UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO

CARBONO NO SOLO, ESTRUTURA DO PASTO E DESEMPENHO DE BOVINOS EM CAPIM-MARANDU MANEJADO COM DIFERENTES TAXAS DE LOTAÇÃO

Diego Martins da Silva Echeverria

CAMPO GRANDE, MS
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO

CARBONO NO SOLO, ESTRUTURA DO PASTO E DESEMPENHO DE BOVINOS EM CAPIM-MARANDU MANEJADO COM DIFERENTES TAXAS DE LOTAÇÃO

CARBON IN THE SOIL, PASTURE STRUCTURE AND CATTLE PERFORMANCE IN MARANDU GRASS MANAGED WITH DIFFERENT LOTATION RATES

Diego Martins da Silva Echeverria

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Menezes Dias

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.
Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS
2020

DEDICO

Aos meus pais,

pai (**Aurélio Echeverria**) e mãe (**Nilza Martins da Silva Echeverria**), pois foram eles que me fizeram ser o que sou e me orgulho disso, se pudesse escolher em outras vidas, seriam os senhores novamente. Deram-me o alicerce em todos os aspectos para que todas essas etapas até o momento fossem concretizadas.

Ao meu irmão:

Diogo Martins da Silva Echeverria

AGRADECIMENTOS

Sempre e primeiramente a **Deus**, por andar comigo, por me dar a vida e a sabedoria para continuar nessa caminhada, sem me deixar cair ao longo do percurso.

Aos **meus pais** por sempre me apoiarem e terem as condições emocionais e financeiras de me aguentarem por 32 anos. Tudo isso é por vocês, espero nunca decepcioná-los, esse título dedico aos senhores, um pouco da minha retribuição.

Ao **meu irmão** pela amizade verdadeira, e por acreditar e dar vozes de confiança a mim.

Ao meu **amigo** Jailson Batista da Silva, por fazer parte da minha vida, me apoiar e fazer com que meus dias fossem mais fáceis e me ajudar a me tornar uma pessoa melhor, e Deus ter dado a oportunidade a ele da vida, nasceu de novo!!!

Ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Menezes Dias pelo aceite de orientação.

Ao amigo e Prof. Dr. Luís Carlos Vinhas Ítavo, pelo exemplo de expor o conhecimento e por sempre estar pronto a atender no que fosse necessário, rodar a estatística e compartilhar seu conhecimento.

Ao amigo e Prof. Dr. Gelson dos Santos Difante, por ser um exemplo no seu profissionalismo, líder de uma equipe e por me atender de maneira muito acolhedora e me fazer sentir estar na área certa de trabalho, um espelho de profissional, parabéns pelo seu trabalho.

Ao Prof. Dr. Valter Joost Van Onselen por ter me ajudado na estatística e contribuído com toda sua atenção e conhecimento.

Aos membros da banca de qualificação Professores Doutores Alexandre Menezes Dias (presidente), Luís Carlos Vinhas Ítavo (Titular) e Gelson dos Santos Difante (Titular).

Aos membros da banca de defesa da tese Professores Doutores Alexandre Menezes Dias (presidente), Elson Martins Coelho (titular externo), Eriklis Nogueira (titular externo), Gelson dos Santos Difante (titular), Luís Carlos

Vinhas Ítavo (Titular), Rodrigo Gonçalves Mateus (suplente), e João Virginio Emerenciano Neto (suplente).

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, e a todos os professores do programa que fizeram parte do profissional que me tornei.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Doutorado, a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado Mato Grosso do Sul (FUNDECT).

A MACAL Nutrição Animal pelo patrocínio dos bebedouros e fornecimento da suplementação utilizada durante todo o período experimental, em especial a Poliana Veis Leite.

Ao Grupo de Forragicultura e Pastagens, especialmente Luciana Junges pela mulher batalhadora e vencedora, ao Cleiber Daril Montagna (pelo trabalho braçal, em especial a construção dos piquetes e pela instalação dos postes e fios nos piquetes, isso sempre gera muita risada entre nós, e mental para comigo), a Pamela Kerlyane Tomaz, Iesa Pereira de Andrade pela ajuda de campo e os demais Ana Paula Viscardi da Silva (amizade e apoio), Fabiane Ortiz do Carmo Gomes Coca, Anderson Ramires Candido, Eva Nara Oliveira Gomes, Juliana Oliveira Batistoti, e a todos os estagiários (Luan, João, Natalia, Yasmin, Leticia, Tais) por toda a ajuda na condução dos experimentos. Tive imenso prazer de ter trabalhado com cada um. Minha eterna gratidão a todos.

A todos os funcionários da Fazenda Escola da UFMS José Maciel Costa, Heitor Henrique Costa Valeriano, Arnoud Correa da Silva, Vicente de Gois, Marcos Antônio Medina da Silva, Luiz Gonzaga Bitencourt Ovando, Erivelton da Silva Ovando e Claudemiro dos Santos Maranhão e a todos os funcionários da FAMEZ, desde o da limpeza até aos motoristas que nos levavam para a Fazenda Escola.

As técnicas do Laboratório de Nutrição Animal Aplicada: Tallyta Ananda da Silva Maeda (essa pessoa em especial por ser uma excelente profissional e amiga, que sempre esteve disposta a auxiliar no experimento, participou do experimento de campo e ter me aturado por todo esse tempo), Lucimara Modesto

e ao Rafael Rodrigues Godoy, por todo o auxílio, paciência e disponibilidade durante a condução dos experimentos e das análises laboratoriais.

Ao secretário do curso de Pós-Graduação em Ciência Animal (UFMS) Ricardo de Oliveira dos Santos, por toda ajuda e boas conversas, meu muito obrigado.

A professora Alda Izabel de Souza e a toda equipe do Laboratório de Patologia Clínica.

Aos discentes Antônio Leandro Chaves Gurgel e Carolina Marque Costa, orientados do Professor Doutor Gelson dos Santos Difante pelo auxílio na utilização do SAS e disponibilidade de tempo, companheirismo e atenção prestada, estão de parabéns!!!!

A todos os colegas do curso de doutorado pela força e amizade.

Por fim, gostaria de agradecer a todos meus amigos e família, que contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho.

MINHA ETERNA GRATIDÃO

Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos
para o sucesso.
Se estivermos possuídos por uma inabalável determinação,
conseguiremos superá-los.
Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre
humildes, recatados e despidos de orgulho.

Dalai Lama

Resumo

ECHEVERRIA, D. M. S. **CARBONO NO SOLO, ESTRUTURA DO PASTO E DESEMPENHO DE BOVINOS EM CAPIM-MARANDU MANEJADO COM DIFERENTES TAXAS DE LOTAÇÃO.** 2020. 118 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2020.

A revisão bibliográfica apresenta base para o conhecimento teórico e prático da forma com que as pastagens brasileiras têm sido manejadas, as respostas em relação à produtividade e qualidade de forragem, nível de produção animal e a contribuição no estoque de carbono no solo. O artigo I teve o objetivo de avaliar o efeito das taxas de lotação animal no estoque de carbono, na estrutura do pasto e na produtividade animal em pastos de capim-marandu manejado sob lotação contínua no bioma Cerrado. O artigo II objetivou-se o efeito das taxas de lotação animal no estoque de carbono, na estrutura, produtividade e valor nutricional do pasto e na produtividade animal em pastos de capim-marandu manejado sob lotação contínua no bioma Cerrado. Ambos os experimentos, os tratamentos foram as diferentes taxas de lotações de 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 UA ha^{-1}, e três repetições, cada piquete possuía 0,5 ha, totalizando uma área de 6 ha. No primeiro artigo o experimento foi de outubro de 2017 a março de 2018 e no segundo artigo foi de outubro de 2018 a março de 2019. Os animais utilizados no primeiro ano foram 30 novilhas e no segundo ano 30 novilhos, ambos de recria e com peso de entrada de aproximadamente 200 kg de peso vivo. Os pastos foram formados pela *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e receberam nos dois anos de avaliação adubação nitrogenada de 150 kg de N ha^{-1} ano^{-1}. No primeiro experimento as novilhas receberam suplementação proteica energética comercial com 24% de PB e 70% de NDT recomendada para bovinos em fase de crescimento e engorda com consumo de 0,3 % do peso vivo. A maior produção de massa verde média observada foi com 0,8 UA ha^{-1} (14554,16 kg ha^{-1}). As médias de massa seca total foram de 5861,98; 4584,57; 4638,88 e 3185,67 kg MS ha^{-1} nos pastos com 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 UA ha^{-1}, respectivamente. Foram observadas médias de ganho médio diário por área passando de 1,206 para 3,660 kg ha^{-1} dia^{-1} e GPT por área de 213,52 para 647,80 kg ha^{-1} nas taxas de lotação de 0,8 para 3,2 UA ha^{-1}. Em abril de 2018, os pastos com taxas de lotações distintas apresentaram estoques de carbono orgânico total e associado aos minerais superiores aos observados na área de vegetação nativa (21,71 e 15,62 t ha^{-1}, respectivamente). Realizar o manejo de pastejo sob lotação contínua entre 1,6 e 2,4 UA ha^{-1} de novilhas

encontra-se equilíbrio de produção de forragem, ganho médio diário e por área de peso vivo recebendo suplemento proteico energético e adubação de manutenção de 150 kg de N ha^{-1} ano^{-1}. No artigo II, o experimento foram novilhos e receberam suplementação proteica energética comercial com 20% de PB e 75% de NDT recomendada para bovinos em fase de terminação com consumo de 0,7% do peso vivo. Foi observado efeito quadrático para a massa verde, com ponto mínimo de 6538,79 kg ha^{-1} com 2,4 UA ha^{-1}. Efeito linear decrescente foi observado para massa seca total de folha, a maior foi com 0,8 UA ha^{-1} com 1369,46 kg ha^{-1}. Houve aumento no teor de proteína bruta da folha de 5,10% para 7,81% e de 5,28 para 11,99% de outubro a dezembro e de janeiro a março, nas taxas de lotações de de 0,8 para 3,2 UA ha^{-1}. Os ganhos passaram de 0,867 para 0,657 kg dia^{-1} de 0,8 para 3,2 UA ha^{-1}. O maior ganho peso total individual (150,83 kg) foi no pasto com 0,8 UA ha^{-1} e diminuiu (114,25 kg) com 3,2 UA ha^{-1}. O carbono orgânico total (29,94 g kg^{-1}), particulado (4,65 g kg^{-1}) e associado aos minerais (25,29 g kg^{-1}) foram superiores na vegetação nativa comparada as demais áreas. A produção em quantidade e qualidade do capim-marandu manejado sob lotação contínua de 2,4 a 3,2 UA ha^{-1} na estação chuvosa refletiu em melhor desempenho animal tanto individual quanto por área sem prejudicar a planta.

Palavras-chave: altura dossel, capim-marandu, carbono, efeito estufa, intensidade de pastejo, massa de forragem

Abstract

ECHEVERRIA, D. M. S. **CARBON IN THE SOIL, PASTURE STRUCTURE AND CATTLE PERFORMANCE IN MARANDU GRASS MANAGED WITH DIFFERENT LOTATION RATES**. 2020. 118 f. Thesis (Doctorate in Animal Science) - Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, State University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2020.

The bibliographic review presents a basis for theoretical and practical knowledge of the way in which Brazilian pastures have been managed, the responses in relation to forage productivity and quality, level of animal production and the contribution to the carbon stock in the soil. Article I aimed to evaluate the effect of stocking rates on carbon stock, pasture structure and animal productivity in marandu grass pastures managed under continuous stocking in the Cerrado biome. Article II aimed at the effect of stocking rates on the carbon stock, on the structure, productivity and nutritional value of the pasture and on the animal productivity in pastures of marandu grass managed under continuous stocking in the Cerrado biome. In both experiments, the treatments were the different stocking rates of 0.8; 1.6; 2.4 and 3.2 AU ha^{-1}, and three replications, each paddock had 0.5 ha, totaling an area of 6 ha. In the first article the experiment was from October 2017 to March 2018 and in the second article it was from October 2018 to March 2019. The animals used in the first year were 30 heifers and in the second year 30 steers, both reared and weighed input weight of approximately 200 kg live weight. Pastures were formed by *Brachiaria brizantha* cv. Marandu and received nitrogen fertilizer of 150 kg of N ha^{-1} $year^{-1}$ in the two years of evaluation. In the first experiment, heifers received commercial protein supplementation with 24% CP and 70% TDN recommended for growing cattle and fattening with consumption of 0.3% of live weight. The highest average green mass production observed was 0.8 AU ha^{-1} (14554.16 kg ha^{-1}). The averages of total dry mass were 5861.98; 4584.57; 4638.88 and 3185.67 kg DM ha^{-1} in pastures with 0.8; 1.6; 2.4 and 3.2 AU ha^{-1}, respectively. Average daily gain averages were observed per area from 1.206 to 3.660 kg ha^{-1} day^{-1} and TWG per area from 213.52 to 647.80 kg ha^{-1} at stocking rates from 0.8 to 3.2 AU ha^{-1}. In April 2018, pastures with different stocking rates showed stocks of total organic carbon and associated minerals higher than those observed in the area of native vegetation (21.71 and 15.62 t ha^{-1}, respectively). Grazing management under continuous stocking between 1.6 and 2.4 AU ha^{-1} of heifers is a balance of forage production, average daily gain and by area of live weight

receiving energy protein supplement and maintenance fertilizer of 150 kg of N ha^{-1} $year^{-1}$. In article II, the experiment was steers and received commercial energy protein supplementation with 20% CP and 75% TDN recommended for finishing cattle with consumption of 0.7% of live weight. A quadratic effect was observed for the green mass, with a minimum point of 6538.79 kg ha^{-1} with 2.4 AU ha^{-1}. Decreasing linear effect was observed for total dry leaf mass, the highest was 0.8 AU ha^{-1} with 1369.46 kg ha^{-1}. There was an increase in the crude protein content of the leaf from 5.10% to 7.81% and from 5.28 to 11.99% from October to December and from January to March, in the stocking rates from 0.8 to 3 , 2 AU ha^{-1}. The gains went from 0.867 to 0.657 kg day^{-1} from 0.8 to 3.2 AU ha^{-1}. The greatest gain in total individual weight (150.83 kg) was in the pasture with 0.8 AU ha^{-1} and decreased (114.25 kg) with 3.2 AU ha^{-1}. The total organic carbon (29.94 g kg^{-1}), particulate (4.65 g kg^{-1}) and associated with minerals (25.29 g kg^{-1}) were higher in native vegetation compared to the other areas. The production in quantity and quality of marandu grass managed under continuous stocking from 2.4 to 3.2 AU ha^{-1} in the rainy season reflected in better animal performance both individually and by area without harming the plant.

Keywords: canopy height, marandu grass, carbon, greenhouse effect, grazing intensity, forage mass

Lista de Figuras

Revisão Bibliográfica

Figura 1. Evolução de pastagens e da produtividade da pecuária brasileira (IBGE, 2019).....6
Figura 2. Relação entre taxa de lotação (X) e ganho por animal (Y) e por área (Z), Mott, 1960.....10

Artigo I

Figura 1. Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação mensal durante o período experimental. 51
Figura 2. Relação entre lotação animal (X), ganho de peso individual (Y) e ganho de peso por área (Z) 60

Artigo II

Figura 1. Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação mensal durante o período experimental 88
Figura 2. Relação entre lotação animal (X), ganho de peso individual (Y) e ganho de peso por área (Z) 97

Lista de Tabelas

Revisão Bibliográfica

Tabela 1. Estoques de C, taxas de acúmulo e perdas na camada de 1 m de profundidade no solo sob Cerrado e sob outros usos e manejo da terra (modificado de Corazza et al., 1999).. 15

Artigo I

Tabela 1. Textura e teores de nutrientes do solo da área experimental da camada de 0-20 cm (setor bovinocultura de leite) da Fazenda Escola da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia UFMS antes do experimento (Setembro 2017) e final do experimento (Abril 2018).. 52

Tabela 2. Estrutura do pasto de capim-maranducom diferentes taxas de lotação de novilhas sob lotação contínua no Bioma Cerrado 53

Tabela 3. Composição quimíca do pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhas sob lotação contínua no Bioma Cerrado 54

Tabela 4. Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente acido (FDA), proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da massa seca da folha e do colmo do pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhas sob lotação contínua no Bioma Cerrado 55

Tabela 5. Matéria seca e matéria orgânica da simulação de pastejo de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhas sob lotação contínua no Bioma Cerrado .. 56

Tabela 6. Desempenho de novilhas em pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação sob lotação contínua no Bioma Cerrado 57

Tabela 7. Valores médios dos teores de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COp) e carbono orgânico associado aos minerais (COam), na camada 0-20 cm em pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhas sob lotação contínua no Bioma Cerrado 58

Tabela 8. Valores médios dos estoques de carbono orgânico total (Est. COT), carbono orgânico particulado (Est. COp), carbono orgânico associado aos minerais (Est. COam), e, índice de manejo de carbono, na camada 0-20 cm em pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhas sob lotação contínua no Bioma Cerrado 59

Artigo II

Tabela 1. Textura e teores de nutrientes do solo da área experimental da camada de 0-20 cm (setor bovinocultura de leite) da Fazenda Escola da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia UFMS antes do experimento (Setembro 2018) e final do experimento (Abril 2019) 89

Tabela 2. Estrutura do pasto de capim-maranducom diferentes taxas de lotação de novilhos sob lotação contínua no Bioma Cerrado 90

Tabela 3. Composição quimíca do pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhos sob lotação contínua no Bioma Cerrado 91

Tabela 4. Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente acido (FDA), proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da massa seca da folha e do colmo do pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhos sob lotação contínua no Bioma Cerrado 92

Tabela 5. Matéria seca e matéria orgânica da simulação de pastejo de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhos sob lotação contínua no Bioma Cerrado.……..……...93

Tabela 6. Desempenho de novilhos em pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação sob lotação contínua no Bioma Cerrado 94

Tabela 7. Valores médios dos teores de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COp) e carbono orgânico associado aos minerais (COam), na camada 0-20 cm em pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhos sob lotação contínua no Bioma Cerrado 95

Tabela 8. Valores médios dos estoques de carbono orgânico total (Est. COT), carbono orgânico particulado (Est. COp), carbono orgânico associado aos minerais (Est. COam), e, índice de manejo de carbono, na camada 0-20 cm em pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhos sob lotação contínua no Bioma Cerrado 96

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 2
2. REVISÃO DE LITERATURA 3
2.1 *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Marandu 3
2.2 Pastagens brasileiras 5
2.3 Manejo de pastagem 7
2.3.1 Implantação do sistema 7
2.3.2 Taxa de lotação 8
2.3.3 Adubação nitrogenada 10
2.3.4 Suplementação a pasto 12
2.4 Estoque de carbono no solo 13
3. REFERÊNCIAS 16
ARTIGO I- Estoque de carbono do solo, estrutura do pasto e produtividade de novilhas em capim-marandu manejado sob lotação contínua no bioma Cerrado 24
INTRODUÇÃO 25
MATERIAL E MÉTODOS 27
RESULTADOS 31
DISCUSSÃO 35
CONCLUSÃO 44
REFERÊNCIAS 44
ARTIGO II- Estrutura do pasto, desempenho de novilhos de corte e estoque de carbono em pastos de capim-marandu no bioma Cerrado 61
INTRODUÇÃO 62
MATERIAL E MÉTODOS 64
RESULTADOS 68
DISCUSSÃO 72
CONCLUSÃO 80
REFERÊNCIAS 80

1. INTRODUÇÃO

O sistema brasileiro de criação de bovinos em pasto é o mais eficiente economicamente. No entanto, nos últimos anos a população tem tido mais conhecimento e preocupação com os efeitos da produção animal no meio ambiente. O que resulta numa pressão cada vez maior tanto aos pesquisadores quanto aos produtores rurais a terem um sistema de produção cada vez mais adequado, com produção animal mais eficiente e que assegure sustentabilidade no sistema solo-planta-animal.

O Brasil, por ser um país tropical e possuir duas estações bem definidas (águas (estação primavera verão) e secas (estação outono inverno)), faz com que a produção das forrageiras não seja homogênea durante o ano denominado de estacionalidade produtiva. Várias estratégias podem ser utilizadas para minimizar esses efeitos, dentre elas, o controle da produção de forragem através do uso de taxas de lotação, o que irá refletir tanto na produção animal de qualidade e eficiente quanto na produção forrageira em quantidade e qualidade suficiente, porém, é necessário entender as mudanças na estrutura do pasto de acordo com a estratégia de manejo adotada.

Manter a oferta de forragem em quantidade e qualidade que atenda as exigências de manutenção e produção dos animais em pastejo se torna um ponto chave do manejo, pois é essencial que se melhore o desempenho do animal, ao mesmo tempo em mantenha condições favoráveis para longevidade das plantas forrageiras que estão sofrendo desfolha (manutenção de quantidade de folhas suficientes para garantir rebrotação rápida e vigorosa) (Genro; Silveira, 2018).

Assim, com o adequado manejo adotado, conseguindo garantir a produção de forragem no período das águas o resultado da produção é de aumentar a taxa de lotação e o ganho de peso por área. O intuito de intensificar a produção é uma necessidade nos dias atuais dentro da porteira, pois dessa forma poderá haver uma diluição dos custos fixos de produção e diminuindo o tempo de permanência dos lotes de animais na propriedade gerando um aumento na produção de arrobas/ha/ano. Fernandes et al. (2010) defendem que para conseguir reduzir a idade de abate dos bovinos mantidos em pasto para 22 meses, seria necessário que o ganho médio diário dos animais no período das águas fosse acima de 0,8 kg/dia. Algumas práticas de manejos podem ser adotadas para alcançar esse objetivo, uma delas, seria com adubação nitrogenada para otimizar a produção de forragem e outra o uso de suplementação dos animais para otimizar o desempenho dos animais.

No mercado há 35 anos, a *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Marandu tem se destacado nas áreas cultivadas dos pastos brasileiros e fazer parte do capim do gênero

Brachiaria, que são as forrageiras mais utilizadas como volumoso na dieta de bovinos criados em sistemas de produção em pasto.

O manejo adequado das pastagens também está atrelado ao uso de adubações de estabelecimento e manutenção de acordo com as exigências da planta forrageira e do nível tecnológico do sistema de produção. O nitrogênio é o nutriente mais impactante em termos de ganhos, na produção de forragem. Sua utilização é imprescindível para a manutenção da produtividade e da sustentabilidade da pastagem, sendo sua deficiência considerada um fator relevante para desencadear o processo de degradação (Faria et al., 2015; Viana et al., 2011).

O uso de suplementação proteica ou energética tem apresentado resultados excelentes no desempenho animal quando comparadas com a suplementação mineral, compensando as perdas decorrentes nos períodos de baixa produção (Goes et al., 2003).

Outra preocupação que tem chamado atenção do mundo é às mudanças do clima no planeta, principalmente, as relacionados com as emissões de dióxido de carbono (CO_2), o principal dos gases do efeito estufa (GEE) (Carvalho et al., 2010). Parece que a intensificação do uso das pastagens de modo adequado traz benefícios relacionados ao sequestro de carbono (C) atmosférico, o que contribuiria para minimizar o aumento do efeito estufa e suas consequências ao meio ambiente devido ao aquecimento global. Apesar dos estudos mostrarem o potencial das pastagens cultivadas para sequestrar CO_2 atmosférico (Soussana et al., 2007), não existe praticamente nenhuma informação sobre metas de manejo do pastejo para reduzir os efeitos de gases do efeito estufa, e ao mesmo tempo garantir sistemas de produção de bovinos eficiente (Braga, 2010).

Diante disso o presente trabalho é composto por três capítulos, sendo o primeiro uma revisão de literatura, o segundo e o terceiro capítulos apresentados na forma de artigo científico, redigido de acordo com normas da revista Grass and Forage Science, intitulados "Estoque de carbono do solo, estrutura do pasto e produtividade de novilhas em capim-marandu manejado sob lotação contínua no bioma Cerrado e Estrutura do pasto, desempenho de novilhos de corte e estoque de carbono em pastos de capim-marandu no bioma Cerrado", respectivamente.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Marandu

As principais espécies de forrageiras que compõem as pastagens do Brasil e de maior valor agronômico são originárias da África Oriental, sendo a *B. brizantha* a de maior utilização devido a maior intensidade de coleta dessa forrageira e por ela possuir o maior

número de representantes nas coleções de germoplasma (Valle et al., 2008). Os historiadores contam que essa forrageira chegou ao Brasil junto com os escravos nos navios, pois elas serviam de colchão para eles deitarem de forma mais confortável no chão das embarcações.

As gramíneas do gênero *Brachiaria* ocupam cada vez mais os territórios de pastagens brasileiros, pois se adaptam as mais variadas condições de solo e clima, gerando produções satisfatórias de forragem em solos com baixa e média fertilidade (Soares Filho, 1994). A área de maior plantio e cultivo da *Brachiaria* se encontra na região Centro-Oeste, estando sujeitas a grandes alterações de estacionalidade de temperatura e umidade. O período chuvoso da região tem como características elevadas temperaturas e índices pluviométricos, dessa forma, altas taxas de evapotranspiração (Costa et al., 2005).

Nessa região do Brasil, as forrageiras são bem expostas a estacionalidade o que caracteriza por mudanças de disponibilidade e qualidade da forragem em respostas das condições climáticas, isso evita que elas tenham um crescimento uniforme durante o ano (Reis; Rosa, 2001).

A *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Marandu recebeu esse nome, pois Marandu significa “novidade” no idioma guarani, foi que melhor lhe representava, dando destaque a essa nova opção de forrageira para o Cerrado (EMBRAPA, 1984). A cultivar se mostrou resistente ao ataque de cigarrinhas-das-pastagens, bom valor nutritivo, alta produção de massa verde, alta produção de sementes viáveis e apresentou grandes perspectivas de utilização nas fases de desmama e engorda de bovino.

A cultivar Marandu é uma forrageira perene de hábito de crescimento cespitoso e forma touceira de até 1,0m de diâmetros e perfilhos com altura de até 1,5m, seus rizomas são curtos duros, curvos, cobertos por escamas glabras de cor amarela e púrpura, as raízes alcançam boa profundidade, o que lhe garante longevidade nos períodos seco do ano prolongado (Guerra Filho, 2012).

A cv. Marandu não suporta solos encharcados, o que a torna recomendada para áreas de media a boa fertilidade, embora tolere acidez do solo. A temperatura ótima para seu desenvolvimento fica entre 25 a 30ºC, sendo 15ºC o mínimo para limitar o seu crescimento, mesmo a forrageira tolerar bem a ocorrência de geada (Skerman; Riveros, 1992).

No entanto o valor nutritivo de uma forrageira não é conseguido só pela fertilidade do solo, condições climáticas, idade e manejo que é submetida, mas também é avaliado pela sua digestibilidade e pelos seus teores de proteína bruta (PB) e de parede celular, ou seja, baixo valor nutritivo esta associado com menores teores de PB e de minerais, e alto conteúdo de fibra (fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente acido (FDA) e a baixa

digestibilidade (Costa et al., 2005; Van Soest, 1994)). Fernandes et al. (2010) trabalhando com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu para bovinos de corte no período das águas e seco do ano observaram independentemente do período, a composição química da forragem disponível permaneceu constante (FDN=70%; FDA=40%), porém, a PB apresentou variação ao longo do ano (12% no inicio das chuvas, 13% no final das águas e 8% durante período de seca). No entanto com as mudanças climáticas, se faz necessárias pesquisas nesses períodos quando as pastagens são pastejadas de forma mais ou menos intensa.

2.2 Pastagens brasileiras

A formação das pastagens da inicio a eficiência da produção animal, pois o pasto se torna o principal insumo da pecuária brasileira, o que a obriga se apresentar com produtividade, qualidade, aceitabilidade da forragem produzida e longevidade, algumas formas para que esses objetivos sejam alcançados foram descritos por Kichel; Kichel (2001) e Amaral et al., (2012):

- Realizar o diagnóstico da área: seja ela realizada por análise química e física, classificação de solo, clima, topografia, pragas, plantas invasoras, impedimentos físicos ou mecânicos, histórico da área e outros, para a escolha da espécie forrageira mais adaptada e produtiva nas condições edafoclimáticas existentes em uma região especifica;

- Considerar a produtividade desejada, o nível tecnológico a ser adotado, o objetivo da produção e a época de utilização da espécie forrageira. Também devem ser adotadas práticas de limpeza da área, conservação, preparo do solo, correção da acidez (calagem) e fertilização do solo com macro e/ ou micronutrientes (as quantidades a serem utilizadas dependem da espécie forrageira e do nível de produtividade desejado);

- Semear e/ou plantar espécie adequada e época da operação, seguido do controle de pragas e de plantas invasoras;

- Adubar na formação com macro e/ou micronutrientes;

- Adubação de manutenção (com macro e/ou micronutrientes) a ser utilizada anualmente e que está diretamente relacionada à produtividade da pastagem;

No entanto, a natureza também tem sua participação, ou seja, as produções das plantas forrageiras possuem sazonalidade de produção, que refletem em suas deficiências nutricionais, sendo esta a base do sistema de criação brasileira e caracteriza a pecuária nacional. Existe um pico de produção no período das águas (verão) e um déficit durante o período seco do ano (inverno), ocorrendo o mesmo em todos os anos.

As áreas de pastagens no Brasil tem sofrido uma queda abrupta nas últimas décadas (Figura 1), sendo que no ano de 1990 possuía aproximadamente 192 milhões de hectares e decaindo até que no último censo (2018) chegou há um pouco menos de 163 milhões de hectares, no entanto a produtividade animal por área cresceu nesse período passando de aproximadamente 1,5 @ ha^{-1} ano^{-1} para um pouco mais de 4,5@ ha^{-1} ano^{-1} (IBGE, 2019).

Segundo Dias-Filho (2014) a justificativa para o baixo crescimento médio das áreas de pastagens nas últimas três décadas foi devido principalmente pela expansão das áreas agrícolas, de reflorestamento e da urbanização sobre as áreas originais de pastagem.

