg de MS kg<sup>-1</sup> de N na maior dose (250 kg de N). Silva et al. (2019), também observaram redução na eficiência agronômica em capim-Mombaça ao avaliar doses de até 400 kg ha<sup>-1</sup> nessa mesma espécie forrageira.

A proporção de N recuperado também não diferiu entre os níveis tecnológicos II e III ( $p>0,05$ ), apresentando média de 37,37% de recuperação do N aplicado (Tabela 7). A eficiência de uso do nitrogênio (EUN) também não apresentou diferença entre as os níveis tecnológicos II e III ( $p>0,05$ ). Silva et al. (2011), observou aumento da EUN ao avaliar doses de até 400 kg ha<sup>-1</sup> de N em pastagem de capim-Marandu, porém, Delevatti et al. (2019), ao avaliar doses de até 270 kg de N nessa mesma forrageira (capim-Marandu), observou redução linear para o valor dessa variável reduzindo de 356,3 para 249,5 g de N kg<sup>-1</sup> de N ao comparar a menor dose (90 kg de N) com a maior dose (270 kg de N).

Tabela 7. Valores médios de eficiência no nitrogênio aplicado

Variáveis	Níveis Tecnológicos			Média	EPM	Valor de P
	I	II	III			
EA, kg de MS kg <sup>-1</sup> de N	-	56,95	49,08	53,01	11,3976	0,674
N Rec., %	-	41,00	34,50	37,37	3,0193	0,273
EUN, g de N kg <sup>-1</sup> de N	-	368,19	370,49	369,34	11,6138	0,901
INN	0,84c	1,20b	1,39a	1,15	0,0124	<0,001

EA= eficiência agronômica; N Rec.= nitrogênio recuperado; EUN= eficiência de uso do nitrogênio; INN= índice nutricional de nitrogênio; EPM=erro padrão da média.

Letras minúsculas nas linhas diferem a 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey.

O índice nutricional de nitrogênio (INN) diferiu entre os tratamentos ( $p<0,05$ ), em que o nível tecnológico I apresentou índice nutricional de 0,84 (Tabela 7), considerado abaixo do nível crítico (LEMAIRE; JEUFFRPY; GASTRAL, 2008) indicando deficiência de N, no entanto, os tratamentos II e II que continham adubação nitrogenada apresentaram valores de 1,20 e 1,39 (Tabela 7), respectivamente, considerados como

consumo luxuoso de N (LEMAIRE; JEUFFRPY; GASTRAL, 2008). Pastagens adubadas com N que apresentam consumo luxuoso desse elemento, podem elevar os custos de produção, bem como, apresentar riscos de poluição ambiental (CARDOSO et al., 2016). Apesar desses resultados apresentaram esses potenciais impactos negativos em relação a custos e potencial de poluição ambiental, as médias de produção de massa de forragem representaram efeito sobre a produtividade animal, na qual os custos de adubação devem ser analisados para verificar a viabilidade econômica dos níveis de adubação.

### **Conclusão**

Maiores níveis tecnológicos intensivos, Níveis II e III, tendo como base o uso de adubação nitrogenada e lotação rotacionada em pastagem de capim-Mombaça, aumentam a produtividade da massa seca de forragem, bem como a proporção de lâmina foliar em comparação ao nível tecnológico sem adubação nitrogenada e lotação contínua (nível I), promovendo também melhorias no valor nutricional da forragem ao elevar os teores de proteína bruta e reduzir os teores de FDN do pasto.

A produção animal aumenta ao sair do nível tecnológico I (sem adubação nitrogenada e lotação contínua) para o II (150 kg ha<sup>-1</sup> ano de N com lotação rotacionada) e continua a aumentar ao sair do II para o nível tecnológico III (300 kg ha<sup>-1</sup> ano de N com lotação rotacionada), podendo chegar a produzir valores próximo 25@ ha<sup>-1</sup>. Esses resultados demonstram o potencial que das pastagens tropicais têm em elevar a produtividade animal sem precisar aumentar áreas de pastagens, quando manejadas de forma mais intensiva, dando indícios de um sistema de produção que será capaz de garantir as demandas futuras de proteína animal oriundos da carne bovina.

Apesar dos resultados indicarem melhorias biológicas na produtividade de forragem e animal, as decisões quanto ao nível tecnológico aplicado devem considerar o preço dos insumos e custos de aplicação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 15ª edição. AOAC International, Arlington, VA, 1990.

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, p.2174-2184, 2005.

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR. D.; MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA, C. Características Morfogenéticas e Estruturais na Rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu Submetida a Três Doses de Nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.

Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes –ABIEC. **Beef report: Perfil da pecuária no Brasil**–Relatório anual 2019. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/control/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>.

Acesso em: 22/09/2019.

BARRETTO, A. G. O. P.; BERNDDES, G.; SPAROVEK, G.; WIRSENIUS, S. Agricultural intensification in Brazil and its effects on land-use patterns: an analysis of the 1975-2006 period. **Global Change Biology**, v.19, n.6, 1804–1815, 2013.

BISERRA, T.T.; CECATO, U.; GALBEIRO, S.; BRIDI, A.M.; FERNANDES, H.J.; DUARTE, C.F.D.; SILVA, D.R.; VICENTE, J.V.R.; ROGEL, C.P.; The effect of different grazing heights on carcass and meat quality characteristics of Nellore cattle fattened in pastures of Convert grass. **Tropical Animal Health and Production**. Publicação online. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02050-6>. Acesso em 12 de novembro de 2019. 2019.

BRAGA, G.J.; MACIEL, G.A.; GUIMARÃES JR, R.; RAMOS, A.K.B.; CARVALHO, M.A.; FERNANDES, F.D.; FONSECA, C.E.L.; JANK, L. Performance of young Nellore bulls on guineagrass pastures under rotational stocking in the Brazilian Cerrado. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v.7, n.3, p.214-222, 2019.

BRISKE, D. D., DERNER, J. D., BROWN, J. R., FUHLENDORF, S. D., TEAGUE, W. R., HAVSTAD, K. M.; GILLEN, R.L.; ASH, A.J.; WILLMS, W. D. Rotational Grazing on Rangelands: Reconciliation of Perception and Experimental Evidence. **Rangeland Ecology & Management**, v.61, n.1, p.3–17, 2008.

CABRAL, W.B.; SOUZA, A.L.; ALEXANDRINO, E.; TORAL, F.L.B.; SANTOS, J.N.; CARVALHO, M.V.P. Características estruturais e agronômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.846-855, 2012.

CÂNDIDO, M.J.D.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, W.E. Período de Descanso, Valor Nutritivo e Desempenho Animal em

Pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob Lotação Intermitente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1459-1467, 2005.

CANTO, M.W.; FILHO, A.B.; MORAES, A.; HOESCHL, A.R.; GASPARINO, E. Animal production in tanzania grass swards fertilized with nitrogen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1176-1182, 2009.

CANTO, M.W.; HOESCHL, A.R.; FILHO, A.B.; MORAIS, A.; GASPARINO, E. Características do pasto e eficiência agrônômica de nitrogênio em capim-tanzânia sob pastejo contínuo, adubado com doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, 43, 682-688, 2013.

CARDOSO, A.S.; BERNDT, A.; LEYTEM, A.; ALVES, B.J.R.; CARVALHO, I.N. O.; SOARES, B.L. H.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. **Agricultural Systems**, v.143, p.86-96, 2016.

CARVALHO, T.B; DE ZEN, S.; TAVARES, E.C.N. Comparação de custo de produção na atividade de pecuária de engorda nos principais países produtores de carne bovina. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, 47. Porto Alegre: SOBER. 2009.

CAVALCANTE, D.R.; PERIN, F.B.; BENEDETTI, E. Degradabilidade *in situ* da matéria seca de três forrageiras tropicais nas formas *in natura* e ensilada. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.1, p.163-168, 2012.

COSTA, K.P.A.; SEVERIANO, E.C.; SILVA, F.G.; BORGES, E.F.; EPIFÂNIO, P.S.; GUIMARÃES, K.C. Doses and sources of nitrogen on yield and bromatological composition of *xaraés* grass. **Ciência Animal Brasileira**, v.14, n.3, julho/setembro, 2013.

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

DETMANN, E.; GIONBELLI, M. P.; HUHTANEN, P. A meta-analytical evaluation of the regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 4632-4641, 2014.

DELEVATTI, L.M.; CARDOSO, A.S.; BARBERO, R.P.; LEITE, R.G.; ROMANZINI, E.P.; RUGGIERI, A.C.; REIS, R.A. Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, an animal performace in a tropical pasture. **Scientific Reports**, v.9, p.7596, 2019.

DIFANTE, G.S.; Euclides, V.P.B.; Nascimento JR, D.; DA Silva, S.C.; Barbosa, R.A.; Torres JR, R.A.A. Desempenho e conversão alimentar de novilhos de corte em

capim-Tanzânia submetido a duas intensidades de pastejo sob lotação rotativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.33-41, 2010.

DIFANTE, G.S.; NASCIMENTO JR, D.; DA SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; SILVEIRA, M.C.T.; PENA, K.S. Características morfológicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.955-963, 2011.

EUCLIDES, V. P. B., CARPEJANI, G. C.; MONTAGNER, D. B.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; BARBOSA, R. A.; DIFANTE, G. S. Maintaining post-grazing sward height of *Panicum maximum* (cv. Mombaça) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. **Grass and Forage Science**, 73(1), 174–182, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

ESCARELA, C.M.; PIETROSKI, M.; PRADO, R.M.; CAMPOS, C.D.S.; CAIONE, G. Effect of nitrogen fertilization on productivity and quality of Mombasa forage (*Megathyrsus maximum* cv. Mombasa). **Acta Agronômica**, v.66, p.42-48, 2017.

FAGERIA, N.K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.2, p.6-16, 1998.

GARCEZ NETO, A.F.; GOBBI, K.F.; SILVA, J.; SANTOS, T.M. Tillering and biomass partitioning of Mombasa grass under nitrogen fertilization during regrowth. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.8, p.1824-1831, 2012.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MORAIS, R.V.; VITOR, C.M.T.; MOREIRA, L.M.; MISTURA, C. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante cv. Napier sob pastejo rotativo. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.64, n.2, p.149-158, 2007.

FREIRE, F.M.; COELHO, A.M.; VIANA, M.C.M.; SILVA, E.P. Adubação nitrogenada e potássica em sistemas de produção intensiva de pastagens. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.33, n.266, p.60-68, 2012.

GARRETT, R. D.; KOH, I.; LAMBIN, E. F.; LE POLAIN DE WAROUX, Y.; KASTENS, J. H.; BROWN, J. C. Intensification in agriculture-forest frontiers: Land use responses to development and conservation policies in Brazil. **Global Environmental Change**, v.53, p.233–243, 2018.

GALINDO, S.G.; BUZETTI, S.; FILHO, M.C.M.T.; DUPAS, E.; LUDKIEWICZ, M.G.Z. Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in

Mombasa guineagrass (*Panicum maximum* cv. mombasa) at dry and rainy seasons. **Australian Journal of Crop Science**, v.11, p.1657-1664, 2018.

GIMENES, F.M.A.; DA SILVA, S.C.; FIALHO, C.A.; GOMES, M.B.; BERNDT, A.; GERDES, L.; COLOZZA, M.T.; Ganho de peso e produtividade animal em capim-marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.7, p.751-759, 2011.

GOULART, R.S.; VIEIRA, R.A.M.; DANIEL, J.L.P.; AMARAL, R.C.; SANTOS, V.P.; FILHO, S.G.T.; CABEZAS-GARCIA, E.H.; TEDESCHI, L.O.; NUSSIO, L.G. Effects of source and concentration of neutral detergent fiber from roughage in beef cattle diets on feed intake, ingestive behavior, and ruminal kinetics. **Journal of Animal Science**, v.98, n.5, 2020.

GUERRA, M.G.; VERAS, A.S.C.; SANTOS, V.L.F.; FERREIRA, M.A.; NOVAES, L.P.; BARRETO, L.M.G.; CÂMARA, P.L.C.O.; SILVA, L.R. Perfil metabólico proteico de vacas em lactação alimentadas com milho e ureia a pasto. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, p.1266-1274, 2018.

HAO, J., DICKHOEFER, U., LIN, L., MÜLLER, K., GLINDEMANN, T., SCHÖNBACH, P.; SCHIBORRA, A.; WANG, C.; SUSENBETH, A. Effects of rotational and continuous grazing on herbage quality, feed intake and performance of sheep on a semi-arid grassland steppe. **Archives of Animal Nutrition**, v.67, n.1, p.62–76, 2013.

HALL, T. J.; MCIVOR, J. G.; JONES, P.; SMITH, D. R.; MAYER, D. G. Comparison of stocking methods for beef production in northern Australia: seasonal diet quality and composition. **The Rangeland Journal**, v.38, n.6, p.553-567, 2016.

HARE, M.D.; PHENGPHEP, S.; SONGSIRI, T.; SUTIN, N. Effect of nitrogen on yield and quality of *Panicum maximum* cv. Mombasa and Tanzania in Northeast Thailand. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v.3, p.27–33, 2015.

HART, R. H.; SAMUEL, M. J.; WAGGONER, J. W.; AND SMITH, M. A. Comparisons of stocking methods in Wyoming. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.44, p.344–347. 1989.

LEMAIRE, G.; JEUFFROY, M.H; GASTAL, F. Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage: Theory and practices for crop N management. **European Journal of Agronomy** v.28, n.4, p.614–624, 2008.

LEMOS, N.L.S.; RUGGIERI, A.C.; COSTA E SILVA, V.; CAMPOS, A.F.; MALHEIROS, E.B.; TEIXEIRA, I.A.M.A. Tanzania grass structure grazed by goats managed with different residual leaf area index under intermittent stocking. **Bioscience Journal**, v.30, n.6, p.1811-1818, 2014.

LE POLAIN DE WAROUX, Y.; GARRETT, R. D.; GRAESSER, J.; NOLTE, C.; WHITE, C.; LAMBIN, E. F. The Restructuring of South American Soy and Beef Production and Trade Under Changing Environmental Regulations. **World Development**, v.121, p.188-202, 2017.

KLINGLMANN, D. L.; MILES, S. R.; MOTT, G.O. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. **Journal of Society of Agronomy**, v. 35, n. 9, p. 739-746, 1943.

MAGALHÃES, A.F.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; SOUSA, R.S.S.; SILVA, F.F.; BONOMO, P.; VELOSO, C.M.; MAGALHÃES, D.M.A.; PEREIRA, J.M. Composição bromatológica e concentrações de nutrientes do capim braquiária adubado com nitrogênio e fósforo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.4, p.893-907 out/dez, 2011.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L. **Pastagens no cerrado: baixa produtividade pelo uso limitado de fertilizantes**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002.32 p. Documentos / Embrapa Cerrados, 50.

