



UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM ZOOTECNIA NOS  
TRÓPICOS

**HUGO MARIANO RODRIGUES DE OLIVEIRA**

**PRÁTICAS DE MANEJO PARA OTIMIZAR A PRODUÇÃO  
PECUÁRIA: FONTES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM  
SISTEMA SILVIPASTORIL E FREQUÊNCIA DE  
SUPLEMENTAÇÃO EM BEZERROS DE CORTE  
DESMAMADOS PRECOCEMENTE**

Araguaína/TO  
2022



HUGO MARIANO RODRIGUES DE OLIVEIRA

**PRÁTICAS DE MANEJO PARA OTIMIZAR A PRODUÇÃO  
PECUÁRIA: FONTES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM  
SISTEMA SILVIPASTORIL E FREQUÊNCIA DE  
SUPLEMENTAÇÃO EM BEZERROS DE CORTE  
DESMAMADOS PRECOCEMENTE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação para  
obtenção do título de Doutor Ciência Animal, junto ao  
Programa de Pós-graduação Integrado em Zootecnia nos  
Trópicos da Universidade Federal do Norte do Tocantins.

Orientador: Prof. Dr. João Mauricio Bueno Vendramini  
Coorientador: Prof. Dr. Antonio Clementino dos Santos

Araguaína/TO  
2022

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

---

- O48p Oliveira, Hugo Mariano Rodrigues de.  
Práticas de manejo para otimizar a produção pecuária: Fontes de adubação nitrogenada em Sistema silvipastoril e frequência de suplementação em bezerros de corte desmamados precocemente. / Hugo Mariano Rodrigues de Oliveira. – Araguaína, TO, 2022.  
65 f.  
  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Ciência Animal Tropical, 2022.  
Orientador: João Mauricio Bueno Vendramini  
Coorientador: Antonio Clementino dos Santos  
  
1. Fontes de adubação de N. 2. Frequência de suplementação. 3. Sistema silvipastoril. 4. Bezerros desmamados precocemente. I. Título

**CDD 636.089**

---

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

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

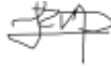
**Hugo Mariano Rodrigues de Oliveira**

**Práticas de manejo para otimizar a produção pecuária: Fontes de adubação nitrogenada em sistema silvipastoril e frequência de suplementação em bezerros de corte desmamados precocemente**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação para obtenção do título de Doutor Ciência Animal, junto ao Programa de Pós-graduação Integrado em Zootecnia nos Trópicos da Universidade Federal do Norte do Tocantins.

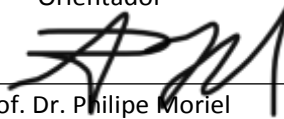
**Araguaína, 27 de abril de 2022.**

BANCA EXAMINADORA



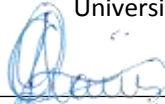
---

Prof. Dr. João Mauricio Bueno Vendramini  
Orientador



---

Prof. Dr. Philippe Moriel  
Universidade da Florida



---

Profa. Dra. Fabrícia Rocha Chaves Miotto  
Universidade Federal do Norte do Tocantins



---

Prof. Dr. Emerson Alexandrino  
Universidade Federal do Norte do Tocantins



---

Profa. Dra. Nayara Martins Alencar  
IESC-Faculdade de Guaraí

Araguaína/TO  
2022

## ***Dedicatória***

***Aos meus pais e irmão,***

***Odonel Mariano de Oliveira, Eliane Rodrigues de Oliveira e Humberto Alencar Rodrigues de Oliveira.***

***Por serem a base de toda minha busca por novas oportunidades e conhecimento, com muito incentivo e inspiração;***

***E a minha esposa,***

***Rayssa Pettine Dias, que suportou diretamente comigo todas as dificuldades desde a graduação, além de todo apoio para que nunca desistisse dos nossos objetivos;***

Agradeço a **Deus** por ter sido fonte de força e reflexão em todos os momentos de dificuldade.

Ao Programa de **Pós-Graduação Ciência Animal Tropical (PPGCAT)** pela oportunidade de fazer o DOUTORADO.

A **Universidade Federal do Tocantins**, a qual por mais de 10 anos forneceu estrutura física, organizacional e recursos humanos para formação de milhares de pessoas como eu.

A **Capes** pela concessão da minha bolsa de estudo durante o mestrado e doutorado.

Ao **Range Cattle Research and Education Center (RCREC)** por ter me acolhido durante a execução dos experimentos e onde tive a oportunidade de conhecer excelentes profissionais.

A **Universidade da Flórida** pela oportunidade de realizar meu Doutorado Sanduíche.

Ao meu orientador **Dr. João Maurício Bueno Vendramini** pelas oportunidades para o desenvolvimento e melhoria na qualidade dos meus experimentos no RCREC e na UFNT, além de todo conhecimento para o aprimoramento da escrita científica que mudou minha visão quanto ao desenvolvimento de todo processo para construção de trabalhos científicos.

Ao meu coorientador **Dr. Antonio Clementino dos Santos** que mostrou todo caminho e abriu muitas portas para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. Foi meu orientador durante toda graduação e mestrado, mudou meu modo de pensar e agir durante todo esse processo de aprendizado, atua na Pós-Graduação como profissional exemplar, buscando sempre o melhor para a instituição e todos os alunos.

Ao Professor **Dr. Philipe Moriel, Dra Fabrícia Miotto, Emerson Alexandrino e Nayara Alencar** por ter aceitado o convite de fazer parte do meu comitê de avaliação.

A todo o quadro de Professores Doutores do PPGCAT por todos os ensinamentos compartilhados.

Aos colegas da Pós-Graduação **Tatiane Cruz, Thiago Barbalho, Robson e Rubson Costa Leite, Amanda, Luan Fernandes, Stefany, Jose Mario, Helder**. E ao colega de experimento **João Batista** que foi responsável pela continuação do experimento de campo na UFNT durante minha ausência.

Aos amigos do RCREC por toda ajuda e amizade **Caetano Sales, Leandro Otavio, Matheus Felipe, Luana Zagato, João Sanches, Elizabeth Palmer e Yanyan Lu**. Em especial aos amigos **Hiran Marcelo e Jaime Garzon** com quem trabalhei dia a dia durante todo período no RCREC, os quais tenho muito a agradecer por todo ensinamento e disposição para condução dos trabalhos.

Aos técnicos de laboratório da UFNT **Klezion e Lucas** por toda ajuda e amizade.

Ao meu irmão **Humberto Alencar** e aos meus pais **Odonel Mariano e Eliane Rodrigues**. Que me apoiam nas decisões e sempre incentivaram todo meu progresso apesar da dificuldade em estar sempre longe, mas com muito orgulho e satisfação por saber que todo meu sucesso também é o sucesso deles. **Amo vocês**.

À toda minha família que sempre que possível estavam me apoiando e incentivando minha carreira e demonstrando amor e carinho.

À minha esposa **Rayssa Pettine** que acompanha minha trajetória acadêmica a anos e sempre apoia e ajuda a tomar decisões importantes que fizeram chegar nesse momento. Além de aguentar todos os tormentos emocionais e alegrias durante as realizações e frustrações de todo processo desde a graduação.

**Meu muito obrigada a todos!**

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>15</b>
<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
<b>Importância do N na planta.....</b>	<b>15</b>
<b>Ureia.....</b>	<b>15</b>
<b>Ureia + Cu + B.....</b>	<b>16</b>
<b>Sulfato de amônio.....</b>	<b>17</b>
<b>Sistema Silvipastoril.....</b>	<b>18</b>
<b>Desmama precoce .....</b>	<b>20</b>
<b>Frequência de Suplementação .....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>34</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>34</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>34</b>
<b>MATERIAL E METODOS .....</b>	<b>36</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>48</b>



<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>53</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>53</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>54</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>58</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>62</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>63</b>

## RESUMO

Foram realizados dois experimentos independentes para o desenvolvimento da tese. O objetivo do primeiro experimento foi avaliar fontes de fertilizante de N em sistemas de cultivo. O experimento foi conduzido na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Norte do Tocantins, localizada em Araguaína-TO, durante dois anos (2019 e 2020) no período de janeiro a abril. O delineamento experimental foi em blocos casualizados no fatorial 4x2, sendo três fontes de fertilizante nitrogenado (ureia = UR; sulfato de amônio = SA; ureia + Cu 0,15% + B 0,4% = UCB) + o controle (sem adubação nitrogenada = CONT) e dois sistemas de cultivo, silvipastoril (SSP) e monocultivo (MN) de capim Mombaça (*Panicum maximum*) com cinco repetições. A adubação de N foi dividida em 4 aplicações na dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup>. Foram calculados com base na matéria seca (MS) (kg ha<sup>-1</sup>) os valores de produção de massa de forragem total (MSFT), folha (MSF), colmo (MSC) e material morto (MSMM). Foram também realizadas medidas da altura do dossel (ALT) e contagem do número de perfilhos (NP). O material seco foi moído e analisado para digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO) e concentração de N para determinar a proteína bruta (PB). O NP foi maior no MN do que no SSP, com média de 502 e 458 perfilhos m<sup>-2</sup> respectivamente ( $P = 0,003$ ). Não houve diferença ( $P = 0,37$ ) no NP entre as fontes de N SA, UCB e UR, porém todas apresentaram maior NP (521 perfilhos m<sup>-2</sup>) do que o tratamento CONT (355 perfilhos m<sup>-2</sup>). O sistema MN apresentou maior MSF, MSMM e MSFT do que o SSP ( $P < 0,0001$ ) e as menores MSF, MSC, MSMM e MSFT foram observadas no tratamento CONT. Entre os tratamentos com aplicação de N, as maiores MSF, MSC e MSFT foram do SA. O tratamento UCB apresentou MSF e MSFT intermediários e não diferiu do SA e UR. O tratamento CONT apresentou menor ALT que os demais. O teor de PB foi decrescente na seguinte sequência: SA, UCB, UR e CONT ( $P = 0,03$ ). Independente da fonte de N o sistema SSP apresentou maior PB e DIVMO do que o MN. Para cada quilograma de N aplicado, o sistema MN apresentou (54 kg MS kg<sup>-1</sup> N) maior rendimento de produção ( $P < 0,0001$ ) do que o SSP (22 kg MS kg<sup>-1</sup> N). Independente do sistema (MN ou SSP), o tratamento SA mostrou EP (eficiência de produção) maior do que o UR ( $P = 0,005$ ). A maior EP foi do tratamento SA no sistema MN com 61 kg MS kg<sup>-1</sup> N, e a menor no tratamento UR no sistema SSP com média de 15 kg MS kg<sup>-1</sup> N. O MN foi 14% mais eficiente em recuperar N do que SSP. O tratamento SA apresentou a maior EAN (eficiência de absorção) ( $P = 0,01$ ) do que o UCB e UR que não se diferem ( $P = 0,19$ ). O segundo experimento foi realizado no Centro de Pesquisa e Educação de Gado de Corte da Universidade da Flórida, localizado em Ona, FL, durante o período de janeiro a maio de 2019 e janeiro a junho de 2020. O objetivo desse estudo foi avaliar a diminuição da frequência de suplementação diária para três vezes por semana e os seus efeitos no desempenho de crescimento e indicadores fisiológicos de bezerros desmamados precocemente sob pastejo e confinamento. Na fase de pastejo bezerros de cruzamento Angus x Brahman foram desmamados (idade de 90 ± 15 dias) e foram estratificados e distribuídos em oito pastos de gramínea azevém anual (*Lolium multiflorum*) e mantidos nessa área de 0 a 84 dias. Na fase de confinamento, os animais provenientes da fase de pastejo foram selecionados e distribuídos em 24 currais de confinamento e mantidos nos seus respectivos tratamentos. Os tratamentos foram suplementação diária (7X) ou três vezes por semana (3X). Não houve diferença entre os tratamentos para as variáveis massa de forragem (MF), oferta de forragem (OF), proteína bruta (PB) e digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO) ( $P = 0,85$ ); entretanto, houve efeito de mês ( $P < 0,001$ ) para MF, OF e DIVMO, que diminuíram de fevereiro a abril. Não houve efeito do tratamento para peso corporal (PC) e ganho médio diário (GMD) ( $P = 0,94$ ) mas houve efeito do mês, com aumento do PC de fevereiro a março e subsequente diminuição de março a abril ( $P \leq 0,001$ ). Não houve efeito dos tratamentos para concentração de N uréico plasmática (NUP) ( $P = 0,88$ ), mas houve tendência no efeito do dia ( $P = 0,09$ ). A concentração de glicose

no sangue diminui ao longo do tempo em média de 81,84 para 61,50 mg/dL do 0 aos 84 dias ( $P < 0,0001$ ). O tratamento 7X apresentou maior consumo de matéria seca de feno (CF) ( $P < 0,0006$ ) do que o 3X durante o período experimental. Nos dias que todos receberam suplementação o tratamento 7X apresentou maior CF do que o 3X ( $P < 0,001$ ). O consumo de matéria seca total (CMS) do 3X foi maior nos dias que foram suplementados e menor nos dias sem suplementação em comparação ao 7X ( $P < 0,001$ ), entretanto, o CMS do 7X foi maior do que 3X ao final do período experimental ( $P < 0,0004$ ). No experimento 1 concluímos que a fonte de N sulfato de amônio promove maior produção e eficiência de uso do N em relação a ureia convencional e ureia revestida com Cu e B e o sistema silvipastoril diminuiu a eficiência de uso do N na adubação nitrogenada. No experimento 2, a diminuição da frequência de suplementação diária para 3 vezes por semana diminui o CF e CMS, mas não afeta o desempenho no crescimento de bezerras desmamadas precocemente.