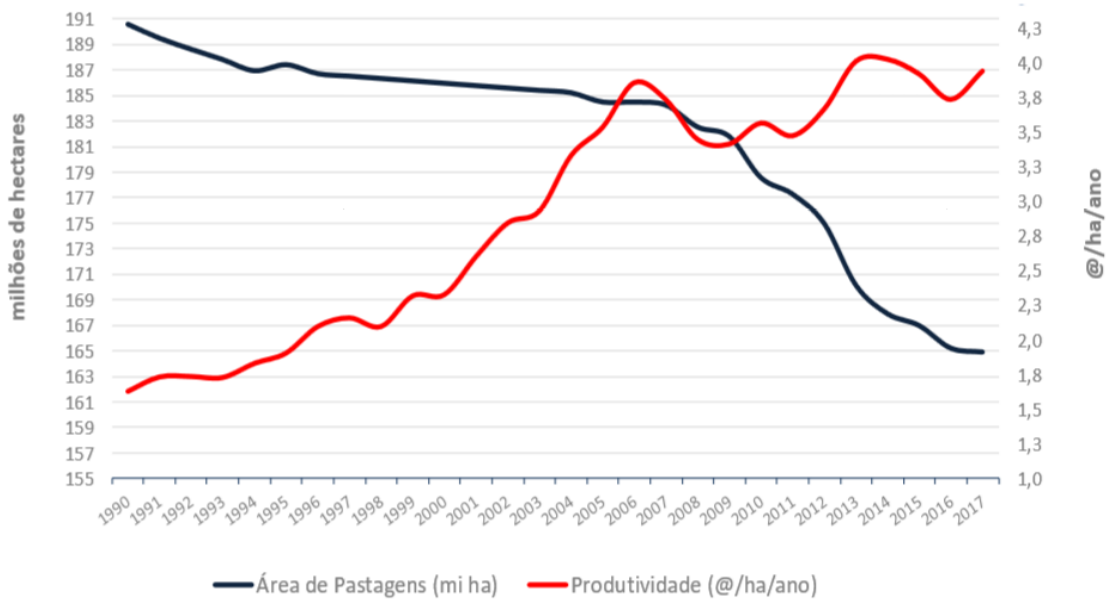


Figura 1. Evolução da área de pastagens e da produtividade da pecuária brasileira (IBGE, 2019).

Manejar corretamente a pastagem é um investimento primordial para mantermos a sustentabilidade da pecuária e aumentar os ganhos de produtividade. O governo possui ações implementadas para incentivar a recuperação de pastagens degradadas, dentre eles, o programa ABC (Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura) tem por objetivo deixar disponíveis recursos financeiros aos produtores rurais para fazerem o uso de tecnologias mitigadoras de emissões de gases de efeito estufa. A meta estipulada no programa ABC está à recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas e a implantação de 4 milhões de hectares destinados à integração Lavoura-Pecuária-Floresta (CNA, 2012). Outro Programa, chamado de Mais Carne no Plano Mais Pecuária (Brasil, 2014) compreende dobrar a capacidade de suporte médio das pastagens, que

hoje gira em torno de 1,3 bovinos/hectare, podendo o Brasil produzir 40% mais carne sem a necessidade de expansão da fronteira agrícola além de liberar 46,2 milhões de ha para outras atividades.

Diante desse cenário é explicito que o número de produtores existentes e que tem tido crescimento na área tem dado um novo direcionamento a pecuária desenvolvida em sistemas de pastagens, aprimorando e refinando suas técnicas de manejo, com objetivo de alcançar maior produtividade por intensificação dos sistemas (Dias-Filho, 2011; Martha Júnior et al., 2012).

2.3 Manejo de pastagens

2.3.1 Implantação do sistema

No intuito da manutenção e recuperação dos recursos naturais, tem sido visto alterações nos agro ecossistema por meio de adoções de práticas agroecológicas e de conservação do solo (Rocha Júnior et al., 2013). São épocas históricas em que a sociedade tem tido a consciência em exigir produtos que possuam segurança alimentar, que valorize o trabalho do campo e que ainda sejam ambientalmente corretos, de forma com que deixe de existir associações com insustentabilidade produtiva (Theodoro et al., 2011).

Rocha Júnior et al. (2013) chamam atenção que pastagens bem manejadas resultam em proteção do solo, com cobertura e combate a processos erosivos do solo, no entanto, quando o manejo ocorre de forma errônea, seja por meio de excesso de pisoteio e a altas taxas de lotação podem, consequentemente, tornar as pastagens escassas, gerando sérios problemas do ponto de vista dos conservacionistas, e ainda mais graves, tornar o sistema insustentável no aspecto econômico. Segundo os mesmos autores, os motivos pelas quais tem causado degradação de pastagens são variantes de cada ocasião, pois mais de uma causa pode estar relacionada, portanto, para definir ao certo a causa de degradação é importante que se tenha uma visão holística do problema para que se possam analisar os diversos fatores envolvidos.

Macedo (1999) desenvolveu uma representação gráfica do processo de degradação das pastagens cultivadas durante o tempo, onde ela começa diminuindo sua produtividade e vigor devido à diminuição de nitrogênio (N) e fósforo (P) no solo, e depois a degradação da pastagem em si com consequente perda de produtividade e qualidade, ataque de invasoras, pragas, e doenças e assim deixando solo descoberto, dando inicio a degradação do solo através de compactação e erosão, podendo esses ser decorrentes do manejado incorreto.

O essencial para entender as respostas das plantas quando submetidas ao pastejo é analisar parâmetros relacionados ecofisiologia dos pastos quando submetidas a regimes de

desfolhação. É recomendado é buscar o balanço entre a manutenção de área foliar suficiente para fotossíntese e a colheita de elevadas quantidades de folhas antes que estas venham a senescer, de forma a favorecer uma exploração racional e eficiente das pastagens (Difante et al., 2011).

Cada espécie forrageira que é lançada no mercado tem uma categoria, espécie animal e um tipo de solo que ela se adequa melhor, por isso é importante que se tenha atenção quanto a esse item. A *Brachiaria brizantha* foi desenvolvida e recomendada como mais uma opção para solos de média a alta fertilidade, bem drenados, em regiões com ou sem cigarrinhas (Kichel et al., 1999). A qualidade das sementes e as recomendações técnicas de plantio são importantes para ser levado em consideração, assim, o número aproximado de sementes/ grama para a espécie é de 150 e a taxa de semeadura de 2,80 kg ha^{-1} de sementes puras viáveis (Souza, 1993).

Com relação com o manejo de pastagem a redução da área foliar provocado pela desfolhação durante o pastejo, reflete em consequências nos carboidratos de reserva, no perfilhamento, no crescimento das raízes e de novas folhas, o que prejudica o seu crescimento (Nascimento Júnior et al., 1994), no entanto intervalo de descanso muito prolongado pode resultar em menor produção de forragem (Peron; Evangelista, 2004), o que torna necessárias pesquisas relacionadas à intensidade de pastejo adotada.

2.3.2 Taxas de lotação

A divergência entre a taxa de lotação animal e a capacidade de suporte de uma pastagem pode resultar em degradação da pastagem por não ser possível à planta se recuperar do pastejo, o que torna inevitável que se conheça a capacidade de suporte de uma pastagem para que seja possível estudar pontos chaves que ajudem a evitar ou até mesmo reverter essas degradações (Allen et al., 2011; Euclides et al., 2019).

O ponto adequado da utilização da pastagem, beneficiando a produção animal, sem causar prejuízos entre as espécies que integram a pastagem é definido como a intensidade ótima de pastejo (Peterson, 1961). Por isso, a definição da taxa de lotação é o número de animais mantidos em uma unidade de área por um determinado tempo. Dessa forma é possível definir uma produção animal por área em uma área pastejada em função da produção por animal e da taxa de lotação, resultando na fórmula:

$$\text{Produção animal ha}^{-1} = \text{produção por animal x número de animais ha}^{-1}$$

Nas forrageiras, a determinação da densidade populacional de perfilhos é decorrente dos processos de aparecimento e mortalidade de perfilhos, ou seja, da dinâmica da população

e dos padrões de ocorrência combinados (balanço entre morte e aparecimento) (Caminha et al., 2010). A renovação de perfilhos esta diretamente relacionada pela capacidade da planta em repor ou manter perfilhos vivos, e este dependente das características genéticas, fatores de crescimento (água, temperatura, luz e disponibilidade de nutrientes) e estratégias de manejo (Caminha et al., 2010).

Quando se tem como princípio fazer o manejo das pastagens com base no ajuste da intensidade de pastejo é possível ter como resultados altos rendimentos por animal e por área (Blaser, 1988; Humphreys, 1997), sendo possível esse tempo de manejo ser expressos de diversas maneiras: pressão de pastejo, oferta de forragem, massa de forragem residual, índice de área foliar (IAF) residual, altura, entre outras (Reis et al., 2009). Independente das maneiras que serão expressas, o objetivo é o mesmo, ajustar a massa de forragem e a taxa de lotação, para que se possa ter o controle simultaneamente da qualidade e da quantidade de forragem para manter a sustentabilidade da produção. A variação da intensidade de pastejo é muito grande, podendo ser de uma hora para ou outra ou de um dia para o outro, mas nunca permanece a mesma, sendo fortemente influenciada pela taxa de consumo pelos animais e pelo crescimento das plantas (Reis et al., 2009).

A mesma variação ocorre para a qualidade da forragem (Blaser, 1988), porém o manejo do pastejo busca estabelecer faixas adequadas em função das metas de cada situação. E para que os objetivos sejam alcançados, vale ressaltar o conhecimento das relações entre a intensidade de pastejo, quantidade e qualidade da forragem e o desempenho animal. Mott (1960) determinou a relação exponencial entre o ganho por animal e a taxa de lotação, e a função quadrática entre a produção por área e o número de animais mantidos na pastagem. Com a taxa lotação foi muito baixa, denominado de subpastejo com elevada oportunidade de seleção da dieta, foi observado desempenho por animal superior quando comparado os valores observados na ótima pressão de pastejo (Figura 2).

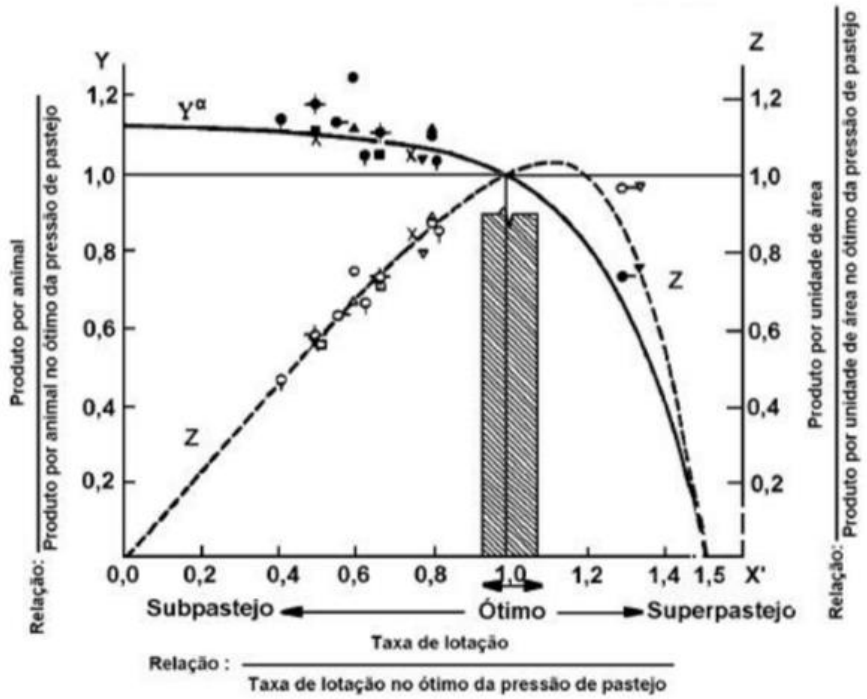


Figura 2. Relação entra taxa de lotação (X) e ganho por animal (Y) e por área (Z), Mott, 1960.

No entanto quando a taxa de lotação foi muito alta, denominada a situação de superpastejo, o ganho por área foi superior quando comparado à pressão ótima de pastejo.

Porém, sem o equilíbrio por um período de tempo estendido, esse ganho animal seja ele individual ou por área, com certeza será comprometido pela queda da quantidade (hipótese de superpastejo) ou pela qualidade (hipótese de subpastejo) da forragem produzida. Daí, a importância de se conseguir alcançar o balanço entre a produção de forragem e a taxa de lotação a ser utilizada no sistema de produção para que o retorno seja alcançado.

Flores et al. (2008) trabalhando as intensidades de pastejo com os capins marandu e xaraés, observando desempenho animal, verificaram que produção de forragem e as características estruturais obteram maiores produções de matéria de forragem seca e verde, ofertas de matéria seca e de laminas foliares, ganho de peso por animal em ambas as cultivares em menores intensidades de pastejo (40 cm), no entanto, ao avaliar o ganho de peso por área as intensidades de pastejo menor e a intermediaria (25 cm) resultaram em melhores índices produtivos.

2.3.3 Adubação nitrogenada

Maiores produções de matéria seca, incremento no valor nutritivo, sobre tudo, no teor de proteína bruta podem ser alcançados através do aumento da disponibilidade de nitrogênio

(N) em sistemas de produção pecuária sobre pastagens tropicais (Campos et al., 2016), e, consequente, aumento na capacidade de suporte da pastagem (Assmann et al., 2004).

Quando os nutrientes do solo estão em equilíbrio e em níveis que atendam as exigências do desenvolvimento da forrageira utilizada, o nitrogênio (N) tem papel fundamental no sistema, sendo ele o responsável pela produtividade e sustentabilidade da produção do sistema em pastejo (Euclides et al., 2008).

Dentre os vários benefícios da adubação nitrogenada nas pastagens, podemos citar os principais que são: aumentar a produtividade e a qualidade da forragem (Basso et al., 2010); contribuir no rendimento animal mais elevado nas pastagens (Barbero et al., 2010); redução do teor de carboidratos solúveis, proporcionando incremento no teor proteico e diminuindo o teor de fibra (Brennecke et al., 2007); aumentar a densidade da forragem e, especialmente, a disponibilidade de folhas e aumentar a produção de matéria seca do pasto (Paris et al., 2009); e ainda, nutrir os microrganismos do solo que decompõem a matéria orgânica (Malavolta, 1980).

No entanto, dois aspectos são relevantes no manejo da adubação nitrogenada: a fonte e o parcelamento das doses para diminuir as perdas por volatilização e lixiviação. Respeitando isso, eleva-se o aproveitamento do nitrogênio pela planta, reduz as perdas e contribuiu de maneira mais eficiente à manutenção de taxas de acúmulo mais uniforme de massa seca pela planta (Costa et al., 2010) nos períodos chuvosos. Doses de N foram determinantes para a produção de massa seca de folhas e de colmos mais bainhas em estudos de doses de N e S em áreas de pastagens degradadas (Bonfim-da-Silva; Monteiro, 2006).

Bernardi et al. (2018) concluem e chamam a atenção de aumentos consistentes na produção de matéria seca e de proteína bruta são conseguidos através do uso da adubação nitrogenada, mais ainda em relação à proteína bruta, porem, a eficiência do nitrogênio é inversamente proporcional ao aumento nas doses de nitrogênio, o que faz necessário encontrar um equilíbrio entre a importância nutricional e econômica da proteína no sistema de produção.

No Brasil a ureia é um dos adubos nitrogenados mais comercializados e utilizados em pastagens com 44 a 46 % de N. O uso dessa fonte apresenta vantagens e desvantagens, dentre elas, pode se citar o menor custo por quilograma, pois apresenta alta concentração de N, é de fácil manipulação e causa menor acidificação no solo, o que a torna potencialmente superior a outras fontes do ponto de vista econômico, mas comumente apresenta maior perda de N por volatilização (Primavesi et al., 2001; Martha Júnior et al., 2004).

De maneira geral, Garcez Neto et al. (2002) observaram resultados expressivos das respostas das características morfogênicas e estruturais das pastagens com a utilização de adubação nitrogenada, evidenciando o importante papel do N como ferramenta para manusear a estrutura da planta, possibilitando melhor aplicação dos recursos produtivos no processo de crescimento e desenvolvimento.

2.3.4 Suplementação a pasto

A limitação do desempenho animal criados a pasto são resultados das grandes flutuações na quantidade e qualidade da forragem disponível devido a forte sazonalidade de produção ocorrente em países tropicais (Da Silva et al., 2012).

Sistema de suplementação no período das águas tem sido cada vez maior, assim, como é feito comumente no período de seca, no sentido de melhorar o ganho de peso dos animais e reduzir a idade de abate, pois no período chuvoso do ano, as forrageiras tropicais não tem conseguido refletir desempenho adequado ao potencial genético dos animais que estão sob pastejo (Cabral et al., 2008).

Na época das águas o fator limitante na produção de bovinos não seria a disponibilidade de compostos nitrogenados para as bactérias ruminais, e sim a quantidade de energia que os animais estariam consumindo (Cabral et al., 2008). Nesse raciocínio, realizar o fornecimento de suplementos proteico-energéticos poderia melhorar o aproveitamento das forragens, desde que cuidados relacionados à mantença do balanço energético/proteico no rúmen, minimizando a ocorrência de efeito substitutivo, ou seja, animal passa ingerir mais suplemento do que a própria pastagem (Oliveira et al., 2007).

Para que os bovinos consigam alcançar desempenho satisfatório quando criados a pasto independentemente do objetivo nas propriedades (se destinados à reprodução ou ganho de peso), é essencial que a dieta seja fornecida adequada e balanceada em energia, proteínas, minerais e vitaminas (Molina et al., 2013). Mesmo no período das águas as pastagens podem não conter todos os nutrientes essenciais na proporção adequada que atenda às exigências dos animais, assim, a utilização do uso estratégico de suplementação energética, proteica ou energético-proteica (Barbosa et al., 2007). Nesse período a suplementação de proteína e/ou energia pode contribuir para maior equilíbrio da dieta e, consequentemente, melhorar o desempenho animal, agregando mais valor às demandas nutricionais dos animais (Molina et al., 2013). Esse tipo de estratégia de suplementação proteico-energética-mineral é normalmente usado quando as forragens destinadas aos bovinos estão deficientes em

nutrientes específicos, buscando maximizar a digestibilidade da forragem disponível para melhor o seu consumo (Barbosa et al., 2007).

Foram observados ganhos médio diário (GMD) de 0,535 kg utilizando somente suplementação mineral, e ganhos superiores de 0,655 kg utilizando suplementação proteica-energética com ingestão de 0,17% do PV médio e ganhos de 0,746 kg com suplementação proteica-energética com ingestão de 0,37% do PV médio de em pastos de capim-marandu no período de transição águas-seca (Barbosa et al., 2007). Goes et al. (2003) não observaram diferença significativa no GMD de novilhos em função dos diferentes suplementos em áreas de pastagens de braquiária do brejo (*Brachiaria radicans*) na proporção de 80% e capim gordura (*Melinis minutiflora*) na proporção de 20%, obtendo ganhos médio de 0,880 kg para sal proteinado a base de milho, farelo de trigo e uréia e 0,760 kg de ganho para sal proteinado a base de farelo de trigo e farelo de soja, ganhos superiores a 0,600 kg para o tratamento a base de mistura mineral, esse incremento é devido a utilização dos nutrientes terem sido superiores já que houve melhora proteica o que resultou em melhor desempenho animal ocasionada pela aumento do consumo e da digestibilidade.

A escolha da estratégia de suplementação deve ser cuidadosa e baseada em avaliações técnicas, pois os suplementos podem produzir efeito substitutivo, isso contribuiria para aumentar a capacidade de suporte das pastagens, e diminuir o tempo de permanência na fazenda, o que torna o giro mais rápido do capital, assim o fornecimento de suplementos no período das águas se torna uma estratégia que aperfeiçoa e maximiza a produtividade gerando ganhos elevados nos animais (Molina et al., 2008). Cabral et al. (2008) relatam o desempenho de bovino Nelore em pastagens formado pela gramínea *Panicum maximum* cv. Tanzânia^{-1} com o efeito de diferentes níveis de suplementação na estação das águas e não encontraram diferenças estatísticas com o aumento dos níveis de suplementação, no entanto, observaram que o suplemento concentrado com ingestão de 0,4% PV resultou em ganhos de 114 g a mais (GMD=1,110 kg) que o tratamento com apenas sal mineral (GMD=0,990 kg), totalizando 10 kg de ganho de peso total a mais no período, refletindo num período de abate de 20 dias antes do grupo de animais controle, os tratamentos de 0,2% e 0,6% PV obtiveram ganhos médios diário de 1,020 e 1,070 kg, respectivamente.

2.4 Estoques de carbono no solo

A pecuária representa muito para a economia brasileira além de ter uma importância histórica, mesmo assim, a opinião pública mundial e nacional é que esse setor da produção é uma ameaça ao meio ambiente, apontada como uma das principais responsáveis pelo

desmatamento e emissões de gases de efeito estufa (GEE) no Brasil (Cerri, 2007). Mas é necessário ter conhecimento e entender que as pesquisas nesse sentido ainda são muito incertas e não consolidadas tanto com a emissão, como com o sequestro dos GEE relacionado à pecuária nacional (Tonato et al., 2013).

O principal gás apontado como responsável pelo efeito estufa mundial é o gás carbônico (CO_2), no entanto, o solo das pastagens tem sido visto como um influenciador e que exerce papel preponderante na dinâmica do carbono no ambiente (Santi et al., 2007). Assim, o principal reservatório temporário de carbono no ecossistema é o solo, pois ele apresenta em média 4,5 vezes mais carbono do que a biota e 3,3 vezes mais do que a atmosfera (Bruce et al., 1999; Lal, 2004). Para Santi et al. (2007) a quantidade de carbono estocado no solo e na biota, são reservatórios e de grande importância para que ocorra o balanço de CO_2 na atmosfera. Utilizar menos os combustíveis fósseis, reduzir as taxas de desmatamento e queima de material vegetal, uso adequado do solo parecem ser as principais estratégias para aliviar a emissão de GEE, além de estratégias de maximização do sequestro de C no solo e na vegetação.

Uma parte grande de todo o C orgânico no solo encontra-se na forma de matéria orgânica do solo (MOS) (Carvalho et al., 2010). Entretanto, quando ocorrem práticas de manejo inadequado, esse material orgânico no solo é facilmente decomposto, gerando agravamento no efeito estufa, devido à liberação de GEE, como dióxido de carbono ($CO_{2)}$, metano (CH_4) e oxido nitroso (N_2O) (Cerri et al., 2007). Caso o manejo do solo esteja sendo realizado de forma adequada, haverá um aumento do estoque de MOS, isso observado em regiões de clima tropical, onde a taxa de decomposição é mais acentuada devido às altas temperaturas e umidade do solo (Six et al., 2002).

Corazza et al. (1999) realizaram estudo na região do Cerrado e observaram que a adoção sistemas de plantio direto (SPD), implantações de florestas e de pastagens aumentaram o estoque de C em relação ao Cerrado original (Tabela 1). As justificativas para esses aumento é pela maior taxa de adição de C ao solo, sendo resultante do aumento de produtividade primária do ecossistema causado pelo menor revolvimento do solo.

Segundo Carvalho et al. (2010) dependendo do manejo que se adotar no uso da forrageira, os estoques de C no solo podem ser aumentados ou reduzidos nas regiões de Cerrado. Bustamante et al. (2006) analisaram estudos já realizados observaram que a conversão de Cerrado para pastagem, em média, acumula 1,3 Mg ha^{-1} ano^{-1} de C, com variação de -0,9 a 3,0 Mg $ha^{-1}ano^{-1}$ de C, sendo o manejo adotado das forrageiras resultaram nessa discrepância de resultados. Para esses autores, mesmo se todas as áreas degradadas de

pastagens no Cerrado (24 Milhões de ha) fossem recuperadas e houvesse melhoria de manejo tanto do solo como da forrageira, o resultado consequente, seria de uma taxa estimada de acúmulo de C no solo de 1,5 Mg ha^{-1} ano^{-1}, o que resultaria em acúmulo de 36 Tg ano^{-1} de C. Com esses resultados Carvalho et al. (2010) chegam à conclusão que na agropecuária o uso de forma eficiente do solo pelo manejo adequado pode resultar em melhorias no estoque de C no solo, na vegetação, e assim reduzir a emissão de GEE para a atmosfera, e, como resultado principal, contribuir para um menor aquecimento global.

Tabela 1. Estoques de C, taxas de acúmulo e perdas na camada de 1 m de profundidade no solo sob Cerrado e sob outros usos e manejo da terra (modificado de Corazza et al., 1999).

Sistema de uso	Estoque de C no solo	Variação em relação ao Cerrado nativo		
		Estoque de C no solo	Tempo	Taxa de acumulo ou perda
	Mg ha^{-1}		Ano	Mg ha^{-1} ano^{-1}
Cerrado	133	-	-	-
Eucalipto	148	+ 15	12	+ 1,25
Pastagem cultivada	150	+17	18	+ 0,94
Grade Pesada	125	- 8	12	- 0,67
Arado de disco	128	- 5	15	- 0,33
Plantio direto	155	+ 22	15	+ 1,47

Trabalhos realizados na Europa indicaram que o uso de nitrogênio e o consequente aumento da taxa de lotação, e os respectivos aumentos na emissão de óxido nitroso (N_2O) e metano (CH_4), potentes gases de efeito estufa, foram compensados pelo grande influxo de carbono atmosférico para o solo, o que caracteriza que nessas áreas de pastagens com esses manejos, foram áreas com prováveis minimizadoras do efeito estufa (Soussana et al., 2007).

Devido a essas inconsistências de informações e a importância econômica e social da pecuária nacional, o setor produtivo de bovinos tem buscado gerar informações técnicas e científicas com mais certezas, e que consigam ter conhecimento mais exato a respeito dos impactos positivos e negativos dos sistemas de produção nos trópicos, e assim identificar meios de que a produção minimize os impactos da pecuária no meio ambiente (Tonato et al., 2013).

Como visto nessa Revisão de Literatura, os novos cenários do setor agropecuário aliado às mudanças climáticas se faz necessário novas pesquisas envolvendo cultivares

comumente utilizada como forrageira na produção de proteína animal para verificar se seu comportamento e produção de alguma forma tem sofrido mudança com os métodos de manejo utilizados por parte dos produtores.

Diante disso, adiante serão apresentados 2 artigos científicos com intuito de verificar o efeito da taxa de lotação animal no estoque de carbono no solo, na estrutura do pasto e no desempenho de bovinos em capim-marandu em pastagens no Cerrado, procurando englobar a relação solo-planta-animal. Artigo 1, intitulado "**Estoque de carbono do solo, estrutura do pasto e produtividade de novilhas em capim-marandu manejado sob lotação contínua no bioma Cerrado**"; e artigo 2, "**Estrutura do pasto, desempenho de novilhos de corte e estoque de carbono em pastos de capim-marandu no bioma Cerrado**".

3. REFERÊNCIAS

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

AMARAL, G. F.; CARVALHO, F. A. A. de; CAPANEMA, L. X. L.; CARVALHO, C. A. D. de. Panorama da pecuária sustentável. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, BNDS setorial, n. 36, p. 249-288, 2012.

ASSMANN, A. L.; PELISSARI, A.; MORAES A.; ASSMANN, T. S.; OLIVEIRA, E. B.; SANDINI, I. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 37-44, 2004.

BARBERO, L. M.; CECATO, U.; LUGÃO, S. M. B.; GOMES, J. A. N.; LIMÃO, V. A.; ABRAHÃO, J. J. S.; ROMA, C. F. C. Produção animal e valor nutritivo da forragem de pastagem de coastcross consorciada com amendoim forrageiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 3, p. 645-653, 2010.

BARBOSA, F. A.; GRAÇA, D. S.; MAFFEI, W. E.; SILVA JÚNIOR, F. V.; SOUZA, G. M. Desempenho e consumo de matéria seca de bovinos sob suplementação protéica-energética durante a época de transição água-seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 1, p. 160-167, 2007.

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 crescentes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 4, p. 976-989, 2010.

BERNARDI, A., SILVA, A. W. L., BARETTA, D. Estudo metanalítico da resposta de gramíneas perenes de verão à adubação nitrogenada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 2, p. 545-553, 2018.

BLASER, R. E. Pasture-animal management to evaluate plants and to develop forage systems. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., 1988, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 1988. p. 1-39.

BONFIM-DA-SILVA, E. M.; MONTEIRO, F. A. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1289-1297, 2006.

BRAGA, G. J. Sequestro de carbono em pastagens cultivadas. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 7, n. 1, 2010.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano Mais Pecuária, MAPA. Assessoria de Ação Estratégica – Brasília: MAPA/ACS. 32p. 2014.

BRENNECKE, K.; SILVA, N. M. A.; MACIEL, J. C.; BOAS, W. S. V.; RODRIGUES, R. C.; LIMA, C. G.; LACERDA, R. S.; FERRAS, M. R. Efeitos de doses de sódio e nitrogênio na digestibilidade *in vitro* do capim-coast cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), em duas idades de corte no verão de 2001/02. **BIA: Boletim da Indústria Animal**, v. 64, n. 3, p. 185-190, 2007.

BRUCE, J. P.; FROME, M.; HAITES, E.; JANZEN, H.; LAL, R. Carbon sequestration in soils. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v. 5, p. 382-389, 1999.

BUSTAMANTE, M. M .C.; CORBEELS, M.; SCOPEL, E.; ROSCOE, R. Soil carbon and sequestration potential in the Cerrado Region of Brazil. In: LAL, R.; CERRI, C.C.; BERNOUX, M.; ETCHEVERS, J. & CERRI, C.E.P. **Carbon sequestration in soils of Latin America**. New York, Haworth, 2006. p. 285-304.

CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, J. T.; COPPEDÊ, C. M.; SOUZA, A. L.; CARAMORI JÚNIOR, J. G.; POLIZEL NETO, A; OLIVEIRA, I. S. Suplementação de bovinos de corte

491 mantidos em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia^{-1} no período das águas. **Revista**
492 **Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 2, p. 293-302, 2008.

493 CAMINHA, F. O.; SILVA, S. C.; PAIVA, A. J.; PEREIRA, L. E. T.; MESQUITA, P.;
494 GUARDA, V. D. A. Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação
495 continua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p.
496 213-220, 2010.

497 CAMPOS, F. P.; NICÁCIO, D. R. O.; SARMENTO, P.; CRUZ, M. C. P.; SANTOS, T. M.;
498 FARIA, A. F. G.; FERREIRA, M. E.; CONCEIÇÃO, M. R. G.; LIMA, C. G. Chemical
499 composition and *in vitro* ruminal digestibility of hand-plucked samples of Xaraes palisade
500 grass fertilized with incremental levels of nitrogen. **Animal Feed Science and Technology**,
501 v. 15, p. 1-12, 2016.