MOURA, A. M.; TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; TEIXEIRA, A. M.; PACIULLO, D. S. C.; JAYME, D. G.; MACHADO, F.S.; GOMIDE, C.A.M.; CAMPOS, M.M.; CHAVES, A.V.; GONÇALVES, L. C. Pasture productivity and quality of *Urochloa brizantha* cultivar Marandu evaluated at two grazing intervals and their impact on milk production. **Animal Production Science**, v.57, n.7, p.1384.

MOREIRA, L.M.; SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C. Produção animal em pastagem de capim-braquiária adubada com nitrogênio. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.4, p.914-921, 2011.

ONU-Organização das Nações Unidas. **World Population Prospects 2019**. <https://population.un.org/wpp/Graphs/Probabilistic/POP/TOT/900>. Acesso em: 20 junho 2019. 2019.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; MAURICIO, R.M.; FERNANDES, P.B.; MORENZ, M.J.F. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**, v.72, p.590–600, 2016.

PINHEIRO, A.A.; CECATO, U.; LINS, T.O.J.D.; BELONI, T.; PIOTTO, V.C.; RIBEIRO, O.L. Produção e valor nutritivo da forragem, e desempenho de bovinos Nelore em pastagem de capim Tanzânia adubado com nitrogênio ou consorciado com estilosantes Campo Grande. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, 2147-2158, 2014.

POPP, J.D.; MCCAUGHEY, W.P.; COHEN, R.D.H. Effect of grazing system, stocking rate and season of use on diet quality and herbage availability of alfalfa-grass pastures. **Canadian Journal of Animal Science**, v.77, n.1, p.111-118, 1997.

PONTES, L.S.; BALDISSERA, T.C.; GIOSTRI, A.F.; STAFIN, G.; DOS SANTOS, B.R.C.; CARVALHO, P.C.F. Effects of nitrogen fertilization and cutting intensity on the agronomic performance of warm-season grasses. **Grass and Forage Science**, v.72, n.4, p.663–675, 2016.

RODRIGUES, L.F.; SANTOS, A.C.; SILVEIRA JR, O.; SANTOS, J.G.D.; FARIA, A.F.G.; COELHO, B.P.L. Morphogenic and structural characteristics of Marandu grass cultivated under grazing management and nitrogen fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 40, n. 5, p. 2331-2340, 2019.

RODRIGUES, R. C.; MOURÃO, G.B.; BRENECKE, K.; LUZ, P.H.C.; HERLING, V.R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.394-400, 2008.

RYLE, G.J.A. Comparison of leaf and tiller growth in seven perennial grasses as influenced by nitrogen and temperature. **Journal of the British Grassland Society**, v.19, n.3, p.281- 290, September. 1964.

SIDDIQI, M.Y.; GLASS, A.D.M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, v.4, n.3, p.289-302, 1981.

SILVA, D.C.; ALVES, A.A.; LACERDA, M.S.B.; MOREIRA FILHO, M.A.; OLIVEIRA, M.E.; LAFAYETTE, E.A. Valor nutritivo do capim-andropogon em quatro idades de rebrota em período chuvoso. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.15, n.3, p.626-636, 2014.

SILVA, R.O.; MIOTTO, F.R.C.; NEIVA, J.N.M.; SILVA, L.F.F.M.; FREITAS, I.B.; ARAUJO, V.L.; RESTLE, J. Effects of increasing nitrogen levels in Mombasa grass on pasture characteristics, chemical composition, and beef cattle performance in the humid tropics of the Amazon. **Tropical Animal Health and Production**, v. 52, p.3293-3300, 2020.

SILVA, R.R.; LEITE, R.C.; CARNEIRO, J.S.S.; FREITAS, G.A.; SANTOS, A.C.M.; SANTOS, A.C.; KUYUMJIAN, L.A. Application of slaughterhouse residues as nitrogen source replacing commercial fertilizers on mombasa grass (*Megathyrus maximus*). **Australian Journal Crop Science**, v.13, n.02, p.294-299, 2019.

SILVA, D.R.G.; COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P.; BERNARDES, T.F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e

produtivas do capim-Marandu. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 184-191, jan-mar, 2013.

SILVA, D.R.G.; COSTA, K.A.P.; FAQUIM, V.; OLIVEIRA, I.P.; SOUZA, M.R.F.; SOUZA, M.A.S. Eficiência nutricional e aproveitamento do nitrogênio pelo capim-Marandu de pastagem em estágio moderado de degradação sob doses e fontes de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 2, p.242-249, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

TAYLOR, C. A. Short-duration grazing: experiences from the Edwards Plateau region in Texas. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.44, p.297–302, 1989.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Corvallis, O & B Books, 415p, 1994.

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

VENTURINI, T.; MENEZES, L.F.G.; MONTAGNER, M.M.; PIRES, W.; SCHMITZ, G.R.; MOLINETE, M.L. Influences of nitrogen fertilization and energy supplementation for growth performance of beef cattle on Alexander grass. **Tropical Animal Health and Production**, v.49, p.1757-1762, 2017.

### **CAPITULO III- Características morfogênicas e estruturais em pastagem de capim-Mombaça sob diferentes níveis tecnológicos**

**Resumo:** A avaliação da dinâmica de crescimento de plantas forrageiras tropicais submetidas a manejos intensivos, é fundamental para orientação do manejo da pastagem. Com esta pesquisa objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação de diferentes níveis tecnológicos em pastagem de *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça, sobre as características morfogênicas e estruturais do dossel forrageiro. O experimento foi realizado na Universidade Federal do Tocantins, campus de Araguaína-TO, na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia no período das águas. Foram utilizadas novilhas Nelore para efetuar a colheita de forragem. Os tratamentos foram: Nível I (sem adubação nitrogenada, 43 kg de K<sub>2</sub>O e 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> + lotação contínua), Nível II (150 kg de nitrogênio, 75 kg de K<sub>2</sub>O e 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> + lotação rotacionada) e Nível III (300 kg de nitrogênio, 150 kg de K<sub>2</sub>O e 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> + lotação rotacionada). Foram utilizadas novilhas Nelore pós-desmama com nove meses de idade para efetuar o pastejo da forragem. O desenho experimental utilizado foi inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. Houve diferença significativa (p<0,05) para as variáveis taxa de alongamento e aparecimento foliar, na qual sofreram aumentos nos maiores níveis tecnológicos (II e III) em relação ao nível I, que era de baixo nível tecnológico. Foi observada maior taxa de senescência foliar no nível I (p<0,05). Houve redução no filocrono para os níveis II e III ao comparar ao nível I (p<0,05). Os níveis tecnológicos II e III elevou o número de folhas vivas, comprimento final de lâmina foliar e a densidade populacional de perfilhos em relação ao nível I. Entre os maiores níveis tecnológicos (II e III), não houve diferença significativa para as características morfogênicas e estruturais avaliadas. O uso de maiores níveis tecnológicos (II e III) afeta as características morfogênicas e estruturais em relação ao menor nível tecnológico (nível I) em pastagem de capim mombaça. Esse efeito está relacionado diretamente com o uso de adubação nitrogenada utilizado nos maiores níveis, diante do manejo sem adubação nitrogenada utilizado no nível tecnológico I.

**Palavras-chave:** Alongamento foliar. Filocrono. Forragem. Nitrogênio.

**Abstract:** The evaluation of the growth dynamics of tropical forage plants submitted to intensive management is essential to guide pasture management. This research aimed to evaluate the effects of the application of different technological levels in pasture of *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa, on the morphogenic and structural characteristics of the forage canopy. The experiment was carried out at the Federal University of Tocantins, campus of Araguaína-TO, at the School of Veterinary Medicine and Animal Science in the water period. Nelore heifers were used to harvest forage. The treatments were: Level I (without nitrogen fertilization, 43 kg of K<sub>2</sub>O and 50 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> + continuous stocking), Level II (150 kg of nitrogen, 75 kg of K<sub>2</sub>O and 50 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> + rotated capacity) and Level III (300 kg of nitrogen, 150 kg of K<sub>2</sub>O and 50 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> + rotated capacity). Nelore post-weaning heifers with nine months of age were used to graze the forage. The experimental design used was completely randomized with repeated measures over time. There was a significant difference (p <0.05) for the variables rate of elongation and leaf appearance, in which there were increases in the highest technological levels (II and III) in relation to level I, which was of low technological level. A higher rate of leaf senescence was observed at level I (p <0.05).

There was a reduction in the phyllochron for levels II and III when compared to level I ( $p < 0.05$ ). Technological levels II and III increased the number of live leaves, the final leaf blade length and the population density of tillers in relation to level I. Among the highest technological levels (II and III), there was no significant difference for the morphogenic characteristics and assessed structural factors. The use of the highest technological levels (II and III), affect the morphogenic and structural characteristics in relation to the lowest technological level (level I) in Mombasa grass pasture. This effect is directly related to the use of nitrogen fertilization used at the highest levels, compared to the management without nitrogen fertilization used at technological level I.

**Keywords:** Forage. Leaf elongation. Nitrogen. Philochron.

### **Introdução**

O desempenho de bovinos em pastejo, tendo como dieta base pasto e sal mineral, depende, dentre outros fatores, de oferta de forragem que permita a este animal selecionar folhas (HODGSON, 1990). A priorização da maior seleção das folhas pelo animal pode reduzir a taxa de lotação, porém, promover maiores ganhos de peso individuais até certo ponto (OLIVEIRA et al., 2016; FERNANDES et al., 2015). Por outro lado, maiores taxas de lotação em uma pastagem com a mesma produção de forragem podem levar a menores ganhos individuais (OLIVEIRA et al., 2016). Neste contexto, o uso de melhores níveis tecnológicos utilizando maiores níveis de adubação nitrogenada em pastagens tropicais tem possibilitado elevar as taxas de lotação em função da massa seca de forragem total, sem prejudicar os ganhos individuais dos animais (DELEVATTI et al., 2019; PONTES et al., 2016; MOREIRA et al., 2011; CANTO et al., 2009) e, com isso, permitir sistemas de produção com maior produtividade.

O uso de manejos mais intensivos em pastagens tropicais com base em adubação nitrogenada, afeta significativamente as características morfogênicas e estruturais dessas forrageiras, elevando a taxa de alongamento foliar, aparecimento foliar, número de folhas vivas e densidade populacional de perfilhos (CABRAL et al., 2012; SILVA et al., 2019; GARCEZ NETO et al., 2012; RODRIGUES et al., 2019; BASSO et al., 2010). Afetando no final de tudo, o período de descanso (rebrotas), com redução no filocrono (LOPES et al., 2013). Estudos relacionados ao fluxo de biomassa em plantas forrageiras (morfogênese), podem ajudar a compreender a dinâmica de crescimento dessas plantas, dando respaldo para a correta orientação quanto ao manejo da pastagem (PACIULLO et al., 2016), uma vez que as principais variáveis analisadas no estudo de morfogênese; taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento foliar, duração de vida das folhas e mais recentemente taxa de alongamento de colmo, quando se avalia forrageiras tropicais; (DA

SILVA; NASCIMENTO JR., 2007; LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), exercem efeito direto sobre a produção de matéria seca e estrutura da pastagem, consequentemente, produção animal.

Dentre os ajustes que o estudo da morfogênese pode possibilitar, está a definição do melhor momento para entrada dos animais na pastagem, principalmente em métodos de pastejo utilizando lotação rotacionada. Embora alguns estudos apresentem resultados semelhantes entre lotação contínua e rotacionada quanto a produtividade animal (HALL et al., 2016; HAO et al., 2013; BRISKE et al., 2008), frequentemente, o uso de adubação nitrogenada está associado com pastejo sob lotação rotacionada, possibilitando um melhor aproveitamento da forragem produzida (SILVA et al., 2020; GIMENES et al., 2011).

A maioria das forrageiras tropicais utilizadas no Brasil tem estudos avaliando características morfogênicas e estruturais sob diferentes manejos (CABRAL et al., 2012; SILVA et al., 2019; RODRIGUES et al., 2019; LOPES et al., 2013; CARNEVALLI et al., 2006; CÂNDIDO et al., 2005; EUCLIDES et al., 2018; EUCLIDES et al., 2016; SILVA et al., 2019; GARCEZ NETO et al., 2012; PEREIRA et al., 2011; GARCEZ NETO et al., 2002), porém, estudos avaliando essas características em condições de pastejo ainda são escassos na literatura. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar as características morfogênicas e estruturais em pastagem de *Megathyrus maximus* cv. Mombaça pastejada por novilhas Nelore, sob diferentes níveis tecnológicos.

## **Material e métodos**

O experimento foi realizado na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), município de Araguaína-TO, localizada a 07°11'28'' de Latitude Sul, e 48°12'26'' de Longitude Oeste. O experimento foi realizado em dois anos consecutivos: de 28 de janeiro a 14 de maio de 2018 (106 dias) e de 22 de janeiro a 02 de maio de 2019 (100 dias).

Um total de 40 novilhas Nelore foram utilizadas no ano I (2018): 18 novilhas com idade média de nove meses e peso vivo médio inicial de 253 Kg para avaliações de desempenho e 22 animais da mesma categoria como reguladores. No ano II (2019) foram utilizadas 39 novilhas Nelore: 27 novilhas com peso médio inicial de 220 kg e nove meses de idade como animais experimentais e mais 12 novilhas de mesma idade e peso como reguladores. Os animais foram utilizados para colher a forragem produzida e manter a estrutura do dossel dentro das alturas preconizadas. A entrada e saída dos animais

reguladores aos piquetes experimentais, ocorria de acordo com a disponibilidade de massa seca de forragem.

Avaliou-se três níveis tecnológicos em pastagem de capim *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça: Nível tecnológico I (I) - capim adubado com 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 43 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e sem adubação nitrogenada. Nesse tratamento o manejo do pastejo era realizado na forma de lotação contínua com carga variável; Nível tecnológico II (II) - capim adubado com 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N) e 75 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Manejo do pastejo de forma rotacionada; Nível tecnológico III (III), capim adubado com 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 300 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Manejo do pastejo de forma rotacionada.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizados, com duas repetições de área (pasto) no Ano I e três repetições de área (pasto) no Ano II. A área experimental utilizada foi de 2,88 ha em 2018, dividida em 10 piquetes de 0,12 ha para o nível tecnológico II (cinco piquetes por pasto) e oito piquetes de 0,12 ha para o nível tecnológico III (quatro por pasto) e dois piquetes de 0,36 ha para o nível tecnológico I. E em 2019 4,32 ha, divididos em 27 piquetes de 0,12 ha nos níveis tecnológicos II (5 por pasto) e III (4 por pasto) e três piquetes (12 piquetes) de 0,36 ha para o tratamento I. As áreas utilizadas nos anos I e II foram as mesmas afim de manter a uniformidade das áreas testadas. No ano II foi adicionado às avaliações experimentais uma terceira área de pasto, que não foi utilizada no ano I, devido a mesma ter apresentado baixa massa de forragem nesse período.