**Palavras-chaves:** Capim de estação fria, desmame precoce, frequência de suplementação, inibidor de urease, sistema agroflorestal, ureia revestida.

## ABSTRACT

Two independent research projects were conducted and included in the dissertation. The objective of the first experiment was to evaluate the effect of N sources in cropping systems. This experiment was conducted at the Department of Animal Science Federal University of Tocantins, Araguaína, Brazil, from January to April 2019 and 2020. Treatments were the 2x4 factorial arrangement of two cropping systems [silvopastoral system (SSP) and monoculture (MN)] of ‘Mombasa’ guineagrass (*Panicum maximum*); and three fertilizer N sources [urea (UR); ammonium sulfate (SA); urea + Cu 0,15% + B 0,4% (UCB)] and control (CONT; no N fertilization), applying 200 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, distributed in a randomized complete block design with four replicates. Response variables were forage accumulation (MSFT), leaf (MSF), stem (MSC) and dead material (MSMM), canopy height (ALT), and tiller density (NP). Overall, MN had greater NP than SSP ( $P = 0,003$ ). There was no difference ( $P = 0,37$ ) between N sources of SA, UCB and UR, but all had greater NP than CONT. Overall MSF, MSMM and MSFT was greater to MN than SSP ( $P < 0,0001$ ) and MSF, MSC, MSMM and MSFT were greater to all N fertilizer sources than CONT. The greatest MSF, MSC and MSFT were to SA. UCB treatment had intermediate values of MSF and MSFT and did not differ from SA and UR, which had the least and greatest values, respectively. The CONT had lower ALT than other treatments. There was a tendency ( $P = 0,07$ ) to higher ALT to SA than UR, and the SA did not differ from the UCB ( $P = 0,27$ ). The MN had the greatest N use efficiency (54 kg MS kg<sup>-1</sup> N) ( $P < 0,0001$ ) than SSP (22 kg MS kg<sup>-1</sup> N). The greatest N use efficiency was to SA in MN system (61 kg MS kg<sup>-1</sup> N), and the least was on UR in SSP system (15 kg MS kg<sup>-1</sup> N). The MN had 14% greater N use efficiency than SSP. The silvopastoral system had decreased N use efficiency and urea + Cu 0,15% and B 0,4% did not increase forage accumulation of Mombasa in the Amazon region. The second experiment was conducted at the Range Cattle Research and Education Center, Ona, FL, from February to July 2019 and February to June 2020 and the objective was to evaluate the effects of decreasing supplementation frequency on performance and physiological responses of early-weaned calves in pastures and drylot. In the grazing phase, Angus x Brahman crossing calves were weaned (age of  $90 \pm 15$  days) and distributed in 8 annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) pastures. At the drylot phase, animals from the grazing phase were selected and distributed in 24 pens. Treatments were concentrated supplementation offered daily (7X) or three times weekly (3X) distributed in a randomized complete block design with four replicates. There was no difference between treatments on herbage mass (HF), forage allowance (FA), crude protein (CP) and in vitro digestibility organic matter (IVDOM) ( $P \geq 0,85$ ); However, there was a month effect ( $P < 0,001$ ) on HM and IVDOM, which decreased from February to April. There was no treatment effect for body weight (BW) and average daily gain (ADG) ( $P \geq 0,94$ ) but PC increased from February to March and subsequent decreased from March to April ( $P \leq 0,0001$ ). There was no effect of treatments on plasma urea nitrogen ( $P > 0,88$ ), but there was a day effect ( $P = 0,09$ ). The concentration of blood glucose decreased over time from d 0 to 84 ( $P < 0,0001$ ). The 7X treatment had greater forage dry matter intake (CF) ( $P < 0,0006$ ) than 3x during the experimental period. The 3X treatment had greater total dry matter intake (DMI) than 7X on supplementation days but lesser on days when calves did not receive supplement ( $P < 0,001$ ). However, the 7X had greater total DMI than 3X ( $P < 0,0004$ ). Decreasing the frequency of daily supplementation to 3 times per week decreases forage and total DMI but did not affect performance of early weaned calves receiving annual ryegrass.

**Keywords:** Agroforestry system, coated urea, cold season grass, early weaning, supplementation frequency, urease inhibitor.

## INTRODUÇÃO

A demanda global por alimentos e a degradação ambiental pressionam a agricultura e pecuária para aumentar a eficiência de produção. Porém, 25% das áreas do mundo produzem a partir de sistema extensivo de pastejo que são caracterizados por pouca adoção de tecnologias, ocupam extensas áreas e geram baixa produtividade (NORI et al., 2005). Para enfrentar esses desafios, é necessário otimizar a produção pecuária, as melhorias são associadas ao uso adequado de tecnologias voltadas para aumentar a oferta e qualidade do alimento fornecido e a combinação de sistemas de produção (THORNTON et al., 2009).

A fertilização é uma das principais formas de melhorar a produtividade agrícola, e o N é um dos nutrientes mais importantes e requerido em maior quantidade para aumentar a produção agrícola (SAHA et al., 2018). Aproximadamente 73% das fontes de N utilizadas no Brasil são importadas, e 61% (9,2 milhões de toneladas) foram importados na forma de ureia em 2018 (EPE, 2019).

A ureia é mundialmente utilizada como principal fonte de N na agricultura, contudo, após aplicação no solo, podem ocorrer elevadas perdas de N através da volatilização da amônia devido a hidrólise pela ação da enzima urease, ou pela emissão de óxido nitroso nos processos de nitrificação e desnitrificação (RECH et al., 2017; FU et al., 2020). Essas perdas refletem diretamente na eficiência de utilização do N pela cultura fertilizada (BENINI et al., 2004).

A volatilização e lixiviação de N não geram apenas perdas econômicas pela baixa eficiência de utilização do N com a ureia convencional, mas também ambientais, pois podem ser fontes indiretas de produção de óxido nitroso e causar eutrofização de rios e lagos (CAMERON et al., 2013; NAZ; SULAIMAN, 2016). Fatores como temperatura, umidade e pH do solo, temperatura atmosférica, pluviometria, além de fatores como momento da aplicação, tipo e taxa de uso de fertilizante podem afetar o nível de perda de N (CAMERON et al., 2013).

Tecnologias foram desenvolvidas com intuito de minimizar perdas de N por volatilização. Uma das alternativas é o controle da atividade da uréase através do uso de inibidores como cobre ( $\text{Cu}^{+2}$ ) e ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) incorporados a ureia como um encapsulamento. Outra forma é a utilização de sulfato de amônio (SA) como fonte de adubação nitrogenada que normalmente tem menores perdas de N por volatilização do que a ureia devido a menor aumento de pH que está ligado à maior emissão de  $\text{NH}_3$  (POWLSON; DAWSON, 2021).

A adoção de estratégias de manejo que possam promover melhorias na eficiência de uso do N é essencial para minimizar essas perdas. Sistemas integrados como silvipastoril podem criar condições para aumentar a eficiência da adubação nitrogenada, tais como aumentar a

umidade do solo. Bosi et al. (2020) comparando sistema monocultivo e silvipastoril com *Eucalyptus urograndis* e capim *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, verificaram que quando há sombreamento entre as ruas das arvores a disponibilidade de água no solo foi maior no sistema silvipastoril do que no monocultivo. Além disso, os autores reportam que durante dias de chuva a recarga de água no solo, foi maior perto das arvores devido sua alta capacidade de interceptação de água, o que gerou maior disponibilidade de água no solo posteriormente. Silva et al. (2021) verificaram que a umidade do solo sob silvipastoril foi maior do que sistema monocultivo.

As alterações geradas no silvipastoril como radiação solar, velocidade do vento, competição por água e nutrientes caracterizam condições microclimáticas que afetam a evapotranspiração e podem favorecer maior umidade tanto em profundidade como na superfície do solo (BOSI et al., 2020; SILVA et al., 2021). Faria et al. (2016) verificaram menor perda de  $\text{NH}_3$  em solos com alta umidade (50% da capacidade de campo) e menores perdas ocorrem quando há irrigação após aplicação da ureia, para reforçar a incorporação da ureia no solo.

Outra tecnologia relacionada ao aumento da produção na pecuária é a suplementação concentrada. Porém o fornecimento diário de alimento gera custos de mão-de-obra, equipamentos e depreciação que estão diretamente relacionados ao custo operacional da atividade. Portanto diminuir a frequência de suplementação pode ser uma alternativa para diminuir os custos operacionais.

Pesquisas sobre a diminuição da frequência de suplementação reportam GMD similar entre suplementação diária e três vezes por semana (DREWNOSKI et al., 2011; MORIEL et al., 2012, 2016; SILVA et al., 2018). Porém, apesar de não observar diferença no GMD (Moriel et al. (2016) e Silva et al. (2018) verificaram que a redução da suplementação concentrada diária para 3 vezes por semana diminui a produção de anticorpos induzidos pela vacinação em novilhos e novilhas. Além disso, efeitos negativos como, menor taxa de prenhez, idade a puberdade e atraso no retorno ao cio pós-parto em novilhas e vacas primíparas, foram relatados com a diminuição da frequência de suplementação concentrada diária para 3X por semana (COOKE et al., 2008; MORIEL et al., 2012, 2020), os autores associaram os efeitos negativos à flutuação de ingestão de nutrientes e concentração circulante de hormônios e metabolitos.

A maioria dos trabalhos sobre diminuição da frequência de suplementação utilizaram vacas em período gestacional ou novilhos e novilhas desmamados com idade acima de 175 dias, animais que possuem o rúmen totalmente desenvolvido. Schwarzkopf et al. (2022) avaliando variáveis ligadas à ruminação de bezerros desmamados aos 49 e 112 dias de vida, os autores

verificaram que o rúmen e suas funções pareciam ser igualmente desenvolvidos apenas aos 5 meses de idade (140 dias de vida).

Bezerros desmamados precocemente (90 dias de vida) possuem alta exigência nutricional e limitações no consumo de matéria seca devido ao tamanho do rúmen, portanto, necessitam de dietas com forragem de alto valor nutritivo (VENDRAMINI; ARTHINGTON, 2008) e mesmo assim, bezerros desmamados precocemente respondem positivamente a dietas com suplementação concentrada. Vendramini et al. (2006) verificaram aumento linear no GMD com aumento no nível de concentrado na dieta, os autores sugerem suplementação concentrada a 1% do PV devido aumento dos custos com suplementação. Corroborando com o estudo anterior Vendramini et al. (2011) indicam que a suplementação concentrada a 1% do PV aumenta o CMS e a digestibilidade aparente da MS, que promove maior desempenho no GMD em relação a animais não suplementados. Assim avaliar a possibilidade de diminuição da frequência de suplementação concentrada para essa categoria animal é importante, visando minimizar os custos de produção associados e adoção dessa estratégia de manejo pela necessidade de suplementação dos bezerros desmamados precocemente.

O objetivo com essa tese foi avaliar o efeito das fontes de adubação nitrogenada (ureia, sulfato de amônia e ureia + Cu e B) em dois sistemas de manejo (silvipastoril e monocultivo) na eficiência de produção e absorção do N e na produção de MS dos componentes estruturais e valor nutritivo do capim Mombaça, também objetivou-se avaliar o efeito da diminuição da frequência de suplementação diária para três vezes por semana no consumo de matéria seca, desempenho de crescimento e indicadores fisiológicos de bezerros desmamados precocemente ofertando gramíneas de inverno em pastejo e em confinamento.

## CAPÍTULO 1

### REVISÃO DE LITERATURA

#### **Importância do N na planta**

O N tem papel fundamental para os sistemas de produção de alimentos pois é o nutriente requerido em maiores quantidades pela planta por ser o principal elemento na síntese de proteínas e constituinte de muitos componentes celulares, como clorofila, aminoácidos e ácidos nucleicos (LAWLOR et al., 2001; TAIZ et al., 2017), com isso, o N é o principal elemento mineral na determinação da produção de matéria seca, afetando o crescimento e rendimento das culturas devido a relação direta da concentração de N na folha com a taxa fotossintética das plantas (SPIERTZ, 2009). O aumento da biomassa das gramíneas é determinado pelo crescimento da lâmina e da área foliar, além do aumento no tamanho e densidade de perfilhos, que proporcionam maior número de folhas por planta, e todos esses fatores são influenciados pelo incremento de N na planta e contribuem para aumento da biomassa produzida (NOVOA; LOOMIS, 1981; DELEVATTI et al., 2019).