502 CARVALHO, J. L. N.; AVANZI, J. C.; SILVA, M. L. N.; MELLO, C. R.; PELLEGRINO,
503 C. E. Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira**
504 **de Ciências do Solo**, v. 34, p. 277-289, 2010.

505 CERRI, C. E. P.; SPAROVEK, G.; BERNOUX, M.; EASTERLING, W. E.; MELILLO, J.
506 M.; CERRI, C. C. Tropical agriculture and global warming: Impacts and mitigation options.
507 **Scientia Agrícola**, v. 64, p. 83-99, 2007.

508 CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL - CNA. Guia de
509 financiamento para agricultura de baixo carbono. Brasília, DF, CNA, 44 p. 2012.

510 CORAZZA, E. J.; SILVA, J. E. D.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Comportamento de
511 diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de
512 Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 2, p. 425-432, 1999.

513 COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de nitrogênio na
514 recureparação do capim-marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**
515 **Zootecnia**, v. 62, n. 1, p. 191-199, 2010.

516 COSTA, K. A. P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P.; CUSTODIO, D. P.; SILVA, D. C. Efeito da
517 estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria*
518 *brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

519 DA SILVA, S. C.; GIMENES, F. M. A.; SARMENTO, D. O. L.; SBRISSIA, A. F.;
520 OLIVEIRA, D. E.; HERNADEZ-GARAY, A.; PIRES, A. V. Grazing behaviour, herbage
521 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, n. 5, p. 727-739. 2012.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnósticos das pastagens no Brasil**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, Doc. 402, 2014.

DIAS-FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 243-252, 2011.

DIFANTE, G. S.; NASCIMENTO JUNIOR, DOMICIO DO; 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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, MS. ***Brachiaria brizantha cv. Marandu***. Campo Grande, EMBRAPA-CNPGC, 1984. 31p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 21).

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B.; BARBOSA, R. A.; GONÇALVES, W. V.; OLIVEIRA, M. P. Produção de forragem e características estruturais de três cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1805-1812, 2008.

EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; MACEDO, M. C. M.; ARAÚJO, A. R.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A. Grazing intensity affects forage accumulation and persistence of Marandu palisadegrass in the Brazilian savannah. **Grass and Forage Science**, v. 74, n. 3. p. 450-462, 2019.

FARIA, A. J. G.; FREITAS, G. A.; GEORGETTI, A. C. P.; FERREIRA JÚNIOR, J. M.; SILVA, M. C. A.; SILVA, R. R. Adubação nitrogenada e potássica na produtividade do capim Mombaça sobre adubação fosfatada. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 2, n. 3, p. 98-106, 2015.

FERNANDES, L. O.; REIS, R. A.; PAES, J. M. V. Efeito da suplementação no desempenho de bovinos de corte em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 240-248, 2010.

FLORES, R. S.; EUCLIDES, V. P. B.; ABRAO, M. P. C.; GALBEIRO, S.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos

capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1355-1365, 2008.

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

GENRO, T. C. M.; SILVEIRA, M. C. T. **Uso da altura para ajuste de carga em pastagens**. EMBRAPA - Comunicado Técnico, 2018, Bagé-RS, 2018.

GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B.; LANA, R. P.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; QUEIROZ, A. C.; LOPES, A. M. Desempenho de novilhos Nelore em pastejo na época das águas: ganho de peso, consumo e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 214-221, 2003.

GUERRA FILHO, P. A. Sensibilidade da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu ao excesso de água no solo. Plinio Antônio Guerra Filho. Piracicaba, 2012, **Dissertação** (Mestrado). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

HUMPHREYS, L. R. **The evolving science of grassland improvement**. Melbourne: Cambridge University Press, 1997. 261p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA E GEOGRAFIA - IBGE. **A evolução da área de pastagens no Brasil**. Disponível em: < http://www.rallydapecuaria.com.br/node/1366>. Acesso em: 26 de out. 2019.

KICHEL, A. N.; KICHEL, A. G. **Requisitos básicos para boa formação e persistência de pastagens**. Gado de Corte Divulga, n. 52. Campo Grande (MS): Embrapa Gado de Corte, ago. 2001. Disponível em: <http://www.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD52.html >>. Acesso em: 26 out. 2019.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B.; ZIMMER, A. H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. In: SIMPOSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 1999, Viçosa. **Anais**... Viçosa: UFV, 1999. p. 201-234.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. **Science**, Washington, v. 304, p. 1623-1626, 2004.

MACEDO, M. C. M.. 1999. Degradação de Pastagens: Conceitos e Métodos de Recuperação. In: **Anais**... DO SIMPÓSIO SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO

583 BRASIL. Editado por Vilela, Duarte; Martins, Carlos Eugênio; Bressan, Matheus e Carvalho,
584 Limírio de Almeida. Embrapa Gado de Leite. p.137-150.

585 MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980.
586 251p.

587 MARTHA JÚNIOR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Land-saving approaches and beef
588 production growth in Brazil. **Agricultural Systems**, v. 110, p. 173-177, 2012.

589 MARTHA JÚNIOR, G. B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P. C. O.; VILELA, L.; PINTO, T. L. F.;
590 TEIXEIRA, G. M.; MANZONI, C. S.; BARIONI, L. G. Perdas de amônia por volatilização
591 em pastagem de capim-tanzânia adubada com uréia no verão. **Revista Brasileira de**
592 **Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2240-2247, 2004.

593 MOLINA, P. C.; GRAÇA, D. S.; MOLINA, L. R.; BARBOSA, F. A.; BORGES, A. L. C. C.
594 Suplementação protéico-energética de bovinos de corte durante a época das águas. **PUBVET**,
595 publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia, Londrina, v. 7, n. 1, ed. 224, art. 1489,
596 2013.

597 NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, D. S.; SANTOS, M. V. F. Degradação de
598 pastagens, critérios para avaliação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11.,
599 1994, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 107-151.

600 OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F.; GARCEZ NETO, A. F. Limitações nutricionais
601 das forrageiras tropicais, seletividade e estratégias de suplementação de bovinos de corte. In:
602 OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F (Ed.). **Bovinocultura de corte:** desafios e
603 tecnologias. Salvador: EDUFBA, 2007. p. 357-380.

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

607 PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado.
608 **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 655-661, 2004.

609 PETERSON, R. G. Carga animal e intensidade de pastoreio. In: São Paulo, Departamento de
610 produção animal. **Fundamentos de manejo de pastagens**. São Paulo, 1961. p. 109-112.

611 PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; PRIMAVESI, A. C. **Adubação com uréia em pastagem**
612 **de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross sob manejo rotacionado: eficiência e perdas**. São
613 Carlos, Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 42p.

REIS, R. A.; ROSA, B. Suplementação volumosa: conservação do excedente das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 193-232.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; CASAGRANDE, D. R.; PASCOA, A. G. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 147-159, 2009.

ROCHA JUNIOR, P. R.; SILVA, V. M.; GUIMARÃES, G. P. Degradação de pastagens brasileiras e praticas de recuperação. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Cientifico Conhecer – Goiânia, v. 9, n. 17, p. 952, 2013.

SANTI, A.; DALMAGO, G. A.; DENARDIN, J. E. **Potencial de sequestro de Carbono pela agricultura brasileira e a mitigação do efeito estufa**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. p. 8 (Embrapa Trigo. Documentos Online, 78). Disponível em: < http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do78.html > Acesso em: 30 out. 2019

SIX, J.; FELLER, C.; DENEF, K.; OGLE, S. M.; MORAES, J. C.; ALBRECHT, A. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils – Effects of no-tillage. **Agronomie**, v. 22, p. 755-775, 2002.

SKERMAN, P. J.; RIVEROS, F. **Gramíneas tropicales**. Roma: FAO, 1992. 832p. (Coleccion FAO: Produccion y proteccion vegetal, 23).

SOARES FILHO, C. V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM 11., 1994, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 1994. p.25-48.

SOUSSANA, J. F.; ALLARD, V.; PIGAARD, K.; AMBUS, P.; AMMAN, C.; CAMPBELL, C.; CESCHIA, E.; CLIFTON-BROWN, J.; CZOBEL, S.; DOMINGUES, R.; FLECHARD, C.; FUHRER, J.; HENSEN, A.; HORVATH, L.; JONES, M.; KASPER, G.; MARTIN, C.; NAGY, Z.; NEFTEL, A.; RASCHI, A.; BARONTI, S.; REES, R. M.; SKIBA, U.; STEFANI, P.; MANCA, G.; SUTTON, M.; TUBA, Z.; VALENTINI, R. Full accounting of the greenhouse gas (CO_2, N_2O, CH_4) budget of nine European grassland sites. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 121, p. 121-134, 2007.

SOUZA, F. H. D. **O papel das sementes no estabelecimento e na formação de pastagens**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1993, 111p.

644 THEODORO, V. C. A.; CASTRO, F. P.; ABURAYA, F. H. Indicadores ecológicos de
645 sustentabilidade de unidades de produção agrícola do assentamento Facão – Cáceres, MT,
646 Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 6, n. 3, p. 21-33, 2011.

647 TONATO, F.; MUNIZ, A. W.; BARIONI, L. G.; FREUA, M. C. Balanço de carbono em
648 sistemas de produção de bovinos nos trópicos. In: II SIMPÓSIO MATOGROSSENSE DE
649 BOVINOCULTURA DE CORTE, 2013, Sinop, **Anais**... Sinop: UFMT, 2013.

650 VALLE, C. B.; SIMIONI, C.; RESENDE, R. M. S.; JANK, L.; CHIARI, L. Melhoramento
651 Genético de *Brachiaria*. In: RESENDE, R.M.S.; VALLE, C.B.; JANK, L. **Forrageiras**
652 **Tropicais**. Campo Grande, 2008. cap. 1, p. 13-54.

653 VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University
654 Press, 1994. 446 p.

655 VIANA, M. C. M.; FREIRE, F. M.; FERREIRA, J. J.; MACÊDO, G. A. R.; CANTARUTTI,
656 R. B.; MASCARENHAS, M. H. T. Adubação nitrogenada na produção e composição química
657 do capim-braquiária sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p.
658 1497-1503, 2011.

ARTIGO 1

Estoque de carbono do solo, estrutura do pasto e produtividade de novilhas em capim-marandu manejado sob lotação contínua no bioma Cerrado

Soil carbon stock, pasture structure and heifer productivity in marandu grass managed under continuous stocking in the Cerrado biome

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS; O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT).

Conflitos de Interesse

Os autores declaram não conflito de interesse.

Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito das taxas de lotação animal no estoque de carbono, na estrutura do pasto e na produtividade animal em pastos de capim-marandu manejado sob lotação contínua no bioma Cerrado. As taxas de lotação foram 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 UA ha^{-1} com três repetições, no período de outubro de 2017 a março de 2018. Foram utilizadas 30 novilhas de desmame. Os pastos foram formados pela *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Avaliou estoque de carbono no solo, características estruturais, produtivos, composição química do pasto e o desempenho animal. A maior produção de massa verde média observada foi com 0,8 UA ha^{-1} (14554,16 kg ha^{-1}). As médias de massa seca total foram de 5861,98; 4584,57; 4638,88 e 3185,67 kg MS ha^{-1} nos pastos com 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 UA ha^{-1}, respectivamente. Foram observadas médias de ganho médio diário por área passando de 1,206 para 3,660 kg ha^{-1} dia^{-1} e GPT por área de 213,52 para 647,80 kg ha^{-1} nas taxas de lotação de 0,8 para 3,2 UA ha^{-1}. Em abril de 2018, os pastos com taxas de lotações distintas apresentaram estoques de carbono orgânico total e associado aos minerais superiores aos observados na área de vegetação nativa (21,71 e 15,62 t ha^{-1}, respectivamente). Realizar o manejo de pastejo sob lotação contínua entre 1,6 e 2,4 UA ha^{-1} de novilhas encontra-se equilíbrio de produção de forragem, ganho médio diário e por área de peso vivo recebendo suplemento proteico energético e adubação de manutenção de 150 kg de N ha^{-1} ano^{-1}.

PALAVRAS-CHAVE: altura de pastejo, gases efeito estufa, massa de forragem, marandu, sequestro de carbono

Abstract

The objective was to evaluate the effect of animal stocking rates on carbon stock, pasture structure and animal productivity in marandu grass pastures managed under continuous stocking in the Cerrado biome. Stocking rates were 0.8; 1.6; 2.4 and 3.2 AU ha^{-1} with three replications, from October 2017 to March 2018. 30 weaning heifers were used. Pastures were formed by *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. It evaluated soil carbon stock, structural and productive characteristics, chemical composition of pasture and animal performance. The highest average green mass production observed was 0.8 AU ha^{-1} (14554.16 kg ha^{-1}). The averages of total dry mass were 5861.98; 4584.57; 4638.88 and 3185.67 kg DM ha^{-1} in pastures with 0.8; 1.6; 2.4 and 3.2 AU ha^{-1}, respectively. Average daily gain averages per area were observed, from 1.206 to 3.660 kg ha^{-1} day^{-1} and TWG per area from 213.52 to 647.80 kg ha^{-1} at stocking rates from 0.8 to 3.2 AU ha^{-1}. In April 2018, pastures with different stocking rates showed stocks of total organic carbon and associated minerals higher than those observed in the area of native vegetation (21.71 and 15.62 t ha^{-1}, respectively). Grazing management under continuous stocking between 1.6 and 2.4 AU ha^{-1} of heifers is a balance of forage production, average daily gain and by area of live weight receiving energy protein supplement and maintenance fertilizer of 150 kg of N ha^{-1} $year^{-1}$.

KEYWORDS: grazing height, greenhouse gases, forage mass, marandu, carbon sequestration

1 | INTRODUCÃO

A manutenção da qualidade do meio ambiente e a produtividade agropecuária são determinadas pelo recurso solo (Sharma et al., 2005). Porém, se manejado erroneamente, o carbono orgânico pode ser mineralizado e modificados para a atmosfera na forma de CO_2. Contudo, quando manejado de forma correta, o sistema pode sequestrar C da atmosfera, sendo esta uma importante estratégia regional e global para compensar as emissões de CO_2 provenientes do uso de combustíveis fósseis e mitigar as mudanças climáticas (Freitas et al., 2018).

O capim-marandu é uma das forrageiras mais utilizadas nos sistemas de produção de ruminantes nas propriedades brasileiras. No entanto, reduções na fertilidade do solo e o manejo de pastejo de forma equivocada desta forrageira têm feito com que o seu potencial

ótimo de produção tenha deixado a desejar, sendo necessárias novas pesquisas para que sua eficiência e sustentabilidade continuem com seu grande potencial de produção e produtividade (Flores et al., 2008). A melhoria da fertilidade do solo eleva a produtividade das pastagens e permite intensificar o seu uso com maior da taxa de lotação animal. Entre os nutrientes, o nitrogênio é o que mais participa no aumento da produtividade das pastagens, principalmente quando não há limitação dos demais nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas (Lugão et al., 2003).

Dessa maneira, é preciso unir altas produções de forragem e perenidade dos pastos com elevada produção animal através do manejo correto da desfolhação e do estabelecimento de um equilíbrio que se leve em consideração os limites específicos de cada espécie de gramínea, pois somente após a interação estável da forrageira e o ambiente na pastagem, o componente animal como ferramenta de produção se torna importante (Gomide et al., 2007).

A massa de forragem e a estrutura do dossel são um dos efeitos do processo de pastejo que irá determinar o desempenho animal (Cosgrove, 1997). Pensando nisso, adotar um tipo de manejo terá influencia direta na estrutura do pasto, e esta, por sua vez, irão refletir na ingestão de forragem e na produção animal (Palhano et al., 2005; Flores et al., 2008). Principalmente em sistemas de produção em que o animal permanece na área durante todo o tempo, ou seja, quando o pasto esta sob lotação contínua, a desfolha continua de forma intensa ou mais leve irá promover mudanças na produção de forragem e no valor nutritivo das forrageiras consumidas.

Mudanças na estrutura dos pastos estão intimamente ligadas aos processos de busca e apreensão da forragem pelo animal que esta pastejando (Carvalho et al., 2001) e a composição bromatológica relacionada à preferencia e seleção de componentes das plantas para consumo, principalmente as folhas que estarão disponíveis pelo pastejo.

Melhorar o consumo e a digestibilidade da forragem disponível seria possível com um sistema de suplementação adequada (Sampaio et al., 2009). As razões para a suplementação de bovinos mantidos em pastagens incluem a correção das restrições nutricionais impostas pelas forrageiras, mesmo no período das águas, com o intuito de melhoria do desempenho animal, o que se justifica quando há objetivo de aumentar as taxas de lotações (Franco et al. 2007; Sampaio et al., 2009).

Baseado nisso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito das taxas de lotação animal no estoque de carbono, na estrutura do pasto e na produtividade animal em pastos de capim-marandu manejado sob lotação contínua no bioma Cerrado.

2. | MATERIAL E MÉTODOS

2.1.1 | Local

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFMS, localizada no município de Terenos - MS (20º26’48.2’’S 54º50’39.2’’O e 530 m de altitude) de setembro de 2017 a abril de 2018.

2.1.2 | Clima

Os dados de precipitação e de temperatura (Figura 1), durante o período experimental foram coletados no banco de dados do CEMTEC (Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul). Os dados coletados foram separados em dois períodos, sendo um considerando os meses de outubro a dezembro e de janeiro a março.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1948), é do tipo Aw, tropical chuvoso de savana. O período considerado de seca na região é de maio a setembro (30% da precipitação anual), e período das águas de outubro a abril (70% da precipitação anual).

2.1.3 | Características do solo

O solo da área experimental é da classe Latossolo Vermelho Distrófico. As amostras para análise química do solo foram retiradas nas profundidades de 0-20 cm de profundidade em três pontos por piquete. As coletas foram realizadas antes do início do experimento no (setembro de 2017) e após o término do período experimental (abril de 2018) nas áreas de pastagem de capim-marandu e na área de reserva com vegetação nativa (área de Cerrado) (Tabela 1) para comparação de área pastejada e área sem interferência do animal.

2.1.4 | Preparo da área experimental

Os pastos foram formados em fevereiro de 2017 pela *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu, a lanço. Foram semeados 3,5 a 5 kg ha^{-1} de sementes puras viáveis, em profundidades de 3 a 6 cm. As sementes foram cobertas com passagem de grande niveladora fechada e o solo compactado com rolo compactador. Durante a semeadura foi feita adubação de 80 $kg.ha^{-1}$ de P_2O_5 na forma de Superfosfato Simples.

A área total foi de 6 ha, subdividida em 12 piquetes de 0,5 ha cada que foram utilizados como unidades experimentais.

Em junho, julho e agosto de 2017 foram construídos as cercas e instalados os bebedouros nos piquetes. As avaliações iniciaram a partir de outubro de 2017. Antes de dar o

inicio do experimento no 1º e no 2º ano foram realizados os cortes de uniformização em todos os piquetes. No início do período experimental (outubro), no meio (dezembro) e em fevereiro foram feito adubações de manutenção com 50 kg ha^{-1} N (nitrogênio) em cada piquete, totalizando 150 kg ha^{-1} ano^{-1} de N.

2.1.5 | Tratamentos

Os tratamentos constituíram das taxas de lotação inicial de 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 UA ha^{-1} novilhas e em três repetições de área de 1 ha, cada uma.

2.1.5.1 | Animais experimentais e manejo nutricional

Foram utilizadas 30 novilhas mestiças Nelore com idade média de 9 meses, e peso vivo médio (PVM) de 203,8 kg, manejadas em pastos de capim-marandu sob lotação contínua e taxa de lotação variável. Em cada área experimental possuía bebedouro para consumo de água a vontade e cochos para suplementação animal. Os animais receberam suplementação proteica energética para bovinos em fase de crescimento e engorda com consumo de 0,3 a 0,4% do peso vivo. A composição nutricional do suplemento consistia em 70% de nutrientes digestíveis totais (NDT) estimados, 24% de proteína bruta (PB) e 15,7% de nitrogênio não proteico (NNP), além de macrominerais, microminerais e aditivo. Os animais antes de dar início ao período experimental passaram por período de adaptação ao suplemento recebendo aumento gradativo de suplementação.

2.2 | Avaliações realizadas

2.2.1 | Altura do dossel

O monitoramento da altura do pasto foi realizado semanalmente em todas as unidades experimentais. Em cada unidade experimental foram realizadas medições em 40 pontos representativos à altura média da curvatura das folhas superiores em torno da régua, andando em zigue zague pelo piquete, utilizando-se régua de madeira graduada em centímetros.

2.2.2 | Densidade populacional de perfilho (DPP)

As estimativas de densidade populacional de perfilhos foram obtidas com o uso de armações metálicas de 0,25 m^2 (1 × 0,25 m). A armação metálica era jogada de forma aleatória, quatro vezes por parcela em pontos representativos da condição dos pastos no momento da amostragem. As contagens dos perfilhos foram realizadas a cada 28 dias e todos os perfilhos vivos que estavam no interior da armação metálica eram contados.

2.2.3 | Massa de forragem (MF)

A cada 28 dias foram realizados cortes rente ao solo de 6 amostras de forragem de 1 m^2 por parcela em pontos representativos da área, as quais eram divididas em duas sub-amostras: uma foi seca e pesada para determinação da matéria seca (MS) no momento do corte, e a outra era destinada a separação dos componentes morfológicos da planta: folha (lâmina foliar), colmo (colmo + bainha) e material morto. Tanto a primeira sub-amostra quanto a segunda eram pesados, colocados em sacos de papel, furados e colocados em estufa de 55ºC por um período de 72 horas ou ate manterem peso constante, após esse período as amostras eram pesadas e moídas para análise bromatológica. A porcentagem de cada componente foi utilizada para estimar as relações folha: colmo (RF: C) e para as estimativas de massa de lâmina foliar e de colmo.

2.2.4 | Simulação de pastejo (SP)

A cada 28 dias, três amostradores por 15 minutos ficaram observando o comportamento dos animais em apreenderem a forragem e os locais de preferencias dos mesmos. Após esse tempo os amostradores foram caminhando pelo piquete e simulando com a mão como os animais faziam a coleta da forragem em cada piquete. As amostras foram pesadas e levadas para estufa a 55º C por 72 horas até peso constante para estimar o teor de MS. Posteriormente, as amostras foram moídas a 1 mm e analisadas.

2.2.5 | Composição química

Foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) da folha, do colmo e do material morto, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) da folha e do colmo da massa de forragem e da simulação de pastejo, segundo Detmann et al. (2012).

2.2.6 | Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

As digestibilidades *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da simulação de pastejo e a DIVMS da folha e do colmo (DIVMSC) da massa de forragem foram determinadas de acordo com Ítavo et al. (2015).

2.2.7 | Desempenho animal

Todos os animais foram pesados a cada 28 dias, em jejum. Também foi computado o número de dias que os animais permaneceram na pastagem. Os números de animais

possibilitaram as estimativas da taxa de lotação e da produção por área e por hectare em cada tratamento. O ganho médio diário (GMD) por animal foi calculado a cada 28 dias pela soma do ganho de peso total no período dividido pelo número de dias no período. A taxa de lotação (TL) foi calculada pelo soma do peso de cada animal no ha dividido por 450 kg.

2.2.8 | Estoque de Carbono no solo

No inicio e no final do período experimental, foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm com o uso de um anel volumétrico em cada piquete e na área de Cerrado nativo para se estimar o carbono orgânico. Após a coleta, as amostras foram destorroadas, secas a sombra e passadas em peneira de malha de 2 mm. Uma porção da amostra de solo foi triturada em almofariz e passada em peneira de 0,210 mm. A outra porção da amostra foi destinada para estimar a densidade do solo para ser utilizada no cálculo dos estoques de carbono.

Foram analisados os seguintes atributos: carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COp) e carbono orgânico associado aos minerais (COam). Também foi calculado o índice de manejo de carbono (IMC).

O COT foi determinado segundo metodologia descrita por Yeomans and Bremner (1988). As frações de COp e COam foram obtidas por meio do fracionamento granulométrico da matéria orgânica do solo (Cambardella and Elliott, 1992). O teor de COp foi quantificado de acordo com metodologia de Yeomans and Bremner (1988). O teor de COam foi determinado a partir da diferença entre COT e Cop.

O índice de manejo de carbono (IMC) foi calculado de acordo com a metodologia descrita por Blair et al. (1995). Foi calculado primeiramente do índice de compartimento de carbono (ICC), utilizando a expressão: ICC = COT tratamento/COT referência. Em que COT tratamento, correspondeu ao estoque de COT no tratamento avaliado e COT referência correspondeu ao estoque de carbono na área de vegetação nativa do Cerrado. Foi calculado o IL (índice de labilidade) utilizando a expressão IL = L tratamento/L referência. Em que L tratamento correspondeu a labilidade da MOS no tratamento avaliado e L referência, a labilidade da MOS na área de vegetação nativa do Cerrado. O L foi calculado pela expressão L=estoque de carbono na COp/estoque de COam. Estes índices (ICC e IL) foram utilizados para o cálculo do IMC, que foi obtido pela expressão:

$$IMC = ICC \times IL \times 100.$$

Para determinação dos estoques de COT, COp e COam foram considerados os teores de carbono, a densidade do solo e a espessura da camada de solo considerada, como segue:

Estoque de C em Mg ha^{-1} = (Teor de carbono em g kg^{-1} x densidade do solo em kg dm^{-3} x espessura da camada de solo considerada em cm) / 10.

2.3 | Análises estatísticas

Para o estoque de carbono os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando significativa, as médias dos tratamentos foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Para a análise estatística utilizou-se o software AgroEstat (Barbosa and Maldonado Júnior, 2009).

Para a estrutura do pasto e desempenho animal os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância de delineamento inteiramente casualizado em regressão linear e quadrática pelo teste de Tukey ($p<0,01$) pelo software SAEG VERSAO 9.1 2007.

2.3.1 | Modelo matemático

$$\mathbf{Y_j = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + ... + \beta_k X_{kj} + \epsilon_j,}$$ **onde:**

Y_j: representa a variável resposta, para j= 1, 2, ..., n;

X_{ij}: denotam as variáveis explicativas, para i= 0, 1, ..., k;

β_i: denotam os parâmetros do modelo (ou coeficientes de regressão) a serem estimados;

ϵ_j: são os erros aleatórios do modelo supostos independentes e normalmente distribuídos de média zero e variância σ^2.

3. | RESULTADOS

3.1.1 |Estrutura do pasto

Houve efeito quadrático ($p<0,01$) para as alturas de dossel (Tabela 2) nas diferentes taxas de lotações animal avaliadas no período de janeiro a março, enquanto que no período de outubro a dezembro foi observado efeito linear decrescente com aumento de UA ha^{-1}. Com 0,8 UA ha^{-1} a altura foi de 60,95 cm e decresceu até 43,18 cm na TL de 3,2 UA ha^{-1}.

Foi observado efeito linear crescente ($p<0,01$) para a DPP conforme houve o aumento de UA ha^{-1} (Tabela 2) janeiro a março e não houve diferença significativa ($p>0,01$) de outubro a dezembro, com média de 506 perfilhos/m^2. Pastos com 3,2 UA ha^{-1} de janeiro a março obtiveram mais perfilhos (687 perfilhos/m^2) e passaram para 533 com 2,4 UA ha^{-1}, 451 perfilhos com 1,6 UA ha^{-1} e 352 perfilhos com 0,8 UA ha^{-1}.

Foi observado efeito linear decrescente ($p<0,01$) para massa verde (MV), massa seca total (MST), massa seca total de folha (MSTF), do colmo (MSTC), do material morto

(MSTMM) nos pastos do capim-marandu com o aumento da taxa de lotação animal nos dois períodos avaliados. A maior produção de MV média observada foi com 0,8 UA ha^{-1} (14554,16 kg ha^{-1}). As médias de MST foram de 5861,98; 4584,57; 4638,88 e 3185,67 kg MS ha^{-1} nos pastos com 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 UA ha^{-1}, respectivamente. Maiores médias de MSTF, MSTC e MSTMM foram encontrados (1610,93; 2511,64 e 2315,39 kg ha^{-1}) em pastos com 0,8 UA ha^{-1} e diminuíram com o aumento para 1,6; 2,4 e 3,2 UA ha^{-1}.

Não foi observado efeito significativo ($p>0,01$) para a relação folha: colmo (RF: C) nos pastos de capim-marandu com diferentes TL de outubro a dezembro, com média de 0,66 (Tabela 2). No período de janeiro a março foi observado efeito linear decrescente ($p<0,01$), passando de RF: C de 0,66 para 0,41 nas TL de 0,8 para 3,2 UA ha^{-1}.

3.2 | Composição química da massa de forragem

3.2.1 | Matéria seca e matéria orgânica (MS e MO)

Não foi encontrado efeito significativo ($p>0,01$) de outubro a dezembro para matéria seca e orgânica da folha (MSF e MOF), matéria seca e orgânica do colmo (MSC e MOC), matéria seca e orgânica do material morto (MSMM e MOMM) e de janeiro a março para as variáveis MOF, MSMM e MOMM (Tabela 3). As médias foram de 34,45 e 90,72% para MSF e MOF, de 34,20 e 95,58% para MSC e MOC, de 68,49 e 91,88% para MSMM e MOMM, respectivamente de outubro a dezembro e de 91,16% de MOF e 63,86 e 92,44% de MSMM e MOMM, respectivamente.

Apenas foi observado efeito linear decrescente ($p<0,01$) da composição química do capim dos pastos sob diferentes taxas de lotações de janeiro a março para MSF, MSC e MOC (Tabela 3). Os menores teores de MSF (27,55%), MSC (26,19%) e MOC (94,47%) foram observados em pastos com 3,2 UA ha^{-1}.

3.2.2 | Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA)

Não houve efeito significativo ($p>0,01$) nos teores médios de FDN da folha e do colmo e FDA da folha e do colmo de outubro a dezembro (Tabela 4), onde as médias nesse período foram de 65,60; 78,69; 36,46 e 58,37%, respectivamente. No entanto, de janeiro a março foram observados efeito lineares negativos de teores de fibra conforme se aumento as UA ha^{-1}. Os maiores teores de FDN da folha e do colmo (70,05 e 81,95%) e FDA da folha e do colmo (40,34 e 61,47%) foram encontrados em pastos com 0,8 UA ha^{-1}.