A área de pastagem utilizada no experimento foi manejada de forma intensiva desde o ano de 2009, desta forma a área destinada ao tratamento I, que apesar de não receber adubação nitrogenada no período experimental (2018-2019), tem histórico de fertilização com altas doses desse elemento anteriormente (média de 250 kg ha<sup>-1</sup> ano). A fonte de nitrogenada (N) utilizada foi ureia agrícola e foi aplicada ao longo dos ciclos experimentais (cinco aplicações, nos níveis II e III). A aplicação da adubação fosfatada foi realizada com super fosfato simples e foi realizada em uma única aplicação (Níveis I, II e III), previamente as avaliações experimentais. As adubações potássicas foram aplicadas ao longo do experimento, (cinco aplicações), utilizando a fonte de cloreto de potássio.

O experimento foi dividido em quatro ciclos de pastejo dentro de cada ano avaliado. Os ciclos corresponderam a três (3) ciclos de 28 dias e um quarto de 22 dias no ano I, e três (3) ciclos de 28 dias e um quarto de 16 dias no ano II.

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico Típico (EMBRAPA, 2013) e apresentou as seguintes características na camada de 0 a 20 cm de profundidade: pH (em água)= 5,2; P – Mehlich ( $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ )= 8,0; K ( $\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$ )= 0,02;  $\text{Ca}_2^+$  ( $\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$ )= 0,72;  $\text{Mg}^+$  ( $\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$ )= 0,72;  $\text{Al}^+$  ( $\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$ )= 0,14;  $\text{H}+\text{Al}^+$  ( $\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$ )= 2,75; Soma de bases ( $\text{cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$ )= 1,30; CTCe= 0,173; V (%)= 31; Saturação por alumínio (%)= 0,0; Areia (%)= 95,3; Silte (%)= 2,53; Argila (%)= 3,6; Matéria orgânica ( $\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ )= 13; Densidade ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )= 1,56; Classe textural= areia.

A pastagem foi manejada em método de lotação rotacionada com carga variável nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada (II e III), preconizando-se uma altura de saída de aproximadamente 50% da altura de entrada no momento de entrada e 2,5 novas folhas expandidas como critério para o momento de entrada dos animais nos piquetes (Níveis tecnológicos II e III) (CÂNDIDO et al., 2005), proporcionando períodos de ocupação e descanso com dias variáveis. No nível tecnológico I a altura do dossel preconizada foi entre 40 e 60 cm, o que foi regulado com a entrada ou saída de animais da área.

As avaliações morfogênicas foram realizadas durante o período de descanso nos piquetes sob lotação rotacionada (Nível II e III). No nível tecnológico I, em função do pastejo sob lotação contínua, foi utilizado gaiolas de exclusão com área de  $1,5\text{ m}^2$  ( $1,0 \times 1,5\text{ m}$ ) para evitar que os perfilhos em avaliação morfogênica fossem pastejados pelos animais (KLINGMANN et al., 1943). As gaiolas foram instaladas em dois pontos por repetição de piquete, sendo realocadas a cada 28 dias, utilizando a altura média do piquete como ponto para alocação das gaiolas. Foram identificados 24 perfilhos por repetição de área com fitas coloridas de cor diferenciada para posterior acompanhamento do crescimento dos seus componentes (CARRÈRE; LOUAULT; SOUSSANA, 1997). Os perfilhos marcados foram avaliados a cada três dias, registrando-se o comprimento final das folhas expandidas e emergentes e da porção senescente das expandidas e o comprimento do pseudocolmo.

Ao final de cada período de descanso, anteriormente a entrada dos animais, foi estimada a altura média do dossel (cm), coletando-se a altura em 40 pontos por piquete, com uso de bastão graduado retrátil. A densidade populacional de perfilhos (DPP, perfilhos  $\text{m}^2$ ) foi estimada pela contagem do número de perfilhos contidos em uma moldura metálica de  $0,6\text{ m}^2$  (de  $1,2 \times 0,5\text{ m}$ ) realizada em dois pontos escolhidos dentro do piquete que representavam a altura média do dossel.

Durante o período experimental foram coletados os dados climáticos mensais referentes à precipitação, temperatura máxima, média e mínima, coletados em uma estação meteorológica localizada próxima a área experimental (Figura 1).

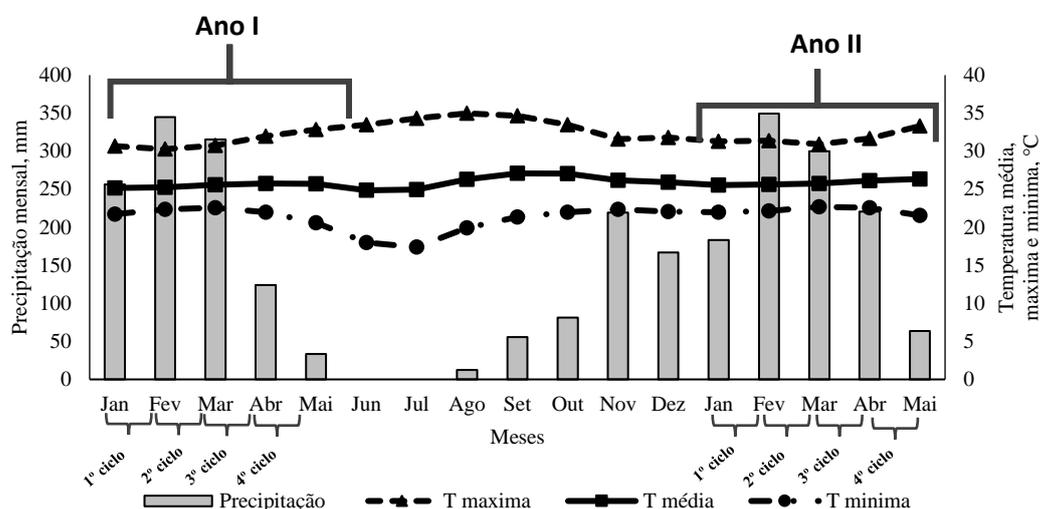


Fig1. Dados climáticos coletados durante o período experimental.

As características morfogênicas avaliadas foram: taxa de alongamento foliar (TAIF,  $\text{cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), taxa de alongamento das hastes (TAIH,  $\text{cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), taxa de senescência foliar (TSF,  $\text{cm perfilho}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ), Filocrono ( $\text{dias folha}^{-1}$ ), como sendo a quantidade de dias para a formação de uma nova folha, taxa de aparecimento de folhas (TApF,  $\text{folhas dia}^{-1}$ ), obtida pelo inverso do filocrono, e taxa de acúmulo de forragem (TxAF,  $\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ).

A TxAF nos níveis de adubação N-150 e N-300 foram estimadas pela seguinte equação:  $\text{TxAF, kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1} = (\text{MSFTpré-pastejo} - \text{MSFTpós-pastejo}) / n$ , em que MSFTpré-pastejo = massa seca de forragem total estimada no momento de entrada dos animais nos piquetes; MSFTpós-pastejo = massa seca de forragem total estimada no momento de saída dos animais nos piquetes anterior ao momento de entrada; n = número de dias do período de rebrota (período de descanso).

Para estimar os valores de TxAF,  $\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  no tratamento N-0, na qual o método de pastejo foi lotação contínua, foi utilizado as equações propostas por Campbell (1966),  $\text{TxAF, kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1} = ((G_i - F_i) / n) - 1$ , em que, TxAF = taxa de acúmulo de massa seca de forragem no período j, em  $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ; G = matéria seca dentro das gaiolas no instante i, em  $\text{kg MS ha}^{-1}$ ;  $F_{i-1}$  = matéria seca fora das gaiolas no instante i - 1, em  $\text{kg MS}$

ha<sup>-1</sup>; n = número de dias do período j. A alocação das gaiolas foi feita por meio da técnica do triplo emparelhamento, proposta por Klingmann et al. (1943).

O número de cortes (NC) foi estimado a partir da seguinte equação,  $NC = 103 / ((2,5 \times \text{Filocrono}) + \text{NDP})$ , em que 103 = número médio de dias do experimento no ano I e ano II; 2,5 = número de folhas novas surgidas durante o período de descanso, considerado como sendo o momento para entrada dos animais no piquetes após a rebrota; filocrono = número médio de dias necessário para o surgimento de uma nova folha completa; NDP = número de dias de pastejo.

O número de folhas novas (NFN, folhas perfilho<sup>-1</sup>) formadas durante o período de descanso foi determinado pelo levantamento no dia anterior à entrada dos animais, por meio de contagem direta em 30 perfilhos, por piquete. Ao final de cada período de avaliação morfogênica fez-se o levantamento do número de folhas vivas (NFV, folhas perfilho<sup>-1</sup>) e do comprimento médio final das folhas expandidas (CFLF, cm).

Os dados foram submetidos a análise de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias utilizando o PROC MIXED do SAS<sup>®</sup> versão 9.0. Foi utilizado dentro do PROC GLM a função LS-mens. Foram comparados os efeitos dos tratamentos e dos anos sob as variáveis estudadas, com medidas repetidas no tempo avaliando, a interação entre níveis de adubação nitrogenada e anos, com o desdobramento dos dados quando observado efeito de interação ou efeito dos anos de avaliação. Foi utilizado o seguinte modelo matemático:

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

Onde:  $Y_{ijk}$  = parâmetro observado,  $\mu$  = média geral,  $\alpha_i$  = efeito fixo dos níveis tecnológicos,  $\beta_j$  = efeito fixo dos anos,  $(\alpha\beta)_{ij}$  = interação níveis tecnológicos e anos e  $\epsilon_{ijk}$  = erro aleatório assumido como NID (0,  $\sigma^2$ ). Os dados foram submetidos a análise de variância, ao nível de significância de 5% pelo teste Tukey.

## Resultados e discussão

Não foi verificado efeito de interação níveis tecnológicos e anos de avaliação sobre as variáveis morfogênicas estudadas ( $p > 0,05$ ), demonstrando que as condições climáticas nos dois anos de avaliação experimental (Figura 1) não interferiu no efeito dos tratamentos. O ano de avaliação provocou efeito sobre as variáveis TxAF, kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e DPP, Perf. m<sup>2</sup> ( $p < 0,05$ ), que será discutido em uma tabela separada das demais variáveis.

Tabela 1. Características morfogênicas do capim-Mombaça manejado sob diferentes níveis tecnológicos

Variáveis	Níveis Tecnológicos			Média	EPM	Valor de P
	I	II	III			
TAlF, cm perf. <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	1,10b	4,37a	4,41a	1,57	0,05	0,008
TAlH, cm perf. <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	0,35	0,23	0,27	0,28	0,08	0,597
TsF, cm perf. <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	1,11b	0,51a	0,46a	0,77	0,02	0,004
TApF, folhas dia <sup>-1</sup>	0,08b	0,17a	0,17a	0,14	0,003	0,002
Filocrono, dias folha <sup>-1</sup>	16,63b	5,82a	5,99a	9,48	0,35	0,003
TxAf, kg ha <sup>-1</sup> d*ia <sup>-1</sup>	111,81b	139,96a	153,38a	140,86	7,59	0,005

EPM= erro padrão da média; TAlF= taxa de alongamento foliar; TAlH = taxa de alongamento de haste; TsF= taxa de senescência foliar; TApF= taxa de aparecimento foliar; perf.=perfilho; ton.=toneladas  
 Letras minúsculas nas linhas diferem a 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os níveis tecnológicos II e III proporcionaram maiores taxas de alongamento foliar (TAlF) em comparação ao nível tecnológico I ( $p < 0,05$ ), com valores de TAlF de 297,27 e 300,91% superior, respectivamente (Tabela 1), não havendo diferença significativa entre os dois maiores níveis (II e III). Essa variável é influenciada por fatores abióticos como a disponibilidade de nitrogênio no solo, em que concentrações elevadas desse elemento são encontradas nas zonas de alongamento e divisão celular nas folhas (SKINNER; NELSON, 1995). Aumentos nos valores dessa variável é considerado um efeito positivo uma vez que está possui alta correlação com a produção de massa seca de forragem total da pastagem e de lâmina foliar (MARTUSCELLO et al., 2015), podendo influenciar positivamente a produtividade animal. Os efeitos observados sobre TAlF nos níveis II e III em relação ao I, certamente são respostas às maiores doses de adubação nitrogenada desses tratamentos (150 e 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio, nível I e II, respectivamente). Garcez Neto et al. (2002), avaliando doses equivalente de 0 a 400 kg ha<sup>-1</sup> de N, também observaram aumento no valor dessa variável em capim-Mombaça em 132,94% ao comparar os dois extremos da dose (0 e 400 kg).

A taxa de alongamento de haste (TAlH) não foi influenciada pelos tratamentos ( $p > 0,05$ ) apresentando valor médio de 0,28 cm perf.<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> (Tabela 1). O alongamento de colmo é influenciado na maioria das vezes por fatores relacionados ao manejo de colheita da forragem (corte ou pastejo), no qual intervalos muito longos entre uma colheita e outra, pode fazer com a planta atinja intercepções luminosas acima do nível crítico (95%) e acabe tendo que ajustar a sua estrutura para que as folhas da base do perfilho continuem a receber luz, esse ajuste é o alongamento de colmo (ALEXANDRINO et al., 2011; DIFANTE et al., 2011). Diante disso, pode se inferir que o manejo do pastejo aplicado

foi eficiente em controlar esse alongamento indesejável, mantendo a estrutura da planta abaixo ou no limite do nível crítico de interceptação luminosa, controlando o crescimento da haste. Esse efeito de controle de haste nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada, só foi possível devido ao tipo de pastejo utilizado (lotação rotacionada), proporcionando um pastejo mais uniforme dessas áreas e um aproveitamento da forragem produzida de forma mais eficiente. Em lotação contínua, com pastos recebendo altas doses de nitrogênio, esse controle do pastejo torna-se mais difícil de ocorrer, levando a uma desuniformidade da altura do dossel dentro da pastagem, onde ao mesmo tempo que pode-se observar áreas que os animais rebaixam muito a forragem, observar-se áreas que não são pastejadas, levando a condições de sub e superpastejo no mesmo pasto. Essas condições de sub pastejo, faz com que a planta alongue haste.

A aplicação de maiores níveis tecnológicos (II e III) reduziu a taxa de senescência foliar (TSF) ( $p < 0,05$ ), sendo observados valores médios de 1,11 para o nível I e 0,48 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> a média dos dois maiores níveis. O aumento na TSF reduz a duração de vida das folhas, conseqüentemente, o que leva ao maior acúmulo de material morto ao final de um período de rebrota (DIFANTE et al., 2011), reduzindo a eficiência de uso do material fotoassimilado que iria servir de alimento para os animais em pastejo.

A baixa disponibilidade de nitrogênio para a planta no nível tecnológico I, uma vez que este tratamento não recebeu adubação nitrogenada, é a provável responsável pela maior TSF. A baixas disponibilidades de N para a planta faz com que haja uma remobilização do N presente nas folhas mais velhas para as folhas mais novas elevando a TSF dessas folhas e reduzindo a duração de vida da mesma (LEMAIRE; CULLETON, 1989). Vale ressaltar que a adubação nitrogenada permitiu menor TSF já no nível de 150 kg de N ha<sup>-1</sup>, não havendo redução ao se elevar para 300 kg ha<sup>-1</sup>.