A maior disponibilidade de N para planta via fertilização nitrogenada pode contribuir também para o aumento do valor nutritivo das gramíneas forrageiras devido ao aumento da concentração de N na planta que resulta no aumento no teor de proteína bruta. Além disso, gramíneas podem apresentar diminuição do conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) fibra em detergente ácido (FDA), e promover aumento de digestibilidade da matéria da matéria seca (HERNÁNDEZ GARAY et al., 2004; PONTES et al., 2017; DELEVATTI et al., 2019).

#### **Ureia**

Para melhorar a produção e qualidade das culturas agrícolas, são comumente realizadas aplicações de fertilizantes nitrogenados nas lavouras, sendo a ureia utilizada globalmente como a principal fonte de N sintético (SAHA et al., 2018; FU et al., 2020). A maior utilização da ureia ocorre principalmente por ser um fertilizante com maior concentração de N (46%), além da facilidade no manuseio devido a forma sólida, e menor custo em comparação a outras fontes de N (DAIGH et al., 2014).

A resposta das gramíneas à adubação nitrogenada é amplamente reportada na literatura, sendo o principal precursor do aumento de acúmulo das forragens. Kering *et al.* (2011), avaliaram cinco taxas de aplicação de N (ureia) durante sete anos utilizando uma variedade de



*Cynodon dactylon* reportaram maior acúmulo de MS variando entre as taxas de 112 a 336 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. As parcelas adubadas com ureia apresentaram maior acúmulo de MS do que as não adubadas. Além disso, os teores de proteína bruta das parcelas adubadas com 224 kg N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> foram em média 78% maiores do que parcelas sem adubação com N. Borges *et al.* (2017) avaliaram duas fontes de N (ureia e nitrato de amônia) e cinco taxas de aplicação variando de 0 a 960 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> em pasto de ‘Tifton 85’ (*Cynodon* spp.) e verificaram máxima acúmulo de forragem (4,6 Mg ha<sup>-1</sup>) na dose de 840 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Paciullo *et al.* (2017) verificaram aumento linear na produção total de MS do capim Massai e Tanzânia com as taxas de aplicação de N de 0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup>. Galindo *et al.* (2019) avaliaram taxas de aplicação de N de 0 a 200 kg de N ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup>, os autores verificaram que a dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup> apresentou a maior produção de MS (40.355 kg MS ha<sup>-1</sup>) e teor de PB (14,5%).

### **Ureia + Cu + B**

A molécula de ureia possui meia-vida de aproximadamente 40 anos para hidrólise espontânea a 25°C (CALLAHAN *et al.*, 2005), porém após aplicação no solo, a ureia é hidrolisada pela enzima urease que gera NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (amônio), nessa reação também há consumo de prótons (H<sup>+</sup>), favorecendo o aumento do pH em torno dos grânulos, em consequência a esse aumento do pH nessa região, o equilíbrio da reação vai em direção à formação de NH<sub>3</sub> ao invés de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. A partir disso, podem ser formadas duas moléculas de amônia (NH<sub>3</sub>) que podem ser perdidas por volatilização e comprometer a eficiência de utilização do N (SIGURDARSON *et al.*, 2018).

A volatilização de NH<sub>3</sub> depende das condições ambientais (precipitação, temperatura), características do solo (umidade, pH, temperatura, capacidade de troca de cátions) e manejo de fertilizantes (Cameron *et al.*, 2013). Métodos de manejo como incorporar o fertilizante em camadas acima 7,5 cm (SOMMER *et al.*, 2004; ROCHETTE *et al.*, 2013) e aplicação do fertilizante nitrogenado logo após a ocorrência de chuva ou irrigação (VIERO *et al.*, 2015; DEMPSEY *et al.*, 2017) são eficientes para diminuir as perdas por volatilização. Outra forma de reduzir a perda de N é a utilização de fertilizantes de liberação lenta ou com inibidor de urease (SHOJI *et al.*, 2001; CAMERON *et al.*, 2013; RECH *et al.*, 2017; KESHAVARZ AFSHAR *et al.*, 2018; SAHA *et al.*, 2018).

Produtos à base de ureia revestida com ácido bórico (B) e cobre (Cu), tem sido estudado com objetivo de reduzir as perdas de N a partir de inibição da ação da urease por esses micronutrientes no grânulo de ureia (STAFANATO *et al.*, 2013; MARIANO *et al.*, 2019; FARIA *et al.*, 2020). A urease é caracterizada pela presença de sítios catalíticos formados por

dois centros de íons de níquel (Ni) ligados a uma hidroxila. O boro (B) pode ligar-se simetricamente no lugar do hidróxido entre os íons de Ni, atuando como um substrato análogo à urease e inibindo a hidrólise da ureia (BENINI et al., 2004; KRAJEWSKA, 2009).

De acordo com Fu *et al.* (2009), a ação do cobre Cu como inibidor de urease ocorre por inibição competitiva não reversível, sendo que o Cu não altera a estrutura da urease e atua de forma indireta podendo afetar apenas a afinidade entre a urease e o substrato (ureia). A urease possui um ou mais grupos sulfidrilas (SH) da cisteína como parte integral do sitio ativo que são essenciais para o seu funcionamento, a inibição ocorre pela criação de ligação química entre os grupos SH no sitio ativo da urease e o Cu, formando sulfetos insolúveis (SHAW, 1954; ADHIKARI et al., 2018; CANTARELLA et al., 2018).

A eficiência do Cu e B como inibidores da ação da urease já foi demonstrada por trabalhos avaliando as perdas de amônia por volatilização após aplicação de ureia revestida com ácido bórico e sulfato de cobre. Nascimento *et al.* (2013) reportaram perdas por volatilização de  $\text{NH}_3$  75% menores nas áreas com ureia + Cu + B, em relação a ureia convencional. Cancellier *et al.*, (2016) verificaram que o inibidor de urease Cu + B reduziu a volatilização em 18% comparada a ureia comum em lavoura de milho (*Zea mays*), porém o mesmo tratamento (ureia + Cu + B) não melhorou a produção e o acúmulo de N nos grãos de milho. Carvalho *et al.* (2018) reportaram aumento linear na produção de MS do capim Marandu em resposta ao aumento da dose de N de 0 até 120 kg N ha<sup>-1</sup>, observando aumentos mais significativos nos tratamentos com ureia revestida (15,2 e 6,95 g vaso<sup>-1</sup>, para o tratamento ureia + Cu + B e ureia convencional, respectivamente).

### **Sulfato de amônio**

O sulfato de amônio ( $[\text{NH}_4]_2\text{SO}_4$ ) é comumente utilizado como fonte de N para cultivo de plantas, contém em sua composição de 20 a 21% de N na forma amoniacal ( $\text{NH}_4$ )<sub>2</sub> e 24% de enxofre (S) na forma de  $\text{SO}_4$ , e por isso é uma ótima fonte de S para as plantas, sendo aplicado principalmente na forma seca (HAGSTROM, 1986). Contudo, o sulfato de amônio é uma das principais fontes de S em fertilizantes e por ser subproduto derivado de vários processos industriais, torna-se relativamente barato em relação a outras fontes de S (POWLSON; DAWSON, 2021). O sulfato de amônio representa 15,2% do N total utilizado como fertilizante no Brasil com 532 mil de toneladas utilizadas em 2019 (IFASTAT, 2019).

O sulfato de amônio é avaliado como substituto da ureia como fonte de adubação de N devido a menor perda por volatilização de  $\text{NH}_3$ . De acordo com Powlson e Dawson, (2021), trabalhos avaliando volatilização de  $\text{NH}_3$  em sulfato de amônio mostram perdas < 12%, em

contrapartida, perdas por volatilização com utilização de ureia podem chegar a 40%. Os mesmos autores reportam que a solos ácidos com  $\text{pH} < 7,0$  majoritariamente apresentaram perda abaixo de 5% e solos com  $\text{pH} > 7,0$  variam de 15 a 50% de perdas por volatilização quando utilizado sulfato de amônio.

O uso de fontes alternativas de N como sulfato de amônio deve estar associado a capacidade de incremento na produção de MS em relação a ureia. Silveira et al. (2007) avaliando fontes de N em pasto de *Cynodon dactylon* cv. Coastal, reportaram 3 anos de avaliação em que o nitrato de amônia e sulfato de amônia apresentaram respectivamente produção de MS de 9 e 5% maiores do que a ureia. Porém, os autores reforçam a atenção para o cuidado na utilização de sulfato de amônia em solos ácidos, pois essa fonte de N pode reduzir significativamente o pH do solo.

Avaliando doses e fontes de N em pasto de capim Marandu, Costa et al. (2010) reportam que na dose máxima utilizada ( $300 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) a MS produzida nas áreas com sulfato de amônia foram 18% superiores do que as áreas com ureia como fonte de N. Corrêa et al. (2021) também avaliando capim Marandu sob doses e fontes de N e reportaram que adubação utilizando sulfato de amônio promoveu taxa de acúmulo de forragem diária 36% maior do que a ureia, e acúmulo de forragem total de  $3535 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  superior as áreas com ureia.

### **Sistema Silvistoril**

Sistema silvistoril é um tipo de arranjo agroflorestal que consiste na combinação de pastagem, floresta e componente animal em uma mesma área, manejados para otimizar essa integração de sistemas (VALENTINI; CASTRO, 2010). Nesse sistema existe a necessidade de adaptação das gramíneas à baixa luminosidade, assim, é essencial a escolha de gramíneas que proporcione maior eficiência produtiva de acordo com as variações de luz. Portanto é imprescindível conhecer as características morfológicas e a capacidade produtiva das plantas submetidas a esse sistema, onde há competição por luz, água e nutrientes entre as árvores e as gramíneas (RODRIGUES et al., 2016).

Quando submetidas ao sombreamento, as plantas apresentam modificações morfológicas e anatômicas, devido a menor radiação no dossel. Em geral, as plantas apresentam maior alongamento de colmo, folha, comprimento da folha, área foliar específica, razão de área foliar e redução da espessura das folhas, com isso, forma-se folhas mais largas, compridas e delgadas, com objetivo de aumentar a captação de luz. No entanto, podem ocorrer diminuições da

população de perfilhos, que comprometem o desempenho produtivo da forrageira (PACIULLO et al., 2008; FERREIRA et al., 2010; GOBBI et al., 2011).

As modificações estruturais da planta são acompanhadas também por alterações no valor nutritivo, como maiores teores de proteína bruta, devido a aumento no tamanho da célula, maior conteúdo celular, e maior fertilidade do solo. Além disso, pode ocorrer alteração na digestibilidade da forrageira devido a diminuição do teor de FDN, causada por menor espessura dos tecidos submetidos a sombreamento e pela alteração nos teores de lignina na planta (PACIULLO et al., 2007; MOREIRA et al., 2009). De acordo com Oliveira *et al.* (2017), o aumento no nível de sombreamento em sistema silvipastoril aumenta a proporção do metafloema no tecido foliar do Marandu e promove aumento da degradabilidade da MS. Tecidos da parede celular como mesofilo e floema são mais rapidamente degradados do que outros tecidos (AKIN; AMOS, 1975).

A competição entre o componente arbóreo e gramínea pode afetar a produção de ambos de acordo com a escolha da espécie arbórea, densidade de árvores, arranjo espacial das árvores, disposição em relação ao sol, além do manejo de podas e desbaste das árvores (PEZZOPANE et al., 2015; VIEIRA et al., 2021). A escolha da espécie forrageira é relacionada a sua adaptabilidade ao sombreamento e gramíneas do gênero *Urochloa brizantha* e *Megathyrsus maximus* apresentam tolerância moderada (BERNARDINO; GARCIA, 2010).

Comparando gramíneas do gênero *Megathyrsus maximus* submetidos a 50% de sombreamento, Oliveira et al. (2014) reportaram maior acúmulo de MS na parte aérea e raízes do capim Mombaça do que capim Massai e Tanzânia. Por outro lado, Dibala et al. (2021) comparando as mesmas gramíneas submetidas a sombreamento moderado (35 – 50% de sombra), reportaram maior massa de forragem média no capim Massai (2042 kg ha<sup>-1</sup>) do que no Mombaça (1963 kg ha<sup>-1</sup>), mas com maior proporção de tecidos lignificados e menor digestibilidade.