965 **3.2.3 | Proteína Bruta (PB)**

966 Foi observado efeito linear positivo ($p<0,01$) para os teores de PB da folha e do colmo
967 nos dois períodos (Tabela 4). O acréscimo de PB da folha passou de 6,61% para 8,11%;
968 10,04% e 11,06 de outubro a dezembro e de 5,70 para 8,21; 9,94 e 12,22% nas TL de 0,8
969 para 1,6; 2,4 e 3,2 UA ha^{-1}, respectivamente de janeiro a março. Os teores de PB do colmo
970 foram de 2,42 para 3,23% de outubro a dezembro e de 2,23 para 5,33% de janeiro a março nas
971 TL de 0,8 para 3,2 UA ha^{-1}.

972

973 **3.2.4 | Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)**

974 Não houve efeito significativo ($p<0,01$) para DIVMS do colmo com média de 48,59 e
975 49,21% no período outubro a dezembro e de janeiro a março, respectivamente (Tabela 4).

976 Efeitos lineares positivos foram observados ($p<0,01$) na DIVMS da folha nos dois
977 períodos, sendo a TL de 3,2 UA ha^{-1} os pastos com as melhores DIVMS (75,63 e 72,68%).

978

979 **3.3 | Composição química da simulação de pastejo**

980 **3.3.1 | Matéria seca e matéria orgânica (MS e MO)**

981 Não houve efeito significativo ($p>0,01$) na MS e MO da simulação de pastejo nos dois
982 períodos avaliados (Tabela 5), com exceção do teor de MS no período de janeiro a março. As
983 médias de outubro a dezembro foram de 28,58 e 93,35% para os teores de MS e MO e para o
984 período de janeiro a março foi de 91,85% para teor de MO.

985 Efeito linear decrescente ($p>0,01$) foi observado de janeiro a março para o teor de MS
986 da simulação de pastejo, com teores de 31,69; 29,94; 26,99 e 26,18% nas TL de 0,8; 1,6; 2,4 e
987 3,2 UA ha^{-1}, respectivamente.

988

989 **3.3.2 | Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA)**

990 Não houve efeito significativo ($p>0,01$) nos teores de fibra da simulação de pastejo de
991 outubro a dezembro e de janeiro a março (Tabela 5). As médias de outubro a dezembro foram
992 69,53 e 41,60% para os teores de FDN e FDA e para o período de janeiro a março foram de
993 69,32 e 45,55% para FDN e FDA, respectivamente.

994

995 **3.3.3 | Proteína Bruta (PB)**

996 O teor de PB teve aumento significativo ($p<0,01$) com o aumento da UA ha^{-1} (Tabela
997 5), sendo o maior teor encontrado de 10,39% em outubro a dezembro e de 12,01% em janeiro

a março na TL de 3,2 UA ha^{-1}. Os menores teores médios observados foram na TL de 0,8 UA ha^{-1} com 7,04% no primeiro período e de 7,06% no segundo período.

3.3.4 | Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

Não houve efeito significativo ($p>0,01$) no coeficiente de DIVMS da SP do capim-marandu submetido a diferentes taxas de lotações (Tabela 5). A média do coeficiente de DIVMS foi de 65,84 e 58,53% no primeiro e segundo período, respectivamente.

3.4 | Desempenho animal

As médias para o GMD e GPT individuais tiveram efeito linear decrescente ($p<0,01$) e as TL inicial e final, GMD e GPT por área tiveram efeito linear crescente com o aumento de UA ha^{-1} (Tabela 6). O GMD individual passou de 0,639 para 0,485 kg e o GPV total individual passou de 113,17 para 85,83 kg ha^{-1} nas TL de 0,8 para 3,2 UA ha^{-1}, respectivamente. Foram observadas médias de GMD por área passando de 1,206 para 3,660 kg ha^{-1} dia^{-1} e GPT por área de 213,52 para 647,80 kg ha^{-1} nas TL de 0,8 para 3,2 UA ha^{-1}.

3.5 | Estoque de carbono no solo

Os valores médios dos teores de COT, COp e COam para as camadas de 0-20 cm são apresentados na Tabela 7. Em outubro de 2017 observou-se que a área de vegetação nativa obteve resultados inferiores de COT (19,50 t ha^{-1}) e COam (14,54 t ha^{-1}) em relação a todos os tratamentos com lotação animal. O pasto com taxa de lotação de 1,6 UA ha^{-1} (t ha^{-1}) obteve resultados superiores de COT (23,47 t ha^{-1}) e COam (20,32t ha^{-1}) comparados aos demais. Já para o teor de COp, a área de vegetação nativa foi observada os maiores teores (4,96 t ha^{-1}), seguido do tratamento com TL de 1,6 UA animais ha^{-1} (3,16 t ha^{-1}).

Em abril 2018 a área de vegetação nativa obteve os maiores teores de COT (27,64 t ha^{-1}), COp (5,47 t ha^{-1}) e Coam (22,18 t ha^{-1}) em relação aos demais tratamentos. Os teores de COT observados nos tratamentos nas TL de 0,8 e 1,6 UA ha^{-1} (17,77 e 17,92 t ha^{-1}, respectivamente) e de COp (2,55 e 2,76 t ha^{-1}) não diferiram entre si, mas foram os menores em relação às demais TL. O teor de COam foram inferiores nos pastos com TL 0,8, 1,6 e 3,2 UA ha^{-1} (15,21; 15,16 e 16,99 t ha^{-1}, respectivamente).

Em outubro de 2017, os estoques de COT (24,93 t ha^{-1}) e de COam (18,59 t ha^{-1}) da vegetação nativa foram inferiores a todos os tratamentos com as taxas de lotações avaliadas (Tabela 8), sendo 1,6 UA ha^{-1} o que obteve maiores estoques. No entanto, o estoque de COp (6,35 t ha^{-1}) e o IMC (100) da vegetação nativa foram superiores quando comparados aos

pastos com diferentes taxas de lotações, sendo as TL de 0,8, 2,4 e 3,2 UA ha^{-1} os menores estoques (3,55; 4,22 e 4,15 t ha^{-1}, respectivamente) e IMC (47,10; 56,56 e 55,87, respectivamente) observados.

Em abril de 2018, os pastos com taxas de lotações distintas apresentaram estoques de COT e COam superiores aos observados na área de vegetação nativa (21,71 e 15,62 t ha^{-1}, respectivamente), com estoques superiores de COam nos tratamentos com menor TL (0,8 e 1,6 UA ha^{-1}). Apesar deste resultado, maiores estoques de COp (6,08 t ha^{-1}) foram verificados na área de vegetação nativa. Contudo, o IMC da vegetação nativa foi superior (100) as áreas com pastejo em abril de 2018.

4. | DISCUSSÃO

4.1.1 | Estrutura do pasto

As menores alturas observadas nos pastos com maior taxa de lotação é resultado da contínua desfolhação do pasto, pois pastos em que o número de animais é alto, a frequência de desfolhação se torna elevada e as chances do animal consumir o mesmo perfilho é aumentado, o que acaba comprometendo as suas folhas e provavelmente o consumo do meristema apical, refletindo em prejuízo ao crescimento do perfilho (Tabela 2). Paula et al. (2012) trabalhando com alturas fixas do capim-marandu de 15; 30 e 45 cm conseguiram colocar 2,8; 2,5 e 2,0 UA para manter essas alturas, respectivamente. Assim, a quantidade de UA em maior ou menor quantidade em uma área acaba que fazendo o controle da altura do dossel.

A quantidade de perfilhos/m^2 pode ser influenciada pelo número de animais presentes no pasto, pois isso pode aumentar ou diminuir a luminosidade na base do dossel o que ativa as gemas axilares. Parsons and Chapman (2000) relataram que onde os pastos são mantidos mais altos, isto resultado de menores intensidades de pastejo a DPP é baixa, enquanto, que quando aumentada a intensidade de pastejo, consequentemente é aumentada a DPP. Outra característica observada em pastos com intensidade muito grande de desfolha é a presença de perfilhos com folhas mais curtas, porém maior densidade populacional; à medida que a intensidade de pastejo diminui é observado aumento das folhas e menores densidades populacionais de perfilhos, havendo dessa maneira uma compensação do tamanho do perfilho e a densidade populacional de perfilho nos pastos (Matthew et al., 2000).

Paula et al. (2012) trabalhando com três alturas do capim-marandu (15, 30 e 45 cm) observaram diferenças significativas (p=0,0001), decrescendo a DPP à medida que se aumentou a altura de pastejo (973, 759 e 634 perfilhos/m^2, respectivamente). A justificativa

do menor número de DPP nas maiores alturas de pastejo esta relacionado à competição entre os perfilhos, pois a quantidade de luz incidente na base do dossel foi menor (544, 240 e 137 μMol m^{-2} s^{-1}, para 15, 30 e 45 cm, respectivamente). Assim, é possível dizer que o tamanho da folha, ou seja, a área foliar é controlada pela intensidade de pastejo, determinando assim a qualidade da radiação que chega à base do dossel e que dessa maneira irá ativar as gemas axilares resultando em gerações de novos perfilhos (Matthew et al., 2001; Deregibus et al., 1983).

Sbrissia et al. (2010) estudando a DPP do capim-marandu sob lotação contínua com taxa de lotação variável em quatro alturas de pastejo (10; 20; 30 e 40 cm) encontraram 1301; 1178; 1059 e 914 perfilhos/m^2, respectivamente, no verão e atribuiu esses valores em consequência da competição pela luz, uma vez que a disponibilidade reduzida de luz na base do pasto é um dos principais fatores que interferem no processo de perfilhamento dos pastos.

A adubação nitrogenada realizada nesses pastos do capim-marandu submetidos ao pastejo contínuo pode ter favorecido no aumento do tamanho da folha e do colmo, pois o nitrogênio (N) é o nutriente fundamental para manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras, sendo útil na formação das proteínas, cloroplastos e outros compostos que participam ativamente na síntese dos compostos orgânicos constituintes da estrutura vegetal (Werner, 1986).

As produções de massa, tais como MV, MST, MSTF, MSTC e MSTMM maiores nos pastos com UA menor ocorreu em decorrência das menores chances do mesmo perfilho ser consumido, isso proporciona ao perfilho condições de crescerem mais e se tornarem mais pesados pelos seus componentes serem mais desenvolvidos, assim, conforme vai se aumentando a taxa de lotação nos pastos a frequência com que o perfilho é pastejado é aumentado e dessa forma as reduções das massas se tornam uma consequência.

Por ser um pasto de primeiro ano, houve recentemente o revolvimento do solo e adubação de implantação o que ainda pode ter contribuído para o maior desenvolvimento da planta.

Foram observados índices médios de precipitação elevados (Figura 1) principalmente em outubro, novembro e dezembro (228,6; 315,8 e 225,4 mm). A água esta envolvida dentro de um dos fatores abióticos importante para que a planta consiga realizar a fotossíntese, os demais fatores são temperatura, luz e nutrientes que estão disponíveis no solo. A função da água não é só de crescimento das plantas, mas sim um recurso utilizado por elas para dissipar excesso de energia solar captadas pelas folhas (evitando o dessecamento foliar) pelo excesso de temperatura (Lemaire, 2001). No entanto de uma forma geral a produção das forrageiras é

alcançada com a transformação da energia solar em compostos orgânicos pela fotossíntese, sendo o dióxido de carbono da atmosfera combinado com água resultando em carboidratos com a utilização da energia solar (Vieira and Mochel Filho, 2010).

A utilização de N como adubo contribuiu para a produção de MV e MST e consequentemente das massas dos componentes da planta (folha, colmo e material morto), pois o N proporciona de forma imediata um aumento na produção de forragem, devido à quantidade de N que se encontra nos solos, ocasionado pela decomposição da MO não ter sido suficiente para suprir adequadamente a necessidade das plantas forrageiras (Kluthcouski and Aidar, 2003). Moreira et al. (2011) observaram produção de MV de 3970,30 kg ha^{-1} sem adubação de N e de 4920,03 kg ha^{-1} adubado com 150 kg de N, no período chuvoso do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk) no primeiro ano de avaliação e no segundo ano o observaram 2860,44 kg ha^{-1} sem adubação e de 4704,01 kg ha^{-1} com adubação de 150 kg de N. Esse aumento da MV nos dois anos de avaliação com a adubação de N, mesmo os pastos mantidos a 20 cm, é justificado pelo uso de N, que resultam em mudanças na estrutura do dossel, caracterizada pelo maior número de perfilhos vivos (Moreira et al., 2011).

A MST do capim-marandu nos pastos com diferentes taxas de lotação resultou em decréscimo linear com o aumento da UA. Isso em razão da pressão de pastejo ser maior nessas condições devido a elevada quantidade de animais em uma área. Quanto maior o número de animais na área, a limitação do animal faz com que a seleção pela procura do alimento seja diminuída e a chance do mesmo perfilho ser pastejado maior quando comparado em áreas de menor número de animais pastejando.

A baixa concentração de P observados nas áreas com 0,8 e 1,6 UA ha^{-1} (Tabela 1), parece não ter afetado a produção de MV e MST, no entanto, os demais nutrientes estão dentro do adequado para desenvolvimento dessa forrageira. Segundo Macedo (2004) na classe de textura do solo do experimento, o recomendado de P para que haja crescimento de forragem o capim-marandu é de 3,3 a 4,8 mg dm^{-3} para manutenção e de 4,1 a 6 mg dm^{-3} para estabelecimento. Flores et al. (2008) avaliando o capim-marandu em três alturas de pastejo (15, 30 e 45 cm) não observaram diferenças de produção de MST (3200, 4450 e 5770 kg ha^{-1}, respectivamente) e justificam o resultado devido ao manejo adotado para manter as alturas pré-determinadas.

A redução de MSTF observada com o aumento da taxa de lotação animal nos pastos esta de acordo com a justificativa de Flores et al. (2008), onde se verifica diminuição da quantidade de folhas nos pastos de maior intensidade de pastejo pelo os animais explorarem

mais os estratos inferiores do dossel, o que faz com que os perfilhos não consigam acumular maior quantidade de tecido foliar e produzir. Flores et al. (2008) obtiveram menores MSTF do pasto de capim-marandu (1470; 1220 e 880 kg ha^{-1}) conforme a altura do dossel diminuía (45, 30 e 15 cm). Em pasto formado pela cv. Xaraés foi observado decréscimo na MSTF (1505 e 740 kg ha^{-1}) da altura de 40 para 25 cm do dossel, no entanto, nas alturas de 25 e 15 cm do dossel foram observadas produções semelhantes (740 e 590 kg ha^{-1}) sem efeito significativo. Castro et al. (2013) encontraram resultados semelhantes, pois houve maior participação de produção de MSTF (2516; 2480; 1563 e 1494 kg MS ha^{-1}) em lotações menores representados pelas alturas de 60; 45; 30 e 15 cm de altura, respectivamente, do capim xaraés no verão e 2027; 1648; 1385 e 1513 kg MS ha^{-1} na primavera.

Os resultados encontrados por Castro et al. (2013) estão de acordo com os observados no presente trabalho para MSTC, no entanto o efeito observado foi quadrático para esta variável, sendo aumentada a massa seca do colmo (1459; 1916 e 2430 kg MS ha^{-1}) nas alturas de (15; 30 e 45 cm) e diminuídas (1875 kg MS ha^{-1}) na altura de 60 cm no verão. No entanto na primavera não houve diferença de MSTC nas alturas avaliadas. Para Fagundes et al. (2006) a função do colmo é a de sustentação no arranjo espacial da planta em busca de luminosidade, além de translocação de assimilados para as folhas, importante principalmente em períodos que favoreçam o crescimento. Assim, devido este motivo que quando tem oportunidade (menor intensidade de pastejo) as plantas alongam mais o colmo e tem sua produtividade maior. Pastos com maiores MSTC afetam de forma indesejável no desempenho animal, pois esta parte do perfilho tem baixa contribuição para a dieta, pois estão diretamente ligado ao valor bromatológico, como também para a manutenção das partes do perfilho de melhor qualidade nos pastos, ou seja, as folhas (Castro et al., 2013).

Pasto submetido a menores intensidades de pastejo, devido à baixa taxa de lotação, a remoção de folhas é diminuída, e a massa de forragem que não foi consumida acaba senescendo e transformado em material morto, aumentando gradativamente a MSTMM (Flores et al., 2008), o que pode justificar as maiores MSTMM na lotação menor e ir diminuindo conforme a lotação passa a ser aumentada. Outra possível explicação é pelo fato das folhas que estão no topo sombreiam os estratos inferiores dos pastos que estão abaixo dela, assim atividade fotossintética desse material abaixo é reduzida ou nula e acaba por senescer os componentes da forragem, o que aumenta a MSTMM em pastos mais altos.

É importante destacar que a RF: C mesmo não ter sofrido efeito significativo de janeiro a março, esta variável torna-se importante como indicador da facilidade de preensão da forragem pelo animal. O que corrobora com Alden and Whitaker (1970) que dizem que a

RF: C pode ser usada igualmente à altura do pasto e a disponibilidade de MS, para indicar o valor nutritivo da forragem, devido a RF: C dar resultado da facilidade de preensão de forragem pelo animal e, dessa forma o seu comportamento durante o pastejo.

4.2 | Composição química da massa de forragem

4.2.1 | Matéria seca e matéria orgânica (MS e MO)

O efeito linear decrescente com aumento de UA ha^{-1} para a MSF e MSC de janeiro a março pode ser explicado devido os dosséis mais altos o colmo ter desenvolvido mais e consequentemente a porcentagem de colmo ser maior, havendo mais parede celular, consequentemente, menos águas nessa estrutura e contribuindo para o aumento da MS do pasto, o que corrobora com Tinker (1981) que diz que a maior transpiração ocorre em folhas mais velhas.

Um dos fatores limitantes do consumo das plantas pelos animais são os altos teores de MS em forrageiras ocorrente no período da seca, quando o crescimento é menor em decorrência do baixo potencial de umidade do solo e ausência de precipitações (Costa et al., 2005).

4.2.2 | Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA)

Normalmente valores menores de FDN são encontrados dosséis mais baixo devido a maior rebrotação que acontece com as plantas nessas condições de manejo de pastejo, já o dosséis mais altos, são as forragens que foram rejeitadas pelos animais ou não consumidas e acabam envelhecendo, crescendo mais e obtendo mais parede celular para sua sustentação, resultando no decréscimo do conteúdo celular (Cano et al., 2004) o que explica o decréscimo de fibras observado de janeiro a março conforme existe o aumento da taxa de lotação. Os valores observados estão dentro da faixa citada por Aguiar (1999) onde os teores de FDN de pastagens tropicais são elevados, normalmente acima de 65% em rebrotas e de 75% a 80% em estágios mais avançados de maturação. O teor de fibras elevado se torna o maior limitante do consumo de volumoso, já que valores superiores a 55-60% na MS estão correlacionadas de forma negativa com o consumo do animal (Van Soest, 1994).

O teor de FDA nos componentes da planta é consequência do teor de FDN, pois parte do FDN é FDA. O teor de FDA do colmo decresceu com o aumento da taxa de lotação provavelmente pelos pastos mais rebaixados possuírem perfilhos mais novos, portanto, apresentam maior conteúdo celular e menor parede celular. Nunes et al. (1985) encontraram teores de FDA na folha de 32,5 a 43,1% nas taxas de lotação de 1,4 a 1,8 UA ha^{-1} do capim-

marandu e teores de 46,9% a 53,3% de FDA no colmo. Costa et al. (2005) referem-se ao teor de FDA como um efeito negativo na digestibilidade de um alimento, pois parte da fração da fibra que é indigestível apresenta uma proporção de FDA.

4.2.3 | Proteína Bruta (PB)

O decréscimo linear do teor de PB da folha e do colmo observados nos dois períodos com a diminuição da taxa de lotação está de acordo com a literatura. O teor de PB da folha com 0,8 UA ha^{-1} e todos os teores de PB do colmo estão abaixo do nível crítico de PB que deve conter na forrageira. Teores recomendados de PB na MS de forma geral por Whiteman (1980) é de 7%, para vacas em lactação o mínimo é de 15% de PB, e para animais em crescimento um nível aceitável de pelo menos 11 a 12 % PB. Carloto et al. (2011) encontraram diferenças estatísticas (p=0,0174) do teor de PB do capim xaraés (12,70; 11,20 e 10,30%) manejados em alturas diferentes (15, 30 e 45 cm, respectivamente), e são justificados pelos pastos quando mantidos mais altos possuírem maiores quantidades de folhas velhas no dossel, folhas essas não consumidas pelo animal continuam a envelhecer e perder valor nutritivo. Flores et al. (2008) observando teores de PB de folhas do capim marandu e xaraés em diferentes intensidades de pastejo encontraram valores semelhantes 9,6% em 15 cm, 11,1% em 30 cm e 10,6% em 45 cm de altura de dossel. Paula et al.(2012) observou maior teor de PB do colmo (5,0%) do capim marandu manejados na menor altura (15 cm), teor intermediário (4,2%) a 30 cm e menor teor (3,7%) na altura de 45 cm de altura de dossel. A justificativa seria que em pastos mais rebaixados (maior taxa de lotação) a rebrotação é maior nessas condições, o que refletiria em folhas e colmos novos, e que em alturas de dossel mais alta ou menor intensidade de pastejo, as folhas e colmo envelhecidos teriam menor conteúdo celular e aumento na parede celular.

4.2.4 | Digestibilidade *in vitro* da massa seca (DIVMS)

O efeito linear crescente da DIVMS da folha em função do aumento da UA ha^{-1} esta relacionado com os teores de fibras nos componentes das plantas (Tabela 4) e das maiores porcentagens de folhas mais novas em pastos mais baixos. Conforme a planta envelhece, a concentração dos componentes potencialmente digestíveis, compreendendo os carboidratos solúveis, proteína, minerais e outros conteúdos celulares, tende a diminuir, em conjunto com as proporções de lignina, celulose e hemicelulose, e outras frações indigestíveis, tais como cutícula e sílica, aumentam, resultando num decréscimo na digestibilidade da forragem consumida (Euclides et al., 2007).

4.3 | Composição química da simulação de pastejo

4.3.1 | Matéria seca e matéria orgânica (MS e MO)

Os maiores teores de MS encontrados em pastos com menor taxa de lotação e ir diminuindo com aumento da UA nos pastos pode ser em decorrência da expansão maior da folha, obtendo maior área de contato e dessa forma perder mais água por transpiração. O consumo das plantas pelos animais pode ser limitado pelos altos teores de MS, devido haver aumento na quantidade de fibras dessas forrageiras, normalmente altos teores são observados no período de seca, quando a umidade é baixa e pouca precipitação (Costa et al., 2005). Costa et al. (2005) observaram efeito quadrático do teor de MS da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no período de maio de 2000 a fevereiro de 2001, onde em maio foi observado média de 40% de MS na forragem e decaindo com o passar dos meses chegando próximo de 20% em janeiro de 2001.

4.3.2 | Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA)

Não houve diferença para FDN e FDA na SP, mas baixos teores de fibras são considerados importantes para a melhoria do valor nutritivo da forragem e elevar o consumo de massa seca pelos animais, pelo fato de o teor de fibras serem um parâmetro relevante que define a qualidade da forragem, e ainda limitar a capacidade ingestiva por parte dos animais (Teodoro et al., 2012).

4.3.3 | Proteína Bruta (PB)

O menor teor de PB (7,04%) encontrado na TL de 0,8 UA ha^{-1} é em virtude da maior quantidade de folhas velhas presentes no dossel, uma vez que as folhas rejeitadas pelos animais continuam a envelhecer (Carloto et al., 2011), no entanto, o teor de PB da SP em todas as taxas de lotação avaliada está acima do recomendado por Whiteman (1980). Avaliando pastos de capim-xaraés manejados com diferentes alturas, Carloto et al (2011) observaram teores de PB de 12,7; 11,2 e 10,3% nas alturas de 15, 30 e 45 cm, respectivamente.

4.3.4 | Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

Mesmo sem ter verificado diferença significativa da DIVMS da SP, França et al. (2007) dizem que fatores tais como a idade da planta e a altura de corte resultam em maior quantidade de conteúdo da parede celular e, consequentemente, em menores valores de DIVMS. Avaliando o capim-tanzânia em quatro alturas de corte (28; 56; 84 e 112 dias) e

adubação de 200 kg de N ha^{-1} ano^{-1} encontraram DIVMS de 56,92; 56,50; 51,17 e 41,06%, respectivamente, havendo inferioridade significativa apenas para os 112 dias (França et al., 2007).

4.4 | Desempenho animal

Pastagens com bom valor nutritivo (Tabelas 4 e 5) e produzido em quantidade suficientes (Tabela 2) para atender exigências dos animais refletem em maior produtividade animal, podendo ainda ser incrementado pelo uso de suplementações, mesmo nos períodos chuvosos. Houve maior ganho médio diário individual de PV em pastos com taxa de lotação menores e foi sendo diminuído conforme se aumentou as UA ha^{-1}. O inverso foi observado para o GMD por área. No entanto, a adubação nitrogenada utilizada no experimento beneficiou a intensificação do sistema com o aumento no ganho animal por área, em razão do incremento das doses de nitrogênio favorecer o aumento da massa de forragem e consequentemente a maior capacidade de suporte da pastagem (Assmann et al., 2004).

Euclides et al. (2014) observando desempenho animal e taxa de lotação em pastos de 15 e 30 cm de altura encontraram no capim marandu GMD de 0,610 e 0,800 kg $cabeça^{-1}$, do capim-xaraés de 0,560 e 0,670 kg $cabeça^{-1}$ do capim-piatã 0,590 e 0,720 kg $cabeça^{-1}$, respectivamente. O ganho por área foi de 430 e 500 kg ha^{-1} no capim-marandu, 560 e 600 kg ha^{-1} no capim-xaraés e 540 e 570 kg ha^{-1} nas alturas de 15 e 30 cm, respectivamente.

Realizar a suplementação em período chuvoso pode ter contribuído para os altos ganhos observados em todas as TL avaliada no capim-marandu. O uso de concentrados no período das águas pode aumentar o desempenho de animais, reduzindo ainda mais a idade de abate (ou a de primeira cria), na qual as características do suplemento irão depender da quantidade, do valor nutricional da forragem e do manejo da propriedade (Reis et al., 2009).

Na Figura 2 é possível verificar um ponto de equilíbrio da lotação animal relacionando o ganho de peso individual do animal e ganho de peso por área, onde para esquerda do ponto de encontro dos dois ganhos a lotação é baixa e pode haver sub pastejo, excesso de produção de forragem e para a direita, excesso de lotação animal no pasto e ocasionar super pastejo, causando prejuízos futuros na produção em quantidade da forragem.

4.5 | Estoque de carbono no solo

Os maiores teores de carbono observado na área de vegetação nativa podem ser atribuídos ao maior e contínuo aporte de resíduos orgânicos bem como a não ocorrência de

ação antrópica. A manutenção da cobertura vegetal em áreas com floresta garante um grande aporte de resíduos tanto sobre o solo quando sob o solo (raízes) (Denardin et al., 2014).

Apenas em pastos com 2,4 UA ha^{-1} observaram-se teores de COam semelhantes aos observados na área de vegetação nativa. Os maiores teores de carbono observados, nas áreas sob pastejo, independente da lotação, podem ser atribuídos ao maior e contínuo aporte de resíduos orgânicos. Em trabalho realizado por Dortzbach et al. (2015), observam que os teores de COT para as áreas de mata se mostraram sempre superiores em relação à área de pastagem nas camadas de 0 a 1,0 m.

O COp é a fração da MOS associada à fração areia, assim pode ser caracterizado como sendo partículas derivadas de resíduos de plantas e hifas, cuja permanência no solo está condicionada à proteção física desempenhada pelos agregados. Os maiores estoques de COp obtidos na área de vegetação nativa podem ser justificados pela adição de serapilheira e dos processos de persistência e decomposição no solo (Roscoe and Machado (2002). Os sistemas de manejo do uso de solo indicam para os atributos, carbono orgânico total, carbono orgânico particulado e carbono orgânico associado aos minerais, superioridade do tratamento de vegetação nativa (Nanzer et al., 2017; Freitas et al., 2018). Segundo Lima et al. (2017), o carbono orgânico particulado foi à fração da matéria orgânica do solo mais eficiente em identificar as mudanças nos teores e estoques de carbono em curto prazo.

Com relação ao índice de manejo de carbono (Tabela 8), tanto na avaliação realizada no início, como no final do período experimental, as áreas com lotação contínua, independente da TL apresentaram valores inferiores a 100. Segundo Conceição et al. (2014), o IMC é uma forma eficiente de se constatar a qualidade do solo sob o sistema de manejo.

De acordo com Nicoloso et al. (2008), o IMC mede as alterações nos estoques de carbono orgânico considerando os aspectos da labilidade do carbono orgânico do solo, valores de IMC inferiores a 100 indicam práticas prejudicais a manutenção da matéria orgânica e da qualidade do solo.

O solo é considerado um grande responsável pela produtividade agropecuária e pela realização da manutenção da qualidade do meio ambiente. Porém, quando são mal manejados, o carbono orgânico pode ser mineralizado e transferido para a atmosfera na forma de CO^2, mais quando então sob condições adequadas de manejo, o sistema pode sequestrar C da atmosfera, qual acaba sendo de grande importância estratégica tanto regional quanto global para compensar as emissões de CO^2 (Matias et al., 2012).

5 | CONCLUSÃO

Utilizar 2,4 UA ha^{-1} de novilhas na estação chuvosa do ano no capim-marandu e com adubação nitrogenada de 150 kg de N ha^{-1} ano^{-1}, não comprometeu a estrutura e a produção de forragem em quantidade e qualidade para o consumo animal, bem como taxa de lotação adequada para que possa obter aumentos nos teores médios de carbono orgânico utilizar em menor quantidade o estoque de carbono presente no solo.

Recomenda-se realizar o manejo de pastejo sob lotação contínua entre 1,6 e 2,4 UA ha^{-1} de novilhas para encontrar o equilíbrio de produção de forragem, ganho médio diário e por área de peso vivo no período das águas recebendo suplemento proteico energético e adubação de manutenção de 150 kg de N ha^{-1} ano^{-1}.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. P. A. Possibilidades de intensificação do uso da pastagem através de rotação sem ou com uso mínimo de fertilizantes. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: FUNDAMENTOS DO PASTEJO ROTACIONADO, 14., Piracicaba, 1999. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, Piracicaba, 1999. p. 85-138.

ALDEN, W. G. and WHITAKER, I. A. The determinants of herbage intake by grazing sheep: the inter relationship of factors influencing herbage intake and availabity. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 21, n. 5, p. 755-766, 1970.

ASSMANN, A.L.; PELISSARI, A.; MORAES, A.; ASSMANN, T. S.; OLIVEIRA, E. B.; SANDINI, I. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 37-44, 2004.