Garcez Neto et al. (2002) observaram maior duração de vida das folhas (menor TSF), ao elevar os níveis de adubação em pastagem de capim-Mombaça, no entanto, Pereira et al. (2011), avaliando essa mesma planta forrageira sob níveis de adubação nitrogenada observaram resposta contrária sobre essa variável ao elevar as doses de N. Essas diferenças podem estar mais relacionadas ao manejo estrutural da planta do que pelas doses de N, uma vez que Garcez Neto et al. (2002), realizaram corte a 20 cm de altura na maior altura de corte, enquanto Pereira et al. (2011), realizou cortes a 30 cm de altura, e com densidades de plantas maiores que o trabalho de Garcez Neto et al. (2002), na qual o trabalho foi realizado em casa de vegetação com plantas mantidas em vaso. Nesse contexto, o trabalho de Garcez Neto et al. (2002), pode ter sido o que expressou

melhor a resposta a adubação nitrogenada, corroborando com os resultados obtidos nesse presente estudo.

Houve efeito dos níveis tecnológicos sobre a taxa de aparecimento foliar (TApF) e filocrono ( $p < 0,05$ ), na qual nos níveis II e III o número de folhas aparecidas por dia dobrou e o número de dias necessário para o aparecimento de folhas novas (filocrono) reduziu em 65% em relação ao nível tecnológico I (Tabela 1). Esse efeito pode estar relacionado à maior disponibilidade de nitrogênio aplicada nos níveis II e III em relação ao nível I, que não recebeu adubação nitrogenada, uma vez que essa variável é afetada diretamente pelas maiores disponibilidades de nitrogênio para planta (Basso et al., 2010).

A TApF desempenha papel central sobre as plantas forrageiras, influenciando a maioria das características estruturais da planta (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Em forrageiras temperadas o valor dessa variável sofre pouca influência de aumentos no uso de adubação nitrogenada sendo mais influenciada pela temperatura ambiental (CRUZ; BOVAL, 2000), porém, em trabalhos com gramíneas tropicais essa variável tem apresentado aumentos significativos em resposta a adubação nitrogenada (RODRIGUES et al., 2019; BASSO et al., 2010; GARCEZ NETO et al., 2002). Os valores observados nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada (II e III) ( $0,17$  folhas  $\text{dia}^{-1}$ ), estão dentro dos valores encontrados na literatura para essa mesma forrageira sob condições de adubação nitrogenada (PEREIRA et al., 2011; MACEDO et al., 2010; GOMIDE et al., 2003; GARCEZ NETO et al., 2002;).

O filocrono reduziu em aproximadamente 65% comparando nível tecnológico I com os demais (nível II e III). Considerando-se o ponto de entrada dos animais nos piquetes como sendo o momento na qual o pasto atingisse 2,5 novas folhas em média por perfilho, o tempo aproximado de 19 dias de descanso foi suficiente para que o dossel forrageiro se restabelecesse totalmente e os animais retornassem para esse piquete após o último pastejo. Somando os 19 dias de rebrota com esse padrão de resposta também foi observado em outros trabalhos avaliando capim-Mombaça sob níveis de adubação nitrogenada (PEREIRA et al., 2011; GARCEZ NETO et al., 2002). Esse menor tempo de rebrota permite um retorno mais rápido dos animais aos piquetes após o pastejo, permitindo dessa forma uma maior taxa de lotação, e uma maior produtividade ao longo do ciclo produtivo. No nível tecnológico I, com base no filocrono médio (16,63 dias folha), para o dossel forrageiro atingisse 2,5 novas folhas, seria necessário 41,57 dias após o pastejo, caso fosse manejado sob lotação contínua, levando a baixas taxas de lotação e longos períodos de rebrota para recuperação do dossel forrageiro após o pastejo.

Nos níveis tecnológicos II e III observou-se os maior TxAF ha dia<sup>-1</sup> em comparação ao nível I ( $p < 0,05$ ), em que a TxAF passou de 111,81, no menor nível, para 139,96 e 153,38 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, nos níveis II e II, não havendo diferença entre estes. A maior TxAF nos maiores níveis tecnológicos (II e III) pode ser atribuída ao aumento dos níveis de nitrogênio utilizado ao elevar os níveis tecnológicos, na qual outros trabalhos reportam respostas semelhantes ao avaliar níveis de adubação nitrogenada em pastagens (DELEVATTI et al., 2019; MOREIRA et al., 2015; SKINNER, 2013). O aumento nas taxas de acúmulo podem ser uma resposta as maiores taxas de alongamento foliar observadas nos níveis tecnológicos II e III, uma vez que essa variável afeta diretamente os valores de TxAF (RODRIGUES et al., 2019; GARCEZ NETO et al., 2002). No entanto, a elevação do nível tecnológico de II para III não permitiu elevação da taxa de acúmulo de forragem e na MSFT. Como não houve diferença entre os níveis tecnológicos II e III para as características morfológicas avaliadas (Tabela 1), e a massa de forragem é influenciada diretamente por essas características (MARTUSCELLO et al., 2015), acabou não havendo aumento na TxAF e MSFT, conseqüentemente.

Entre os níveis tecnológicos II e III de forma geral, não houve efeito sobre as variáveis morfológicas estudadas (Tabela 1), isso ocorreu provavelmente devido ao nível tecnológico II fornecer a máxima condição que a planta consegue expressar essas variáveis morfológicas. Uma vez que a máxima resposta de crescimento da planta é pré-determinada geneticamente.

Os tratamentos que utilizavam maiores níveis tecnológicos (níveis II e III) apresentaram maiores número de cortes de pastejo (4,69 cortes de pastejo) em relação ao tratamento do nível tecnológico I (2,48 cortes de pastejo). Esses cortes de pastejo é considerado como sendo o número de vezes que foi possível fazer a colheita de forragem pelos animais após a condição de rebrota estabelecida (2,5 novas folhas). No caso do nível tecnológico I, devido ao método de pastejo utilizado (lotação contínua), esse número de cortes foi estimado com base no filocrono médio observado (16,63 dias folhas) nas folhas dos perfilhos que estava dentro da gaiola de exclusão. Esse maior número de cortes dentro de um mesmo período de tempo, possibilitou a maior produção de matéria seca total de forragem, como foi observado nesse estudo (Tabela 1), conseqüentemente, isso permite elevar a taxa de lotação para que essa forragem seja colhida em tempo hábil, esse aumento na taxa de lotação com uma oferta adequada de forragem por animal, promove uma maior produtividade animal.

Os níveis tecnológicos II e III mantiveram maior quantidades de número de folhas vivas (NFV) por perfilho em relação ao nível I ( $p < 0,05$ ), não havendo diferença entre os dois maiores níveis (II e III), observando-se média 4,16 folhas por perfilho, enquanto o nível tecnológico I apresentou 3,09 folhas por perfilho 3,09. O NFV por perfilhos é uma característica de valor estável (DA SILVA; SBRISSIA; PEREIRA, 2015), porém, essa diferença de uma folha se deve, provavelmente, à baixa disponibilidade de nitrogênio no nível I por não receber adubação nitrogenada, uma vez que em pastagem de capim-Mombaça plantas bem nutridas mantêm valores acima de 3,5 folhas vivas por perfilho (GOMIDE; GOMIDE, 2000). Outros trabalhos também têm observado aumentos no número de folhas em função do uso de adubação nitrogenada em forrageiras tropicais (RODRIGUES et al., 2019; CABRAL et al., 2012; GARCEZ NETO et al., 2002). Sendo observadas 4,9 e 5,06 folhas vivas por perfilho em capim Marandu submetido a 0 e 450 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio, respectivamente (RODRIGUES et al., 2019). E 2,9 e 6,0 folhas vivas por perfilho em pasto de capim Mombaça submetido a doses equivalentes de 0 e 400 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio, respectivamente (GARCEZ NETO et al., 2002). O aumento no valor dessa variável, gera uma resposta positiva sobre a produtividade da massa de forragem, uma vez que as folhas são os componentes mais fotossinteticamente ativos da estrutura do dossel (CABRERA-BOSQUET et al., 2009), portanto, o aumento no número de folhas poderá promover maior eficiência do processo de fotossíntese.

Tabela 2. Características estruturais do capim-Mombaça sob níveis de adubação nitrogenada

Variáveis	Níveis Tecnológicos			Média	EPM	Valor de P
	I	II	III			
NFV, folhas perf. <sup>-1</sup>	3,09b	4,08a	4,25a	3,81	0,047	0,006
NFN, folhas perf. <sup>-1</sup>	1,49b	2,76a	2,71a	2,32	0,046	0,004
CFLF, cm	30,89b	78,83a	79,40a	63,04	4,920	0,030
DPP, perf. m <sup>2</sup>	322,51b	433,71a	441,18a	399,13	13,875	0,007
Altura pré-pastejo, cm	69,81	70,20	78,95	72,98	2,172	0,054
Altura pós-pastejo, cm	56,55a	37,54b	41,82b	45,31	1,820	0,004

EPM = erro padrão da média; NFV = número de folhas vivas; NFN; número de folhas novas; DPP = densidade populacional de perfilhos; CFLF = comprimento final de lâmina foliar.

Letras minúsculas nas linhas diferem a 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey.

Outro fator que pode ter contribuído para esse menor número de folhas foi a baixa TApF observada no nível I ((1,10 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), chegando a se igualar à taxa de senescência (1,11 cm perfilho<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) (Tabela 1), neste tratamento praticamente uma folha tinha que morrer totalmente para a outra se formar totalmente (expandir a lígula). Nos

níveis tecnológicos que recebiam adubação nitrogenada (II e III), as folhas recém expandidas e as mais velhas coexistiam por um maior período de tempo resultando em maior NFV, possibilitando maior aproveitamento dessas folhas pelos animais em pastejo ainda no ponto de alta concentração de nutrientes (lâmina foliar verde).

Observou-se aumento no número de folhas novas (NFN) surgidas durante o período de rebrota nos níveis tecnológicos II e III em relação ao nível I ( $p < 0,05$ ), observando-se média de 2,73 folhas perfilho<sup>-1</sup> nos dois maiores níveis e 1,48 folhas perfilho<sup>-1</sup> no menor (Tabela 2). Esse resultado reflete de forma direta o efeito da maior TApF observada nos tratamentos dos níveis II e III em resposta ao uso de nitrogênio nesses níveis aliado à menor TSF em relação ao nível I (Tabela 1), que possuem efeito direto sobre essa variável (DIFANTE et al., 2011).

O comprimento final de lâminas foliar (CFLF, cm) foi maior nos níveis tecnológicos II e III ao ser comparado ao nível I ( $p < 0,05$ ), não havendo incremento ao elevar do nível II para o III (Tabela 2). Os valores observados foram de aproximadamente 156% superior nos níveis II e III em relação ao nível I, uma provável resposta mais uma vez influenciada pelos níveis de adubação nitrogenada empregados nesses diferentes níveis tecnológicos. O aumento no CFLF também foi relatado por outros autores que estudaram adubação nitrogenada em gramíneas tropicais (RODRIGUES et al., 2019; CABRAL et al., 2012), esta resposta está relacionada a incrementos na TAlF observados nas maiores doses (PACIULLO et al., 2016; GARCEZ NETO et al., 2002), uma vez que esta variável influencia diretamente o CFLF (DIFANTE et al., 2011).

Houve aumento na densidade populacional de perfilhos (DPP) nos níveis tecnológicos que recebiam adubação nitrogenada (II e III) ( $p < 0,05$ ), elevando de 313,86 para 424,46 e 428,39 perfilhos m<sup>2</sup> comparando nível I com nível II e nível III, respectivamente. A DPP é uma variável ligada diretamente a respostas sobre a produção de matéria seca por área, em que o aumento dos valores de DPP até certo ponto, elevam a produção de forragem (ALEXANDRINO et al., 2004). Essa variável pode ter seus valores influenciados por níveis de adubação nitrogenada bem como pelo manejo de altura do dossel (SIILVA et al., 2019; CABRAL et al., 2012; GARCEZ NETO et al., 2012; DIFANTE et al., 2011), em que maiores disponibilidades de nitrogênio para a planta forrageira podem elevar a DPP, bem como dosséis manejados mais baixos, pois permite uma maior entrada de luz na base dos perfilhos estimulando as gemas basais a perfilharem, investindo o fotoassimilado em novos perfilhos ao invés de investir no alongamento dos componentes (lâmina foliar, colmo) dos perfilhos velhos (DIFANTE et

al., 2011). Por outro lado, o sombreamento das gemas reduz a DPP (DIFANTE et al., 2011; PACIULLO et al., 2016).

A DPP dentro da média observada por área ( $m^2$ ) para cada espécie forrageira é essencial para garantir um adequado estande forrageiro e a perenidade das pastagens, evitando perda de área de solos para plantas invasoras. Para o capim Mombaça essa DPP em pastagens adubadas com doses de até  $450 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de nitrogênio, tem sido observada uma média de 460 perfilhos por  $m^2$  (SIIVA et al., 2020), corroborando com valores próximos ao observado nesse trabalho nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada (Nível II e III) (Tabela 2).

Entre os níveis tecnológicos II e III não houve diferença apresentando média de 426,42 perfilhos por  $m^2$ . Provavelmente o nível tecnológico II conseguiu saturar o máximo de nitrogênio que a planta necessitou para expressar a máxima resposta dessa variável.

Não houve diferença na altura do dossel entre os tratamentos na condição pré-pastejo ( $p > 0,05$ ), apresentando média de 72,98 cm de altura (Tabela 2). Foi considerado como condição de pré-pastejo no nível tecnológico I, o momento de colheita dos dados da forragem contida dentro da gaiola de exclusão, e como pós-pastejo o material colhido fora da gaiola, que estava disponível todo o tempo para pastejo pelos animais. A altura do dossel é influenciada por diversos fatores abióticos, como disponibilidade de nutrientes, intensidade luminosa e comprimento de bainha. Nesse caso, não foram esses fatores abióticos que influenciaram a altura do dossel, mas sim a altura na condição pós-pastejo (material que estava sendo coletado fora da gaiola de exclusão), que apresentou altura diferente no nível tecnológico I ( $p < 0,05$ ), uma vez que o manejo do pastejo adotado no nível I, foi com lotação contínua, preconizando uma altura entre 40 e 60 cm, nesse contexto, o ponto de partida de crescimento da planta no tratamento I, iniciava-se com uma altura maior (56,55 cm) ao comparar com os níveis tecnológicos II e III (37,54 e 41,52 cm, respectivamente), bem como o maior tempo de rebrota no nível I (28 dias) permitia essa planta acumular bastante altura, ficando muito próximas das obtidas nos tratamentos II e III, que tinha maior disponibilidade de nutrientes, atingido a mesma altura em um menor período de rebrota (19 dias).