Pereira et al. (2021) avaliaram a composição química e acúmulo de MS de 5 cultivares de *Megathyrsus maximus* em sistema silvipastoril com distância entre linhas de árvores de 22 m. As maiores massas de forragem foram de 6490 e 6033 kg MS ha<sup>-1</sup> nos capins Tamani e Mombaça respectivamente. Não houve diferença na digestibilidade in vitro da matéria orgânica (595 g kg<sup>-1</sup>) e proteína bruta (135 g kg<sup>-1</sup>). Silveira Junior et al. (2017) conduziram trabalho na região norte do Brasil avaliando a produção do capim Mombaça submetido a 35% de sombreamento e reportaram massa de forragem de 7900 kg MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

## **Desmama precoce**

O desmame precoce de bezerros é uma estratégia de manejo que consiste em retirar permanentemente o bezerro da companhia da mãe entre 90 a 110 dias após o nascimento, com intuito de melhorar o desempenho reprodutivo das vacas. A estratégia de desmame precoce é indicada para aliviar o requerimento de nutrientes das vacas no pós-parto, principalmente no período seco, caracterizado pelo déficit de forragem (ARTHINGTON; MINTON, 2004). A adoção dessa prática de manejo tem mostrado efetividade principalmente para os índices reprodutivos de primíparas, devido a redução da exigência nutricional referente a lactação após o desmame, acelerando o ganho de peso e a reposição do escore de condição corporal (ECC), possibilitando maiores taxas de prenhes e menor intervalo entre partos (ARTHINGTON; KALMBACHER, 2003; ARTHINGTON; MINTON, 2004).

Arthington e Kalmbacher, (2003), reportaram, que o desmame precoce aumentou em 2 pontos o ECC (4,28; 6,34) das vacas de primeira cria no período entre o desmame precoce (janeiro) e a desmama tradicional (agosto), enquanto desmama tradicional aumentou apenas 0,47 pontos no ECC (4,28; 4,75) das vacas no mesmo período. No mesmo trabalho, vacas com bezerros desmamados precocemente apresentaram maior taxa de prenhez (94%) do que vacas com bezerros na desmama tradicional (65%). Arthington e Minton, (2004) manipularam a quantidade de suplemento concentrado na dieta para que vacas primíparas com bezerros desmamados precocemente e tradicionalmente tivessem o mesmo GMD (0,54 kg/dia) e assim verificar as respostas referentes a desmama precoce. Os autores reportaram que não houve diferença no ECC durante os 70 dias de avaliação e apresentaram similar peso corporal no final do estudo (372 kg), porém, vacas com bezerros desmamados precocemente apresentaram o estro pós-parto 8 semanas antes das vacas com bezerros na desmama tradicional.

Em sistema de produção comparando desmama precoce e desmama tradicional, Myers et al. (1999a) verificaram GMD de 0,38 kg para vacas com bezerros desmamados precocemente enquanto que vacas com bezerros desmamados tradicionalmente tiveram GMD - 0,17 kg, consequentemente maior ECC (4,2 vs 4,0) e tendencia de maior taxa de prenhez (78 vs 67) para vacas de bezerros desmamados precocemente em relação a desmama tradicional. Myers et al. (1999b) em trabalho semelhante comparando três idades de desmama de bezerros, verificaram aumento linear do GMD de 0,12; 0,17; 0,39 kg (90 a 215 dias) com a diminuição da idade de desmame 215; 152; 90 dias, respectivamente, além disso, a taxa de prenhez aumentou 18% em vacas com bezerros desmamados aos 90 dias em relação a 152 e 215 dias.

Os bezerros desmamados precocemente podem ter o mesmo desempenho de bezerros desmamados aos 8-9 meses, desde que sejam suplementados para atingir os requerimentos nutricionais (ARTHINGTON; KALMBACHER, 2003; MORIEL, 2017). Em regiões de clima temperado, bezerros desmamados precocemente podem utilizar pastagens de inverno, de maior valor nutritivo, associado ao concentrado na dieta (VENDRAMINI; ARTHINGTON, 2008; VENDRAMINI et al., 2011). A necessidade de suplementação concentrada é devido alta exigência nutricional e capacidade ruminal limitada dos bezerros (PAISLEY et al., 1998; VENDRAMINI et al., 2006; VENDRAMINI; ARTHINGTON, 2008).

Vendramini et al. (2006) avaliaram 3 níveis [10, 15, e 20 g kg<sup>-1</sup> do peso vivo (PV)] de concentrado na dieta de bezerros desmamados precocemente (90 dias de idade) pastejando gramínea de inverno (*Lolium multiflorum*) com 279 e 838 g kg<sup>-1</sup> de proteína bruta (PB) e digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO) respectivamente. Os autores verificaram aumento linear do ganho médio diário (GMD) com o aumento do nível de concentrado na dieta (0,74, 0,81 e 0,89 kg dia<sup>-1</sup> nos níveis 10, 15 e 20 g kg<sup>-1</sup> do PV respectivamente). Para demonstrar a necessidade de suplementação dos bezerros, nesse mesmo trabalho foi avaliado o desempenho de duas repetições de bezerros desmamados precocemente sem suplementação concentrada e esses bezerros tiveram GMD de apenas 0,3 kg dia<sup>-1</sup>. Em sequência a esse experimento, Vendramini et al. (2007) realocaram os bezerros para pastagem de capim Tifton 85 com 184 e 624 g kg<sup>-1</sup> de PB e DIVMO, respectivamente durante o verão. Os animais estavam com 200 dias de vida e continuaram recebendo os mesmos níveis de concentrado na dieta (10, 15, 20 g kg<sup>-1</sup> de PV). Os resultados mostraram efeito linear positivo para GMD variando de 0,52 a 0,65 kg dia<sup>-1</sup> e peso vivo total [ajustado pelo número de bezerros dentro do pasto, calculado por hectare (PVT)] de 1088 a 1550 kg ha<sup>-1</sup> para os níveis de 10 a 20 g kg<sup>-1</sup> de PV, os animais que não receberam suplementação apresentaram GMD e PVT de 0,42 kg e 700 kg ha<sup>-1</sup>, verificando a necessidade de suplementação dessa categoria animal.

Moriel et al. (2014b) avaliaram o efeito da desmama precoce (90 dias) no crescimento e idade a puberdade de novilhas *Bos indicus* e os autores sugerem que efeito do “imprinting” metabólico está associado a práticas de manejo durante a vida precoce que possam aumentar a concentração plasmática de insulin-like growth fator-1 (IGF-1) que é positivamente correlacionada com o GMD e idade à puberdade das novilhas. Em estudo semelhante porém avaliando crescimento e carcaça de bezerros desmamados precocemente submetidos a dietas com alta proporção de concentrado na dieta, Moriel et al. (2014a) reportaram aumento da presença do receptor de IGF-1 no músculo de bezerros desmamados precocemente em comparação a desmama tradicional, esse aumento possibilita maior número de sítios de ligação

para o IGF-1 que é positivamente relacionado com o GMD. Vários estudos relacionados a fatores de regulação do crescimento muscular demonstram que o IGF-1 é um dos fatores de crescimento mais caracterizados, sendo responsável por modular o tamanho do músculo e importante papel na regulação da função muscular (YOSHIDA; DELAFONTAINE, 2020).

### **Frequência de Suplementação**

A estratégia de diminuição da frequência de fornecimento de suplementação concentrada está principalmente associada com a diminuição dos custos com o processo de fornecimento de ração no cocho que pode aumentar o custo de produção (COOKE et al., 2008; LOY et al., 2008). Custo com operação, maquinário e equipamento são fatores positivamente correlacionados com o aumento do custo de alimentação do rebanho, aumentando o custo por unidade produzida (MILLER et al., 2001; RAMSEY et al., 2005). Assim, a diminuição da frequência de suplementação diária para 3 vezes por semana é utilizada como ferramenta de manejo para diminuir o custo com funcionário, combustível equipamento, fatores relacionado ao processo de fornecer alimento aos animais (COOKE et al., 2008; MORIEL et al., 2012).

Estudos com diminuição da frequência de suplementação apresentam resultados que podem variar dependendo da categoria animal, tipo de suplemento e forragem utilizada. Moriel et al. (2012) utilizaram novilhas de aproximadamente 294 dias de idade e 241 kg de PV recebendo forragens de média e baixa qualidade e suplementação concentrada diariamente (7X) ou três vezes por semana (3X). O GMD das novilhas não diferiu quanto a frequência de suplementação ( $0,26 \text{ kg dia}^{-1}$ ), porém independente da qualidade da forragem, novilhas que receberam concentrado 7X apresentaram puberdade e prenhez mais rapidamente do que as novilhas do tratamento 3X.

Cooke et al., (2008) avaliaram novilhas na mesma faixa de idade e peso do trabalho de Moriel et al. (2012), as novilhas tinham acesso a pasto e feno de baixa qualidade e receberam suplementação concentrada 7X e 3X por semana. Foi verificado que o GMD do tratamento 3X ( $0,33 \text{ kg dia}^{-1}$ ) foi menor do que o 7X ( $0,41 \text{ kg dia}^{-1}$ ). Além disso, a puberdade e prenhez foram antecipadas no tratamento 7X em relação ao 3X. Em concordância que os estudos anteriores, Moriel et al., (2020) também não verificaram diferença no GMD de novilhas na fase reprodutiva (média 244 kg e 314 dias de vida), porém, os autores reportaram que a redução da frequência de suplementação afetou negativamente o desempenho reprodutivo das novilhas, com menor número de novilhas paridas nos primeiros 21 dias da estação de monta quando suplementadas 3 vezes por semana.

Silva et al. (2018a) avaliaram o efeito da diminuição da frequência de suplementação (7X, 3X e associação de 7X de 0 a 15 + 16 a 42 dias 3X por semana) no crescimento e resposta imune a vacinas em bezerros desmamados. Foram usados animais com aproximadamente 200 kg aos 175 dias de vida, que tiveram acesso livre a feno de Festuca [(*Lolium arundinaceum*) 16% PB e 59% NDT] e receberam suplemento concentrado (15,3% PB e 71% NDT) a 1% do PV. Os autores reportam que a diminuição da frequência de suplementação de 7X para 3X não prejudicou o desempenho de crescimento dos bezerros, com média de 241 kg de PV e 0,9 kg dia<sup>-1</sup> de GMD, porém, a diminuição da frequência afetou negativamente a produção de anticorpos induzido pela vacina.

O mesmo grupo de pesquisa Silva et al. (2018b) avaliaram o efeitos da vacinação no pré e pós-desmame e a frequência de suplementação no crescimento e imunidade de bezerros com média de 244 kg e 196 dias de vida. Esses autores verificaram tendência de menor GMD para animais suplementados 3X (0,68 kg) do que os animais 7X (0,77 kg). Além disso, os bezerros do 3X apresentaram maior concentração de cortisol que indica que os animais 3X apresentaram maior estresse fisiológico, e haptoglobina que indica aumento de processo inflamatório aguda e crônica, levando a maior demanda de nutrientes para o sistema imunológico reduzindo a resposta imune.

Por outro lado, outros estudos não demonstraram efeitos negativos quanto a diminuição da frequência de suplementação. Drewnoski et al. (2011) utilizaram bezerros com peso médio de 261 kg com acesso livre a feno de Festuca (*Lolium arundinaceum* (Schreb.) S. J. Darbyshire) (8,5% PB) e 19,1 kg de suplemento (17% PB) por semana. Os tratamentos foram suplementação 7X, 3X e duas vezes por semana (2X). A diminuição da frequência de suplementação de 7X para 3X ou 2X, não afetou o GMD. Moura et al. (2020) avaliaram o desempenho de vacas primíparas 105 dias antes e pós-parto submetidas a duas frequências de suplementação (diariamente ou a cada 3 dias). A menor frequência de suplementação, não afetou o desempenho das vacas e seus bezerros, não houve diferença para GMD, PV das vacas, PV dos bezerros, e ECC das vacas. Além disso, a diminuição da frequência de suplementação não alterou os níveis séricos de IGF-1. Devos et al. (2020) avaliaram o efeito do fornecimento diário, 1 vez por semana, 2 vezes por semana ou 3 vezes por semana de suplementação concentrada, em vacas durante os últimos 75 dias de gestação à próxima estação de monta. Os autores não verificaram diferença quanto a frequência de suplementação em GMD e PV, além disso não foi observada diferença entre a taxa de prenhez independente da frequência de suplementação.

Uma resposta comumente encontrada nos trabalhos de diminuição da frequência de suplementação é a oscilação no consumo de MS de forragem e total, devido aos dias em que os



animais com menor frequência de suplementação não recebem concentrado na dieta, podendo haver aumento do consumo de forragem que gera variações diárias no consumo de nutrientes (COOKE et al., 2008; MORIEL et al., 2012; ARTIOLI et al., 2015; SILVA et al., 2018a, 2018b). Fatores como glicose, N ureico plasmático (NUP) e IGF-1 são positivamente relacionadas com o consumo, enquanto o aumento da concentração de cortisol diminui o consumo, assim, as oscilações no consumo de nutrientes acarretam a oscilação das concentrações de hormônios e metabolitos como glicose, NUP, IGF-1, cortisol e haptoglobina (COOKE et al., 2008; MORIEL et al., 2012; SILVA et al., 2018a, 2018b). De acordo com esses autores, quando não há diferença no desenvolvimento e GMD, essas oscilações explicam em partes os efeitos negativos no desempenho reprodutivo e sistema imune de animais que recebem suplementação 3 vezes por semana, evidenciando que pode existir efeito negativo nos animais mesmo quando não há diferença no GMD e PV.