BARBOSA, J. C. and MALDONADO JÚNIOR, W. **Software AgroEstat**: Sistema de análises estatísticas de ensaios agronômicos. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Brasil, 2009.

BLAIR, G. J.; LEFROY, R. D. B.; LISLE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 46, n. 7, p. 1459-1460, 1995.

CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOTT, E. T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of America Journal**, v. 56, n. 2, p .777-783, 1992.

CANO, C. C. P.; CECATO, U.; CANTO, M. W.; RORDIGUES, A. B.; JOBIM, C. C.; RODRIGUES, A. M.; GALBEIRO, S.; NASCIMENTO, W. G. Produção de forragem do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia^{-1}) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1949-1958, 2004.

CARLOTO, M. N.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G. S.; PAULA, C. C. L. Desempenho animal e características de pasto de capim-xaraés sob diferentes intensidades de pastejo, durante o período das águas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 1, p. 97-104, 2011.

CARVALHO, P. C. F.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; POLI, C. H. E. C.; MORAES, A.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: Mattos, W. R. S. (Org.). A **Produção Animal na Visão dos Brasileiros**. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba, 2001, p. 853-871, 2001.

CASTRO, L. M.; BARBOSA, M. A. A. F.; BARBERO, R. P.; BRITO, V. C.; SAAD, R. M.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; BRIDI, A. M. Produção de forragem e composição estrutural de pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés manejados em diferentes alturas de pastejo. **Semina**: Ciências Agrárias, v. 34, n. 2, 2013, p. 4145-4155.

CONCEIÇÃO, P. C.; BAYER, C.; DIECKOW, J.; SANTOS, D. C. dos. Fracionamento físico da matéria orgânica e índice de manejo de carbono de um Argissolo submetido a sistemas conservacionistas de manejo. **Ciência Rural**, v. 44, p. 794-800, 2014.

COSGROVE, G. P. Grazing behaviour and forage intake. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1997. p.59-80.

COSTA, K. A. P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P.; PETTERSEN, D.; SILVA, D. C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

DENARDIN, R. B. N.; MATTIAS, J. L.; WILDNER, L. de P.; NESI, C. N.; SORDI, A.; KOLLING, D. F.; BUSNELLO, F. J.; CERUTTI, T. Estoque de carbono no solo sob diferentes formações florestais Chapecó-SC. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 1, p. 59-69, 2014.

DEREGIBUS, V. A.; SANCHES, R. A.; CASAL, J. J. Effects of light quality on tiller production in *Lolium* spp. **Plant Physiology**, v. 72, n. 3, p. 900-902, 1983.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. (2012). (Ed.). **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema.

DORTZBACH, D.; PEREIRA, M. G.; BLAINSKI, E.; GONZÁLEZ, A. P. Estoque de C e abundância natural de 13C em razão da conversão de áreas de floresta e pastagem em bioma Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1643-1660, 2015.

EUCLIDES, V. P. B.; FLORES, R.; MEDEIROS, R. N.; OLIVEIRA, M. P. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu, na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 273-280, 2007.

EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A.; NANTES, N. N. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Ceres**, v. 61, p. 808-818, 2014

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; MORAIS, R. V.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; JUNIOR, D. N.; CASAGRANDE, D. R.; COSTA, L. T. Características morfogênicas e estruturais do capim Braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 21-29, 2006.

FLORES, R. S.; EUCLIDES, V. P. B.; ABRÃO, M. P. C.; GALBEIRO, S.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1355-1365, 2008.

FRANÇA, A. F. S.; BORJAS, A. L. R.; OLIVEIRA, E. R.; SOARES, T. V.; MIYAGI, E. S.; SOUSA, V. R. Parâmetros nutricionais do capim-tanzânia sob doses crescentes de nitrogênio em diferentes idades de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 4, p. 695-703, 2007.

FRANCO, G. L.; AGUIAR JÚNIOR, C. G.; RAMOS, A. K. B.; DAVY, F. C. A.; REIS, S. F. Suplementação de bovinos mantidos em pastagens nas fases de recria e engorda. In: OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F. (Org.). **Bovinocultura de corte**. Salvador: EDUFBA, 2007, p. 429-452.

FREITAS, L.; OLIVEIRA, I. A.; CASAGRANDE, J. C.; SILVA, L. S.; CAMPOS, M. C. C. Estoque de carbono de latossolos em sistemas de manejo natural e alterado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 228-239, 2018.

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

ÍTAVO, L. C. V.; SOARES, C. M.; ÍTAVO, C. C. B. F.; DIAS, A. M.; PETIT, H. V.; LEAL, E. S.; SOUZA, A. D. V. Calorimetry, chemical composition and *in vitro* digestibility of oilseeds. **Food Chemistry**, v. 185, p. 219-225, 2015.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 185-223.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.

LEMAIRE, G. (2001). Ecophisiological of grasslands: dynamics aspects of forage plant population in grazed swards. In: XIX INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro, 2001. **Proceedings**... São Pedro: FEALQ.

LIMA, I. M. de O.; SILVA, M. F. G.; ENSINAS, S. C.; SILVA, J. M. R.; MARQUES FILHO, W. C.; BARBOSA, G. F. Adubos verdes para o incremento dos estoques de carbono em Neossolo Quartzarênico de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 4, p. 1-7, 2017.

LUGÃO, S. M. B.; RODRIGUES, L. R.A.; ABRAHÃO, J. J. S.; MALHEIROS, E. B.; MORAIS, A. de. Acúmulo de forragem e eficiência de utilização do nitrogênio em pastagens de *Panicum maximum* Jacq. (acesso BRA-006998) adubadas com nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, p. 371-379, 2003.

MACEDO, M. C. M. Adubação fosfatada em pastagens cultivadas com ênfase na região dos Cerrados. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. (Ed.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafos, 2004, p. 359-400.

MATIAS, S. R.; CORREIA, M. A. R.; CAMARGO, L. A.; FARIAS, M. T.; CENTURION, J.F.; JÚLIO NÓBREGA, J.C.A. Influência de diferentes sistemas de cultivo nos atributos

físicos e no carbono orgânico do solo. **Revista Brasileira Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 3, p. 414-420, 2012.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S. G.; BLACK, C. K.; SACKVILLE HAMILTON, N. R. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, C. (Eds.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingfor: CABI Publishing, 2000. p. 127-150.

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. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 4, p. 914-921, 2011.

NANZER, M. C.; ENSINAS, S. C.; BARBOSA, G. F.; BARRETA, P. G. V.; OLIVEIRA, T. P.; SILVA, J. R. M.; PAULINO, L. A. Estoque de carbono orgânico total e fracionamento granulométrico da matéria orgânica em sistemas de uso de solos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v. 18, p. 136-145, 2017.

NICOLOSO, R. da S.; LOVATO, T.; AMADO, T. J. C.; BAYER, C.; LANZANOVA, M. E. Balanço do carbono orgânico no solo sob integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2425-2433, 2008.

NUNES, S. G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M. I. O.; GOMES, D. T. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu.** 2.ed. Campo Grande: EMBRAPA/CNPGC, 1985. 31p. (EMBRAPA/CNPGC. Documentos, 21.).

PALHANO, A. L.; CARVALHO, P. C. F.; DITTRICH, J. R.; MORAES, A.; BARRETO, M. Z.; SANTOS, M. C. F. Estrutura da pastagem e padrões de desfolhação em capim-mombaça em diferentes alturas do dossel forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1860-1870, 2005.

PARSONS, A. J. and CHAPMAN, D. J. The principles of pasture utilization. In: HOPKINS, A. (Ed.). **Grass**: it's production and utilization. Okehampton: British Grassland Society, 2000. p. 31-80.

PAULA, C. C. L.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G. S.; CARLOTO, M. N. Estrutura do dossel, consumo e desempenho animal em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 1, p. 169-176, 2012.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; CASAGRANDE, D. R.; PASCOA, A. G. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 147-159, 2009.

ROSCOE, R. and MACHADO, P. L. O. **Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica**. Embrapa Agropecuária Oeste/ Embrapa Solos, Dourados, MS/ Rio de Janeiro, 86p, 2002.

SAMPAIO, R. L.; RESENDE, F. D.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A.; FARIA, M. H.; SALOMÃO, T. Estratégias de suplementação na recria de bovinos de corte. Desempenho durante as estações de seca e de água. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009. **Anais...** Lavras: SBZ, 2009.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C.; SARMENTO, D. O. L.; MOLAN, L. K.; ANDRADE, F. M. E.; GONÇALVES, A. C.; LUPINACCI, A. V. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant ecology-Springer**, v. 206, n. 2, p. 349-359, 2010.

SHARMA, K. L.; MANDAL, U. K.; SRINIVAS, K.; VITTAL, K. P. R.; MANDAL, B.; GRACE, K.; RAMESH, V. Longterm soil management effects on crop yields and soil quality in a dryland Alfisol. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 83, n. 2, p. 246-259, 2005.

TEODORO, M. S. R.; PINHO COSTA, K. A.; DIAS, F. J. S.; SIMON, G. A.; SAENZ, E. A. C.; SEVERIANO, E. C.; CRUVINEL, W. S. Composição bromatológica dos capins marandu e mulato ii submetidos a diferentes alturas de resíduo. **Global Science and Technology**, v. 5, n. 3, p. 137-146, 2012.

TINKER, P. B. Levels, distribution and chemical forms of trace elements in food plants. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences**, v. 294, n. 1071, p .41-55, 1981.

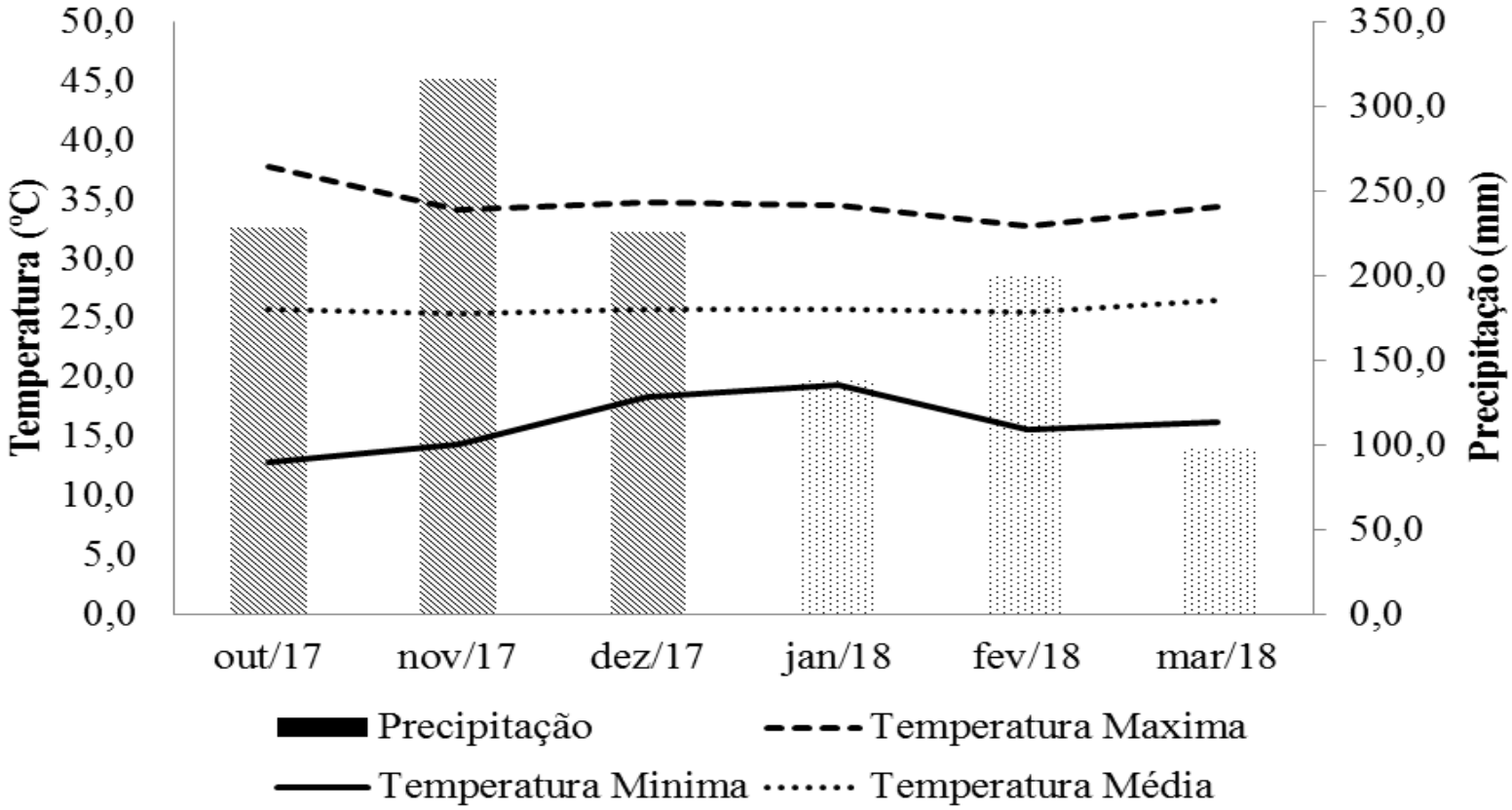
VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 446 p.

VIEIRA, M. M. and MOCHEL FILHO, W. J. E. Influência dos fatores abióticos no fluxo de biomassa e na estrutura do dossel. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 15-24, 2010.

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

WHITEMAN, P. C. **Tropical Pasture Science**. Oxford: Oxford University Press, 1980. 392 p.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.



1525

1526 **Figura 1**. Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação mensal durante o período experimental.

Tabela 1. Textura e teores de nutrientes do solo da área experimental da camada de 0-20 cm (setor bovinocultura de leite) da Fazenda Escola da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia UFMS antes do experimento (Setembro 2017) e final do experimento (Abril 2018).

Atributos	Taxa de lotação (UA ha^{-1})									
	0,8	1,6	2,4	3,2	Reserva	0,8	1,6	2,4	3,2	Reserva
	Antes do experimento					Final do experimento				
pH	5,4	5,3	5,6	5,0	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0	5,4
V (%)	55,0	52,2	53,4	5018	34,8	66,5	62,2	64,4	60,0	39,0
T ($cmol_c/dm^3$)	10,2	10,9	11,0	10,5	13,6	12,0	12,8	12,9	12,0	13,8
Argila (%)	62,0	64,0	61,0	65,5	51,0	63,5	64,5	60,0	64,0	52,5
MO (g/kg)	34,4	35,0	37,3	33,0	45,0	40,5	39,8	40,0	42,0	58,1
Macronutrientes										
P (mg/dm^3)	2,5	2,0	4,5	5,0	1,5	2,4	2,0	4,0	5,0	1,5
K ($cmol_c/dm^3$)	0,2	0,17	0,2	0,2	0,40	0,25	0,21	0,26	0,22	0,40
Ca ($cmol_c/dm^3$)	5,4	5,0	5,2	5,3	5,0	5,4	5,0	5,2	5,3	4,7
Mg ($cmol_c/dm^3$)	2,6	2,6	2.7	2,6	2,5	26	2,6	2,7	2,6	2,5
Al ($cmol_c/dm^3$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H + Al ($cmol_c/dm^3$)	4,5	4,5	4,5	4,5	9,4	4,5	4,5	4,5	4,5	9,4

Analise Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal – IAGRO. pH: potencial hidrogeniônico (em água 1:2,5); V: % saturação de bases (100 S T-1); T: capacidade de troca catiônica (CTC a pH 7,0 [S+(H+Al)]; MO: matéria orgânica; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; Al: alumínio; H: hidrogênio.

Tabela 2. Estrutura do pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhas sob lotação contínua no Bioma Cerrado.

Variáveis	Taxa de lotação (UA ha^{-1})				EPM	p-value	
	0,8	1,6	2,4	3,2		Linear	Quadrático
Período Outubro a Dezembro							
Altura (cm)	60,95	50,20	49,46	43,18	1,10	<0,01	0,2002
Densidade populacional de perfilhos (perfilhos m^2)	388	367	426	417	9,56	0,0767	0,7409
Massa Verde (kg ha^{-1})	13037,50	10243,06	10801,39	7356,94	372,94	<0,01	0,5954
Massa Seca Total (kg MS ha^{-1})	4884,32	4195,43	4519,44	3161,67	139,40	<0,01	0,1719
Massa seca total de folha (kg MS ha^{-1})	1503,03	970,95	997,25	554,18	56,01	<0,01	0,6086
Massa seca total do colmo (kg MS ha^{-1})	2286,41	1886,66	2080,11	1514,98	57,79	<0,01	0,4036
Massa seca total do material morto (kg MS ha^{-1})	1849,15	1753,11	1600,58	1381,50	44,12	<0,01	0,4421
Relação Folha: colmo	0,66	0,52	0,47	0,41	0,02	<0,01	0,2479
Período de Janeiro a Março							
Altura (cm)	92,28	45,11	42,48	22,67	2,82	<0,01	<0,01
Densidade populacional de perfilhos (perfilhos m^2)	352	451	533	687	18,7	<0,01	0,3098
Massa Verde (kg ha^{-1})	16070,83	11357,64	12980,69	7759,03	396,88	<0,01	0,5999
Massa Seca Total (kg MS ha^{-1})	6839,64	4937,71	4758,33	3209,68	165,06	<0,01	0,3523
Massa seca total de folha (kg MS ha^{-1})	1718,83	904,21	1196,33	720,86	56,08	<0,01	0,0347
Massa seca total do colmo (kg MS ha^{-1})	2736,88	1665,21	1869,84	905,12	85,47	<0,01	0,6019
Massa seca total do material morto (kg MS ha^{-1})	2781,64	2535,65	1997,26	1425,24	106,64	<0,01	0,3728
Relação Folha: colmo	0,60	0,67	0,60	0,76	0,03	0,1543	0,4409

Efeito significativo pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

Tabela 3. Composição química do pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhas sob lotação contínua no Bioma Cerrado

Variáveis	Taxa de lotação (UA ha^{-1})				EPM	p-value	
	0,8	1,6	2,4	3,2		Linear	Quadrático
Período Outubro a Dezembro							
Matéria seca da folha (%)	34,65	35,34	34,44	33,38	0,89	0,5539	0,6225
Matéria seca do colmo (%)	34,14	34,06	34,00	34,60	0,62	0,8086	0,7848
Matéria seca do material morto (%)	68,91	68,12	67,51	69,43	0,61	0,8584	0,2621
Matéria orgânica da folha (%)	91,47	91,04	89,73	90,65	0,25	0,0828	0,1616
Matéria orgânica do colmo (%)	95,86	95,48	95,37	95,61	0,11	0,3948	0,1593
Matéria orgânica do material morto (%)	92,29	90,80	92,09	92,36	0,25	0,4911	0,0702
Período de Janeiro a Março							
Matéria seca da folha (%)	35,82	30,37	30,15	27,55	0,55	<0,01	0,1130
Matéria seca do colmo (%)	33,32	33,69	27,42	26,19	0,74	<0,01	0,5359
Matéria seca do material morto (%)	65,78	65,80	60,82	63,08	0,63	0,0143	0,3431
Matéria orgânica da folha (%)	91,95	90,86	90,55	91,28	0,25	0,2952	0,0651
Matéria orgânica do colmo (%)	95,56	94,81	94,83	94,47	0,13	<0,01	0,4087
Matéria orgânica do material morto (%)	92,75	92,40	92,40	92,20	0,10	0,0616	0,7082

Efeito significativo pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

Tabela 4. Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente acido (FDA), proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da massa seca da folha e do colmo do pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhas sob lotação contínua no Bioma Cerrado.

Variáveis	Taxa de lotação (UA ha^{-1})				EPM	p-value	
	0,8	1,6	2,4	3,2		Linear	Quadrático
Período Outubro a Dezembro							
FDN folha (%)	65,38	64,90	65,56	66,55	0,42	0,2662	0,3788
FDN colmo (%)	78,29	77,82	78,21	80,45	0,39	0,0414	0,0720
FDA folha (%)	36,19	36,41	36,84	36,43	0,34	0,7101	0,6440
FDA colmo (%)	58,05	57,32	57,76	60,37	0,36	0,0159	0,0150
PB folha (%)	6,61	8,11	10,04	11,06	0,28	<0,01	0,5778
PB colmo (%)	2,42	2,52	3,32	3,23	0,09	<0,01	0,5736
DIVMS folha (%)	71,42	72,64	72,29	75,63	0,41	<0,01	0,1601
DIVMS colmo (%)	50,12	49,66	48,26	46,33	0,60	0,0152	0,5215
Período de Janeiro a Março							
FDN folha (%)	70,05	67,98	67,98	67,09	0,25	<0,01	0,1895
FDN colmo (%)	81,95	80,61	78,40	77,77	0,36	<0,01	0,5724
FDA folha (%)	40,34	38,74	40,07	38,05	0,22	<0,01	0,6019
FDA colmo (%)	61,47	57,65	55,02	53,10	0,52	<0,01	0,2397
PB folha (%)	5,70	8,21	9,94	12,22	0,30	<0,01	0,7193
PB colmo (%)	2,23	2,68	4,57	5,33	0,17	<0,01	0,4258
DIVMS folha (%)	67,94	69,15	69,90	72,68	0,62	<0,01	0,5088
DIVMS colmo (%)	46,24	48,79	50,07	51,73	0,81	0,0122	0,7766

FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; PB: proteína bruta; DIVMS: digestibilidade in vivo da matéria seca. Efeito significativo pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

Tabela 5. Matéria seca e matéria orgânica da simulação de pastejo do pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação novilhas sob lotação contínua no Bioma Cerrado.

Variáveis	Taxa de lotação (UA ha^{-1})				EPM	p-value	
	0,8	1,6	2,4	3,2		Linear	Quadrático
Período Outubro a Dezembro							
Matéria seca (%)	30,86	29,25	26,78	27,45	0,55	0,0225	0,3526
Matéria orgânica (%)	93,98	93,28	93,10	93,06	0,26	0,2741	0,5760
FDN (%)	70,43	69,58	69,11	69,01	0,32	0,1467	0,6066
FDA (%)	41,10	41,05	42,28	41,96	0,29	0,2069	0,8381
PB (%)	7,04	7,56	9,89	10,39	0,27	<0,01	1,0000
DIVMS (%)	65,56	63,30	68,43	66,06	0,83	0,4316	0,9748
Período de Janeiro a Março							
Matéria seca (%)	31,69	29,24	26,99	26,18	0,42	<0,01	0,2470
Matéria orgânica (%)	92,09	91,54	92,18	91,58	0,09	0,2117	0,8747
FDN (%)	70,02	69,59	69,11	68,55	0,32	0,0889	0,9167
FDA (%)	45,21	45,48	45,58	45,92	0,31	0,4229	0,9564
PB (%)	7,06	8,49	10,34	12,01	0,26	<0,01	0,7420
DIVMS (%)	57,49	57,52	61,09	58,04	0,71	0,4003	0,2650

FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; PB: proteína bruta; DIVMS: digestibilidade *in vivo* da matéria seca. Efeito significativo pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

Tabela 6. Desempenho de novilhas em pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação animal sob lotação contínua no Bioma Cerrado.

Variáveis	Taxa de lotação (UA ha^{-1})				EPM	p-value	
	0,8	1,6	2,4	3,2		Linear	Quadrático
TLi (UA ha^{-1})	0,9	1,7	2,5	3,5	0,10	<0,01	0,0823
TLf (UA ha^{-1})	1,3	2,5	3,8	4,9	0,14	<0,01	0,7793
GMD individual (kg ha^{-1} dia^{-1})	0,639	0,560	0,519	0,485	0,01	<0,01	0,3696
GMD por área (kg ha^{-1} dia^{-1})	1,206	2,010	3,170	3,660	1,04	<0,01	0,1657
GPT individual (kg ha^{-1})	113,17	91,91	99,17	85,83	1,89	<0,01	0,3767
GPT área (kg ha^{-1})	213,52	346,86	561,32	647,80	19,29	<0,01	0,2284

TLi: taxa de lotação inicial; TLf: taxa de lotação final; GMD: ganho de peso vivo médio diário; GPT: ganho de peso vivo total. Efeito significativo pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

Tabela 7. Valores médios dos teores de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COp) e carbono orgânico associado aos minerais (COam), na camada 0-20 cm em pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhas sob lotação contínua no Bioma Cerrado.

Variáveis	Taxa de lotação (UA ha^{-1})				Vegetação nativa	Teste F	Média	CV (%)
	0,8	1,6	2,4	3,2				
				Outubro 2017				
COT (g kg^{-1})	19,77 b	23,47 a	19,84 b	21,15 b	19,50 b	5,78**	20,75	8,11
COp (g kg^{-1})	2,16 c	3,16 b	2,39 c	2,55 c	4,96 a	35,12**	3,04	15,38
COam (g kg^{-1})	17,61 b	20,32 a	17,46 b	18,60 b	14,54 c	10,68**	17,70	8,90
				Abril 2018				
COT (g kg^{-1})	17,77 d	17,92 d	23,34 b	20,42 c	27,64 a	41,45**	21,42	7,38
COp (g kg^{-1})	2,55 c	2,76 c	3,13 b	3,43 b	5,47 a	28,63**	3,47	15,42
COam (g kg^{-1})	15,21 b	15,16 b	20,21 a	16,99 b	22,18 a	21,58**	17,95	9,19

Pelo teste F, ** significativo ($p \leq 0,01$). Médias seguidas pela mesma letra na linha pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

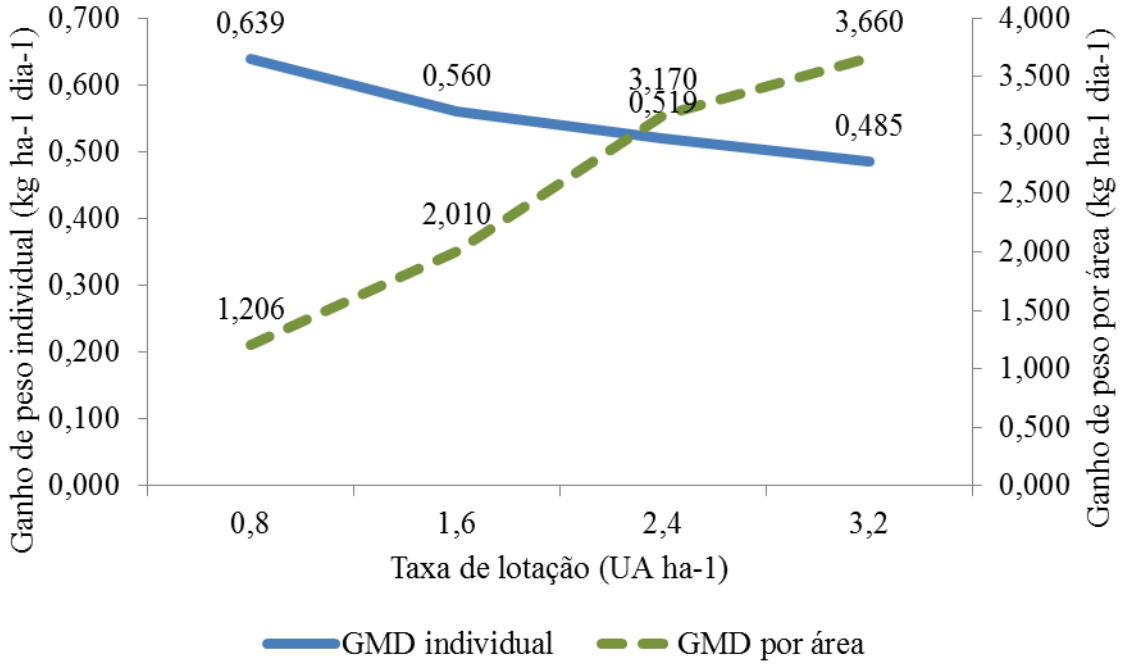
1547

Tabela 8. Valores médios dos estoques de carbono orgânico total (Est. COT), carbono orgânico particulado (Est. COp), carbono orgânico associado aos minerais (Est. COam), e, índice de manejo de carbono (IMC), na camada 0-20 cm em pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhas sob lotação contínua no Bioma Cerrado.

Variáveis	Taxa de lotação (UA ha^{-1})				Vegetação nativa	Teste F	Média	CV (%)
	0,8	1,6	2,4	3,2				
				Outubro 2017				
Est. COT (t ha^{-1})	32,40 b	39,63 a	35,12 b	34,37 b	24,93 c	23,02**	33,29	8,24
Est. COp (t ha^{-1})	3,55 c	5,33 b	4,22 c	4,15 c	6,35 a	12,86**	4,72	16,13
Est. COam (t ha^{-1})	28,86 b	34,29 a	30,90 b	30,23 b	18,59 c	33,39**	28,57	8,80
IMC	47,10 c	72,49 b	56,56 c	55,87 c	100 a	21,36**	66,40	16,70
				Abril 2018				
Est. COT (t ha^{-1})	30,01 a	31,63 a	28,39 a	28,90 a	21,71 b	17,12**	28,13	7,99
Est. COp (t ha^{-1})	3,88 c	3,71 c	4,47 b	4,70 b	6,08 a	11,26**	4,57	15,01
Est. COam (t ha^{-1})	26,14 a	27,92 a	23,92 b	24,21 b	15,62 c	22,95**	23,56	10,25
IMC	52,72 c	49,98 c	63,19 b	67,06 b	100,0 a	27,52**	66,59	14,01

Pelo teste F, ** significativo ($p \leq 0,01$). Médias seguidas pela mesma letra na linha pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

1548



1549

1550 **Figura 2**. Relação entre lotação animal (X), ganho de peso individual (Y) e ganho de peso por área (Z).

ARTIGO 2

Estrutura do pasto, desempenho de novilhos de corte e estoque de carbono em pastos de capim-marandu no bioma Cerrado

Pasture structure, performance of beef steers and carbon stock in marandu grass pastures in the Cerrado biome

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS; O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001; Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnológico (CNPq); Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT).

Conflitos de Interesse

Os autores declaram não conflito de interesse.