Houve efeito para os anos de avaliação sobre a DPP e TxAF ( $p < 0,05$ ) ao comparar os resultados encontrados nos anos I e II do experimento. A DPP reduziu em aproximadamente 22,71% (Tabela 3) ao comparar ano I com ano II. Provavelmente essa redução da DPP pode estar relacionada ao florescimento do capim que ocorreu de forma

mais intensiva no ano II, uma vez que o florescimento leva a uma maior altura do dossel, levando a um maior sombreamento da base da planta, conseqüentemente uma menor DPP (SCHENEITER; AMÉNDOLA, 2012; SCHENEITER; RIMIÉRI, 2001).

Tabela 3. Valores médios de características estruturais nos anos I e II

Variáveis	Ano		Média	Valor de P
	I	II		
DPP, perfilho m <sup>2</sup>	450,26	347,99	399,13	0,019
TxAF, kg ha <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	144,96	125,13	135,04	0,003

DPP= densidade populacional de perfilhos; TxAF= taxa de acúmulo de forragem

A redução na TxAF ao comparar o ano de 2018 com 2019 (Ano I e Ano II), provavelmente ocorreu em consequência da redução da DPP, o acúmulo de forragem está relacionado a densidade de perfilhos (MOREIRA et al., 2015; SCHENEITER; RIMIÉRI, 2001).

### Conclusão

O uso de maiores níveis tecnológicos tendo como base principalmente maiores níveis de adubação nitrogenada associados ao manejo rotacionado de entrada dos animais, melhora os atributos morfogênicos do dossel forrageiro em pasto de capim-Mombaça. Níveis tecnológicos que incluem estratégias de adubação nitrogenada promovem maior taxa de alongamento e aparecimento foliar, e um menor período de rebrota (filocrono) necessário para efetuar o pastejo após a última desfolha. Essas melhorias sobre os atributos morfogênicos melhoram atributos estruturais do dossel contribuindo para maior número de folhas vivas, maior comprimento final de lâmina foliar e maior quantidade de perfilhos por m<sup>2</sup>, havendo potencial para incrementar a produtividade animal e da área.

Com base nos resultados observados para as características morfogênicas e estruturais o Nível Tecnológico II seria o mais indicado, pois melhora os atributos morfoestruturais avaliados ao comparar com o I e é igual ao nível III, que por sua vez requer um maior investimento em insumos que o nível II, sendo assim mais oneroso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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 jan/mar, 2011.

BASSO, K.C.; CECATO, U.; LUGÃO, S.M.B.; GOMES, J.A.N.; BARBERO, L.M.; MOURÃO, G.B. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento em pastos de *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio submetido a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p.976-989 out/dez, 2010.

CABRAL, W.B.; SOUZA, A.L.; ALEXANDRINO, E.; TORAL, F.L.B.; SANTOS, J.N.; CARVALHO, M.V.P. Características estruturais e agrônômicas da *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.846-855, 2012.

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

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

CAMPBELL, A.G. Grazed pastures parameters: I. Pasture dry matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. **Journal of Agriculture Science**, v. 67, n. 2, p. 199-210, 1966.

CANTO, M.W.; FILHO, A.B.; MORAES, A.; HOESCHL, A.R.; GASPARINO, E. Animal production in tanzania grass swards fertilized with nitrogen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1176-1182, 2009.

CARRÈRE, P.; LOUAULT, F.; SOUSSANA, J.F. Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes. **Journal of Applied Ecology**, v.34, p.333-348, 1997.

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; EUBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; SILVA, G.N.; MORAIS, J.P.G. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, p.165 –176, 2006.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. (Eds.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. CAB International, p.151-168, 2000.

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

DA SILVA, S.; SBRISSIA, A.; PEREIRA, L. Ecophysiology of C4 Forage Grasses-Understanding Plant Growth for Optimising Their Use and Management. **Agriculture**, v.5, n.3, p.598–625, 2015.

DELEVATTI, L.M.; CARDOSO, A.S.; BARBERO, R.P.; LEITE, R.G.; ROMANZINI, E.P.; RUGGIERI, A.C.; REIS, R.A. Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, an animal performace in a tropical pasture. **Scientific Reports**, v.9, p.7596, 2019.

DIFANTE, G.S.; NASCIMENTO JR, D.; DA SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; SILVEIRA, M.C.T.; PENA, K.S. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.955-963, 2011.

EUCLIDES, V. P. B., CARPEJANI, G. C.; MONTAGNER, D. B.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; BARBOSA, R. A.; DIFANTE, G. S. Maintaining post-grazing sward height of *Panicum maximum* (cv. Mombaça) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. **Grass and Forage Science**, v.73, n.1, p.174–182, 2018.

EUCLIDES, V. P. B.; LOPES, F.C.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; DA SILVA, S.C; DIFANTE, G.S.; BARBOSA, R. A. Steer performance on *Panicum maximum* (cv. Mombaça) pastures under two grazing intensities. **Animal Production Science**, v.56, n.11, p.1849-1856, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

FERNANDES, L.O.; REIS, R.A.; PAES, J. M. V.; TEIXEIRA, R. M. A.; QUEIROZ, D. S.; PASCHOAL, J. J.; PASCHOAL, J. J. Desempenho de bovinos da raça Gir em pastagem de *Brachiaria brizantha* submetidos a diferentes manejos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.1, p36–46, 2015.

GARCEZ NETO, A.F.; GOBBI, K.F.; SILVA, J.; SANTOS, T.M. Tillering and biomass partitioning of Mombasa grass under nitrogen fertilization during regrowth. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.8, p.1824-1831, 2012.

GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JR, 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, 2002.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.341-348, 2000.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, A. Índices morfogênicos e de crescimento durante o estabelecimento e a rebrotação do capim-Mombaca (*Panicum maximum* Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.795-803, 2003.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley; Longman Scientific and Technical, 1990. 203p.

KLINGLMANN, D. L.; MILES, S. R.; MOTT, G.O. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. **Journal of Society of Agronomy**, v. 35, n. 9, p. 739-746, 1943.

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

LEMAIRE, G.; CULLETON, N. Effects of nitrogen applied after the last cut in autumn on a tall fescue sward. II. Uptake and recycling of nitrogen in the sward during winter. **Agronomy**, v.9, p.241-249, 1989.

LOPES, M.N.; CÂNDIDO, M.J.D.; POMPEU, R.C.F.F.; SILVA, R.G.; LOPES, J.W.B.; FERNANDES, F.R.B.; LACERDA, C.F.; BEZERRA, F.M.L. Fluxo de biomassa em capim-massai durante o estabelecimento e rebrotação com e sem adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.3, p. 363-371, mai/jun, 2013.

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 out/dez, 2010.

MARTUSCELLO, J.A.; SILVA, L.P.; CUNHA, D.N.F.V.; BATISTA, A.C.S.; BRAZ, T.G.S.; FERREIRA, P.S. Adubação nitrogenada em capim-massai: morfogênese e produção. **Ciência Animal Brasileira**, v.16, n.1, p. 1-13, jan./mar 2015.

MOREIRA, A.L.; FAGUNDES, J.L.; YOSHIHARA, E.; BACKES, A.A.; BARBOSA, L.T.; JÚNIOR, L.F.G.O.; SANTOS, G.R.A.; SANTOS, M.A.S.A. Acúmulo de forragem em pastos de Tifton 85 adubados com nitrogênio e manejados sob lotação contínua. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.2275-2286, 2015.

MOREIRA, L.M.; SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C. Produção animal em pastagem de capim-braquiária adubada com nitrogênio. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.4, p.914-921, 2011.

OLIVEIRA, A. P.; CASAGRANDE, A. D. R.; BERTIPAGLIA, B. L. M. A.; BARBERO, C. R. P.; BERCHIELLI, A. T. T.; RUGGIERI, A. A. C.; REI, R. A.

Supplementation for beef cattle on Marandu grass pastures with different herbage allowances. **Animal Production Science**, v. 56, p. 123–129, 2016.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; MAURICIO, R.M.; FERNANDES, P.B.; MORENZ, M.J.F. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**, v.72, p.590–600, 2016.

PONTES, L.S.; BALDISSERA, T.C.; GIOSTRI, A.F.; STAFIN, G.; DOS SANTOS, B.R.C.; CARVALHO, P.C.F. Effects of nitrogen fertilization and cutting intensity on the agronomic performance of warm-season grasses. **Grass and Forage Science**, v.72, n.4, p.663–675, 2016.

PEREIRA, V.V.; FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A.; BRAZ, T.G.S.; SANTOS, M.V.; CECON, P.R. Características morfogênicas e estruturais de capim-mombaça em três densidades de cultivo adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2681-2689, 2011.

RODRIGUES, L.F.; SANTOS, A.C.; SILVEIRA JR, O.; SANTOS, J.G.D.; FARIA, A.F.G.; COELHO, B.P.L. Morphogenic and structural characteristics of Marandu grass cultivated under grazing management and nitrogen fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 40, n. 5, p. 2331-2340, 2019.

SILVA, R.R.; LEITE, R.C.; CARNEIRO, J.S.S.; FREITAS, G.A.; SANTOS, A.C.M.; SANTOS, A.C.; KUYUMJIAN, L.A. Application of slaughterhouse residues as nitrogen source replacing commercial fertilizers on mombasa grass (*Megathyrsus maximus*). **Australian Journal Crop Science**, v.13, n.02, p.294-299, 2019.

SCHENEITER, O.; AMÉNDOLA, C. Tiller demography in tall fescue (*Festuca arundinacea*) swards as influenced by nitrogen fertilization, sowing method and grazing management. **Grass and Forage Science**, v.67, n.3, p.426–436, 2012.

SCHENEITER, O.; RIMIERI, P. Herbage accumulation, tiller population density, and sward components of prairie grass under different nitrogen levels. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.44, n.1, p.13-22, 2001.

SKINNER, R. H. Nitrogen fertilization effects on pasture photosynthesis, respiration, and ecosystem carbon content. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.172, n.1, p.35–41, 2013.

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

#### **CAPITULO IV- Estoque de carbono em pastagem de capim Mombaça sob diferentes níveis de intensificação em curto período de tempo**

**Resumo:** Conter o aumento das emissões de gases de efeito estufa tem sido um dos principais desafios mundiais. Pastagens bem manejadas podem se comportar como sumidouro desses gases contribuindo para o equilíbrio dessas emissões. Objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos de diferentes níveis tecnológicos sobre o estoque de carbono em pastagem de *Megathyrsus maximum* cv. Mombaça sob pastejo em curto período de tempo. Os tratamentos consistiram em três níveis tecnológicos: Nível I (sem adubação nitrogenada+ método de lotação animal contínua), Nível II (150 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio + método de lotação animal rotacionada) e Nível III (300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio + método de lotação rotacionada). Foram utilizadas novilhas Nelore pós-desmama com nove meses de idade para efetuar o pastejo da forragem e avaliação do desempenho animal. Foram coletadas amostras de solo, serrapilhiera e raiz para avaliação da quantidade de matéria orgânica, estoque de carbono, matéria orgânica de serrapilhiera e massa seca de raiz. O desenho experimental foi inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo. A matéria orgânica de serrapilhiera não diferiu entre os níveis tecnológicos ( $p>0,05$ ) apresentando média de 4.291,66 kg ha<sup>-1</sup>. Os teores de matéria orgânica e estoque de carbono não apresentaram efeito dos níveis tecnológicos ( $p>0,05$ ) certamente devido ao curto período de avaliação (2018 a 2019), observando-se uma tendência de aumento desses componentes no nível tecnológico III, no qual se fez uso de maior nível de adubação nitrogenada (300 kg de N). Houve interação entre nível tecnológico e profundidade para as variáveis matéria orgânica, e estoque de carbono ( $p<0,05$ ), observando menores valores dessas variáveis no tratamento III na profundidade de 10-20 cm. A massa seca de raiz foi maior nos níveis tecnológicos II e III ( $p<0,05$ ). O teor de nitrogênio no solo e na raiz não foram afetados pelos diferentes níveis tecnológicos ( $p>0,05$ ). A elevação dos níveis tecnológicos com base no uso da adubação nitrogenada em pastagem de capim Mombaça associado à lotação rotacionada, avaliado em curto de período de tempo, não altera a matéria orgânica, carbono orgânico e estoque de carbono no solo, no entanto, eleva a massa seca de raiz. Mais estudos precisam ser conduzidos com maiores períodos de avaliação para obtenção de dados mais consistentes a respeito da dinâmica de estoque de carbono em pastagem sob níveis tecnológicos que envolve altas doses de nitrogênio.

**Palavras-chave:** Forragem. Ganho médio diário. Massa seca de forragem. Nitrogênio.

**Abstract:** To mitigate greenhouse gas emissions has been one of the main global challenges. Well-managed pastures can behave as a sink for these gases contributing to the balance of these emissions. The aim of this study was to evaluate the effects of different technological levels on the carbon stock in *Megathyrsus maximum* cv. Mombasa under grazing in a short period of time. The treatments were: Level I (without nitrogen fertilization, 43 kg of K<sub>2</sub>O and 50 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> + continuous stocking), Level II (150 kg of nitrogen, 75 kg of K<sub>2</sub>O and 50 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> + rotated capacity) and Level III (300 kg of nitrogen, 150 kg of K<sub>2</sub>O and 50 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> + rotated capacity). Nelore post-weaning heifers with nine months of age were used to graze the forage and evaluate animal performance. Samples of soil, litter and root were collected to evaluate the amount of organic matter, carbon stock, organic matter of litter and root dry

matter. The experimental design was completely randomized with measurements repeated in time. The litter organic matter did not differ between the technological levels ( $p > 0.05$ ),  $4,291.66 \text{ kg ha}^{-1}$ . The levels of organic matter and carbon stock were not affected by technological levels ( $p > 0.05$ ), certainly due to the short evaluation period (2018 to 2019), observing a tendency of increasing these components at technological level III, in which a higher level of nitrogen fertilization was used ( $300 \text{ kg of N}$ ). There was an interaction between technological level and depth for the variables organic matter, and carbon stock ( $p < 0.05$ ), observing lower values of these variables in treatment III at a depth of 10-20 cm. The root dry matter was higher at technological levels II and III ( $p < 0.05$ ). The nitrogen content in the soil and in the root were not affected by the technological levels ( $p > 0.05$ ). The increase in technological levels based on the use of nitrogen fertilization in Mombasa grass pasture associated with rotated stocking, evaluated in a short period of time, does not change the organic matter, soil organic carbon and carbon stock, however, it increases the root dry mass. More studies need to be conducted with longer periods of evaluation to obtain more consistent data regarding the dynamics of carbon stock in pasture under technological levels which involves high nitrogen doses.