A variação geralmente ocorre quando os animais do grupo 3X consomem apenas forragem na dieta, ou seja, nos dias que apenas os animais do grupo 7X recebem concentrado, nesses dias os animais do grupo 3X apresentam menores concentrações de NUP, glicose e IGF-1, já nos dias que todos os animais recebem suplementação concentrada, as concentrações dos metabolitos citados são maiores no grupo 3X em comparação ao 7X, que pode prejudicar o desenvolvimento do crescimento e reprodutivo (COOKE et al., 2008; MORIEL et al., 2012, 2020b).

A qualidade da forragem é um dos fatores que pode gerar resultados controversos entre os estudos de frequência de suplementação relacionados a flutuação no consumo de nutrientes. La Manna, (2002) avaliou três frequências de suplementação, a cada 24, 48 e 72 horas, em bois canulados de aproximadamente 509 kg e o desempenho de novilhos de aproximadamente 14 meses e 199 kg, os animais receberam feno de alfafa (18% PB; 58,6% FDN) e milho triturado. Foi verificado que não houve diferença no GMD dos animais que receberam concentrado a cada 24 e 48 horas (0,77 e 0,75 respectivamente). O autor observou que houve menor taxa de passagem com a menor frequência de suplementação, o que pode ter reduzido o consumo de matéria seca e aumentado a digestibilidade do FDN e FDA observados no trabalho. Esses resultados demonstram que forragem de média a alta qualidade podem favorecer a diminuição da frequência de suplementação sem prejudicar o GMD. Mas os tratamentos com menor frequência de suplementação (48 e 72 h) apresentaram maior variação ao longo dos dias da concentração de nitrogênio sérico que pode indicar a oscilação nos metabolitos.

Drewnoski e Poore, (2012) avaliaram o efeito da frequência de suplementação (diariamente; dias alternados) na fermentação e digestão ruminal de novilhos ( $362 \pm 18$  kg)

alimentados com feno de qualidade média e suplementados com um casco de soja e glúten de milho. Os autores verificaram que a diminuição da frequência diária para dias alternados diminui o consumo de feno e não alterou o balanço de N e a digestibilidade da dieta. Assim, os autores sugerem que em dietas onde há consumo de grande quantidade de concentrado é necessário atentar para balanço de N degradável no rúmen e energia da dieta, sendo essencial para garantir a disponibilidade de N para o crescimento microbiano.

Moura et al. (2020) avaliaram o efeito da suplementação proteica energética em vacas primíparas nelore durante o pré e pós-parto. Os animais tinham acesso a pasto de *Brachiaria decumbens* e suplementação concentrada de 1,5 kg vaca<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> ou 4,5 kg vaca<sup>-1</sup> a cada 3 dias. Os autores relataram que não houve diferença no consumo de forragem, ECC, GMD, PV, proteína plasmática total e IGF-1, além de não apresentar diferença na digestibilidade aparente total. Os autores reportam que os animais sob suplementação infrequente podem ter aumentado a reciclagem da ureia para manter os níveis de N ruminal equivalentes os níveis mantidos pelos animais com suplementação diária, que pode ter contribuído para não haver diferença no consumo de forragem (WICKERSHAM et al., 2008).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADHIKARI, K. P.; SAGGAR, S.; HANLY, J. A.; GUINTO, D. F.; TAYLOR, M. D. Why copper and zinc are ineffective in reducing soil urease activity in New Zealand dairy-grazed pasture soils. **Soil Research**, v.56, n.5, p.491–502, 2018. doi:10.1071/SR17278.
- AKIN, D. E.; AMOS, H. E. Rumen Bacterial Degradation of Forage Cell Walls Investigated by Electron Microscopy. **Applied Microbiology**, v.29, n.5, p.692–701, 1975. doi:10.1128/am.29.5.692-701.1975.
- ARTHINGTON, J. D.; KALMBACHER, R. S. Effect of early weaning on the performance of three-year-old, first-calf beef heifers and calves reared in the subtropics. **Journal of Animal Science**, v.81, n.5, p.1136–1141, 2003. doi:10.2527/2003.8151136x.
- ARTHINGTON, J. D.; MINTON, J. E. The Effect of Early Calf Weaning on Feed Intake, Growth, and Postpartum Interval in Thin, Brahman-Crossbred Primiparous Cows. **Professional Animal Scientist**, v.20, n.1, p.34–38, 2004. doi:10.15232/S1080-7446(15)31269-9.
- ARTIOLI, L. F. A.; MORIEL, P.; POORE, M. H.; MARQUES, R. S.; COOKE, R. F. Decreasing the frequency of energy supplementation from daily to three times weekly impairs growth and humoral immune response of preconditioning beef steers. **Journal of Animal Science**, v.93, n.11, p.5430–5441, 2015. doi:10.2527/jas.2015-9457.

- BENINI, S.; RYPNIEWSKI, W. R.; WILSON, K. S.; MANGANI, S.; CIURLI, S. Molecular Details of Urease Inhibition by Boric Acid: Insights into the Catalytic Mechanism. **Journal of the American Chemical Society**, v.126, n.12, p.3714–3715, 2004. doi:10.1021/ja049618p.
- BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. **Sistemas Silvopastoris. Pesquisa Florestal Brasileira**, n.60, p.77–88, 2010. doi:10.4336/2009.pfb.60.77.
- BORGES, B. M. M. N.; SILVEIRA, M. L.; CARDOSO, S. S.; MOLINE, E. F. V.; COUTINHO NETO, A. M.; LUCAS, F. T.; MURAOKA, T.; COUTINHO, E. L. M. Growth, herbage accumulation, and nutritive value of ‘tifton 85’ bermudagrass as affected by nitrogen fertilization strategies’. **Crop Science**, v.57, n.6, p.3333–3342, 2017. doi:10.2135/cropsci2016.10.0890.
- BOSI, C.; PEZZOPANE, J. R. M.; SENTELHAS, P. C. Soil water availability in a full sun pasture and in a silvopastoral system with eucalyptus. **Agroforestry Systems**, v.94, n.2, p.429–440, 2020. doi:10.1007/s10457-019-00402-7.
- CALLAHAN, B. P.; YUAN, Y.; WOLFENDEN, R. The Burden Borne by Urease Scheme 1. Alternate Mechanisms of Urea Decomposition in Water. **J. Am. Chem. Soc.**, v.127, n.Table 1, p.10828–10829, 2005.
- CAMERON, K. C.; DI, H. J.; MOIR, J. L. Nitrogen losses from the soil/plant system: A review. **Annals of Applied Biology**, 2013. doi:10.1111/aab.12014.
- CANCELLIER, E. L.; SILVA, D. R. G.; FAQUIN, V.; GONÇALVES, B. de A.; CANCELLIER, L. L.; SPEHAR, C. R. Ammonia volatilization from enhanced-efficiency urea on no-till maize in brazilian cerrado with improved soil fertility. **Ciência e Agrotecnologia**, v.40, n.2, p.133–144, 2016. doi:10.1590/1413-70542016402031115.
- CANTARELLA, H.; OTTO, R.; SOARES, J. R.; SILVA, A. G. de B. Agronomic efficiency of NBPT as a urease inhibitor: A review. **Journal of Advanced Research**, v.13, p.19–27, 2018. doi:10.1016/j.jare.2018.05.008.
- CARVALHO, F. J.; ELIAS, R. B.; SILVA, A. D. A.; CAMPOS, T. S. Sources and dosages of Nitrogen applied with urea coated with polymers in Marandu Palisade Grass. **Revista Agrogeoambiental**, v.10, n.3, p.135–144, 2018. doi:10.18406/2316-1817v10n320181189.
- COOKE, R. F.; ARTHINGTON, J. D.; ARAUJO, D. B.; LAMB, G. C.; EALY, A. D. Effects of supplementation frequency on performance, reproductive, and metabolic responses of Brahman-crossbred females. **Journal of Animal Science**, v.86, n.9, p.2296–2309, 2008. doi:10.2527/jas.2008-0978.
- CORRÊA, D. C. da C.; CARDOSO, A. da S.; FERREIRA, M. R.; SINISCALCHI, D.; GONÇALVES, P. H. de A.; LUMASINI, R. N.; REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C. Ammonia volatilization, forage accumulation, and nutritive value of marandu palisade grass pastures in different n sources and doses. **Atmosphere**, v.12, n.9, 2021. doi:10.3390/atmos12091179.
- COSTA, K. A. .; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu Nitrogen doses and sources on pasture recuperation of grass marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.192–199, 2010.

- DAIGH, A. L.; SAVIN, M. C.; BRYE, K.; NORMAN, R.; MILLER, D. Urea persistence in floodwater and soil used for flooded rice production. **Soil Use and Management**, v.30, n.4, p.463–470, 2014. doi:10.1111/sum.12142.
- DELEVATTI, L. M.; CARDOSO, A. S.; BARBERO, R. P.; LEITE, R. G.; ROMANZINI, E. P.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A. Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, and animal performance in a tropical pasture. **Scientific Reports**, v.9, n.1, p.1–9, 2019. doi:10.1038/s41598-019-44138-x.
- DEMPSEY, R. J.; SLATON, N. A.; NORMAN, R. J.; ROBERTS, T. L. Ammonia volatilization, rice yield, and nitrogen uptake responses to simulated rainfall and urease inhibitor. **Agronomy Journal**, v.109, n.1, p.363–377, 2017. doi:10.2134/agronj2016.06.0374.
- DEVOS, J. J.; SPENCE, K. M.; WARREN, C. T.; FERRIMAN, N. N.; SCHENKEL, F. S.; WOOD, K. M.; CAMPBELL, C. P.; MANDELL, I. B. Effects of frequency of supplementation of low-quality gestation diets on beef cow performance from mid-gestation through lactation and preweaning calf performance. **Applied Animal Science**, v.36, n.2, p.237–248, 2020. doi:10.15232/aas.2019-01933.
- DIBALA, R.; JOSE, S.; GOLD, M.; HALL, J. S.; KALLENBACH, R.; KNAPP, B. Tree density effects on soil, herbage mass and nutritive value of understory *Megathyrsus maximus* in a seasonally dry tropical silvopasture in Panama. **Agroforestry Systems**, v.95, n.4, p.741–753, 2021. doi:10.1007/s10457-021-00628-4.
- DREWNOSKI, M. E.; POORE, M. H. Effects of supplementation frequency on ruminal fermentation and digestion by steers fed medium-quality hay and supplemented with a soybean hull and corn gluten feed blend. **Journal of Animal Science**, v.90, n.3, p.881–891, 2012. doi:10.2527/jas.2010-3807.
- DREWNOSKI, M. E.; POORE, M. H.; BENSON, G. A. Effect of frequency of supplementation of a soyhulls and corn gluten feed blend on hay intake and performance of growing steers. **Animal Feed Science and Technology**, v.164, n.1–2, p.38–44, 2011. doi:10.1016/j.anifeedsci.2010.11.022.
- EPE. Competitividade do gás natural: estudo de caso na indústria de fertilizantes nitrogenados.** Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>.
- FARIA, L. de A.; NASCIMENTO, C. A. C. do; BARDELLA, G. R.; MOURA, T. A. de; MENDES, F. L.; VITTI, G. C. NH<sub>3</sub> Volatilization from Urea-NBPT in Eucalyptus. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.47, n.6, p.769–774, 2016. doi:10.1080/00103624.2016.1146892.
- FERREIRA, D. J.; ZANINE, a. M.; SOUTO, S. M.; DIAS, P. F. Capim tanzânia (*Panicum maximum*) sob sombreamento e manejo de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.225, p.81–91, 2010. doi:10.4321/S0004-05922010000100009.
- FU, L.; YANG, W.; WEI, Y. Effects of copper pollution on the activity of soil invertase and urease in loquat orchards. **Chinese Journal of Geochemistry**, v.28, n.1, p.76–80, 2009. doi:10.1007/s11631-009-0076-z.
- FU, Q.; ABADIE, M.; BLAUD, A.; CARSWELL, A.; MISSELBROOK, T. H.; CLARK, I. M.; HIRSCH, P. R. Effects of urease and nitrification inhibitors on soil N, nitrifier abundance

and activity in a sandy loam soil. **Biology and Fertility of Soils**, v.56, n.2, p.185–194, 2020. doi:10.1007/s00374-019-01411-5.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M. C.; NETO, A. F. G.; ROCHA, G. C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1436–1444, 2011. doi:10.1590/S1516-35982011000700006.

HAGSTROM, G. R. Fertilizer Sources of Sulfur and Their Use. In: TABATABAI, M. A. (Ed.). **Sulfur in Agriculture**,. 1. ed. [s.l.: s.n.].p. 567–581.

HERNÁNDEZ GARAY, A.; SOLLENBERGER, L. E.; MCDONALD, D. C.; RUEGSEGGER, G. J.; KALMBACHER, R. S.; MISLEVY, P. Nitrogen fertilization and stocking rate affect stargrass pasture and cattle performance. **Crop Science**, v.44, n.4, p.1348–1354, 2004. doi:10.2135/cropsci2004.1348.