Resumo

Objetivou-se avaliar características produtivas, estruturais do pasto, estoque de carbono no solo em resposta a variação das taxas de lotações animal no capim-marandu sob lotação contínua e o desempenho de novilhos. Os tratamentos constituíram das taxas de lotações de 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 UA ha^{-1}, e três repetições. Foram utilizados 30 novilhos. Foram avaliadas características estruturais, produtivas, valor nutricional dos pastos, desempenho animal e o estoque de carbono no solo. Foi observado efeito quadrático para a massa verde, com ponto mínimo de 6538,79 kg ha^{-1} com 2,4 UA ha^{-1}. Efeito linear decrescente foi observado para massa seca total de folha, a maior foi com 0,8 UA ha^{-1} com 1369,46 kg ha^{-1}. Houve aumento no teor de proteína bruta da folha de 5,10% para 7,81% e de 5,28 para 11,99% de outubro a dezembro e de janeiro a março, nas taxas de lotações de de 0,8 para 3,2 UA ha^{-1}. Os ganhos passaram de 0,867 para 0,657 kg dia^{-1} de 0,8 para 3,2 UA ha^{-1}. O maior ganho peso total individual (150,83 kg) foi no pasto com 0,8 UA ha^{-1} e diminuiu (114,25 kg) com 3,2 UA ha^{-1}. O carbono orgânico total (29,94 g kg^{-1}), particulado (4,65 g kg^{-1}) e associado aos minerais (25,29 g kg^{-1}) foram superiores na vegetação nativa comparada as demais áreas. A produção em quantidade e qualidade do capim-marandu manejado sob lotação contínua de 2,4 a 3,2 UA ha^{-1} na estação chuvosa refletiu em melhor desempenho animal tanto individual quanto por área sem prejudicar a planta.

PALAVRAS-CHAVE: desempenho, ganho de peso, marandu, novilhos, produção de forragem

Abstract

The objective was to evaluate productive, structural characteristics of the pasture, carbon stock in the soil in response to the variation of animal stocking rates in marandu grass under continuous stocking and the performance of steers. The treatments consisted of stocking rates of 0.8; 1.6; 2.4 and 3.2 AU ha^{-1}, and three repetitions. 30 steers were used. Structural, productive characteristics, nutritional value of pastures, animal performance and carbon stock in the soil were evaluated. A quadratic effect was observed for the green mass, with a minimum point of 6538.79 kg ha^{-1} with 2.4 AU ha^{-1}. Decreasing linear effect was observed for total dry leaf weight, the highest was 0.8 AU ha^{-1} with 1369.46 kg ha^{-1}. There was an increase in the crude protein content of the leaf from 5.10% to 7.81% and from 5.28 to 11.99% from October to December and from January to March, in the stocking rates from 0.8 to 3 , 2 AU ha^{-1}. The gains went from 0.867 to 0.657 kg day^{-1} from 0.8 to 3.2 AU ha^{-1}. The greatest gain in total individual weight (150.83 kg) was in the pasture with 0.8 AU ha^{-1} and decreased (114.25 kg) with 3.2 AU ha^{-1}. The total organic carbon (29.94 g kg^{-1}), particulate (4.65 g kg^{-1}) and associated with minerals (25.29 g kg^{-1}) were higher in native vegetation compared to the other areas. The production in quantity and quality of marandu grass managed under continuous stocking from 2.4 to 3.2 AU ha^{-1} in the rainy season reflected in better animal performance both individually and by area without harming the plant.

KEYWORDS: performance, weight gain, marandu, steers, forage production

1 | INTRODUCÃO

A conversão da pastagem em produto animal, bem como seu crescimento e utilização é condicionada e determinada pelo controle da estrutura dos pastos em sistemas de produção animal sob pastejo (Hodgson, 1990). Ainda para o mesmo autor, manter o sistema de produção estável é consequência da essência do manejo do pastejo que consiste em encontrar balanço eficiente entre o crescimento da planta, o seu consumo e a produção animal. Dessa maneira, ter conhecimento da intensidade de pastejo se torna o mais importante de qualquer outra ferramenta de manejo de pastejo individual e por área, pois esta, irá determinar a persistência da pastagem o nível de desempenho animal (Euclides et al., 2019).

A seleção de uma intensidade de pastejo é mais importante do que qualquer outra decisão de manejo de pastejo individual porque determina a persistência da pastagem e o nível de produção por animal e por unidade de área de terra.

No entanto, a demanda de consumo de carne pelo aumento da população e as mudanças climáticas faz com que pesquisadores gerem novas pesquisas com forrageiras já utilizadas há algum tempo e que foram mais implantadas nas propriedades, como é o caso da *Brachiaria brizantha* (A. Rich.). Stapf. cv. Marandu, para que observe seu comportamento quanto à produção, estrutura, valor nutritivo e reflexo no desempenho animal.

Mesmo na estação chuvosa, quando, aparentemente, as pastagens podem atender às demandas nutricionais dos animais, a suplementação de proteína e energia pode ser benéfica (Barbosa et al., 2008). Nesse cenário, a utilização de suplementos concentrados seja na seca, seja nas águas, permite corrigir deficiências específicas de nutrientes na forragem para maximizar a utilização pelos micro-organismos ruminais e potencializar o ganho de peso (Reis et al., 2012).

As metas de produção animal podem ser alcançadas dependendo da amplitude especifica das condições do pasto, sendo esta uma característica observada em cada cultivar em particular (Da Silva, 2004). Assim, o acesso da forragem por parte dos animais que irão consumi-las é resultado das escolhas dos animais que utilizam suas habilidades seletivas para aumentar a qualidade de suas dietas (Carvalho et al., 1999).

Por isso que, o manejo dos pastos, com base nas características estruturais das plantas forrageiras, e suas interações com os fatores ambientais, tem se mostrado mais eficiente para aumentar a produção de forragem e animal (Trindade et al., 2007; Difante et al., 2009). O uso de adubação nitrogenada em pastagens pode aumentar a produtividade podendo variar quanto à dose e espécies utilizadas, além do potencial produtivo, as características morfogênicas e morfosiológicas do pasto também podem responder a esse nutriente (Garcez Neto et al., 2002; Premazzi et al., 2003).

Outro importante dado que tem se discutido nos últimos anos são em relação ao C no solo, pois ainda não existem dados concretos relatando a quantidade de C que é disponível com a substituição de vegetação nativa por pastagens, nem mesmo sobre a quantidade de C que se mantem nos diferentes compartimentos do ambiente, principalmente no solo (Costa et al., 2009).

Diante disso, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito das taxas de lotação animal no estoque de carbono, na estrutura, produtividade e valor nutricional do pasto e na

produtividade animal em pastos de capim-marandu manejado sob lotação contínua no bioma Cerrado.

2. | MATERIAL E MÉTODOS

2.1.1 | Local

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Leite da Fazenda Escola da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFMS, localizada no município de Terenos - MS (20º26’48.2’’S 54º50’39.2’’O e 530 m de altitude) de setembro de 2018 a abril de 2019.

2.1.2 | Clima

Os dados de precipitação e de temperatura (Figura 1), durante o período experimental foram coletados no banco de dados do CEMTEC (Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul). Foram separados os períodos de outubro a dezembro e de janeiro a março dos dados coletados.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen (1984), é do tipo Aw, tropical chuvoso de savana. O período considerado de seca na região é maio a setembro (30% da precipitação anual), e período das águas de outubro a abril (70% da precipitação anual).

2.1.3 | Características do solo

O solo da área experimental é da classe Latossolo Vermelho Distrófico. As amostras para análise química do solo foram retiradas nas profundidades de 0-20 cm de profundidade em três pontos por piquete. As coletas foram realizadas antes do inicio do experimento no (setembro de 2018) e após o termino do período experimental (abril de 2019) na área pastejada e em vegetação nativa (área de Cerrado) (Tabela 1).

2.1.4 | Preparo da área experimental

Os pastos foram formados em fevereiro de 2017 pela *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu, a lanço. Foram semeados 3,5 a 5 kg ha^{-1} de sementes puras viáveis, em profundidades de 3 a 6 cm. As sementes foram cobertas com passagem de grande niveladora fechada e o solo compactado com rolo compactador. Durante a semeadura foi feita adubação de 80 $kg.ha^{-1}$ de P_2O_5 na forma de Superfosfato Simples.

Em junho, julho e agosto de 2017 foram construídos as cercas e instalados os bebedouros nos piquetes. De outubro de 2017 a março de 2018 os piquetes foram pastejados

por novilhas Nelores de desmame, após esse período os pastos ficaram vedados. Em outubro de 2018 todos os pastos receberam corte de uniformização para dar inicio ao experimento. No inicio do período experimental (outubro), no meio (dezembro) e no final (fevereiro) foram feito adubações de manutenção com 50 kg ha^{-1} N (nitrogênio) em cada piquete, totalizando 150 kg ha^{-1} ano^{-1} de N.

2.1.5 | Tratamentos

Os tratamentos constituíram das taxas de lotação inicial de 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 UA ha-1 novilhas e em três repetições de área de 1 ha, cada uma.

2.1.5.1 | Animais experimentais e manejo nutricional

Foram utilizadas 30 novilhos anelorados com idade média de 9 meses, e peso vivo médio (PVM) de 203,8 kg, manejadas em pastos de capim-marandu sob lotação contínua e taxa de lotação variável. Em cada área experimental possuía bebedouro para consumo de água a vontade e cochos para suplementação animal.

Os animais receberam suplementação proteica energética para bovinos em fase de terminação com consumo de 0,7% de peso vivo. A composição do nutricional do suplemento consistia em 76% de nutrientes digestíveis totais (NDT) estimado, 20% de proteína bruta (PB) e 8,7% de nitrogênio não proteico (NNP), além de macrominerais, microminerais e aditivo. Os animais tiveram período de adaptação de sete dias antes do início do período experimental aumentando gradativamente o consumo do suplemento até chegar à recomendação de 0,7% PV. Os consumos médios de suplementação foram de 7,3; 10,44; 11,38 e 13,36 kg/dia nos piquetes nas taxas de lotações de 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 UA, respectivamente.

2.2 | Avaliações realizadas

2.2.1 | Altura do dossel

O monitoramento da altura do pasto foi realizado semanalmente em todas as unidades experimentais (piquetes de avaliação). Em cada unidade experimental foram realizadas medições em 40 pontos representativos à altura média da curvatura das folhas superiores em torno da régua, andando em zigue zague pelo piquete, utilizando-se régua de madeira graduada em centímetros.

2.2.2 | Densidade populacional de perfilho (DPP)

As estimativas de densidade populacional de perfilhos foram obtidas com o uso de armações metálicas de 0,25 m^2 (1 × 0,25 m). A armação metálica era jogada de forma aleatória, quatro vezes por parcela em pontos representativos da condição dos pastos (altura) no momento da amostragem. As contagens dos perfilhos foram realizadas a cada 28 dias e todos os perfilhos vivos que estavam no interior da armação metálica eram contados.

2.2.3 | Massa de forragem (MF)

A cada 28 dias foram realizados cortes rente ao solo de 6 amostras de forragem de 1 m^2 por parcela em pontos representativos da área, as quais eram divididas em duas sub-amostras: uma foi seca e pesada para determinação da matéria seca (MS) no momento do corte, e a outra era destinada a separação dos componentes morfológicos da planta: folha (lâmina foliar), colmo (colmo + bainha) e material morto. Tanto a primeira sub amostra quanto a segunda eram pesados, colocados em sacos de papel, furados e colocados em estufa de 55ºC por um período de 72 horas ou ate manterem peso constante, após esse período as amostras eram pesadas e moídas para análise bromatológica. A proporção de cada componente foi utilizada para estimar as relações folha: colmo (RF: C) e para as estimativas de massa de lâmina foliar e de colmo.

2.2.4 | Simulação de pastejo (SP)

A cada 28 dias, três amostradores por 15 minutos ficaram observando o comportamento dos animais em apreenderem a forragem e os locais de preferencias dos mesmos. Após esse tempo os amostradores foram caminhando pelo piquete e simulando com a mão como os animais faziam a coleta da forragem em cada piquete. As amostras foram levadas pesadas e levadas para estufa a 55º C por 72 horas ate peso constante para estimar o teor de MS. Posteriormente, as amostras foram moídas a 1 mm e analisadas.

2.2.5 | Composição química

Foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) da folha, do colmo e do material morto, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) da folha e do colmo da massa de forragem e da simulação de pastejo, segundo Detmann et al. (2012).

2.2.6 | Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

As digestibilidades *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da simulação de pastejo e a DIVMS da folha e do colmo (DIVMSC) da massa de forragem foram determinadas de acordo com Ítavo et al. (2015).

2.2.7 | Desempenho animal

Todos os animais foram pesados a cada 28 dias, em jejum. Também foi computado o número de dias que os animais permaneceram na pastagem. Os números de animais possibilitaram as estimativas da taxa de lotação e da produção individual e por hectare em cada tratamento. O ganho médio diário por animal foi calculado a cada 28 dias pela soma do ganho de peso total no período dividido pelo número de dias no período. A taxa de lotação é calculada pelo soma do peso de cada animal na área dividido por 450 kg.

2.2.8 | Estoque de Carbono no solo

Em cada piquete, no inicio e fim de pastejo do período avaliado, e na área de vegetação nativa, foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm com o uso de um anel volumétrico para se estimar o carbono orgânico. Após a coleta, as amostras foram destorroadas, secas a sombras e passadas em peneira de malha de 2 mm. Uma porção da amostra de solo foi triturada em almofariz e passada em peneira de 0,210 mm. A outra porção da amostra foi destinada para estimar a densidade do solo para ser utilizada no cálculo dos estoques de carbono.

Foram analisados os seguintes atributos: carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COp) e carbono orgânico associado aos minerais (COam). Também foi calculado o índice de manejo de carbono (IMC).

O COT foi determinado segundo metodologia descrita por Yeomans and Bremner (1988). As frações de COp e COam foram obtidas por meio do fracionamento granulométrico da matéria orgânica do solo (Cambardella and Elliott, 1992). O teor de COp foi quantificado de acordo com metodologia de Yeomans and Bremner (1988). O teor de COam foi determinado a partir da diferença entre COT e Cop.

O índice de manejo de carbono (IMC) foi calculado de acordo com a metodologia descrita por Blair et al. (1995). Foi calculado primeiramente do índice de compartimento de carbono (ICC), utilizando a expressão: ICC = COT tratamento/COT referência. Em que COT tratamento, correspondeu ao estoque de COT no tratamento avaliado e COT referência correspondeu ao estoque de carbono na área de vegetação nativa do Cerrado. Foi calculado o

IL (índice de labilidade) utilizando a expressão IL = L tratamento/L referência. Em que L tratamento correspondeu a labilidade da MOS no tratamento avaliado e L referência, a labilidade da MOS na área de vegetação nativa do Cerrado. O L foi calculado pela expressão L=estoque de carbono na COp/estoque de COam. Estes índices (ICC e IL) foram utilizados para o cálculo do IMC, que foi obtido pela expressão:

$$IMC = ICC \times IL \times 100.$$

Para determinação dos estoques de COT, COp e COam foram considerados os teores de carbono, a densidade do solo e a espessura da camada de solo considerada, como segue: Estoque de C em Mg ha^{-1} = (Teor de carbono em g kg^{-1} x densidade do solo em kg dm^{-3} x espessura da camada de solo considerada em cm) / 10.

2.3 | Análises estatísticas

Para o estoque de carbono os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando significativa, as médias dos tratamentos foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). Para a análise estatística utilizou-se o software AgroEstat (Barbosa and Maldonado Júnior, 2009).

Para a estrutura do pasto e desempenho animal os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância de delineamento inteiramente casualizado em regressão linear e quadrática pelo teste de Tukey ($p<0,01$) pelo software SAEG VERSAO 9.1 2007.

2.3.1 | Modelo matemático

$$\mathbf{Y_j = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + ... + \beta_k X_{kj} + \epsilon_j,}$$ **onde:**

Y_j: representa a variável resposta, para j= 1, 2, ..., n;

X_{ij}: denotam as variáveis explicativas, para i= 0, 1, ..., k;

β_i: denotam os parâmetros do modelo (ou coeficientes de regressão) a serem estimados;

ϵ_j: são os erros aleatórios do modelo supostos independentes e normalmente distribuídos de média zero e variância σ^2.

3. | RESULTADOS

3.1.1 | Estrutura do pasto

Foi observado efeito quadrático ($p<0,01$) para a altura do capim-marandu nas diferentes taxas de lotações de novilhos no período de janeiro a março (Tabela 2). O ponto mínimo observado foi de 21,24 cm com 2,4 UA ha^{-1}.

De outubro a dezembro foi observado efeito linear decrescente ($p<0,01$) com o aumento das TL. A maior altura observada foi de 45,04 cm com 0,8 UA ha^{-1} e decresceu para 40,95 cm com 1,6 UA ha^{-1}, posteriormente para 35,78 cm com 2,4 UA ha^{-1} e por fim a 36,90 cm com 3,2 UA ha^{-1}.

Houve efeito linear crescente ($p<0,01$) para a DPP (Tabela 2). O menor número de perfilhos foi observado em pasto com 0,8 UA ha^{-1} (369 perfilhos/m^2) e aumentou para 389; 510 e 514 perfilhos/m^2 nos pastos seguintes (1,6; 2,4 e 3,2 UA ha^{-1}, respectivamente).

Não foi observado efeito significativo ($p>0,01$) paras as variáveis MST (massa seca total), MSTC (massa seca total de colmo), MSTMM (massa seca total de material morto) e da relação folha: colmo (RF: C) de outubro a dezembro (Tabela 2). As médias foram de 2996,72; 892,98; 777,40 kg e 1,57 RF: C. No mesmo período foi observado efeito quadrático ($p<0,01$) para a MV, onde o ponto mínimo observado foi de 6538,79 kg ha^{-1} com 2,4 UA ha^{-1}. Efeito linear decrescente ($p<0,01$) foi observado para MSTF (massa seca total de folha), sendo a maior observada na TL de 0,8 UA ha^{-1} com 1369,46 kg ha^{-1}.

No período de janeiro a março foi observado efeitos quadrático ($p<0,01$) para altura, DPP, massa verde, massa seca total, massa seca total de folha e de colmo de material morto. Os pontos mínimos observados para altura e MSTMM foram de 21,24 cm e 1137,22 kg ha^{-1} na TL de 2,4 UA ha^{-1}. A RF: C observou-se efeito linear ($p<0,01$) para o período de janeiro a março.

3.2 | Composição química da massa de forragem

3.2.1 | Massa seca e matéria orgânica (MS e MO)

Não foi encontrado efeito significativo ($p>0,01$) para matéria seca da folha (MSF), do colmo (MSC), do material morto (MSMM) e matéria orgânica do material morto (MOMM) nos pastos com diferentes taxas de lotações de novilhos no capim-marandu de outubro a dezembro e para a variável matéria seca do material morto (MSMM) de janeiro a março (Tabela 3). As médias foram de 31,59; 28,65; 62,94 e 93,37% para MSF, MSC, MSMM e MOMM, respectivamente de outubro a dezembro, e de 65,11% de MSMM de janeiro a março.

Efeito quadrático ($p<0,01$) foi observado para MSMM (matéria seca do material morto), matéria orgânica do colmo (MOC) de outubro a dezembro e para MSF (matéria seca da folha), MSC (matéria seca do colmo) e MOC (matéria orgânica do colmo) de janeiro a março. O ponto máximo observado de MSMM foi de 65,73% com 2,4 UA ha^{-1} e o mínimo de MOC de 92,81% na mesma TL no primeiro período. Os pontos mínimos observados para

MSF, MSC e MOC foram de 24,95; 26,25 e 91,98% na TL de 2,4 UA ha^{-1} no segundo período.

Houve efeito linear ($p<0,01$) decrescente para MOF (matéria orgânica da folha) no primeiro período e crescente para MOMM (matéria orgânica do material morto) no segundo período.

3.2.2 | Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA)

Não houve efeito significativo ($p<0,01$) para os teores médios de FDN e FDA da folha e do colmo de outubro a dezembro (Tabela 4). As médias encontradas foram de 69,61 e 77,55% para FDN da folha e do colmo e de 43,34 e 54,55% de FDA da folha e do colmo. De janeiro a março so não foi observado efeito no FDA da folha com média de 42,30%.

Houve efeito linear decrescente ($p<0,01$) no teor médio de FDN da folha e do colmo, com média de 72,49; 69,44; 83,47 e 79,11% na TL de 0,8 e 3,2 UA ha^{-1}, respectivamente, e do FDA do colmo com 63,43 e 53,92% nas mesmas TL no periodo de janeiro a março.

3.2.3 | Proteína Bruta (PB)

Foi observado incremento ($p<0,05$) de PB da folha e do colmo com o aumento da TL nos pastos nos dois periodos (Tabela 4). Houve um aumento no teor de PB da folha de 5,10% para 7,81% e de 5,28 para 11,99% de outubro a dezembro e de janeiro a março, respectivamente, e da PB do colmo de 2,70 para 3,44% e de 1,99 para 4,48% nas TL de 0,8 para 3,2 UA ha^{-1} no primeiro e segundo período, respectivamente.

3.2.4 | Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

Não houve efeito significativo ($p>0,01$) nos coeficientes médios da DIVMS da folha de outubro a dezembro (66,36%) e do colmo (43,09 e 47,22%) de outubro a dezembro e de janeiro a março, respectivamente, nas diferentes taxas de lotações animal (Tabela 4).

Foi observado efeito linear crescente ($p<0,01$) do coeficiente de DIVMS da folha de janeiro a março, onde a maior digestibilidade observada foi na TL de 3,2 UA ha^{-1} (72,60%) e a menor com 0,8 UA ha^{-1} (66,25%).

3.3 | Composição química da simulação de pastejo

3.3.1 | Matéria seca e matéria orgânica (MS e MO)

Foi verificado efeito quadrático ($p<0,01$) para a MO da SP do capim-marandu e efeito linear positivo ($p<0,01$) com aumento da TL de novilhos nos pastos (Tabela 5). O ponto

mínimo observado na MO da SP de outubro a dezembro foi de 91,51% com 2,4 UA ha^{-1} e de janeiro a março de 91,57% com 1,6 UA ha^{-1}. O teor de MS da SP passou de 34,17 para 38,69% de outubro a dezembro e de 33,60 para 41,09% nas TL de 0,8 para 3,2 UA ha^{-1} de janeiro a março.

3.3.2 | Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA)

Não houve diferença significativa ($p>0,01$) de FDN da SP de outubro a dezembro, obtendo média de 70,04% (Tabela 5).

Foi observado efeito linear crescente ($p<0,01$) para FDA de outubro a dezembro e de FDN e FDA de janeiro a março da simulação de pastejo com aumento de UA nos pastos (Tabela 5). O maior teor de FDA foi na TL de 3,2 UA ha^{-1} com 43,80% e o menor teor com 0,8 UA ha^{-1} com 38,83% no primeiro período. De janeiro a março as maiores médias nos teores de FDN e FDA da SP foram de 78,29 e 54,52%, respectivamente, nas TL de 3,2 UA ha^{-1}.

3.3.3 | Proteína Bruta (PB)

Não foi observado efeito significativo ($p>0,01$) do teor de proteína bruta (PB) da SP nas diferentes taxas de lotações de outubro a dezembro, com média de 6,03% (Tabela 5). Porém, de janeiro a março foi observado efeito linear crescente ($0<0,01$) com o aumento das UA nos pastos.

3.3.4 | Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

Não houve efeito ($p>0,01$) no coeficiente de DIVMS da SP do capim-marandu nas diferentes TL de outubro a dezembro, sendo a média de 62,12% (Tabela 5). Médias no coeficiente de DIVMS da SP passando de 51,57 para 59,41% foram observado nas TL de 3,2 para 0,8 UA ha^{-1} no período de janeiro a março, indicando efeito linear crescente conforme se diminuiu a UA ha^{-1}.

3.4 | Desempenho animal

Foi observado efeito quadrático ($p<0,01$) para TLf, GMD e GPT por área (Tabela 6). Efeito linear crescente ($p<0,01$) foi encontrado para TLi e efeito linear decrescente ($p<0,01$) para GMD e GPT individuais nos pastos do capim-marandu com o aumento das UA ha^{-1}. Os ganhos passaram de 0,867 para 0,657 kg dia^{-1} nas TL de 0,8 para 3,2 UA ha^{-1}. O maior GPT individual (150,83 kg) foi no pasto com 0,8 UA ha^{-1} e diminuiu (114,25 kg) com 3,2 UA ha^{-1}.

3.5 | Estoque de Carbono no solo

Na tabela 7 estão apresentados os teores médios de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COp) e carbono orgânico associado aos minerais (COam), na camada 0-20 cm, em sistema com método de lotação contínua para bovinos. O COT (29,94 g kg^{-1}), COp (4,65 g kg^{-1}) e COam (25,29 g kg^{-1}) foram superiores em outubro de 2018 na vegetação nativa comparada aos demais piquetes com diferentes taxas de lotações, estes não diferiram entre si estatisticamente. Após o período experimental, em abril de 2019 os teores médios de COT, COp e COam da vegetação nativa foram de 30,03; 6,03 e 24,01 g kg^{-1}, respectivamente, sendo estes superiores aos demais tratamentos. Apenas para o teor médio de COam da lotação de 3,2 UA ha^{-1} (19,30 g kg^{-1}) foi inferior à vegetação nativa, no entanto, superiores aos demais tratamentos com TL diferentes. As demais variáveis os tratamentos submetidos à pastejo não obtiveram diferença entre si.

Os valores médios dos estoques de carbono orgânico total (Est. COT), carbono orgânico particulado (Est. COp), carbono orgânico associado aos minerais (Est. COam), e, índice de manejo de carbono (IMC) na camada 0-20 cm está apresentado na tabela 8. Todas as variáveis avaliada a vegetação nativa antes e depois do período experimental foram superiores na vegetação nativa comparada aos demais tratamentos. Os est. COT (34,93 e 34,10 t ha^{-1}) e o est. COam (30,29 e 29,74 t ha^{-1}) em outubro de 2018 de 3,2 e 2,4 UA ha^{-1} foram superiores aos tratamentos de 1,6 e 0,8 UA ha^{-1}. As áreas sob pastejo não diferiram entre sim no teor médio de est. COp. A TL com 1,6 UA ha^{-1} obteve teor médio inferior (53,19) de IMC comparado às demais áreas pastejadas. Em abril de 2019 o est. COp e IMC das áreas pastejadas não se diferiram entre si. No entanto o teor médio de COT das áreas com 0,8 UA ha^{-1} (25,95 t ha^{-1}) e 1,6 UA ha^{-1} (26,16 t ha^{-1}) e o teor médio do COam com 0,8 UA ha^{-1} (23,00 t ha^{-1}) foram inferiores aos demais tratamentos de áreas pastejadas.

4. | DISCUSSÃO

4.1.1 | Estrutura do dossel

Menores alturas de pasto observadas em altas taxas de lotações são em decorrência da maior quantidade de UA ha^{-1} que estão presentes na área consumindo a forragem. Euclides et al. (2008) trabalhando com capim-xaraés em diferentes alturas de desfolha observaram na maior lotação (4,58 UA ha^{-1}) a menor altura de 15 cm, as lotações de 3,6; 3,1 e 3,09 obtiveram alturas de 30, 45 e 60 cm, respectivamente. Para que consiga manter as alturas mais baixas, um maior número de animais deve ser adicionado aos piquetes, sendo a taxa de

lotação nas diferentes alturas estudadas, o reflexo direto do número de animais utilizados para manter as alturas de pastejo propostos (Barbosa et al., 2013).

As alturas de dossel obtidas com essas taxas de lotações podem ser em consequência da adubação nitrogenada recebida parcelada em 3 vezes no ano, pois quando se avalia a altura das plantas em resposta a uma adubação nitrogenada, o crescimento da planta pode ser explicado pelo provável acréscimo no número de células em processo de divisão, impulsionando a produção de novas células e proporcionando aumento na taxa de alongamento de folhas, o que pode favorecer para mudanças no tamanho da lâmina foliar (Fagundes et al., 2006).

O decréscimo na DPP à medida que se diminuiu a lotação animal é devido à área foliar ser controlada pela intensidade de pastejo (Matthew et al., 2001) e determinar a qualidade da radiação na base do dossel que pode ativar gemas axilares gerando novos perfilhos (Deregibus et al., 1983). Quando o perfilho passar por um período maior para ser colhido pelo animal à competição por luz aumenta continuamente durante o período de rebrotação sendo que a cada pastejo ocorre uma rápida modificação tanto na quantidade como na qualidade da luz que chega à base das plantas assim como na estrutura do dossel (Difante et al., 2011). A menor altura de pastejo, ou seja, taxas de lotação animal alta resultaram no decréscimo da DPP, pois, esta variável está associada à competição de luz incidente na base do dossel entre os perfilhos ($p=0,0001$) foi de 544, 240 e 137μMol m-2 s-1, para 15, 30 e 45 cm, respectivamente (Deregibus et al., 1983). Paula et al. (2012b) avaliou características estruturais do capim marandu em diferentes alturas de pastejo (15, 30 e 45 cm) e encontraram DPP de 973, 759 e 634 perfilhos/m^2, respectivamente, atribuindo esses resultados a competição de luz que chega à base do dossel. Outro fator impactante na DPP é a adubação nitrogenada, porque o uso de N usado como adubação nas pastagens estimula os pontos de crescimento da planta devido ao número de gemas axilares crescerem, isso faz com que a DPP seja aumentada pelo aparecimento de novilhos perfilhos (Jewiss, 1972).

O declínio de produção de MV e MST com o aumento de UA ha^{-1} são explicados pelo número de animais na área, quanto maior a UA, maior é o consumo, o que acaba reduzindo a quantidade de MV e MST e massa dos componentes produzida no dossel, além dos níveis de nutrientes disponíveis na área do experimento (Tabela 1) e as condições climáticas favoráveis à produção de forragem (Figura 1).

O nitrogênio é outro fator que aumenta a taxa de crescimento da gramínea e, consequentemente, a quantidade de forragem produzida por unidade de tempo (Santos et al., 2009). Esse nutriente também tem influência marcante no valor nutricional das mesmas, e

consequentemente, na taxa de lotação e ganho de peso por animal e por hectare, maximizando o desempenho animal (Vitor et al., 2009). Ítavo et al. (2007) verificaram disponibilidade de MST de 7730,21 kg ha^{-1} no tratamento com 2 animais ha^{-1} e de 8133,27 kg MS ha^{-1} no tratamento com 1 animal ha^{-1}, pastejando capim-marandu no período da seca. O que esta de acordo com presente trabalho, maior número de animais a MST é menor comparado a áreas com menor número de animais, que consequentemente, pelo subpastejo a produção de MST é maior.