**Keywords:** Carbon stock. Forage. Nitrogen. Organic matter.

## Introdução

Desde o início das civilizações até os dias atuais a humanidade tem evoluído exponencialmente em relação a forma de produzir alimentos e bens de consumo, melhorando a qualidade de vida e longevidade das pessoas. Porém, juntamente com todo esse desenvolvimento vieram algumas consequências indesejáveis como o aumento de gases de efeito estufa (GEE). Segundo projeções do IPCC (2018), as temperaturas globais irão elevar em  $1,5 \text{ }^\circ\text{C}$  nos próximos 15 anos, podendo ocasionar em mudanças climáticas prejudiciais ao planeta, desaparecimento de espécies e ecossistemas.

Várias são as fontes que contribuem para a emissão de GEE, porém, os agrossistemas são apontados como um dos principais contribuintes desses gases para a atmosfera, principalmente  $\text{CO}_2$ , devido essa atividade estar diretamente ligada ao manejo da maior reserva de carbono do planeta, que é o solo (SCHLESINGER, 1977), principalmente quando usado indevidamente (LAL, 2002; FOLEY et al., 2005).

Segundo o relatório do IPCC (2019), a agropecuária foi responsável por aproximadamente 23% das emissões de GEE do planeta. O relatório do IPCC de 2007 estratificou esses valores como sendo aproximadamente, 24% do  $\text{CO}_2$  (dióxido de carbono), 55% do  $\text{CH}_4$  (metano) e 85% de todo o  $\text{N}_2\text{O}$  (óxido nitroso) do total de GEE emitido para a atmosfera do planeta. O metano e o óxido nitroso são produzidos em baixas quantidades, no entanto, são considerados de alto risco para o aumento do efeito estufa,

por possuírem 23 e 296 vezes, respectivamente, maior capacidade de aumento das temperaturas globais em relação ao CO<sub>2</sub> (SNYDER et al., 2008).

O uso de adubos químicos nitrogenado nas pastagens e as fezes e urinas dos animais, são as principais fontes de emissão de óxido nitroso para a atmosfera dentro dos agrossistemas (LUO et al., 2010; SAGGAR et al., 2008). Estima-se que 94% o óxido nitroso emitido para a atmosfera no Brasil, é proveniente da agropecuária (BAYER et al., 2011). O metano por sua vez, é oriundo dos processos de fermentação que ocorre no rúmem de animais ruminantes a partir de bactérias metanogênicas, principalmente em dietas mais volumosas (WALLACE et al., 2015). Estima-se que os ruminantes são responsáveis por 18% do metano produzido e por 3,3% do total de emissões de gases de efeito estufa do planeta (KNAPP et al., 2014; WHEELER; LEDGARD; DEKLEIN, 2008).

Grande parte do aumento das emissões de CO<sub>2</sub> no planeta de origem antrópica estão diretamente ligadas ao uso do solo (FOLEY et al., 2005). Em zonas de clima tropical essas emissões ocorrem de forma mais intensiva em relação a zonas de clima temperado (EZE; PALMER; CHAPMAM, 2019; DUBEX et al., 2006; DUBEX et a., 2007) devido a maior atividade bacteriana no solo, mineralizando e matéria orgânica, conseqüentemente maiores emissões de CO<sub>2</sub>. As zonas de clima temperado têm menor atividade bacteriana no solo, permanecendo a MO por um período maior no solo (SILVA et al., 2010, SIX et al., 2002).

A utilização de manejos do pastejo mais eficiente pode contribuir para o aumento no estoque de carbono no solo (LAL, 2018; LEMAIRE, 2007), dentre esses manejos, o uso de adubação nitrogenada, em que maiores níveis de nitrogênio via adubação pode elevar a taxa de deposição de matéria orgânica no solo, conseqüentemente, carbono orgânico (SILVEIRA et al., 2013), em que solos com menor relação carbono/nitrogênio, podem ter maior atividade de deposição de carbono no solo (NEIL et al, 1997). Apesar de regiões de clima tropical apresentarem maiores emissões de CO<sub>2</sub> para atmosfera em pastagens mal manejadas (EZE; PALMER; CHAPMAM, 2018; DUBEX et al., 2006), quando bem manejadas, estas pastagens podem atuar como um agente sequestrador de carbono da atmosfera para o solo, principalmente quando se utiliza gramíneas de metabolismo C4 em relação a C3 (BRESCIANO et al., 2018; SILVEIRA et al., 2013).

No Brasil, estima-se que os agrossistemas contribuam com proporção mais acentuada dos GEE em relação à média mundial, com 75% do CO<sub>2</sub> (CERRI et al., 2007). Por outro lado, o Brasil possui quase 20% do seu território coberto por pastagens (IBGE,

2019), podendo contribuir significativamente na redução de emissões e no armazenamento de CO<sub>2</sub> da atmosfera, tanto em relação ao manejo estrutural da planta, quanto em manejos que aumente a produção de fotoassimilado (SOUSSANA; LEMAIRE, 2013).

Objetivou-se com esse trabalho avaliar a influência de diferentes níveis tecnológicos de intensificação do uso da pastagem de *Megathyrus maximum* cv. Mombaça sob pastejo, em curto período de tempo, sobre o estoque de carbono no solo.

### **Materiais e métodos**

O experimento foi realizado na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), município de Araguaína-TO, localizada a 07°11'28'' de Latitude Sul, e 48°12'26'' de Longitude Oeste. O período experimental foi de janeiro a maio nos anos de 2018 e 2019 (28/01/2018-14/05/2018 e 22/01/2019-02/05/2019). Foram utilizadas 16 novilhas Nelore com idade média de nove meses e peso vivo médio inicial de 253 Kg no ano de 2018 (Ano I) para avaliações de desempenho e 24 animais da mesma categoria como reguladores. No ano de 2019 (Ano II) foram utilizadas 24 novilhas com peso médio inicial de 220 kg e nove meses de idade como animais experimentais e mais 15 novilhas de mesma idade e peso como reguladores.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizados, com duas repetições de área no Ano I e três repetições de área no Ano II. A área experimental utilizada foi de 2,88 ha em 2018, dividida em 10 piquetes de 0,12 ha para o nível tecnológico II (cinco piquetes por pasto) e oito piquetes de 0,12 ha para o nível tecnológico III (quatro por pasto) e dois piquetes de 0,36 ha para o nível tecnológico I. E em 2019 4,32 ha, divididos em 27 piquetes de 0,12 ha nos níveis tecnológicos II (5 por pasto) e III (4 por pasto) e três piquetes (12 piquetes) de 0,36 ha para o tratamento I. As áreas utilizadas nos anos I e II foram as mesmas afim de manter a uniformidade das áreas testadas. No ano II foi adicionado às avaliações experimentais uma terceira área de pasto, que não foi utilizada no ano I, devido a mesma ter apresentado baixa massa de forragem nesse período.

Avaliou-se três níveis tecnológicos para intensificação da produção de bovinos de corte em pastagem de capim *Megathyrus maximus* cv. Mombaça:

1. Nível tecnológico I (I) - capim adubado com 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 43 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 0 de adubação nitrogenada. Nesse tratamento o manejo do pastejo era realizado na forma de lotação contínua com carga variável.

2. Nível tecnológico II (II) - capim adubado com 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N) e 75 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Manejo do pastejo de forma rotacionada.
3. Nível tecnológico III (III), na qual recebia 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 300 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e 150 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Manejo do pastejo de forma rotacionada.

A fonte de nitrogênio utilizada foi ureia agrícola. A aplicação da adubação fosfatada foi realizada previamente as avaliações experimentais. As adubações nitrogenadas e potássica foram aplicadas logo após a saída dos animais dos piquetes, na qual resultou em cinco aplicações.

A área de pastagem utilizada no experimento vinha sendo manejada de forma intensiva ao longo dos anos anteriores ao experimento, recebendo adubações semelhantes a que foi realizada no nível de intensificação III, inclusive as áreas na qual destinou-se ao nível de intensificação I, que não recebeu adubação nitrogenada no período experimental (2018-2019).

Nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada (II e III), preconizou-se uma altura de saída de aproximadamente 50% da altura de entrada e 2,5 novas folhas expandidas como critério para o momento de entrada dos animais nos piquetes (CÂNDIDO et al., 2005), na qual os períodos de ocupação variaram de cinco a sete dias e os períodos de descanso 16 a 21 dias. O tratamento controle em função do não recebimento de adubação nitrogenada foi manejado sob lotação contínua e carga variável.

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico Típico (EMBRAPA, 2013) e apresentou as seguintes características na camada de 0 a 20 cm de profundidade: pH (em água)= 5,2; P – Mehlich (mg.dm<sup>-3</sup>)= 8,0; K (cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>)= 0,02; Ca<sub>2</sub><sup>+</sup> (cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>)= 0,72; Mg<sup>+</sup> (cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>)= 0,72; Al<sup>+</sup> (cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>)= 0,14; H+Al<sup>+</sup> (cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>)= 2,75; Soma de bases (cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>)= 1,30; CTCe= 0,173; V (%)= 31; Saturação por alumínio (%)= 0,0; Areia (%)= 95,3; Silte (%)= 2,53; Argila (%)= 3,6; Matéria orgânica (g.dm<sup>-3</sup>)= 13; Densidade (g.cm<sup>-3</sup>)= 1,56; Classe textural= areia.

Durante o período experimental foram coletados os dados climáticos mensais referentes a precipitação, temperatura máxima, média e mínima em uma estação meteorológica localizada próxima a área experimental (Figura 1).

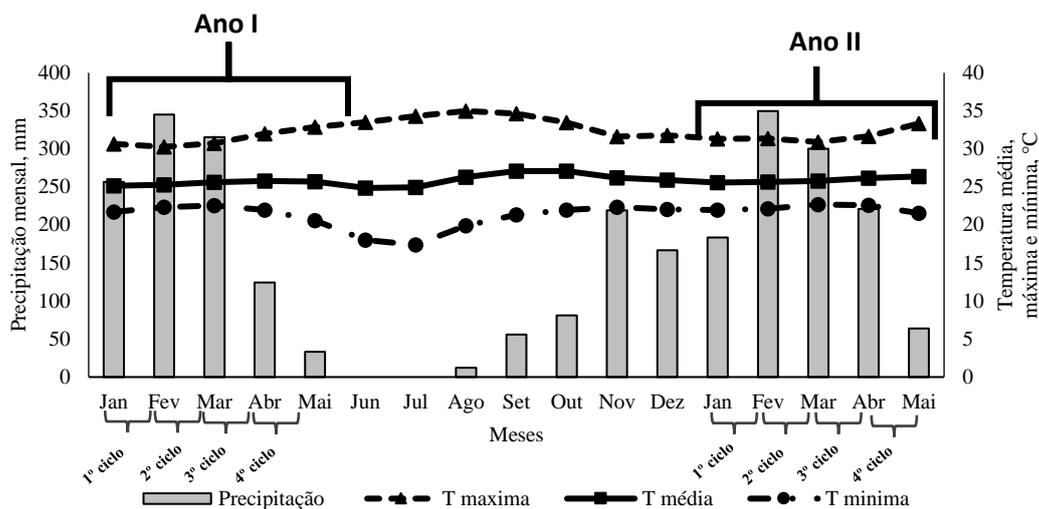


Fig1. Dados climáticos coletados durante o período experimental.

Para estimar a matéria orgânica estocada na serapilheira (MOSP), depositada no horizonte O do solo, oriundo do processo de fotossíntese realizado pela planta forrageira, foram coletadas duas amostras compostas em cada uma das parcelas. A coleta do material morto (serapilheira) depositado na superfície do solo foi coletada no final do experimento, com auxílio de moldura retangular, com área de 0,6 m<sup>2</sup> (1,0 x 0,6 m) e realizado o corte da forragem rente ao solo coletando o material vegetal senescente depositado na superfície do solo, pesadas e posteriormente secas em estufas de ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas. Em seguida, foram moídas, em moinho com peneira de 1 mm, sendo armazenadas em embalagens de plásticos, devidamente etiquetadas, após a moagem foram feitas amostras compostas, sendo, desta forma, obtidas duas amostras por parcelas, obtendo 40 amostras.

Para análise de teor de MO no solo foram coletadas amostras de 0 a 10 e 10 a 20 cm profundidade. Foram coletadas 12 amostras por tratamento em cada profundidade. As amostras de solo foram coletadas ao início e final do experimento. Todo o solo coletado na amostra composta foi embalado e identificado para a determinação da densidade aparente MO e posteriormente Carbono Orgânico (CO) estoque de carbono (Est.C). A densidade do solo foi obtida por meio do método do anel volumétrico, no qual a amostra retida no cilindro de 100 cm<sup>3</sup> foi seco por 24 horas em estufa de 105 °C e pesado, obtendo assim o peso seco da amostra, dividido pelo volume (100 cm<sup>3</sup>) (EMBRAPA, 2017) de acordo com a fórmula abaixo:

$$D_s \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{M_s}{V_s}$$

Em que  $D_s$  = densidade do solo, expressa em gramas por centímetro cúbico ( $\text{g/cm}^3$ );  $M_s$  = massa de solo, expressa em g (gramas);  $V_s$  = volume de solo, expresso em centímetros cúbicos ( $\text{cm}^3$ ).

O teor de MO da amostra foi estimado a partir do método Walkley-Black (M3), proposto por Walkley & Black (1934), na qual consiste em pesar 0,5g de terra fina seca ao ar, transferir para um Erlenmeyer de 500 ml, adicionar 10 mL da solução de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  0,167 mol  $\text{L}^{-1}$  e 20 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado, agitando o erlenmeyer por aproximadamente um minuto, para promover a mistura do solo com os reagentes, deixar permanecer em repouso por 30 min. Logo após, adicionou-se 150 mL de água destilada e a solução foi filtrada em papel de filtragem rápida, utilizando-se bomba a vácuo para acelerar o processo, adicionando logo em seguida 50 mL de água destilada sobre o papel-filtro, para completa remoção da solução. Depois da filtragem, adicionou-se 10 mL de  $\text{H}_3\text{PO}_4$  concentrado e 10 mL do indicador difenilamina. Procedeu-se, então, à titulação com  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  0,25 mol  $\text{L}^{-1}$ , até a mudança de cor violeta para o verde.

O teor de carbono orgânico (CO) no solo foi obtido a partir da divisão do teor de MO por um fator correspondente a 1,72 (100/58) (PREZOTTI; MARTINS, 2013).

$$\text{Carbono orgânico} = \frac{\text{matéria orgânica}}{1,72}$$

A partir do CO foi estimado o estoque de carbono (Est.C) a partir da equação proposta por Veldakamp (1994):

$$\text{Est. C} = \frac{\text{CO} * \text{Dap} * e}{10}$$

Onde:

Est. C = estoque de C orgânico em determinada profundidade ( $\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ );

CO = teor de C orgânico total na profundidade amostrada ( $\text{g/kg}^{-1}$ );

Dap = densidade aparente do solo da profundidade ( $\text{g/cm}^3$ );

e = espessura da camada considerada (cm).