IFASTAT. **International Fertilizer Association. Databases and Charts, consumption**. Disponível em: <www.ifastat.org/databases/plant-nutrition>. Acesso em: 5 jan. 2022.

KERING, M. K.; GURETZKY, J.; FUNDERBURG, E.; MOSALI, J. Effect of nitrogen fertilizer rate and harvest season on forage yield, quality, and macronutrient concentrations in Midland Bermuda grass. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.42, n.16, p.1958–1971, 2011. doi:10.1080/00103624.2011.591470.

KESHAVARZ AFSHAR, R.; LIN, R.; MOHAMMED, Y. A.; CHEN, C. Agronomic effects of urease and nitrification inhibitors on ammonia volatilization and nitrogen utilization in a dryland farming system: Field and laboratory investigation. **Journal of Cleaner Production**, v.172, p.4130–4139, 2018. doi:10.1016/j.jclepro.2017.01.105.

KRAJEWSKA, B. Ureasas I. Functional, catalytic and kinetic properties: A review. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, 1 jul. 2009. doi:10.1016/j.molcatb.2009.01.003.

LA MANNA, A. F. **Feeding strategies and nutrient management of grazing cattle in Uruguay**. 2002. Oklahoma State University Stillwater, 2002.

LAWLOR, D. W.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. Nitrogen, Plant Growth and Crop Yield. **Plant Nitrogen**, p.343–367, 2001. doi:10.1007/978-3-662-04064-5\_13.

LOY, T. W.; KLOPFENSTEIN, T. J.; ERICKSON, G. E.; MACKEN, C. N.; MACDONALD, J. C. Effect of supplemental energy source and frequency on growing calf performance. **Journal of Animal Science**, v.86, n.12, p.3504–3510, 2008. doi:10.2527/jas.2008-0924.

MARIANO, E.; DE SANT ANA FILHO, C. R.; BORTOLETTO-SANTOS, R.; BENDASSOLLI, J. A.; TRIVELIN, P. C. O. Ammonia losses following surface application of enhanced-efficiency nitrogen fertilizers and urea. **Atmospheric Environment**, v.203, p.242–251, 2019. doi:10.1016/j.atmosenv.2019.02.003.

MARQUES, R. S.; COOKE, R. F.; RODRIGUES, M. C.; MORIEL, P.; BOHNERT, D. W. Impacts of cow body condition score during gestation on weaning performance of the offspring. **Livestock Science**, v.191, p.174–178, 2016. doi:10.1016/j.livsci.2016.08.007.

- MILLER, A. J.; FAULKNER, D. B.; KNIPE, R. K.; STROHBEHN, D. R.; PARRETT, D. F.; BERGER, L. L. Critical Control Points for Profitability in the Cow-Calf Enterprise. **Professional Animal Scientist**, v.17, n.4, p.295–302, 2001. doi:10.15232/S1080-7446(15)31643-0.
- MOREIRA, G. R.; SALIBA, E. O. S.; MAURÍCIO, R. M.; SOUSA, L. F.; FIGUEIREDO, M. P.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M. Avaliação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu em sistemas silvipastoris. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.3, p.706–713, 2009. doi:10.1590/S0102-09352009000300026.
- MORIEL, P.; COOKE, R. F.; BOHNERT, D. W.; VENDRAMINI, J. M. B.; ARTHINGTON, J. D. Effects of energy supplementation frequency and forage quality on performance, reproductive, and physiological responses of replacement beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.90, n.7, p.2371–2380, 2012. doi:10.2527/jas.2011-4958.
- MORIEL, P.; JOHNSON, S. E.; VENDRAMINI, J. M. B.; MCCANN, M. A.; GERRARD, D. E.; MERCADANTE, V. R. G.; HERSOM, M. J.; ARTHINGTON, J. D. Effects of calf weaning age and subsequent management systems on growth performance and carcass characteristics of beef steers. **Journal of Animal Science**, v.92, n.8, p.3598–3609, 2014a. doi:10.2527/jas.2014-7751.
- MORIEL, P.; JOHNSON, S. E.; VENDRAMINI, J. M. B.; MERCADANTE, V. R. G.; HERSOM, M. J.; ARTHINGTON, J. D. Effects of calf weaning age and subsequent management system on growth and reproductive performance of beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.92, n.7, p.3096–3107, 2014b. doi:10.2527/jas.2013-7389.
- MORIEL, P.; PALMER, E.; VEDOVATTO, M.; PICCOLO, M. B.; RANCHES, J.; SILVA, H. M.; MERCADANTE, V. R. G.; LAMB, G. C.; VENDRAMINI, J. M. B. Supplementation frequency and amount modulate postweaning growth and reproductive performance of *Bos indicus*-influenced beef heifers. **Journal of animal science**, v.98, n.8, p.1–11, 2020. doi:10.1093/jas/skaa236.
- MORIEL, P.; VENDRAMINI, J. M. B.; ARTHINGTON, J. D.; AGUIAR, A. D.; CAPUTTI, G. Effects of crude protein level and degradability of limited creep-feeding supplements on performance of beef cow-calf pairs grazing limpograss pastures. **Livestock Science**, v.200, p.1–5, 2017. doi:10.1016/j.livsci.2017.03.020.
- MOURA, F. H.; COSTA, T. C.; TRECE, A. S.; MELO, L. P.; MANSO, M. R.; PAULINO, M. F.; RENNÓ, L. N.; FONSECA, M. A.; DETMANN, E.; GIONBELLI, M. P.; DUARTE, M. de S. Effects of energy-protein supplementation frequency on performance of primiparous grazing beef cows during pre and postpartum. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.33, n.9, p.1430–1443, 2020. doi:10.5713/ajas.19.0784.
- MYERS, S. E.; FAULKNER, D. B.; IRELAND, F. A.; BERGER, L. L.; PARRETT, D. F. Production systems comparing early weaning to normal weaning with or without creep feeding for beef steers. **Journal of Animal Science**, v.77, n.2, p.300–310, 1999a. doi:10.2527/1999.772300x.
- MYERS, S. E.; FAULKNER, D. B.; IRELAND, F. A.; PARRETT, D. F. Comparison of three weaning ages on cow-calf performance and steer carcass traits. **Journal of Animal Science**, v.77, n.2, p.323–329, 1999b. doi:10.2527/1999.772323x.

NASCIMENTO, C. A. C. do; VITTI, G. C.; FARIA, L. de A.; LUZ, P. H. C.; MENDES, F. L. Ammonia volatilization from coated urea forms. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.4, p.1057–1063, 2013. doi:10.1590/s0100-06832013000400022.

NAZ, M. Y.; SULAIMAN, S. A. Slow release coating remedy for nitrogen loss from conventional urea: A review. **Journal of Controlled Release**, v.225, p.109–120, 2016. doi:10.1016/j.jconrel.2016.01.037.

NORI, M.; SWITZER, J.; CRAWFORD, A. Herding on the Brink Towards a Global Survey of Pastoral Communities and Conflict. **International Institute for Sustainable Development**, 2005.

NOVOA, R.; LOOMIS, R. S. Nitrogen and plant production. **Plant and Soil**, v.58, n.1–3, p.177–204, 1981. doi:10.1007/BF02180053.

OLIVEIRA, E. P. De; PEREIRA, L.; SILVEIRA, D. O.; TEODORO, P. E.; ASCOLI, F. G.; TORRES, F. E. Efeito do sombreamento e do incrustamento de sementes sobre o desenvolvimento de cultivares de *Panicum maximum*. **Bioscience Journal**, v.30, n.6, p.1682–1691, 2014.

OLIVEIRA, L.; SANTOS, A.; ANDRÉ, T.; SANTOS, J.; OLIVEIRA, H. Influence of a Silvopastoral System on Anatomical Aspects and Dry Matter Quality of Mombasa and Marandu Grasses. **Journal of Agriculture and Ecology Research International**, v.13, n.3, p.1–11, 2017. doi:10.9734/jaeri/2017/31624.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; DE CASTRO, C. R. T.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.917–923, 2008. doi:10.1590/S0100-204X2008000700017.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B. de; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.4, p.573–579, 2007. doi:10.1590/S0100-204X2007000400016.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; MAURÍCIO, R. M.; FERNANDES, P. B.; MORENZ, M. J. F. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**, v.72, n.3, p.590–600, 2017. doi:10.1111/gfs.12264.

PAISLEY, S. I.; ACKERMAN, C. J.; PURVIS, H. T.; HORN, G. W. Wheat Pasture Intake by Early-Weaned Calves. **Animal Science Research Report**,. 1998.

PEREIRA, M.; DE ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; DOS SANTOS, V. A. C.; GAMARRA, É. L.; CASTRO-MONTOYA, J.; LEMPP, B.; MORAIS, M. D. G. Anatomical and nutritional characteristics of *Megathyrsus maximus* genotypes under a silvopastoral system. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v.9, n.2, p.159–170, 2021. doi:10.17138/TGFT(9)159-170.

PEZZOPANE, J. R. M.; BOSI, C.; NICODEMO, M. L. F.; SANTOS, P. M.; DA CRUZ, P. G.; PARMEJANI, R. S. Microclimate and soil moisture in a silvopastoral system in southeastern Brazil. **Bragantia**, v.74, n.1, p.110–119, 2015. doi:10.1590/1678-4499.0334.

- PINTO DA SILVA, F.; RIBEIRO VIEIRA FILHO, J. E. Condicionantes Da Exportação Brasileira Da Pecuária De Leite. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, n.24, p.175–177, 2021. doi:10.38116/brua24art17.
- PONTES, L. da S.; BALDISSERA, T. C.; GIOSTRI, A. F.; STAFIN, G.; DOS SANTOS, B. R. C.; CARVALHO, P. C. d. F. Effects of nitrogen fertilization and cutting intensity on the agronomic performance of warm-season grasses. **Grass and Forage Science**, v.72, n.4, p.663–675, 2017. doi:10.1111/gfs.12267.
- POWLSON, D. S.; DAWSON, C. J. Use of ammonium sulphate as a sulphur fertilizer: Implications for ammonia volatilization. **Soil Use and Management**, p.1–13, 2021. doi:10.1111/sum.12733.
- RAMSEY, R.; DOYE, D.; WARD, C.; MCGRANN, J.; FALCONER, L.; BEVERS, S. Factors Affecting Beef Cow-Herd Costs, Production, and Profits. **Journal of Agricultural and Applied Economics**, v.37, n.1, p.91–99, 2005. doi:10.1017/S1074070800007124.
- RECH, I.; POLIDORO, J. C.; PAVINATO, P. S. Additives incorporated into urea to reduce nitrogen losses after application to the soil. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.52, n.3, p.194–204, 2017. doi:10.1590/S0100-204X2017000300007.
- ROCHETTE, P.; ANGERS, D. A.; CHANTIGNY, M. H.; GASSER, M.-O.; MACDONALD, J. D.; PELSTER, D. E.; BERTRAND, N. Ammonia Volatilization and Nitrogen Retention: How Deep to Incorporate Urea? **Journal of Environmental Quality**, v.42, n.6, p.1635–1642, 2013. doi:10.2134/jeq2013.05.0192.
- RODRIGUES, M. O. D.; DOS SANTOS, A. C.; DOS SANTOS, P. M.; DE SOUSA, J. T. L.; ALEXANDRINO, E.; DOS SANTOS, J. G. D. Mombasa grass characterisation at different heights of grazing in an intercropping system with Babassu and monoculture. **Semina:Ciencias Agrarias**, v.37, n.4, p.2085–2098, 2016. doi:10.5433/1679-0359.2016v37n4p2085.
- SAHA, B. K.; ROSE, M. T.; WONG, V. N. L.; CAVAGNARO, T. R.; PATTI, A. F. Nitrogen Dynamics in Soil Fertilized with Slow Release Brown Coal-Urea Fertilizers. **Scientific Reports**, v.8, n.1, p.1–10, 2018. doi:10.1038/s41598-018-32787-3.
- SCHWARZKOPF, S.; KINOSHITA, A.; HÜTHER, L.; SALM, L.; KEHRAUS, S.; SÜDEKUM, K. H.; HUBER, K.; DÄNICKE, S.; FRAHM, J. Weaning age influences indicators of rumen function and development in female Holstein calves. **BMC Veterinary Research**, v.18, n.1, p.1–15, 2022. doi:10.1186/s12917-022-03163-1.
- SHAW, W. H. R. The Inhibition of Urease by Various Metal Ions. **Journal of the American Chemical Society**, v.76, n.8, p.2160–2163, 1954. doi:10.1021/ja01637a034.
- SHOJI, S.; DELGADO, J.; MOSIER, A.; MIURA, Y. Use of controlled release fertilizers and nitrification inhibitors to increase nitrogen use efficiency and to conserve air and water quality. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.32, n.7–8, p.1051–1070, 2001. doi:10.1081/CSS-100104103.
- SIGURDARSON, J. J.; SVANE, S.; KARRING, H. The molecular processes of urea hydrolysis in relation to ammonia emissions from agriculture. Reviews in **Environmental Science and Biotechnology**, v.17, n.2, p.241–258, 2018. doi:10.1007/s11157-018-9466-1.