A MSTF maiores nos pastos com UA ha^{-1} esta de acordo com Machado et al. (2008) que avaliaram o desempenho de animais alimentados com lâminas foliares em pastagens de capim-marandu e observaram uma variação de 5,1 a 2,3 UA ha^{-1} nas ofertas de lâminas foliares de 3 a 15% do peso vivo, dessa forma, pastagens tropicais pode se levar em consideração a oferta de folhas para se estimar a taxa de lotação e avaliar com exatidão o desempenho dos animais. As folhas nos pastos representam 80% da dieta e é considerada a parte da planta de melhor qualidade (Forbes and Hodgson, 1985).

A produção de MSC reduzida com os aumentos das taxas de lotação ocorre pelo grande número de animais consumindo a forragem, que acaba por ir colhendo os estratos, dando preferencias as folhas (topo) e posteriormente com a redução delas passando para os estratos mais baixos, no caso o do colmo. Consequentemente pelas condições climáticas, assim como a produção de MV, a produção de MSTC também foi prejudicada. Euclides et al. (2008) avaliando a produção de forragem e características da estrutura de dossel de cultivas de *Brachiaria brizantha* sob pastejo observaram no período das águas 877,80; 1116,14 e 1086,30 kg MS ha^{-1} de colmo das cultivares Marandu, Piatã e Xaraés, respectivamente. Na mesma ordem de cultivares no período seco do ano foi observado produções de colmo de 1009,40; 1037,88 e 1217,57 kg MS ha^{-1}. Os autores atribuem essa maior produção de colmo estar relacionado com a época de florescimento das cultivares, quando as forragens estão em estádio reprodutivos o aparecimento de folhas paralisa após aparecerem as inflorescências, por isso ocorreu maiores produções do Piatã nas águas, da cv. Xaraés na seca, e o Marandu não dependem de foto períodos para florescer, mas houve florescimento final da primavera. Difante et al. (2010) avaliaram o capim-tanzânia submetidos às duas intensidades de pastejo (25 e 50 cm de altura de resíduo) sob lotação rotativa, eles observaram que os pastos mais altos obtiveram maior produção de MSC (1087,56 kg MS ha^{-1}) do que o mais baixo obteve (732,98 kg de MS ha^{-1}). Os autores justificam que a maior participação de colmo em pastos mais altos, mesmo favorecendo o desempenho animal individual esse tipo de manejo se torna

uma estrutura de pasto difícil de controlar, e em longo prazo pode prejudicar o valor nutritivo da forragem, ou seja, limitar o consumo de forragem nos pastos com pouca RF: C.

Segundo Brâncio et al. (2003) os bovinos selecionam sua dieta, tendo em média preferencia em média de 92,4% por folhas verdes e de 6,7% por colmos verdes, o restante da dieta composta por inflorescência, folhas e colmos secos. A acessibilidade fácil pelo componente folha da planta e sua menor resistência ao cisalhamento o torna preferencia pelos animais (Nave et al., 2009) e pelo seu melhor valor nutritivo (Santos et al., 2008). Os animais evitam consumir folhas e colmos mortos devido serem componentes das plantas de difícil acesso para apreensão, por estarem localizados nos estratos mais inferiores (Palhano et al., 2005), além de serem de pior valor nutritivo (Santos et al., 2008).

Nantes et al. (2013) observando a oferta de massa de forragem e de folhas do capim-piatã sob diferentes alturas de pastejo encontraram valores de oferta de forragem de 7,9; 13,5 e 17,0 kg de forragem/100 kg de PV e oferta de folhas de 3,6; 4,9 e 7,2 kg de forragem/100 kg de PV nas alturas de 15, 30 e 45 cm com taxas de lotação de 3,8; 3,1 e 2,4 UA ha^{-1}, respectivamente, e atribuíram os resultados de menores ofertas nas maiores intensidades de pastejo devido a maior lotação animal.

4.2 | Composição química da massa de forragem

4.2.1 | Matéria seca e matéria orgânica (MS e MO)

Os teores menores de MSF e MSC de janeiro a nas maiores TL e os maiores teores de MOF nos dois períodos e de MOC e MOMM de janeiro a março são devido à colheita da pastagem serem maiores e existir maior renovação de perfilhos, assim, as folhas velhas em lotações menores e maiores alturas de pastos, possuem folhas maiores, que por sua vez possuem maior área para que a transpiração seja maior, perdendo mais água do que pastos mais baixos. Com relação ao colmo, altas lotações os pastos são muito pastejados e o tamanho do colmo ainda são pequenos e não conseguem se alongar, refletindo em maior conteúdo celular e menor parede celular, consequentemente, maiores teores de MO nesse tipo de manejo.

4.2.2 | Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA)

O aumento linear de FDN e FDA da folha e do colmo observado de janeiro a março estarem ligado a menores de taxa de lotação é devido ao alongamento do colmo para sustentação do perfilho que aumento a parede celular desse componente da planta e o da folha envelhecida. Paula et al. (2012a) relatam que as folhas e colmos que foram rejeitados no

pastejo animal envelhecem e perdem valor nutritivo, no colmo existe o aumento da parede celular. Agulhon et al. (2004) observaram teores médios de FDA de 46,19%, com o mesmo aumento devido à idade chegando ao período de agosto a 47,44%, ocorrido pelo aumento do conteúdo da parede celular, este se tornando um fator negativo, pois, de acordo com Costa et al. (2005), quanto maior o teor de FDA nas forragens, o resultado será de baixo consumo e uma digestibilidade inferior.

4.2.3 | Proteína Bruta (PB)

A quantidade de UA ha^{-1} influencia diretamente no teor de PB do pasto, devido a isso neste trabalho, onde os tratamentos tiveram maiores taxas de lotações (2,4 e 3,2 UA ha^{-1}) os teores de PB foram incrementados. Euclides et al. (2009) observaram teores de PB da folha do capim-marandu, piatã e xaraés de 8,2% no período de outubro a março antes do pastejo, e PB do colmo foi de 4,7; 4,6 e 4,2% nas cultivares marandu, piatã e xaraés, respectivamente no mesmo período, valores esses próximos aos encontrados neste trabalho. Teores médio de PB (11,19; 11,05; 13,41 e 13,71% no outono/inverno) e (8,36; 10,25; 8,60 e 7,94% na primavera/verão) dos capins xaraés, marandu, mombaça e tanzânia, respectivamente, foram observados por Alencar et al. (2010).

Paula et al. (2012a) observaram teores de PB do colmo de 5,0; 4,2 e 3,7% da maior intensidade de pastejo para a menor (15, 30 e 45 cm, respectivamente). Esse melhor valor nutritivo encontrado nas maiores intensidades de pastejo se deve a maior rebrotação que ocorre da planta submetida a essas condições (Cano et al., 2004).

4.2.4 | Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

A DIVMS da folha e do colmo esta relacionado com os mesmo fatores que afetaram o conteúdo de FDN e com os teores de FDA (Tabela 6), pois o conteúdo de parede celular do perfilho reflete em diferenças no aproveitamento da forragem. Flores et al. (2008) observaram que o menor valor nutritivo do pasto mantido mais alto, é em consequências do número elevado de folhas velhas no dossel, uma vez que as folhas não consumidas pelos animais envelhecem.

Em pesquisa com capim-xaraés, marandu, mombaça e tanzânia em diferentes épocas do ano observaram DIVMS de 60,81; 52,36; 60,49 e 61,43% no outono/inverno e valores médios de 48,79; 50,23; 43,31 e 47,68% na primavera/verão. O motivo desses resultados de menor digestibilidade no verão ocorreu pelas altas temperaturas nessa estação resultam em rápido crescimento e desenvolvimento da folha e aumento do teor dos componentes da parede

celular e, como consequência, também a participação desse componente na matéria seca total da planta (Alencar et al., 2010).

4.3 | Composição química da simulação de pastejo (SP)

4.3.1 | Matéria seca e matéria orgânica (MS e MO)

Pastos com menos UA ha^{-1} resultam em alturas maiores de dosséis, assim, possuem folhas maiores, onde a transpiração é maior e consequentemente, a perda de agua é maior, o que resultou em maiores teores de MS nessas condições. Teores de MO voltando a serem maiores em taxas de lotações maiores podem ser por dois fatores, um pela maior renovação de tecidos que ocorre nessas áreas, promovendo maior valor nutritivo dessas forragens e segundo por estarem muito mais próximos do solo, podendo haver contaminação do componente da planta pelo solo, proporcionando maior concentração de material orgânico na SP do capim-marandu.

4.3.2 | Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA)

Os teores de FDN serem diminuídos conforme diminui a taxa de lotação nos pastos de janeiro a março esta de acordo com Santos et al. (2011) que observaram teores de FDN da SP de capim-braquiária durante período de pastejo (1; 31; 57 e 88 dias) de 66,81; 72,71; 67,73 e 73,72%. Os menores teores encontrados em menores intensidades de pastejo (1; 31 e 57 dias) esta relacionado com a maior quantidade de folhas vivas, menores teores de colmo vivo e de tecidos mortos na amostra de SP (Santos et al., 2011), o que torna as folhas o componente morfológico do pasto de melhor valor nutritivo, e os demais apresentam características qualitativas limitantes (Santos et al., 2008). Quando existe a necessidade de crescimento da planta, as estruturas da parede celular são incrementadas, pois as células aumentam de tamanho, a espessura da parede celular vai aumentando com a maturação do perfilhos, preparando assim as estruturas de sustentação para aguentar o peso dos componentes morfológicos e favorecer o arranjo espacial das plantas (Brett and Waldron, 1996).

4.3.3 | Proteína Bruta (PB)

A diferença significativa do teor de PB da SP de janeiro a março observados em pastos com diferentes taxas de lotação indica que quando a UA ha^{-1} são maiores o resultado é a maior renovação de tecidos em pastos mais baixo, resultados de senescência e aparecimento de perfilhos que ocorrem sob lotação contínua, assim, tecidos mais jovens possuem maiores teores de PB. As folhas maiores em dosséis mais altos podem gerar maior diluição do N

captado pela planta em quantidades maiores de tecidos. Moreira et al. (2011) encontraram teores de 8,33 e 8,28% de PB na *Brachiaria decumbens* sem adubação no primeiro ano e com adubação de 150 kg de N, observaram teores de 11,43 e 10,96% de PB. Bittencourt and Veiga (2001) no verão encontraram valores de 4,8% de PB e no inverno de 5,3%, valores abaixo dos observados no presente trabalho, devido ao ano ter tido menor precipitação (Figura 1).

Os teores de PB da SP ficaram abaixo ou próximo do valor limite crítico para o adequado funcionamento do rúmen, que seria na faixa de 6 a 7 % de PB para forrageiras tropicais (Minson, 1990), podendo resultar em efeitos prejudiciais ao desempenho dos animais.

4.3.4 | Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

Altas taxas de lotação proporcionaram menores DIVMS da simulação de pastejo, o que não esta de acordo, pois esses seriam perfilhos mais novos e com menores teores de FDN e de FDA (Tabela 5), neste caso os teores de FDN e de FDA foram maiores nos pastos em que as lotações foram maiores. Moreira et al. (2011) no primeiro ano de pastejo de *Brachiaria decumbens* DIVMS de 81,49 sem adubação e 73,10% com 153,9 kg de N ha^{-1}, no segundo ano não houve diferença com ou sem adubação, tendo teor médio de DIVMS de 70,88%. Relacionado ao ano, as médias maiores no primeiro ano são as condições climáticas melhores (Figura 1).

4.4 | Desempenho animal

O GMD individual e por área obteve efeito significativo, demonstrando que o animal possui maior seleção de forragem de qualidade disponível uma vez que a lotação é pequena. As duas linhas de GMD individual e por área se cruzam (Figura 2) entre 2,4 e 3,2 UA ha^{-1}, havendo a partir daí maior ganho por área e diminuição do ganho individual. Como relatado por Reis et al. (2009), fazer o uso de suplementos concentrados em sistema de pastejo pode propiciar acréscimos na taxa de lotação, permitindo elevar a produtividade do sistema de produção, além de reduzir a idade de abate dos animais, possibilitar maior capacidade de suporte e menor degradação do pasto. O que pode ser confirmado por Vaz et al. (2010) que concluem que avaliando fatores relacionados ao rendimento de carcaça de novilhos ou novilhas super jovens, terminados em pastagem cultivada, observaram que os novilhos são mais pesados, resultando um maior impulso de crescimento e uma melhor resposta animal com suplementação em pastagem cultivada comparado as fêmeas. Segundo Hammell and Laforest (2000) os machos consomem mais rápido o alimento e apresentam maior conversão

alimentar, o que determina no fim, diferenças nos ganhos de peso 20% superiores, em média. Outra possível explicação dos altos ganhos obtidos no presente trabalho esta relacionada à adubação de N. Segundo Silva et al. (2015), o principal efeito do nitrogênio aplicado em pastagens consiste no aumento da produtividade de forragem, que deve refletir em aumento na taxa de lotação, sem alterar a pressão de pastejo.

Euclides et al. (2009) observaram taxas de lotações de 2,7 e 1,3 UA ha^{-1} do capim-marandu, do capim-piatã foram de 2,9 e 1,2 UA ha^{-1} e do capim xaraés de 3,8 e 1,4 UA ha^{-1} no período das águas e seca, respectivamente. Os ganhos médios diários dos novilhos nessas cultivares foram de 740 e 315g no capim-marandu, de 770 e 385g no capim-piatã, de 675 e 285g no capim-xaraés, nos períodos de águas e seca, respectivamente. Esses resultados foram em consequência da facilidade de seleção e preensão das folhas pelos animais em pastejo, e foi influenciada pelo colmo, durante o período das águas; e pelo material morto, durante o período seco, o que resultou em menor ingestão de forragem pelo animal e, consequentemente, menor ganho médio diário.

Nantes et al. (2013) verificou o ganho por área de novilhos de 12 meses com peso médio de 220 kg pastejando capim-piatã submetidos a três alturas de pastejo (15,30 e 45 cm) no período das águas obtiveram ganhos médios de 1.050; 910 e 635kg de PV ha^{-1} com taxas de lotações de 3,8; 3,1 e 2,4 UA ha^{-1}, respectivamente. O menor desempenho encontrado no presente trabalho não pode ser atribuído ao valor nutritivo, uma vez que os teores médios de PB e DIVMO registrados foram superiores (10,7 e 61,1%), dessa forma, eles atribuem os resultados as variações ocorridas na estrutura do dossel.

4.5 | Estoque de Carbono no solo

Os estoques de COT, COp e COam após a o período experimental nas áreas submetidas à pastejo todas diminuíram, enquanto que área de vegetação nativa houve aumento nos estoque de C avaliados. Quando existe a interferência do homem nos ecossistemas nativos, existe uma quebra no equilíbrio dinâmico e, comumente, as entradas de C são diminuídas, refletindo na redução da quantidade e modificação da qualidade da MOS (Cerri et al., 2008). Assim, havendo eliminação da vegetação nativa e substituída por outra cobertura superficial produzem efeitos negativos no ciclo de C, por intermédio da perda de capacidade fotossintética na vegetação nativa e a liberação simultânea de elevadas quantidades de C acumuladas nos ecossistemas nativos ao longo do tempo (Costa et al., 2009).

A atividade microbiana é alterada, devido à distribuição do material orgânico lábio é alterado em áreas que ocorre pastejo ou não, no entanto, em áreas em que a vegetação é nativa, os resíduos vegetais são mais bem distribuídos e menos decompostos pelos microrganismos, isso comparado a áreas em que os animais estão pastejando, o que resulta em favorecimento de acúmulo de C no solo (Souza et al., 2009). Diante disso, os estoques de carbono da vegetação nativa são maiores comparadas às áreas de pastejo, no entanto, a redução do estoque de C nas áreas pastejadas não foram muito expressivas de outubro a abril. Para Roscoe et al. (2006) as pastagens que foram implantadas em locais de vegetação nativa na região do Cerrado promovem a manutenção dos estoques de MOS, e aquelas submetidas a boas práticas de manejo, às vezes, permitem maior estocagem de C no solo do que sob a vegetação original.

O IMC esta intimamente ligada à contribuição de resíduos vegetais no sistema (Gazolla et al., 2015), o que pode ter contribuído para maiores IMC da vegetação nativa em relação às áreas pastejadas, identificando a ação de intervenção animal nessas áreas.

5 | CONCLUSÃO

A produção em quantidade e qualidade do capim-marandu manejado sob lotação contínua de 2,4 a 3,2 UA ha^{-1} na estação chuvosa refletiu em melhor desempenho animal tanto individual quanto por área sem prejudicar a planta com adubação nitrogenada de 150 kg de N ha^{-1} ano^{-1}, além de ser um manejo de pastagem que indicaram maior contribuição na diminuição do efeito estufa devido aos estoques de carbono do solo.

Utilizar a taxa de lotação entre 2,4 e 3,2 UA ha^{-1} sob lotação contínua proporcionou ganhos individuais acima de 0,650 kg e próximos de 5 kg de ganho de peso por área, demonstrando ai o equilíbrio entre ganho de peso individual e por área no período das águas recebendo suplemento proteico energético e adubação de manutenção de 150 kg de N ha^{-1} ano^{-1}.

REFERÊNCIAS

AGULHON, R. A.; JOBIM, C. C.; BRANCO, A. F.; DIAS, F. J. Valor nutritivo da massa de forragem ofertada em uma pastagem de capim-Marandu (*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Webster var Marandu) sob pastejo no inverno. **Acta Scientiarium. Animal Sciences**, v. 26, n. 2, p. 265-272, 2004.

ALENCAR, C. A. B.; OLIVEIRA, R. A.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; CUNHA, F. F.; FIGUEIREDO, J. L. A.; CECON, P. R.; LEAL, B. G. Valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais irrigadas em diferentes épocas do ano. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 1, p. 20-27, 2010.

BARBOSA, F. A.; GRAÇA, D. S.; GUIMARÃES, P. H. S.; SILVA JÚNIOR, F. V. Análise econômica da suplementação protéico-energética de novilhos durante o período de transição entre água-seca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 4, p. 911-916, 2008.

BARBOSA, J. C. and MALDONADO JÚNIOR, W. **Software AgroEstat**: Sistema de análises estatísticas de ensaios agronômicos. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, Brasil, 2009.

BARBOSA, M. A. A. F.; CASTRO, L. M.; BARBERO, R. P.; BRITO, V. C.; MIORIN, R. L.; SILVA, L. D. F.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y. Desempenho de bovinos de corte em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés manejados em diferentes alturas de pastejo. **Semina**: Ciências Agrárias, v. 34, n. 6, p. 4133-4144, 2013.

BITTENCOURT, P. C. S. and VEIGA, J. B. Avaliação das pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em propriedades leiteiras de Uruará, região da Transamazônica, **Pastures Tropicales**, v. 23, n. 2, p. 2-9, 2001.

BLAIR, G. J.; LEFROY, R. D. B.; LISLE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 46, n. 7, p. 1459-1460, 1995.

BRÂNCIO, P. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; FONSECA, D. M.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; BARBOSA, R. A. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: composição da dieta, consumo de matéria seca e ganho de peso animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1037-1044, 2003.

BRETT, C. and WALDRON, K. **Physiology and Biochemistry of Plant Cell Walls**. 2 ed. London: Chapman & Hall, 1996. p. 76-111.

CANO, C. C. P.; CECATO, U.; CANTO, M. W.; RODRIGUES, A. B.; JOBIM, C. C.; RODRIGUES, A. M.; GALBEIRO, S.; NASCIMENTO, W. G. Produção de forragem do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia^{-1}) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1949-1958, 2004.

CARVALHO, P. C. F.; PRACHE, S.; DAMASCENO, J. C. O processo do pastejo: desafios da procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.253-268.

CERRI, C. E. P.; FEIGL, B.; CERRI, C. C. Dinâmica da matéria orgânica do solo na Amazônia. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. rev. atual. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 325-358.

COSTA, K. A. P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I. P.; PETTERSEN, D.; SILVA, D. C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 187-193, 2005.

COSTA, O. V.; CANTARUTTI, R. B.; FONTES, L. E. F.; COSTA, L. M.; NACIF, P. G. S.; FARIA, J. C. Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de Tabuleiro Costeiro no sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1137-1145, 2009.

DA SILVA, S. C. Fundamentos para manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais**... Viçosa: UFV, 2004. p.347-385.

DEREGIBUS, V. A.; SANCHEZ, R. A.; CASAL, J. J. Effects of light quality on tiller production in *Lolium* spp. **Plant Physiology**, v. 72, n. 3, p. 900-902, 1983.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. (2012). (Ed.). **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema.

DIFANTE, G. S.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA, S. C.; TORRES JUNIOR, R. A. A.; SARMENTO, D.O. L. Ingestive behaviour, herbage intake and grazing efficiency of beef cattle steers on tanzânia guineagrass subjected to rotational stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1001-1008, 2009.

DIFANTE, G. S.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA, S. C.; BARBOSA, R. A.; TORRES JÚNIOR, R. A. A. Desempenho e conversão alimentar de novilhos de corte em capim-tanzânia submetido a duas intensidades de pastejo sob lotação rotativa1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 33-41, 2010.

DIFANTE, G. S.; NASCIMENTO JUNIOR, DOMICIO DO; 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.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B.; BARBOSA, R. A.; GONÇALVES, W. V. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 43, v. 12, p. 1805-1812, (2008).

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A.; CACERE, E. R. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 1, p. 98-106, 2009.

EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; MACEDO, M. C. M.; ARAÚJO, A. R.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A. Grazing intensity affects forage accumulation and persistence of Marandu palisadegrass in the Brazilian savannah. **Grass and Forage Science**, v. 74, n. 3. P. 450-462, 2019.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MISTURA, C.; MORAIS, R. V.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; DOMICIO, N. J.; CASAGRANDE, D. R.; COSTA, L. T. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 21-29, 2006.

FLORES, R. S.; EUCLIDES, V. P. B.; ABRAO, M. P. C.; GALBEIRO, S.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1355-1365, 2008.

FORBES, T. D. A. and HODGSON, J. Comparative studies of the influence of sward conditions on the ingestive behaviour of cows and sheep. **Grass and Forage Science**, v. 40, p. 69-77, 1985.

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

GAZOLLA, P. R.; FERNANDES GUARESCHI, R.; PERIN, A.; GERVASIO PEREIRA, M.; QUEIROZ ROSSI, C. Frações da matéria orgânica do solo sob pastagem, sistema plantio direto e integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 693-704, 2015.

HAMMELL, K. L. and LAFOREST, J. P. Evaluation of the growth performance and carcass characteristics of lambs produced in Quebec. **Canadia Journal of Animal Science**, n. 80, p. 25-33, 2000.

HODGSON, J. **Grazing management**: science into practice. Hong Kong: Longman Scientific & Technical, 1990. 203 p.

ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C. B. F.; DIAS, A. M.; NOVAIS, M. F. S. M.; SILVA, F. F.; MATEUS, R. G.; SCHIO, A. R. Desempenho produtivo e avaliação econômica de novilhos suplementados no período seco em pastagens diferidas, sob duas taxas de lotação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, n. 3, p. 229-238, 2007.

ÍTAVO, L. C. V.; SOARES, C. M.; ÍTAVO, C. C. B. F.; DIAS, A. M.; PETIT, H. V.; LEAL, E. S.; SOUZA, A. D. V. Calorimetry, chemical composition and *in vitro* digestibility of oilseeds. **Food Chemistry**, v. 185, p. 219-225, 2015.

JEWISS, O. R. **Morphological and physiological aspects of the growth of grasses during the vegetative phase**. In: The growth of cereal and grasses, 12, London, 1972. Proceeding of the twelfth Easter School in Agricultural Science. London: MILTHORPE F. L.; IVINS J. D., 1972. p. 39-56, 1972.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.

MACHADO, L. A. Z.; FABRÍCIO, A. C.; GOMES, A.; ASSIS, P. G. G.; LEMPP, B.; MARASCHIN, G. E. Desempenho de animais alimentados com lâminas foliares, em pastagem de capim-marandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 11, p. 1609-1616, 2008.

MATTHEW, C.; VAN LOO, E. N.; THOM, E. R.; DAWSON, L. A. **Understanding shoot and root development**. In: GOMIDE, J. A. (Ed.). Proceedings of the XIX International Grassland Congress. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 19-27.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990, 483p.

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. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 4, p. 914-921, 2011.

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

NAVE, R. L. G. PEDREIRA, C. G. S.; LIMA, C. G. Canonical correlations among chemical, physical and morphological characteristics of Xaraés palisadegrass under rotational grazing. **Science Agricola**, 2009, v. 66, n. 2, p. 270-275.

PALHANO, A. L.; CARVALHO, P. C. F.; DITTRICH, J. R.; MORAES, A.; BARRETO, M. Z.; DOS SANTOS, M. C. F. Estrutura da pastagem e padrões de desfolhação em capim-mombaça em diferentes alturas do dossel forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1860-1870, 2005.

PAULA, C. C. L.; EUCLIDES, V. P. B.; LEMPP, B.; BARBOSA, R. A.; MONTAGNER, D. B.; CARLOTO, M. N. Acúmulo de forragem, características morfogênicas e estruturais do capim-marandu sob alturas de pastejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 11, p. 2059-2065, 2012b.

PAULA, C. C. L.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G. S.; CARLOTO, M. N. Estrutura do dossel, consumo e desempenho animal em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 1, p. 169-176, 2012a.

PREMAZZI, L. M.; MONTEIRO, F. A.; CORRENTE, J. E. Perlhamento em Capim bermuda cv. Tifton 85 em resposta a doses e ao momento de aplicação do nitrogênio após o corte. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 565-571, 2003.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; CASAGRANDE, D. R.; PASCOA, A. G. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 147-159, 2009.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; OLIVEIRA, A. A.; AZENHA, M. V.; CASAGRANDE, D. R. Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 642-655, 2012.

ROSCOE, R.; BODDEY, R. M.; SALTON, J. C. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. (Org.). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas**: modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p. 17-41.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M.; MONNERAT, J. P. I. S.; SILVA, S. P. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 650-656, 2009.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; EUCLIDES, V. P. B.; RIBEIRO JUNIOR, J. L.; BALBINO, E. M.; CASAGRANDE, D. Valor nutritivo da forragem e de seus componentes morfológicos em pastagens de *Brachiaria decumbens* diferida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 65, n. 4, p. 303-311, 2008.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; MAGALHÃES, M. A.; SILVA, S. P.; CASAGRANDE, D. R.; BALBINO, É. M.; GOMES, V. M. Estrutura e valor nutritivo do pasto diferido de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk durante o período de pastejo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**. v. 1, n. 1, p. 117-128, 2011.

SILVA, A. A. S.; FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R.; SOUSA, B. M. L.; GOMES, V. M.; CANTARUTTI, R. B. Initial height and nitrogen fertilization on deferred Signalgrass. **Bioscience Journal** (Online), v. 31, p. 1671-1681, 2015.

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, p. 1829-1836, 2009.

TRINDADE, J. K.; DA SILVA, S. C.; SOUZA JÚNIOR, S. J.; GIACOMINI, A. A.; ZEFERINO, C. V.; GUARDA, V. D.; CARVALHO, P. C. F. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 883-890, 2007.

VAZ, F. N.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M. Z.; PASCOAL, L. L.; FATURI, C.; JONER, G. Fatores relacionados ao rendimento da carcaça de novilhos ou novilhas superjovens, terminados em pastagem cultivada. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 1, p. 53-61, 2010.

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 435-442, 2009.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.

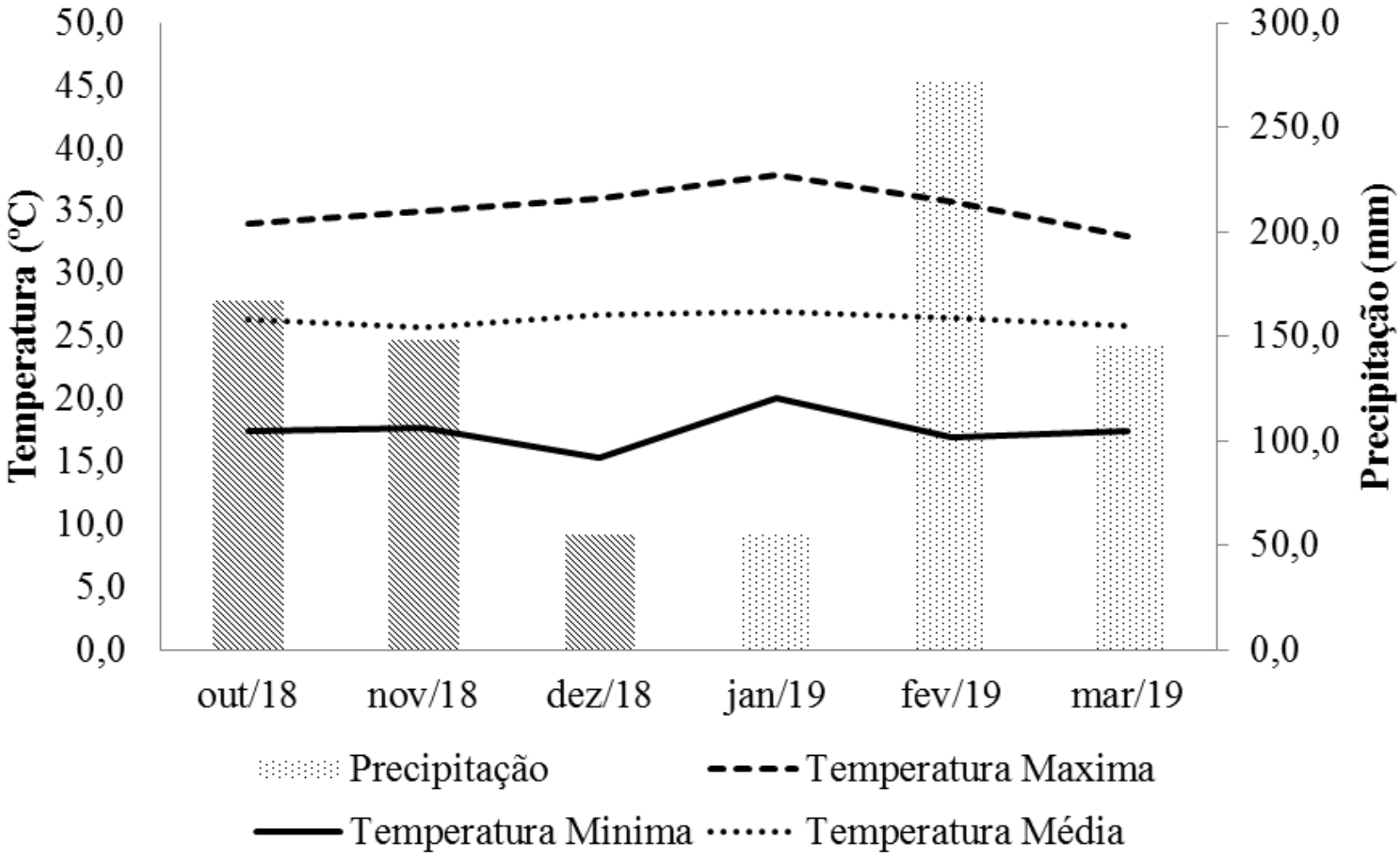


Figura 1. Temperaturas média, mínima e máxima e precipitação mensal durante o período experimental.