O teor de nitrogênio de raiz e do solo foi obtido pelo método 920.87 conforme recomendações da AOAC (1990).

Os dados foram submetidos a análise de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias utilizando o PROC MIX GLM do SAS<sup>®</sup> versão 9.0. Foi utilizado dentro do PROC MIXED a função LS-Means em função dos dados estarem desbalanceados (duas repetições de área no ano I e três repetições de área no ano II).

Foram comparados os efeitos dos tratamentos e dos anos de avaliação sob as variáveis estudadas como medidas repetidas no tempo, avaliando também a interação entre níveis de adubação nitrogenada e anos de avaliação, apresentando o desdobramento dos dados quando observado efeito de interação e dos anos de avaliação. Foi utilizado o seguinte modelo matemático:

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

Onde:  $Y_{ijk}$  = parâmetro observado,  $\mu$  = média geral,  $\alpha_i$  = efeito fixo dos níveis tecnológicos,  $\beta_j$  = efeito fixo dos anos,  $(\alpha\beta)_{ij}$  = interação níveis de adubação e anos e  $\epsilon_{ijk}$  = erro aleatório assumido como NID  $(0, \sigma^2)$ .

Os valores médios obtidos em diferentes profundidades foram estimados pelo modelo matemático:

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

Onde:  $Y_{ijk}$  = parâmetro observado,  $\mu$  = média geral,  $\alpha_i$  = efeito fixo dos níveis tecnológicos,  $\beta_j$  = efeito fixo dos anos,  $(\alpha\beta)_{ij}$  = interação níveis tecnológicos e profundidades e  $\epsilon_{ijk}$  = erro aleatório assumido como NID  $(0, \sigma^2)$ . Os dados foram submetidos a análise de variância, ao nível de significância de 5% pelo teste Tukey.

## Resultados e discussão

A MOSP não foi influenciada pelos tratamentos ( $p > 0,05$ ), apresentando média de  $4.291,66 \text{ kg ha}^{-1}$ . A serapilheira é o material depositado na superfície do solo oriundo da senescência foliar de plantas que não foram consumidas pelos animais, incluindo também colmo, raízes e outras partes constituintes (DUBEUX Jr. et al., 2006). Boa parte desse material é rico em nutrientes, retornando ao solo após decomposição e posteriormente, assimilados pelas plantas mantendo o equilíbrio do ecossistema da pastagem (VENDRAMINI et al., 2014; SILVA et al., 2007). O fato de o valor dessa variável não ter diferido entre os níveis tecnológicos pode estar relacionado a maior proporção de deposição do material morto no Nível I, devido à falta de nitrogênio via adubação nesse nível, contra a maior taxa de deposição quantitativa nos demais níveis, porém proporcionalmente menor, uma vez que os níveis II e III receberam adubação nitrogenada, levando a valores iguais de MOSP (Tabela 1).

Os níveis tecnológicos não afetaram os teores de MO no solo ( $p > 0,05$ ), porém, houve tendência ( $p = 0,06$ ) de elevação da quantidade de MO nos níveis tecnológicos que utilizaram adubação nitrogenada, principalmente no N-300 (Tabela 1). O nível

tecnológico III proporcionou 41,42 e 36,33% a mais MO no solo em relação aos níveis I e II, respectivamente.

A matéria orgânica no solo é influenciada por diversos fatores, como manejo da pastagem e do solo, manejos que envolvem muito revolvimento do solo podem acelerar o processo de degradação da MO do mesmo (LAL, 2018), a intensidade do pastejo em que maiores taxas de lotação associadas a pastejos mais severos em solos pobres podem reduzir a MO (SILVEIRA et al., 2013; SOUZA et al., 2009), onde essa MO torna-se a principal fonte de nutrientes que será mineralizada em compostos de nitrogênio e potássio principalmente, para as plantas (FREITAS et al., 2011). Nestas situações a adubação nitrogenada tem permitido elevar a deposição de MO no solo, conseqüentemente, maiores níveis de MO e carbono orgânico no mesmo (SILVEIRA et al., 2013), evitando a perda progressiva deste componente e o empobrecimento do solo.

No presente estudo, a tendência de maiores níveis de MO nos tratamentos que utilizaram maiores níveis de adubação nitrogenada é proveniente da maior taxa crescimento do dossel forrageiro e maior fluxo de deposição de material morto, resultando em maior disponibilidade de material fotoassimilado senescido no solo, que aos poucos vai entrando em decomposição e é incorporado ao solo (APOLINÁRIO et al., 2014). Esse resultado indica que a aplicação de níveis tecnológicos maiores ou mais intensivos pode, ao mesmo tempo que impacta positivamente a produção animal e a produtividade da área, contribuir para melhores atributos do solo.

Tabela 1. Valores médios de matéria orgânica da serrapilheira (MOSP), matéria orgânica do solo (MO), carbono orgânico (CO) e estoque de carbono (Est. C) em solo de pastagem de capim Mombaça

Variáveis	Níveis Tecnológicos			Média	EPM	Valor P
	I	II	III			
MOSP, mg kg <sup>-1</sup>	3895,83	4468,75	4510,42	4291,66	140,83	0,288
MO, g kg <sup>-1</sup>	2,68	2,78	3,79	3,08	0,251	0,063
CO, g kg <sup>-1</sup>	1,55	1,61	2,2	1,79	0,1456	0,063
Est. C, mg ha <sup>-1</sup>	2,67	2,77	3,78	3,08	0,25	0,062

EPM=erro padrão da média.

Seguindo o mesmo comportamento dos dados de MO, o CO também não apresentou efeitos significativos dos níveis tecnológicos ( $p>0,05$ ) apresentando média de 1,79 g kg<sup>-1</sup>, mas a variável apresentou comportamento de tendência ( $p=0,06$ ), uma vez

que é estimada a partir MO, na qual o nível tecnológico III apresentou maior valor médio de CO em relação aos demais tratamentos (Tabela 1).

O CO é influenciado diretamente pelo teor de matéria orgânica no solo, demonstrando o potencial de um determinado sistema em emitir carbono para a atmosfera ou armazenar esse carbono no solo (VALDEZ et al., 2017). Maiores níveis de adubação nitrogenada podem promover maior taxa de decomposição da matéria orgânica do solo devido a maior disponibilidade de nitrogênio para os microrganismos fazerem essa ação, alterando a dinâmica de acúmulo e emissões de carbono no solo (APOLINÁRIO et al., 2014), por outro lado, pode haver maior acúmulo líquido de carbono no solo pelo maior fluxo de serapilheira oriunda das raízes e da parte aérea da planta (VALDEZ et al., 2017).

O Est.C. também não apresentou efeito dos níveis tecnológicos ( $p>0,05$ ), com média geral de  $3,08 \text{ Mg ha}^{-1}$  (Tabela 1), apesar disso, os valores de Est.C. no maior nível tecnológico tiveram uma tendência ( $p=0,062$ ) em apresentar maiores resultados dessa variável (Tabela 1). Provavelmente o fato do nível tecnológico III apresentar um manejo que utilizava  $300 \text{ kg de nitrogênio ha}^{-1}$ , houve maior deposição de matéria orgânica oriunda da massa de forragem depositada sobre o solo. Desta forma, acredita-se que um período mais longo de avaliação da MO, CO e Est.C permitiria a observação do efeito prolongado dos tratamentos, esperando-se a constatação de efeito significativo nos maiores níveis tecnológicos. Outro ponto a ser levado em consideração é que, provavelmente, o carbono orgânico particulado ( $<53\mu\text{m}$ ), pode ter começado a sofrer aumentos no solo, uma vez que ele pode ser modificado em curto período de tempo (SILVEIRA et al., 2013), contribuindo para a observação dessa tendência.

Houve efeito de interação entre o nível tecnológico e profundidade ( $p<0,05$ ) para MO, CO e Est. C do solo em que o nível tecnológico III apresentou os menores valores dessas variáveis na profundidade de 10-20 cm (Tabela 2). Geralmente os valores de MO, CO, conseqüentemente Est. C, apresenta maiores valores nas menores profundidades em pastagens (FORNARA; OLAVE; HIGGINS, 2020; SILVA et al., 2019), o que poderia explicar esse menor valor na profundidade de 10-20 cm em relação a 0-10 cm, no entanto, somente o nível tecnológico III apresentou esse comportamento. O que se pode inferir é que é possível que nesse tratamento a maior parte da MO, CO, conseqüentemente Est.C fica retida por um período de tempo maior na camada de 0-10 em comparação aos demais níveis tecnológicos (I e II), lixiviando em períodos mais longos para camadas mais profundas.

Tabela 2. Valores médios de matéria orgânica (MO), carbono orgânico (CO) e estoque de carbono (Est. C) em solo de pastagem de capim Mombaça em diferentes profundidades

Profundidade	Tratamento			Média	EPM	Valor de P		
	I	II	III			Nível	Profundidade	NxP
MO, g kg <sup>-1</sup>								
0--10 cm	2,77Aa	2,65Aa	5,72Aa	3,71	0,146	0,0632	0,202	0,006
10--20 cm	2,58Aa	2,91Aa	1,85Ab	2,45				
Média	2,67	2,78	3,78	3,08				
CO, g kg <sup>-1</sup>								
0--10 cm	1,61Aa	1,54Aa	3,32Aa	2,16	0,251	0,0632	0,202	0,006
10--20 cm	1,49Aa	1,70Aa	1,07Ab	1,42				
Média	1,55	1,62	2,19	1,79				
Est.C, Mg ha <sup>-1</sup>								
0--10 cm	2,77Aa	2,65Aa	5,71Aa	3,71	0,251	0,0632	0,202	0,006
10--20 cm	2,57Aa	2,91Aa	1,84Ab	2,44				
Média	3,08	1,78	3,08	3,08				

EPM= erro padrão da média

Letras maiúsculas diferentes nas linhas, diferem a 5% de probabilidades pelo teste Tukey

Letras minúsculas diferentes nas colunas, diferem a 5% de probabilidades pelo teste Tukey

Maiores disponibilidades de nitrogênio também podem alterar o equilíbrio entre mineralização e imobilização da matéria orgânica do solo, podendo levar a uma alteração nas quantidades de MO presente no solo (STERWAT et al, 2012). A maior deposição de matéria orgânica e Est.C em áreas de pastagem fica concentrado em profundidades de até 0-20 cm (FORNARA; OLAVE; HIGGINS, 2020; CONANT et al., 2017).

Houve maior MSR nos níveis tecnológicos II e III em relação ao nível tecnológico I ( $p < 0,05$ ). Os valores observados foram 31,28 e 43,11% superior ao comparar o tratamento I com II e III, respectivamente (Tabela 3). Os maiores valores de MSR nos tratamentos II e III podem ser devido aos maiores níveis de adubação nitrogenada nesses tratamentos, levando ao maior fluxo de biomassa tanto para a parte aérea da planta, quanto para as raízes, uma vez que esses parâmetros estão relacionados (BARROS et al, 2017). Esse padrão de resposta também foi observado por Alderman, Boote & Sollenberger (2011), para MSR em pastagem de Tifton 85 capim-Bermuda no período de maior precipitação e na maior dose de nitrogênio em relação a menor.

Apesar de ter ocorrido maior MSR ao comparar o menor nível tecnológico com o maior (Tabela 3), houve redução no valor dessa variável entre o ano I e II ( $p < 0,05$ ), na ordem de 33,44% (Tabela 3). As gramíneas têm como característica a mobilização de suas reservas de raiz para a parte aérea da planta, o que reduz a massa de raiz (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000), no entanto, essa mobilização pode ser amenizada em pastagens que são frequentemente adubadas com nitrogênio (GURETZKY

et al., 2014). Porém, em situações de florescimento, essa mobilização pode ocorrer de forma mais severa com redução na sua massa (WHITE, 1973). Nesse contexto, o fato de no ano II ter ocorrido florescimento do capim de forma mais expressiva em relação ao ano I, pode ter contribuído para esse resultado de redução da MSR ao comparar ano I com ano II nesse estudo.

Outro fator que deve ser levado em consideração, é que em gramíneas adubadas com doses baixas a moderadas ( $50$  a  $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), os compostos de reserva tendem a elevar, no entanto, quando submetidos a manejos que não utiliza adubação nitrogenada ou que utiliza doses acima de moderada associado a pastejo constante, as reservas de carbono da raiz podem ser reduzidas, levando à redução da massa de raiz (WHITE, 1973). Essa redução ocorre devido à maior dose de nitrogênio levar a planta a produzir maiores quantidades de aminoácidos que serão incorporados às proteínas na planta, e à produção desses aminoácidos requer esqueletos de carbonos, sendo esse carbono oriundo dos carboidratos de reservas na raiz e base do colmo (WHITE, 1973).

No presente estudo as doses nitrogênio dos níveis tecnológicos II e III foram de  $150$  e  $300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , acima dos valores considerados moderados, e no nível I não utilizava adubação nitrogenada. Portanto, o fato dessa área de pastagem ter passado dois anos sendo manejada em dois extremos quanto a adubação nitrogenada (sem adubação nitrogenada e com altas doses de nitrogênio), pode ter levado a redução na massa de raiz entre o ano I e II, apesar dessa redução não ter afetado a produção de forragem e conseqüentemente a produção animal nesse estudo.

Tabela 3. Valores médios de massa seca de raiz (MSR) e nitrogênio em pastagem de capim Mombaça sob diferentes níveis tecnológicos

Ano	Tratamento			Média	EPM	Valor de P		
	I	II	III			Níveis	Ano	NxA
MSR $\text{mg ha}^{-1}$								
Ano I	18,5	24,5	28,5	23,83a	0,94	0,0160	0,0290	0,2400
Ano II	13,35	17,24	16,98	15,86b				
Média	15,92B	20,87A	22,74A	19,84				
Nitrogênio de raiz $\text{g kg}^{-1}$								
Final Ano I	0,96	0,98	1,16	1,03a	0,038	0,0888	<0,0001	0,0600
Final Ano II	0,5	0,51	0,48	0,49b				
Média	0,74	0,82	0,88	0,81				

EPM=erro padrão da média.

Letras minúsculas nas colunas diferem a 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey.

O teor de nitrogênio de raiz não diferiu entre os níveis tecnológicos ( $p>0,05$ ), apresentando média de  $0,81 \text{ g kg}^{-1}$  (Tabela 3), no entanto, o estoque de nitrogênio de raiz reduziu entre os anos I e II do experimento ( $p<0,05$ ),  $1,03$  para  $0,49 \text{ g kg}^{-1}$  (Tabela 3). A redução do nitrogênio de raiz entre os anos I e II, pode estar relacionado, assim como a MSR, à maior mobilização desse componente no ano II em relação ao ano I, devido a ocorrência de um florescimento mais intensivo no ano II.