- SILVA, G. M.; POORE, M. H.; RANCHES, J.; MORIEL, P. Effects of timing of vaccination relative to weaning and post-weaning frequency of energy supplementation on growth and immunity of beef calves. **Journal of Animal Science**, v.96, n.1, p.318–330, 2018a. doi:10.1093/jas/skx021.
- SILVA, G. M.; POORE, M. H.; RANCHES, J.; SANTOS, G. S.; MORIEL, P. Effects of gradual reduction in frequency of energy supplementation on growth and immunity of beef steers. **Journal of Animal Science**, v.96, n.1, p.273–283, 2018b. doi:10.1093/jas/skx047.
- SILVEIRA JUNIOR, O.; DOS SANTOS, A. C.; RODRIGUES, M. O. D.; RODRIGUES, M. O. D.; ALENCAR, N. M. Productive efficiency of mombasa grass in silvopastoral system under pasture deferment and nitrogen fertilizer. **Semina: Ciências Agrárias**, v.38, n.5, p.3307–3318, 2017. doi:10.5433/1679-0359.2017v38n5p3307.
- SILVEIRA, M. L.; HABY, V. A.; LEONARD, A. T. Response of coastal bermudagrass yield and nutrient uptake efficiency to nitrogen sources. **Agronomy Journal**, v.99, n.3, p.707–714, 2007. doi:10.2134/agronj2006.0200.
- SOMMER, S. G.; SCHJOERRING, J. K.; DENMEAD, O. T. Ammonia Emission from Mineral Fertilizers and Fertilized Crops. In: **Advances in Agronomy**,. 82p. 557–622.
- SPIERTZ, J. H. J. Nitrogen, Sustainable Agriculture and Food Security: A Review. In: **Sustainable Agriculture**,. Dordrecht: Springer Netherlands, 2009. 23p. 635–651.
- STAFANATO, J. . B.; GOULART, R. D.; ZONTA, E.; LIMA, E.; MAZUR, N.; PEREIRA, C. G.; DE SOUZA, H. N. Ammonia Volatilization from Pelletized Urea with Micronutrients in a Controlled Environment. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.3, p.726–732, 2013. doi:10.1590/S0100-06832013000300019.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. 2017.
- VALENTINI, P. V.; CASTRO, C. R. T. A importância do sistema silvipastoril na pecuária leiteira. **PUBVET**, v.4, n.7, p.1–22, 2010.
- VENDRAMINI, J. M. B.; ARTHINGTON, J. D. Effects of Supplementation Strategies on Performance of Early-Weaned Calves Raised on Pastures. **Professional Animal Scientist**, v.24, n.5, p.445–450, 2008. doi:10.15232/S1080-7446(15)30880-9.
- VENDRAMINI, J. M. B.; ARTHINGTON, J. D.; SOLLENBERGER, L. E.; SARAIVA, T. Rumen-undegradable protein supplementation effects on early weaned calves grazing annual ryegrass. **Crop Science**, v.51, n.1, p.381–386, 2011. doi:10.2135/cropsci2010.04.0204.
- VENDRAMINI, J. M. B.; SOLLENBERGER, L. E.; DUBEUX, J. C. B.; INTERRANTE, S. M.; STEWART, R. L.; ARTHINGTON, J. D. Concentrate supplementation effects on forage characteristics and performance of early weaned calves grazing rye-ryegrass pastures. **Crop Science**, v.46, n.4, p.1595–1600, 2006. doi:10.2135/cropsci2005.11-0419.
- VENDRAMINI, J. M. B.; SOLLENBERGER, L. E.; DUBEUX, J. C. B.; INTERRANTE, S. M.; STEWART, R. L.; ARTHINGTON, J. D. Concentrate supplementation effects on the performance of early weaned calves grazing Tifton 85 bermudagrass. **Agronomy Journal**, v.99, n.2, p.399–404, 2007. doi:10.2134/agronj2005.0355.

VIEIRA, F. M. C.; MILITÃO, É. R.; WAGNER JÚNIOR, A.; HERBUT, P.; MAYER, L. R. R.; VISMARA, E. S.; VIEIRA, A. M. C.; PARIS, W.; HERMES, C.; PAŚMIONKA, I. Impact of Shading of a Silvopastoral System on Microclimate and Botanical Composition of Polyphytic Pasture: A Preliminary Study in the Subtropics. **Journal of Ecological Engineering**, v.22, n.10, p.215–224, 2021. doi:10.12911/22998993/142206.

VIERO, F.; BAYER, C.; VIEIRA, R. C. B.; CARNIEL, E. Manejo da irrigação e fertilizantes nitrogenados para reduzir a volatilização de amônia. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v.39, n.6, p.1737–1743, 2015. doi:10.1590/01000683rbc20150132.

WICKERSHAM, T. A.; TITGEMEYER, E. C.; COCHRAN, R. C.; WICKERSHAM, E. E.; GNAD, D. P. Effect of rumen-degradable intake protein supplementation on urea kinetics and microbial use of recycled urea in steers consuming low-quality forage. **Journal of Animal Science**, v.86, n.11, p.3079–3088, 2008. doi:10.2527/jas.2007-0325.

YOSHIDA, T.; DELAFONTAINE, P. Mechanisms of IGF-1-Mediated Regulation of Skeletal Muscle Hypertrophy and Atrophy. **Cells**, v.9, n.9, p.1970, 2020. doi:10.3390/cells9091970.

## CAPÍTULO 2

### Efeito na qualidade e produção do capim Mombaça submetido a fontes de adubação nitrogenada em sistemas de monocultivo e silvipastoris

#### RESUMO

O objetivo com o estudo foi avaliar a influência de fontes de fertilizante nitrogenada na produtividade e valor nutritivo do capim Mombaça e na eficiência de utilização de N em sistema silvipastoril e monocultivo. Os sistemas foram implantados em 2015, constituído por *Eucalyptus urograndis* com espaçamento de 9 m entre linhas e pastagem de capim Mombaça (*Megathyrus maximus* cv. Mombaça). Os tratamentos foram dois sistemas de cultivo, silvipastoril (SSP) e monocultivo (MN) de capim Mombaça (*Megathyrus maximus*); três fontes de fertilizante nitrogenado [ureia (UR); sulfato de amônia (SA); ureia + Cu 0,15% + B 0,4% (UCB)] e o controle (CONT), sem adubação nitrogenada. Foi adotado o delineamento experimental fatorial 2 x 4 com cinco repetições. O N foi aplicado na dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> a cada corte, resultando no total de 200 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N. Foram calculados os valores de acúmulo total (kg ha<sup>-1</sup>), acúmulo de massa seca de forragem total (MSFT), massa seca de folha (MSF), massa seca de colmo (MSC), massa seca de material morto (MSMM) e índice de área foliar (IAF). O material seco foi moído e analisado para digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO) e concentração de N para determinar os níveis de proteína bruta. O maior acúmulo de MSFT, MSC e MSMM foi no mês de março com média de 4084, 637 e 477 kg ha<sup>-1</sup> de MS, respectivamente. O menor acúmulo de MSFT, MSC e MSMM foram no mês de abril, com média de 2002, 122 e 372 kg ha<sup>-1</sup>. Não houve diferença na MSF entre os meses. Em geral o número de perfilhos (NP) foi maior no MN do que no SSP, com média de 502 e 458 perfilhos m<sup>-2</sup> respectivamente ( $P = 0,0035$ ). Não houve diferença ( $P = 0,3741$ ) no NP entre as fontes de N SA, UCB e UR, porém todas apresentaram maior NP (521 perfilhos m<sup>-2</sup>) do que o tratamento CONT (355 perfilhos m<sup>-2</sup>). O tratamento MN apresentou maior MSF, MSMM e MSFT do que o SSP ( $P < 0,0001$ ). As menores MSF, MSC, MSMM e MSFT foram do tratamento CONT. Entre os tratamentos com aplicação de N, as maiores MSF, MSC e MSFT foram do SA. O tratamento UCB, apresentou valores intermediários de MSF e MSFT e não diferiu do SA e UR com os maiores e menores resultados respectivamente. O tratamento CONT apresentou menor altura (ALT) que os demais. Houve tendência ( $P = 0,07$ ) do tratamento SA ter maior ALT do que o UR, e o SA não diferiu do UCB em relação a ALT ( $P = 0,27$ ). Para cada quilograma de N aplicado, o sistema MN apresentou (54 kg MS kg<sup>-1</sup> N) maior eficiência de produção (EP;  $P < 0,0001$ ) do que o SSP (22 kg MS kg<sup>-1</sup> N). Independente do sistema (MN ou SSP), o tratamento SA mostrou EP maior do que o UR ( $P = 0,005$ ). A EP média do tratamento SA, UCB e UR foram 44, 38 e 31 kg de MS kg<sup>-1</sup> N respectivamente. A maior EP foi do tratamento SA no sistema MN com 61 kg MS kg<sup>-1</sup> N, enquanto a menor foi do tratamento UR no sistema SSP com média de 15 kg MS kg<sup>-1</sup> N. O MN foi 14% mais eficiente em recuperar N do que SSP.

**Palavras-chave:** Sistema agroflorestal, *Megathyrus maximus* cv. Mombaça, inibidores de urease, ureia revestida, eficiência de produção, fontes de N.

Bovinos de corte, capim de estação fria, desmame precoce, frequência de suplementação

#### INTRODUÇÃO

A demanda global por alimentos é crescente e constante. Uma das principais fontes de proteína animal no mundo é carne bovina, isso estimula a pecuária à tornar-se cada vez mais eficiente principalmente em países com áreas suficientes para expansão da bovino de corte

como o Brasil, que tem o pasto como base alimentar dos ruminantes (MCMANUS et al., 2016; AIKEN et al., 2020). Associado a isso uma das principais formas de aumentar a produtividade nas pastagens é a fertilização nitrogenada (ZHANG et al., 2015).

A ureia é globalmente a fonte de N mais utilizadas na agricultura, principalmente pela alta concentração de N e menor preço (MOSIER; SYERS; FRENEY, 2004). Porém, um dos problemas desse fertilizante é a perda de  $N-NH_3$  por volatilização pela ação da enzima microbiana urease presente no solo. Dependendo das diferentes práticas de cultivo, condições ambientais e características do solo, podem haver perdas de até 50% de  $N-NH_3$  (MOSIER; SYERS; FRENEY, 2004; STAFANATO et al., 2013). Portanto, é necessária a implementação de tecnologias de mitigação da perda de N em sistemas fertilizados com ureia (ZHANG et al., 2015; PEREIRA et al., 2017).

Uma das medidas adotadas para mitigação da perda de N é a utilização de fertilizantes de liberação lenta ou controlada do nutriente, que podem atuar na inibição da enzima uréase ou do processo de nitrificação (TRENKEL, 2010). O revestimento dos grânulos de ureia com cobre (Cu) e ácido bórico (B) é uma das alternativas associadas a diminuição da atividade da urease, consequentemente menor hidrólise da ureia (CARVALHO et al., 2016; ALVES et al., 2018; FARIA et al., 2020). O Cu atua na diminuição da atividade da urease pela dissociação do complexo ureia-urease (FU et al., 2009), enquanto o B possui mecanismo de ligação estruturalmente semelhante ao sítio ativo da urease (BENINI et al., 2004).

Sistemas integrados como silvipastoreio podem contribuir para otimizar fatores relacionados à produção, tais como temperatura e umidade do solo. O sistema silvipastoreio associa componentes arbóreos e animais em pastejo no mesmo local (BERNARDINO; GARCIA, 2010), promovendo benefícios no valor nutritivo da forragem (PACIULLO et al., 2017), umidade do solo (SILVA et al., 2021) e bem estar animal nos períodos secos em regiões tropicais (DIBALA et al., 2021). Bosi et al., (2020) verificaram que o sombreamento em sistema silvipastoreio promoveu maior disponibilidade de água no solo do que no monocultivo. Silva et al., (2021) também verificaram que a umidade do solo em silvipastoreio foi maior do que sistema monocultivo. Essas alterações do silvipastoreio caracterizam condições microclimáticas (radiação solar, velocidade do vento, competição por água e nutrientes) que afetam a evapotranspiração e podem favorecer maior umidade tanto em profundidade como na superfície do solo (BOSI; PEZZOPANE; SENTELHAS, 2020; SILVA et al., 2021).

Contudo, o sombreamento das árvores causa diminuição na luminosidade incidente no dossel e pode causar alterações fisiológicas e morfológicas nas gramíneas. Portanto, a resposta da espécie forrageira à baixa luminosidade em sistemas silvipastoreio é um dos fatores de maior

impacto no sistema. Em geral, as plantas têm maior alongamento de colmo, folha, comprimento da folha, área foliar específica, razão de área foliar e redução da espessura das folhas. No entanto, ocorre diminuição na densidade de perfilhos e potencial diminuição no acúmulo de forragem (PACIULLO et al., 2008; FERREIRA et al., 2010; GOBBI et al., 2011). As modificações estruturais da planta são acompanhadas também por alterações no valor nutritivo. Em geral, gramíneas em condições de luminosidade limitada tem maiores valores de proteína bruta devido a aumento no tamanho da célula, maior conteúdo celular e maior fertilidade do solo. Além disso, alterações na digestibilidade podem ocorrer devido a diminuição dos teores de FDN e lignina na planta (PACIULLO et al., 2007; MOREIRA et al., 2009 ).