Tabela 1. Textura e teores de nutrientes do solo da área experimental da camada de 0-20 cm (setor bovinocultura de leite) da Fazenda Escola da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia UFMS antes do experimento (Setembro 2018) e final do experimento (Abril 2019).

Atributos	Taxa de lotação (UA ha^{-1})									
	0,8	1,6	2,4	3,2	Reserva	0,8	1,6	2,4	3,2	Reserva
	Antes do experimento					Final do experimento				
pH	6,0	5,7	6,0	5,5	5,6	6,2	6,2	6,2	6,1	5,6
V (%)	56,8	49,8	55,0	45,8	36,4	64,5	60,2	63,4	58,7	41,0
T ($cmol_c/dm^3$)	11,3	10,5	12,0	9,5	14,3	12,3	12,2	12,6	11,3	14,8
Argila (%)	63,0	66,0	65,0	66,0	53,0	66,5	66,5	68,0	66,5	54,5
MO (g/kg)	39,0	36,0	39,0	23,0	48,0	38,1	39,1	41,7	36,9	58,1
	Macronutrientes									
P (mg/dm^3)	2,3	1,6	5,5	6,7	1,5	2,3	1,6	5,5	6,7	1,5
K ($cmol_c/dm^3$)	0,22	0,11	0,2	0,17	0,39	0,29	0,13	0,22	0,19	0,37
Ca ($cmol_c/dm^3$)	5,5	5,0	5,8	5,0	4,5	5,5	5,0	5,8	5,0	4,8
Mg ($cmol_c/dm^3$)	2,8	2,8	3,2	2,7	2,5	2,8	2,8	3,2	2,7	2,5
Al ($cmol_c/dm^3$)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H + Al ($cmol_c/dm^3$)	4,6	4,6	4,6	4,6	8,7	4,6	4,6	4,6	4,6	8,7

Analise Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal – IAGRO. pH: potencial hidrogeniônico (em água 1:2,5); V: % saturação de bases (100 S T-1); T: capacidade de troca catiônica (CTC a pH 7,0 [S+(H+Al)]; MO: matéria orgânica; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; Al: alumínio; H: hidrogênio.

2418

Tabela 2. Estrutura do pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhos sob lotação contínua no Bioma Cerrado.

Variáveis	Taxa de lotação (UA ha^{-1})				EPM	p-value	
	0,8	1,6	2,4	3,2		Linear	Quadrático
Período Outubro a Dezembro							
Altura (cm)	45,04	40,95	35,78	36,90	0,76	<0,01	0,0504
Densidade populacional de perfilhos (perfilhos m^2)	369	389	510	514	19,18	<0,01	0,3140
Massa Verde (kg ha^{-1})	8602,50	7776,04	6538,79	7685,00	190,77	0,0118	<0,01
Massa Seca Total (kg MS ha^{-1})	3172,79	2893,78	2739,79	3180,51	90,00	0,8675	0,0422
Massa seca total de folha (kg MS ha^{-1})	1369,46	1206,32	864,68	965,96	42,50	<0,01	0,0763
Massa seca total do colmo (kg MS ha^{-1})	998,24	916,94	702,66	954,07	48,75	0,4117	0,0802
Massa seca total do material morto (kg MS ha^{-1})	721,64	607,40	827,62	952,94	41,95	0,0113	0,1333
Relação Folha: colmo	2,00	1,64	1,49	1,15	0,13	0,0162	0,9644
Período de Janeiro a Março							
Altura (cm)	47,40	30,87	21,24	21,87	1,31	<0,01	<0,01
Densidade populacional de perfilhos (perfilhos m^2)	358	463	588	622	18,26	<0,01	0,3076
Massa Verde (kg ha^{-1})	13078,96	9156,25	7686,25	6279,17	350,68	<0,01	<0,01
Massa Seca Total (kg MS ha^{-1})	5807,05	4305,59	3376,53	3111,51	151,87	<0,01	<0,01
Massa seca total de folha (kg MS ha^{-1})	1450,62	805,81	797,93	512,75	43,88	<0,01	<0,01
Massa seca total do colmo (kg MS ha^{-1})	2261,85	1365,52	835,32	765,94	82,22	<0,01	<0,01
Massa seca total do material morto (kg MS ha^{-1})	2238,48	1756,66	1137,22	1395,93	75,70	<0,01	<0,01
Relação Folha: colmo	0,66	0,57	0,95	0,76	0,03	<0,01	0,2250

Efeito significativo pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

2422

Tabela 3. Composição química do pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhos sob lotação contínua no Bioma Cerrado.

Variáveis	Taxa de lotação (UA ha^{-1})				EPM	p-value	
	0,8	1,6	2,4	3,2		Linear	Quadrático
Período Outubro a Dezembro							
Matéria seca da folha (%)	32,28	31,86	30,79	31,43	0,48	0,3919	0,5790
Matéria seca do colmo (%)	29,14	28,71	28,12	28,64	0,36	0,5107	0,4998
Matéria seca do material morto (%)	58,81	63,02	65,73	64,20	0,61	<0,01	<0,01
Matéria orgânica da folha (%)	92,19	92,14	90,95	91,44	0,09	<0,01	0,0498
Matéria orgânica do colmo (%)	93,35	93,04	92,81	93,79	0,12	0,2849	<0,01
Matéria orgânica do material morto (%)	93,40	92,98	93,83	93,27	0,17	0,7661	0,8271
Período de Janeiro a Março							
Matéria seca da folha (%)	35,77	31,90	24,95	27,32	0,59	<0,01	<0,01
Matéria seca do colmo (%)	33,34	30,25	26,25	28,35	0,41	<0,01	<0,01
Matéria seca do material morto (%)	66,83	65,87	64,19	63,55	0,58	0,0228	0,8907
Matéria orgânica da folha (%)	91,43	90,91	90,35	89,79	0,12	<0,01	0,9095
Matéria orgânica do colmo (%)	93,93	93,15	91,98	93,24	0,15	<0,01	<0,01
Matéria orgânica do material morto (%)	92,29	92,78	92,49	93,09	0,08	<0,01	0,7023

2423 Efeito significativo pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

2424

Tabela 4. Teores médios de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente acido (FDA), proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da massa seca da folha e do colmo do pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhos sob lotação contínua no Bioma Cerrado.

Variáveis	Taxa de lotação (UA ha^{-1})				EPM	p-value	
	0,8	1,6	2,4	3,2		Linear	Quadrático
Período Outubro a Dezembro							
FDN folha (%)	69,48	69,94	69,19	69,84	0,45	0,9384	0,9206
FDN colmo (%)	78,18	77,39	77,59	77,04	0,45	0,4294	0,8996
FDA folha (%)	42,97	43,72	42,93	43,73	0,53	0,7525	0,9748
FDA colmo (%)	55,27	54,36	54,69	53,86	0,80	0,5871	0,9748
PB folha (%)	5,10	5,90	7,71	7,81	0,26	<0,01	0,4316
PB colmo (%)	2,70	2,93	3,45	3,44	0,11	<0,01	0,5450
DIVMS folha (%)	67,02	65,85	66,30	66,27	0,69	0,7700	0,6811
DIVMS colmo (%)	42,82	44,31	41,25	43,97	19,18	0,4916	0,5399
Período de Janeiro a Março							
FDN folha (%)	72,49	72,27	69,43	69,44	0,44	<0,01	0,8851
FDN colmo (%)	83,47	82,60	78,41	79,11	0,48	<0,01	0,3509
FDA folha (%)	42,97	41,79	42,56	41,87	0,58	0,6247	0,8343
FDA colmo (%)	63,43	58,91	56,75	53,92	0,69	<0,01	0,4697
PB folha (%)	5,28	7,55	10,84	11,99	0,34	<0,01	0,1447
PB colmo (%)	1,99	2,43	4,83	4,48	0,16	<0,01	0,0502
DIVMS folha (%)	66,25	67,46	68,41	72,60	0,75	<0,01	0,2946
DIVMS colmo (%)	46,58	46,22	48,33	47,76	14,82	0,6266	0,6578

FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; PB: proteína bruta; DIVMS: digestibilidade in vivo da matéria seca. Efeito significativo pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

Tabela 5. Matéria seca e matéria orgânica da simulação de pastejo do pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhos sob lotação contínua no Bioma Cerrado.

Variáveis	Taxa de lotação (UA ha^{-1})				EPM	p-value	
	0,8	1,6	2,4	3,2		Linear	Quadrático
Período Outubro a Dezembro							
Matéria seca (%)	34,17	34,33	36,09	38,69	0,45	<0,01	0,1986
Matéria orgânica (%)	93,20	92,29	91,51	91,95	0,10	<0,01	<0,01
FDN (%)	69,06	70,03	69,76	71,04	0,31	0,0935	0,9748
FDA (%)	38,83	40,61	41,50	43,80	0,46	<0,01	0,7919
PB (%)	5,66	5,73	6,67	6,06	0,12	0,0607	0,1761
DIVMS (%)	61,50	61,35	66,01	59,62	0,65	0,8747	0,0295
Período de Janeiro a Março							
Matéria seca (%)	33,60	35,89	35,99	41,09	0,53	<0,01	0,1206
Matéria orgânica (%)	92,14	91,57	92,18	92,76	0,09	<0,01	<0,01
FDN (%)	71,64	74,48	74,00	78,29	0,40	<0,01	0,2567
FDA (%)	42,89	47,08	47,76	54,52	0,61	<0,01	0,1369
PB (%)	5,00	5,05	6,53	5,45	0,13	<0,01	0,0120
DIVMS (%)	59,41	56,19	56,20	51,57	0,61	<0,01	0,5102

FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; PB: proteína bruta; DIVMS: digestibilidade in vivo da matéria seca. Efeito significativo pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

Tabela 6. Desempenho de novilhos em pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação animal sob lotação contínua no Bioma Cerrado.

Variáveis	Taxa de lotação (UA ha^{-1})				EPM	p-value	
	0,8	1,6	2,4	3,2		Linear	Quadrático
TLi (UA ha^{-1})	0,8	1,7	2,7	3,6	0,11	<0,01	0,4087
TLf (UA ha^{-1})	1,4	2,8	4,4	5,5	0,16	<0,01	<0,01
GMD individual (kg dia-1)	0,867	0,786	0,779	0,657	0,01	<0,01	0,1825
GMD por área (kg ha^{-1} dia^{-1})	1,630	2,960	4,410	4,950	0,14	<0,01	<0,01
GPT individual (kg)	150,83	136,75	135,61	114,25	1,67	<0,01	0,1839
GPT área (kg ha^{-1})	284,59	516,03	753,87	862,26	24,10	<0,01	<0,01

TLi: taxa de lotação inicial; TLf: taxa de lotação final; GMD: ganho de peso vivo médio; GPT: ganho de peso vivo total. Efeito significativo pelo teste de Tukey ($p \leq 0,01$).

Tabela 7. Valores médios dos teores de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COp) e carbono orgânico associado aos minerais (COam), na camada 0-20 cm em pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhos sob lotação contínua no Bioma Cerrado.

Variáveis	Taxa de lotação (UA ha^{-1})				Vegetação nativa	Teste F	Média	CV (%)
	0,8	1,6	2,4	3,2				
				Outubro 2018				
COT (g kg^{-1})	21,59 b	20,04 b	20,99 b	21,59 b	29,94 a	27,50**	22,83	8,24
COp (g kg^{-1})	3,24 b	2,55 b	2,69 b	2,87 b	4,65 a	15,03**	3,20	16,83
COam (g kg^{-1})	18,35 b	17,50 b	18,30 b	18,72 b	25,29 a	12,62**	19,63	11,22
				Abril 2019				
COT (g kg^{-1})	20,02 b	18,24 b	19,20 b	21,12 b	30,03 a	51,03**	21,72	7,52
COp (g kg^{-1})	2,28 b	1,67 b	2,06 b	1,82 b	6,03 a	62,68**	2,77	20,49
COam (g kg^{-1})	17,74 c	16,57 c	17,14 c	19,30 b	24,01 a	27,90**	18,95	7,35

Pelo teste F, ** significativo ($p \leq 0,01$). Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

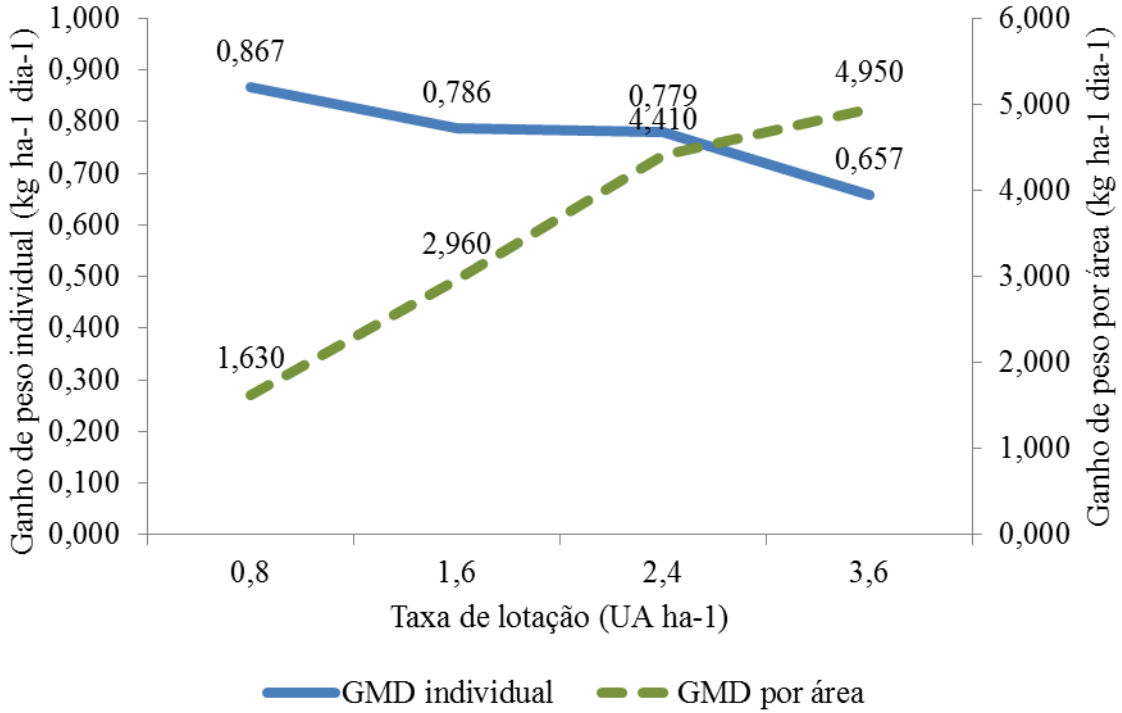
2439

Tabela 8. Valores médios dos estoques de carbono orgânico total (Est. COT), carbono orgânico particulado (Est. COp), carbono orgânico associado aos minerais (Est. COam), e, índice de manejo de carbono (IMC), na camada 0-20 cm em pasto de capim-marandu com diferentes taxas de lotação de novilhos sob lotação contínua no Bioma Cerrado.

Variáveis	Taxa de lotação (UA ha^{-1})				Vegetação nativa	Teste F	Média	CV (%)
	0,8	1,6	2,4	3,2				
				Outubro 2018				
Est. COT (t ha^{-1})	27,99 c	28,74 c	34,10 b	34,93 b	43,04 a	28,04**	33,76	8,28
Est. COp (t ha^{-1})	4,20 b	3,65 b	4,37 b	4,64 b	6,68 a	13,30**	4,71	16,57
Est. COam (t ha^{-1})	23,79 c	25,09 c	29,74 b	30,29 b	36,36 a	13,94**	29,05	11,22
IMC	62,70 b	53,19 c	63,57 b	67,87 b	100,00 a	25,74**	69,47	12,43
				Abril 2019				
Est. COT (t ha^{-1})	25,95 d	26,16 d	31,20 c	34,17 b	43,18 a	51,21**	32,13	7,55
Est. COp (t ha^{-1})	2,96 b	2,39 b	3,34 b	2,95 b	8,66 a	51,27**	4,06	21,85
Est. COam (t ha^{-1})	23,00 d	23,76 b	27,85 c	31,22 b	34,51 a	33,45**	28,07	7,38
IMC	30,80 b	24,56 b	35,33 b	29,88 b	100,00 a	58,58**	44,11	22,84

Pelo teste F, ** significativo ($p \leq 0,01$). Médias seguidas pela mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

2440



2441

2442 **Figura 2**. Relação entre lotação animal (X), ganho de peso individual (Y) e ganho de peso por área (Z).

Normas para os autores Revista Grass and Forage Science

Author Guidelines

1. SUBMISSION

Authors should kindly note that submission implies that the content has not been published or submitted for publication elsewhere except as a brief abstract in the proceedings of a scientific meeting or symposium.

Once the submission materials have been prepared in accordance with the Author Guidelines, manuscripts should be submitted online at http://mc.manuscriptcentral.com/gfs.

The submission system will prompt authors to use an ORCID iD (a unique author identifier) to help distinguish their work from that of other researchers. Click here to find out more.

Click here for more details on how to use ScholarOne Manuscripts.

For help with submissions, please contact: GFSeditorialoffice@wiley.com.

Data Protection

By submitting a manuscript to or reviewing for this publication, your name, email address, and affiliation, and other contact details the publication might require, will be used for the regular operations of the publication, including, when necessary, sharing with the publisher (Wiley) and partners for production and publication. The publication and the publisher recognize the importance of protecting the personal information collected from users in the operation of these services, and have practices in place to ensure that steps are taken to maintain the security, integrity, and privacy of the personal data collected and processed. You can learn more at https://authorservices.wiley.com/statements/data-protection-policy.html.

2. AIMS AND SCOPE

Grass and Forage Science publishes the results of research and development in all aspects of grass and forage production, management and utilization, reviews of the state of knowledge on relevant topics and book reviews. Authors are also invited to submit papers on non-agricultural aspects of grassland management such as bioenergy, equine, recreational and amenity use and the environmental implications of all grassland systems. The Journal considers papers from all climatic zones. Originality is required in papers submitted for publication but this does not preclude the publication of material of a developmental nature.

As a guide to authors the Editors would make the following suggestions:

· Experiments that are sensitive to environmental interactions, such as quantitative measurements, must be repeated over time and/or space.

· Experiments that primarily describe the results of in vitro or controlled environment research should fully describe the conditions of the experiment and also the practical application of the research must be clear.

· Papers that describe the routine evaluation of new cultivars, inoculant strains, seed coatings or similar will not be considered unless a high level of novelty and broad impact can be demonstrated.

3. MANUSCRIPT CATEGORIES AND REQUIREMENTS

The main document must be uploaded as an editable Word document (.doc, .docx) with continuous line numbering at 1.5 line spacing. All tables, figures, supporting information and bibliographic entries must have a reference in the text. Tables should be included in the main document after the reference list, each on an individual page alongside their legend. A list of figure captions should be included at the end of the main document. Figures should not be included in the main document and should instead be uploaded as individual files.

Note: Authors submitting papers to *Grass and Forage Science* are strongly urged to read *An international terminology for grazing lands and grazing animals* by the Forage and Grazing Terminology Committee. The article should be used as a guide to the correct use of terminology in grazing studies, and can be accessed for free here.

i. Original Articles

A full length research paper that describes novel research that is within the scope of Grass and Forage Science. There is no word limit for Orignal Articles which should be using the following general structure:

Manuscript structure: Abstract (250 words maximum); Keywords; Introduction; Materials and Methods; Results; Discussion; Conclusion (if applicable)*; Acknowledgements (if applicable); References.

ii. Short Communications

A short communication is a short paper that describes timely results from an experiment testing a novel hypothesis. The short communication is subject to the same review standards as an Original Article with the acknowledgment that the results may be more limited in scope or serve to prompt further research. A short communication may also be suitable for the publication of negative results. The format of the short communication is the same as an original article without additional subheadings, while Results & Discussion should be combined. As a guide a short communication should contain a total of no more than 5 tables and figures.

iii. Methods and Techniques Notes

A methods and techniques note is a paper that describes a new method or technique or a significant improvement in a recognised method. The paper should state the importance of the methodology to grassland or forage science and the situations in which it can be applied. Authors must provide sufficient details of methods and results (including controls, accuracy, precision) to allow the method to be assessed and repeated. Where possible the results of the new method or technology should be compared to existing methods.

Authors should make clear during submission whether the manuscript is to be considered for publication as a full paper, short communication, or methods and techniques note.

iv. Review Article

Full length review papers are welcomed.

Manuscript structure: Abstract (250 words maximum); keywords; Introduction; Content-appropriate headings; References

v. Book Reviews

Book reviews (1000 words maximum) may be commissioned by the Editor.

Manuscript structure: No specified structure.

4. PREPARING THE SUBMISSION

Cover Letters

Cover letters are not mandatory; however, they may be supplied at the author's discretion.

Parts of the Manuscript

The manuscript should be submitted in separate files: main text file including title page and tables; figures; supplementary files.

Main Text File

The text file should be presented in the following order:

i. Title
ii. A short running title of less than 40 characters
iii. The full names of the authors
iv. The author's institutional affiliations where the work was carried out, with a footnote for the author's present address if different from where the work was carried out
v. The corresponding author and their contact email address.
vi. Acknowledgments
vii. Abstract and keywords
viii. Main text
ix. References
x. Tables (each table complete with title and footnotes)
xi. Figure legends
xii. Appendices (if relevant). Figures and supporting information should be supplied as separate files.

Title. The title should be short and informative, containing major keywords related to the content. The title should not contain abbreviations (see Wiley's best practice SEO tips).

Authorship. For details on eligibility for author listing, please refer to the journal's Authorship policy outlined in the Editorial Policies and Ethical Considerations section.

Acknowledgements. Contributions from individuals who do not meet the criteria for authorship should be listed, with permission from the contributor, in an Acknowledgements section. Financial and material support should also be mentioned. Thanks to anonymous reviewers are not appropriate.

Conflict of Interest Statement. Authors will be asked to provide a conflict of interest statement during the submission process. See 'Conflict of Interest' section in Editorial Policies and Ethical Considerations for details on what to include in this section. Authors should ensure they liaise with all co-authors to confirm agreement with the final statement.

Abstract

Please provide an abstract of no more than 250 words containing the major keywords.

Keywords

Please provide up to six keywords.

Main Text

For information on structure of manuscripts, please view Section 3. MANUSCRIPT CATEGORIES AND REQUIREMENTS.

If you are submitting an Original Article, please take note of the following additional advice pertaining to structure:

- Introduction: The Introduction of the paper should explain briefly the reasons for conducting the investigation and its nature: a full review of the literature is not necessary.
- Materials and Methods: The Materials and methods section of the paper should describe the experimental details so that the study could be repeated.
- Results: Experimental results should be presented in either tabular or diagrammatic form but not in both forms.
- Discussion: The Discussion of the results should conclude with a clear statement of their importance and application.

References

References should be prepared according to the Publication Manual of the American Psychological Association (6th edition). This means in text citations should follow the author-date method whereby the author's last name and the year of publication for the source should appear in the text, for example, (Jones, 1998), (Jones and Smith, 2000), (Jones et al, 2002).

Please note: For peer-review, authors should ensure they use the basic (name, year) method described above. However should a paper be accepted, the typesetters will ensure citations and references follow full APA style and so you may see some changes in citation format during proof stage. This is because according to APA style, citation format changes depending on the number of authors listed on the cited paper. More information on citation format can be found on the APA website.

The complete reference list should appear alphabetically by name at the end of the paper. A sample of the most common entries in reference lists appears below. Please note that a DOI should be provided for all references where available. For more information about APA referencing style, please refer to the APA FAQ. Please note that for journal articles, issue numbers are not included unless each issue in the volume begins with page one.

Journal article
Beers, S. R. , & De Bellis, M. D. (2002). Neuropsychological function in children with maltreatment-related posttraumatic stress disorder. The American Journal of Psychiatry, 159, 483–486. doi:10.1176/appi.ajp.159.3.483

Book
Bradley-Johnson, S. (1994). Psychoeducational assessment of students who are visually impaired or blind: Infancy through high school (2nd ed.). Austin, TX: Pro-ed.

Internet Document
Norton, R. (2006, November 4). How to train a cat to operate a light switch [Video file]. Retrieved from http://www.youtube.com/watch?v=Vja83KLQXZs

Tables
Tables should be self-contained and complement, not duplicate, information contained in the text. They should be supplied as editable files, not pasted as images. Legends should be concise but comprehensive – the table, legend, and footnotes must be understandable without reference to the text. All abbreviations must be defined in footnotes. Footnote symbols: †, ‡, §, ¶, should be used (in that order) and *, **, *** should be reserved for P-values. Statistical measures such as SD or SEM should be identified in the headings. Tables should be numbered consecutively with Arabic numerals and all must be referred to in the main text.

Figure Legends
Legends should be concise but comprehensive – the figure and its legend must be understandable without reference to the text. Include definitions of any symbols used and define/explain all abbreviations and units of measurement. Figures should be numbered consecutively with Arabic numerals and all must be referred to in the main text.

Figures
Although authors are encouraged to send the highest-quality figures possible, for peer-review purposes, a wide variety of formats, sizes, and resolutions are accepted. Click here for the basic figure requirements for figures submitted with manuscripts for initial peer review, as well as the more detailed post-acceptance figure requirements.

Figures submitted in colour may be reproduced in colour online free of charge. Please note, however, that it is preferable that line figures (e.g. graphs and charts) are supplied in black and white so that they are legible if printed by a reader in black and white. If an author would prefer to have figures printed in colour in hard copies of the journal, a fee will be charged by the Publisher.

Guidelines for Cover Submissions

If you would like to send suggestions for artwork related to your manuscript to be considered to appear on the cover of the journal, please follow these general guidelines: https://authorservices.wiley.com/author-resources/Journal-Authors/Promotion/journal-cover-image.html

Additional Files

Appendices
Appendices will be published after the references. For submission they should be supplied as separate files but referred to in the text.

Supporting Information
Supporting information is information that is not essential to the article, but provides greater depth and background. It is hosted online and appears without editing or typesetting. It may include tables, figures, videos, datasets, etc. Click here for Wiley's FAQs on supporting information.

Note: if data, scripts, or other artefacts used to generate the analyses presented in the paper are available via a publicly available data repository, authors should include a reference to the location of the material within their paper.

General Style Points

The following points provide general advice on formatting and style.

- **Abbreviations:** In general, terms should not be abbreviated unless they are used repeatedly and the abbreviation is helpful to the reader. Initially, use the word in full, followed by the abbreviation in parentheses. Thereafter use the abbreviation only. With regards to composition of fertilisers, the abbreviations N, P, P_2O_5, K and K_2O may be used without definition at the first occurrence, but P and K should not be used to indicate phosphorus and potassium quantities or contents calculated in P_2O_5 and K_2O respectively.
- **Units of measurement:** Measurements should be given in SI or SI-derived units. Visit the Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) website at www.bipm.fr for more information about SI units. Proportions, rather than percentages, should be used except where there is a scientific convention to use percentages, e.g. cover and germination rate. The 24-hour clock should be used for time.
- **Numbers:** numbers under 10 are spelt out, except for: measurements with a unit (8mmol/l); age (6 weeks old), or lists with other numbers (11 dogs, 9 cats, 4 gerbils).
- **Trade Names:** Chemical substances should be referred to by the generic name only. Trade names should not be used. Drugs should be referred to by their generic names. If proprietary drugs have been used in the study, refer to these by their generic name, mentioning the proprietary name and the name and location of the manufacturer in parentheses.

Resource Identification Initiative

The journal supports the Resource Identification Initiative, which aims to promote research resource identification, discovery, and reuse. This initiative, led by the Neuroscience Information Framework and the Oregon Health & Science University Library, provides unique identifiers for antibodies, model organisms, cell lines, and tools including software and databases. These IDs, called Research Resource Identifiers (RRIDs), are machine-readable and can be used to search for all papers where a particular resource was used and to increase access to critical data to help researchers identify suitable reagents and tools.

Authors are asked to use RRIDs to cite the resources used in their research where applicable in the text, similar to a regular citation or Genbank Accession number. For antibodies, authors

should include in the citation the vendor, catalogue number, and RRID both in the text upon first mention in the Methods section. For software tools and databases, please provide the name of the resource followed by the resource website, if available, and the RRID. For model organisms, the RRID alone is sufficient.

Additionally, authors must include the RIIDs in the list of keywords associated with the manuscript.

To Obtain Research Resource Identifiers (RRIDs):

1. Use the Resource Identification Portal, created by the Resource Identification Initiative Working Group.
2. Search for the research resource (please see the section titled "Search Features and Tips" for more information).
3. Click on the "Cite This" button to obtain the citation and insert the citation into the manuscript text.

If there is a resource that is not found within the Portal, authors are asked to register the resource with the appropriate resource authority. Information on how to do this is provided in the "Resource Citation Guidelines" section of the Portal.

If any difficulties in obtaining identifiers arise, please contact rii-help@scicrunch.org for assistance.

Example Citations:

Antibodies: "Wnt3 was localized using a rabbit polyclonal antibody C64F2 against Wnt3 (Cell Signaling Technology, Cat# 2721S, RRID: AB_2215411)"

Model Organisms: "Experiments were conducted in c. elegans strain SP304 (RRID:CGC_SP304)"

Cell lines: "Experiments were conducted in PC12 CLS cells (CLS Cat# 500311/p701_PC-12, RRID:CVCL_0481)"

Tools, Software, and Databases: "Image analysis was conducted with CellProfiler Image Analysis Software, V2.0 (http://www.cellprofiler.org, RRID:nif-0000-00280)"

Wiley Author Resources

Manuscript Preparation Tips: Wiley has a range of resources for authors preparing manuscripts for submission available here. In particular, authors may benefit from referring to Wiley's best practice tips on Writing for Search Engine Optimization.

Editing, Translation, and Formatting Support: Wiley Editing Services can greatly improve the chances of a manuscript being accepted. Offering expert help in English language editing, translation, manuscript formatting, and figure preparation, Wiley Editing Services ensures that the manuscript is ready for submission.