Os níveis tecnológicos não influenciaram os teores de nitrogênio no solo ( $p>0,05$ , Tabela 4), no entanto, houve aumento no teor desse elemento entre os anos I e II ( $p<0,05$ ) elevando em  $22,45\%$ . A relação C/N no solo não foi afetada pelos níveis tecnológicos utilizados ( $p>0,05$ ), apresentando média de  $30,08$  (Tabela 4). A relação C/N no solo pode ser influenciada pela deposição de matéria orgânica no solo, ou pela mineralização da matéria orgânica presente no solo (GURETZKY et al., 2014). Nesse contexto, o fato de não ter efeito significativo dos teores de MO e CO no solo em relação aos tratamentos e anos de avaliação resulta em não alteração na relação C/N.

Tabela 4. Valores médios de nitrogênio no solo e relação carbono/nitrogênio (relação C/N) em pastagem de capim Mombaça sob diferentes níveis tecnológicos

Ano	Tratamento			Média	EPM	Valor de P		
	I	II	III			Níveis	Ano	NxA
Nitrogênio do solo $\text{mg kg}^{-1}$								
Ano I	56,67	67,15	60,17	61,33b	8,19	0,69	0,05	0,47
Ano II	68,34	71,88	85,04	75,1a				
Média	62,51	69,51	72,61	68,21				
Relação C/N								
Ano I	39,01	31,18	31,18	35,84	4,28	0,53	0,10	0,98
Ano II	25,92	20,46	26,58	24,32				
Média	32,46	25,82	31,96	30,08				

EPM=erro padrão da média.

Letras minúsculas nas colunas diferem a  $0,05$  de probabilidade pelo teste de Tukey.

Houve maior teor de nitrogênio no solo na camada mais superficial (0-10 cm) em relação a camada mais profunda avaliada (10-20 cm) ( $p<0,05$ ),  $76,89$  e  $59,52 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente. Maiores teores de nutrientes são observados nas camadas mais superficial dos solos de pastagens de forma geral (FILHO et al., 2013; CARDOSO et al., 2010).

Tabela 5. Valores médios de nitrogênio e relação carbono nitrogênio (C/N) no solo em área de pastagem de capim Mombaça em diferentes profundidades

Profundidade	Tratamento			Média	EPM	Valor de P		
	I	II	III			Níveis	Profundidades	NxP
	Nitrogênio do solo mg kg <sup>-1</sup>							
0—10	73,36	80,81	76,51	76,89a	8,19	0,69	0,01	0,58
10—20	51,65	58,21	68,7	59,52b				
Média	62,51	69,51	72,51	68,2				
	Relação C/N							
0—10	26,93Aa	19,23Aa	45,61Aa	30,59	4,28	0,53	0,87	0,02
10—20	38,00Aa	32,41Aa	18,30Ab	29,57				
Média	32,47	25,82	31,47	30,08				

EPM=erro padrão da média.

Letras minúsculas nas colunas diferem a 0,05 de probabilidade pelo teste de Tukey.

A relação C/N nas duas profundidades avaliadas (0-10 e 10-20 cm) apresentou efeito de interação ( $p < 0,05$ ) em que no nível tecnológico III na profundidade de 10 a 20 cm houve menor relação C/N (Tabela 5). O que pode ter levado a essa menor relação é o fato de haver menor quantidade de carbono nesse tratamento nessa profundidade, no entanto a menor quantidade de carbono nessa profundidade é algo não esperado, uma vez que maiores quantidades de MO e CO e nitrogênio são encontrados nas profundidades mais superficiais do solo (FILHO et al., 2013; CARDOSO et al., 2010).

## Conclusão

A elevação dos níveis tecnológicos com base no uso da adubação nitrogenada em pastagem de capim Mombaça associada à lotação rotacionada em curto período de tempo, eleva a massa seca de raiz por área, no entanto, não melhora os índices de matéria orgânica, carbono orgânico e estoque de carbono em pastagem de capim Mombaça.

Os teores de nitrogênio e a relação carbono nitrogênio no solo não são influenciados pelo aumento dos níveis tecnológicos que utilizam adubação nitrogenada em curto período de tempo.

A massa seca de raiz, juntamente com o nitrogênio presente na mesma, reduzem após dois anos de utilização da área de pastagem, independentemente do nível tecnológico utilizado, no entanto os níveis tecnológicos que utilizam adubação nitrogenada (II e III) apresenta maior massa de raiz, mesmo havendo redução da massa de raiz do ano I para ano II.

Estudos por períodos mais longos são necessários para compreender melhor a dinâmica de estoque de carbono no solo e massa de raiz em pastagem submetida a manejos com baixo médio e alto nível tecnológico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC - Association of Official Analytical Chemists, 1990. **Official methods of analysis**. 15ª edição. AOAC International, Arlington, VA, 1990.

ALDERMAN, P.D.; BOOTE, K.J.; SOLLENBERGER, L.E. Regrowth dynamics of 'Tifton 85' bermudagrass as affected by nitrogen fertilization. **Crop Science**, v.51, p.1716-1726, 2011.

APOLINÁRIO, V.X.O.; DUBEUX, JR. C.B.; MELLO, A.C.L.; VENDRAMINI, J.M.B.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; MUIR, J.P. Litter Decomposition of Signalgrass Grazed with Different Stocking Rates and Nitrogen Fertilizer Levels. **Agronomy Journal**, v.106, p.622-627, 2014.

BARROS, A.C.C.; ALMEIDA, J.C.C.; FILHO, S.T.C.; CARVALHO, C.A.B.; CAMPANA, L.L.; MORAIS, L.F. Root dry matter mass and distribution of Florico grass under different grazing strategies. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, n.12, p.1276-1285, 2017.

BAYER, C.; AMADO, T.J.C.; TORNQUIST, C.G.; CERRI, C.E.C.; DIECKOW, J.; ZANATTA, J.A.; NICOLOS, R.S. Estabilização do carbono no solo e mitigação das emissões de gases de efeito estufa na agricultura conservacionista. **Tópicos de Ciência do Solo**, v. 7, p.55-118, 2011.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

BRESCIANO, D.; PINO, A.D.; BORGES, A.; TEJERA, M.; SPERANZA, P.; ASTIGARRAGA, L.; PICASSO, V. Perennial C4 grasses increase root biomass and carbon in sown temperate pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.62, n.3, p.332-342, 2019.

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

CARDOSO, E.L.; SILVA, M.L.N.; SILVA, C.A.; CURI, N.; FREITAS, D.A.F. Estoques de carbono e nitrogênio em solo sob florestas nativas e pastagens no bioma Pantanal. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.45, n.9, p.1028-1035, 2010.

CERRI, C.E.P.; SPAROVEK, G.; BERNOUX, M.; EASTERLING, W.E.; MELILLO, J.M.; CERRI, C.C. Tropical agriculture and global warming: impacts and mitigation options. **Scientia Agricola**, v.64, n.1, p.83-99, 2007.

CONANT, R.T.; CERRI, C.E.P.; OSBORNE, B.B.; PAUSTIAN, K. Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. **Ecological Applications**, v.27, n.2, p.662-668, 2017.

DUBEUX JR., J.; LIRA, M. D.A.; SANTOS, M.D.; CUNHA, M.D. Fluxo de nutrientes em ecossistemas de pastagens: impactos no ambiente e na produtividade. *Simpósio sobre o Manejo da Pastagem*, 23, 439-506, 2006.

DUBEUX JR., J.; SOLLENBERGER, L.; MATHEWS, B.; SCHOLBERG, J.; SANTOS, H. Nutrient cycling in warm-climate grasslands. **Crop Science**, v.47, n.3, p.915-928, 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. 3. Ed – Brasília, DF, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

EZE, S.; PALMER, S.M.; CHAPMAN, P.J. Soil organic carbon stock in grasslands: Effects of inorganic fertilizers, liming and grazing in different climate settings. **Journal of Environmental Management**, v.223, 74-84, 2018.

FILHO, C.V.S.; CECATO, U.; RIBEIRO, O.L.; ROMA, C.F.C.; JOBIM, C.C.; BELONI, T.; PERRI, S.H.V. Root system and root and stem base organic reserves of pasture Tanzania grass fertilizer with nitrogen under grazing. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2415-2426, 2013.

FORNARA, D.; OLAVE, R.; HIGGINS, A. Evidence of low response of soil carbon stocks to grassland intensification. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.287, n.1, p.1-8, 2020.

FOLEY, J. A. Global Consequences of Land Use. **Science**, v.309, n.5734, p.570–574, 2005.

GURETZKY, J. A.; WINGEYER, A. B.; SCHACHT, W. H.; KLOPFENSTEIN, T. J.; WATSON, A. Soil Organic Matter and Root and Rhizome Responses to Management Strategies in Smooth Brome grass Pastures. **Agronomy Journal**, v.106, n.5, p.1886, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro\\_2017\\_resultados\\_preliminares.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf). Acesso em 02 junho 2019, 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE -IPCC. **Strengthening and Implementing the Global Response**. In: Global Warming of 1.5°C. p.132, 2018. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15\\_Chapter4\\_Low\\_Res.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15_Chapter4_Low_Res.pdf) Acesso em: 20/11/2020.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE -IPCC. **Climate change**. Fourth assessment report on climate change impacts, adaptation and vulnerability of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge, Cambridge University,. 2007, p.939.

KNAPP, J.R.; LAUR, G. L.; VADAS, P.A.; WEISS, W.P.; TRICARICO, J.M. Invited review: enteric methane in dairy cattle production: quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. **Journal of Dairy Science**, v.97, p.3231-3261, 2014.

LAL, R. (2018). Digging deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems. **Global Change Biology**, v.24, n.8, p.3285–3301, 2018.

LAL, R. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. **Environmental Pollution**, v.116, n.3, p.353-362, 2002.

LEMAIRE, G. Research priorities for grassland science: the need of long term integrated experiments networks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, Suplemento especial, 93–100, 2007.

LUO, J.; DE KLEIN, C.A.M.; LEDGARD, S.F.; SAGGAR, S. Management options to reduce nitrous oxide emissions from intensively grazed pastures: A review. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.136, n.3-4, p.282–291, 2010.

NEILL, C.; MELILLO, J.M.; STEUDLER, P.A.; CERRI, C.C.; DE MORAES, J.F.L.; PICCOLO, M.C.; BRITO, M. Soil carbon and nitrogen stocks following forest clearing for pasture in the southwestern brazilian amazon. **Ecological Applications**, v.7, n.4, p.1216–1225, 1997.

PREZOTTI, L. C., and AG MARTINS. "Guia de interpretação de análise de solo e foliar." *Vitória, ES: Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural* (INCAPER), 2013.

SAGGAR, S.; TATE, K.R.; GILTRAP, D.L., SINGH, J. Soil–atmosphere exchange of nitrous oxide and methane in New Zealand terrestrial ecosystems and their mitigation options: a review. **Plant Soil**, v.309, n. 1-2, p.25–42, 2008.

SILVA, R.R. SILVA, M.L.N.; CARDOSO, E.L.; MOREIRA, F.M.S.; CURI, N.; ALOVISI, A.M.T. Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica Campos das Vertentes - MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, N. 5, p. 1585-1592, 2010.

SILVA, C.J.D.; SANCHES, L.; BLEICH, M.E.; LOBO, F.D.A.; NOGUEIRA, J.D.S. Produção de serrapilheira no cerrado e floresta de transição Amazônia-Cerrado do Centro-Oeste Brasileiro. **Acta Amazônica**, v.37, n.4, p.543-548, 2007.

SILVA, H.M.S.; DUBEUX JR., J.C.B.; SILVEIRA, M.L.; SANTOS, M.V.F.; FREITAS, E.V.; ALMEIDA, B.G. Soil and root attributes in pastures managed under different stocking rates and nitrogen fertilization levels. **Agrosystems, Geosciences & Environment**, v.2, n.1, p.1-9, 2019.

SILVEIRA, M.L.; LIU, K.; SOLLENBERGER, L.E.; FOLLETT, R.F.; VENDRAMINI, J.M.B. Short-term effects of grazing intensity and nitrogen fertilization on soil organic

carbon pools under perennial grass pastures in the southeastern USA. **Soil Biology and Biochemistry**, v.58, p.42–49, 2013.

SOUZA, E.D.; COSTA, S.E.V.G.A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C.F.; ANDRIGUETI, M.; CAO, E. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.6, p.1829-1836, 2009.

SOUSSANA, J.F.; LEMAIRE, G. Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.190, n.1, p.9-17, 2014.

SNYDER, C. S.; BRUULSEMA, T. W.; JENSEN, T. L. Melhores práticas de manejo para minimizar emissões de gases de efeito estufa associadas ao uso de fertilizantes. Piracicaba, SP. **Informações Agrônomicas**, n. 121, p.13-14. março, 2008.

STERWART, C.E.; FOLLET, R.F.; WALLACE, J.; PRUESSNER, E.G. Impact of biosolids and tillage on soil organic matter fractions: implications of carbon saturation for conservation management in the virginia coastal plain. **Soil Science Society of America Journal**, v.76, p.1257–1267, 2012.

VALDEZ, Z.P.; HOCKADAY, W.C., MASIELLO, C.A.; GALLAGHER, M.E.; ROBERTSON, G.P. Soil Carbon and Nitrogen Responses to Nitrogen Fertilizer and Harvesting Rates in Switchgrass Cropping Systems. **Bioenergy Research**, v.10, n.2, p.456–464, 2017.

SIX, J.; FELLER, C.; DENEFF, K.; OGLE, S.; SA, J.C.M.; ALBRECHT, A. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils - Effects of no-tillage. **Agronomie, EDP Sciences**, v. 22, n. 7-8, p.755-775, 2002.

VENDRAMINI, J.; DUBEUX JR, J.C.; SILVEIRA, M.L. Nutrient cycling in tropical pasture ecosystems. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.2, p.308-315, 2014.

VELDKAMP, E. Organic Carbon Turnover in Three Tropical Soils under Pasture after Deforestation. **Soil Science Society of America Journal**, v.58, p.175-180, 1994.

VITOUSEK, P.M.; ABER, J.D.; HOWARTH, R.W.; LIKENS, G.E.; MATSON, P.A.; SCHINDLER, D.W.; SCHLESINGER, W.H.; TILMAN, D.G. Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. **Ecological Applications**, v.7, n.3, p. 737–750, 1977.

WALLACE, R.J.; ROOKE, J.A.; MCKAIN, N.; DUTHIE, C.A.; HYSLOP, J.J.; ROSS, D.W.; WATERHOUSE, A.; WATSON, M.; ROEHE, R. The rumen microbial metagenome associated with high methane production in cattle. **BMC Genomics**, v.16, n.1, p.1-14, 2015.

WALKLEY, A.; BLACK, I.A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v.37, n.1, p.29-38, 1934.

WHITE, L. M. Carbohydrate Reserves of Grasses: A Review. **Journal of Range Management**, v.26, n.1, p.13-18, 1973.

WHEELER, D.M.; LEDGARD, S.F.; DEKLEIN, C.A.M. Using the OVERSEER nutrient budget model to estimate on-farm greenhouse gas emissions. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.48, n.2, p.99-103, 2008.