Portanto a hipótese testada é de que o sistema silvipastoril favorece a eficiência de uso do N e que a ureia revestida com Cu e B aumenta a eficiência de uso do N e acúmulo de MS do capim Mombaça em relação a ureia convencional. Com isso, o objetivo desse estudo foi avaliar a influência de fontes de N na eficiência de utilização de N e nos componentes estruturais, agronômicos e no valor nutritivo do capim Mombaça em sistema silvipastoril e monocultivo.

## MATERIAL E METODOS

### Descrição das áreas

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) no campus de Araguaína, TO (7°6'21" S. 48°11'21" W, 227 m alt.). O clima da região é do tipo Aw (quente e úmido) segundo a classificação internacional de Köppen (ALVAREZ et al., 2013), com período de estiagem de junho a setembro, apresentando temperatura média anual de 28°C e precipitação pluviométrica média anual de 1800 mm. O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico [Quartzipsamment soil (Entisols)]. O sistema silvipastoril (SSP) foi implantado em 2015, constituído por *Eucalyptus urograndis* com linhas duplas de plantio de 2x2 m e espaçamento de 9 m entre as linhas duplas, no mesmo período, foi implantada pastagem de capim Mombaça (*Megathyrsus maximus*) em área paralela ao SSP que serviu para avaliar como sistema monocultivo. Para determinar o sombreamento foram realizadas medições a partir da tomada do nível de iluminância (Lux) com o auxílio de luxímetro (modelo LD 200 da Instrutherm) em 30 pontos de cada tratamento no início e final de cada ano experimental. As leituras foram obtidas simultaneamente no interior do sistema e a sol pleno entre 08h00 e 10h00. A partir destas informações estimou-se o sombreamento =  $100 - [(leitura\ no\ interior\ do\ silvipastoril/leitura\ a\ sol\ pleno)*100]$ , expresso em %. O sombreamento médio do sistema de

32%. Foram coletadas amostras de solo (0-20 cm) em outubro de 2019 para determinar as características químicas (EMBRAPA, 2009) do solo de cada sistema (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química e textura do solo nas áreas do sistema silvipastoril (SSP) e monocultivo de capim Mombaça com diferentes fontes de adubação nitrogenada.

Sistema	pH	MO g kg <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	K -----	Ca -----	Mg cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	Al -----	H + Al -----	V -----	Arg -----	Silt -----	Areia -----
Monocultivo	4.1	2.9	1.47	0.01	0.91	0.51	0.07	3.38	29.6	3.7	2.1	94.2
SSP	3.85	1.43	1.25	0.01	0.59	0.32	0.43	4.08	19.0	2.9	2.0	95.1

MO = matéria orgânica; V = saturação de bases; Arg = argila; Silt = silte.

Foi realizada calagem para aumento do pH e saturação de bases em novembro 2018. No mês de janeiro de 2019 e 2020 teve início o experimento com corte de uniformização seguido da aplicação de 140 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O dividido em duas doses e 70 kg<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (dose única), nas fontes Cloreto de potássio e superfosfato simples, respectivamente. O experimento foi conduzido de janeiro a maio de 2019 e 2020 com adubação nitrogenada a cada 28 dias de período de descanso da pastagem após a colheita da forragem. O N foi aplicado na dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> (3 dias após a colheita da forragem), com total de 200 kg N ha<sup>-1</sup> no período experimental de 120 dias.

### Delineamento experimental e tratamentos

Os tratamentos foram distribuídos em arranjo fatorial 2 x 4 com dois sistemas de cultivo, silvipastoril (SSP) e monocultivo (MN) de capim Mombaça; três fontes de fertilizante nitrogenado [ureia (UR); sulfato de amônia (SA); ureia + Cu 0,15% + B 0,4% (UCB)] e sem adubação nitrogenada (CONT) em blocos casualizados com cinco repetições (40 unidades experimentais). Cada unidade experimental teve 27 m<sup>2</sup>.

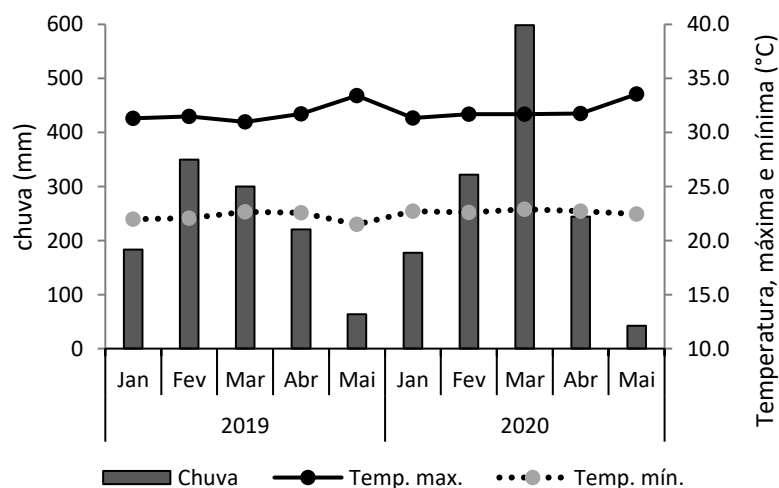


Figura 1. Temperaturas (°C) e chuvas (mm) da estação meteorológica de Araguaína na Universidade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Valores médios para os meses de janeiro, fevereiro, março e abril de 2019 e 2020.

### Amostras e coleta de dados

A avaliação da unidade experimental foi feita a cada 28 dias. Inicialmente, foi medida a altura do dossel (ALT) com régua graduada de 1,5 m e contagem do número de perfilhos (NP) com quadro de 0.15 m<sup>2</sup>. Posteriormente, fez-se a colheita da forragem acima da altura de resíduo (30 cm) em uma área de 0.5m<sup>2</sup>. A forragem colhida foi embalada em saco plástico e levada ao laboratório. As amostras foram pesadas para determinar a massa verde (kg ha<sup>-1</sup>), posteriormente, retirada subamostras para separar os componentes folha, colmo e material morto. Em seguida, os componentes foram pesados e secos em estufa de ventilação forçada por 72 h a 55°C para determinar matéria seca da forragem (MS). Foram calculados os valores de produção de massa seca de forragem total (MFT), massa seca de folha (MSF), massa seca de colmo (MSC) e massa seca de material morto (MSMM). O material seco foi moído para passar em peneira de 1-mm (Model 4, Thomas-Wiley Laboratory Mill, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ), e analisado para digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO) descrito por Moore and Mott, (1974) e concentração de N que foi determinado usando o método de micro-Kjeldahl, com modificação na técnica do bloco de digestão de alumínio descrito por Gallaher et al. (1975). A proteína bruta foi determinada pela multiplicação da concentração de N por 6,25.

### Eficiência de produção e eficiência de absorção de N

A partir dos valores de acúmulo de forragem e concentração de N na planta dos tratamentos adubados em comparação com controle (não adubado), foram calculados as eficiências de produção e absorção das fontes de N de acordo com as seguintes equações descritas por (Silveira et al., (2007).

$$\text{Eficiência de produção} = \frac{\text{PMS}_{\text{adubado}} - \text{PMS}_{\text{não adubado}}}{\text{taxa de adubação} \times \text{número de cortes}} \quad (\text{kg kg}^{-1}) \quad \text{Eq. 1}$$

$$\text{Eficiência de absorção de N (\%)} = \frac{\text{NAP}_{\text{Fert}} - \text{NAP}_{\text{control}}}{\text{taxa de adubação}} \times 100 \quad \text{Eq. 2}$$

Onde,  $PMS_{\text{adubado}}$  é o acúmulo de matéria seca total de parcela com adubação nitrogenada;  $PMS_{\text{não adubado}}$  é o acúmulo de matéria seca total de parcela sem adubação nitrogenada;  $NAP_{\text{Fert}}$  é o N acumulado na planta sob adubação nitrogenada;  $NAP_{\text{control}}$  é N acumulado na planta sem adubação nitrogenada; taxa de adubação é a taxa de aplicação de N x número de ciclos de corte (50 kg N x 4 ciclos), totalizando 200 kg de N.

### **Análise estatística**

Os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, version 9.4). O tratamento e mês foram analisados como efeito fixo e bloco e ano como efeitos aleatórios. O mês foi avaliado como medida repetida no tempo e a estrutura da covariância escolhida foi a que apresentou o menor número AIC. Todos os resultados foram relatados como médias de quadrados mínimos considerando significância fixa de  $P \leq 0,05$  e tendência declarado se  $0,05 < P \leq 0,10$ .

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foi detectado efeito de meses de estudo na MSFT e nos componentes MSF, MSC e MSMM da planta (Tabela 2). O maior acúmulo de MSFT, MSC e MSMM foram nos meses de março com médias de 4084, 637, e 477 kg ha<sup>-1</sup> e o menor acúmulo de MSFT, MSC e MSMM ocorreu no mês de abril, com média de 2002, 122 e 372 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Não houve diferença no acúmulo de MSF de janeiro a março (2906 kg ha<sup>-1</sup>), no entanto, abril teve menor MSF (1507 kg ha<sup>-1</sup>) que os outros meses. As maiores alturas de dossel foram nos meses de janeiro, fevereiro e março, com média de 89, 86 e 87 respectivamente, que não diferem entre si ( $P = 0,63$ ). O mês de abril apresentou menor altura de dossel (63 cm) independente do tratamento e diferiu significativamente dos outros meses ( $P < 0,0001$ ).

A diminuição da produção de massa de forragem total e dos componentes da planta estão relacionados a precipitação pluviométrica do período. O mês com menor volume de chuva durante o experimento foi em abril, com aproximadamente 100, 380 e 482 milímetros a menos de acumulado de chuva em comparação ao mês de janeiro, fevereiro e março, respectivamente (figura 1). A disponibilidade de água é essencial para o desenvolvimento da planta, períodos com menor precipitação geram menor umidade do solo que está diretamente relacionada com diminuição da produção da forragem (SILVEIRA et al., 2007; LIMA et al., 2016; CORRÊA et al., 2021). Fang et al., (2015) desenvolvendo modelo de predição da produção de forragem,



definiram que umidade do solo e positivamente relacionada a produção e ganho de peso de bezerras. Os autores também verificaram que em altas taxas de lotação animal, solos argilosos apresentaram maior pico de produção, eficiência de colheita e ganho de peso do que solos com textura arenosa, considerando as mesmas condições climáticas, (umidade do solo e chuvas). Solos de textura arenosa, semelhantes aos utilizados neste experimento, apresentam menor capacidade de retenção de água (COFFIN; LAUENROTH, 1994) e acúmulo de forragem.

Tabela 2. Massa de forragem total e componentes da planta (folha, colmo, material morto) de capim Mombaça em sistemas de cultivo (MN e SSP) e fontes de N (CONT, SA, UCB, UR) em 4 meses.

Item	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	SEM	P valor, mês
	kg ha <sup>-1</sup>					
MSF	2.823 a	2.927 a	2.970 a	1.507 b	145	<0,0001
MSC	342 b	518 a*	637 a*	122 c	58	<0,0001
MSMM	330 ab	283 b	477 a	372 ab	88	0,029
MSFT	3.495 b	3.728 b	4.084 a	2.002 c	159	<0,0001

\*tendência a ser diferente ( $0,05 \leq P < 0,10$ ); SMN = sistema monocultivo; SSP = sistema silvipastoril; CONT = sem adubação de N; SA = sulfato de amônia; UCB = ureia+Cu+B; UR = ureia. MSF = massa seca de folha; MSC = massa seca de colmo; MSMM = massa seca de material morto; MSFT = massa seca de forragem total. SEM = Erro padrão médio.

O efeito do sistema x fonte de N foi detectado para NP ( $P < 0,05$ ) (Figura 2). A interação ocorreu porque o NP foi maior no MN do que no SSP, nos tratamentos que receberam fertilização nitrogenada (SA, UCB, UR), no entanto, no tratamento CONT o NP foi maior no SSP do que no MN. Não houve diferença no NP entre as fontes de N (SA, UCB e UR) tanto no SSP quanto no MN ( $P = 0,3741$ ), porém todas apresentaram maior NP (521 perfilhos m<sup>-2</sup>) do que o tratamento CONT (355 perfilhos m<sup>-2</sup>).

O menor NP em SSP em relação ao MN está de acordo com trabalhos que avaliaram o efeito do sombreamento no desempenho de gramíneas que demonstram diminuição da densidade populacional de perfilho com o aumento do nível de sombreamento de sistemas integrados como o SSP (PACIULLO et al., 2007, 2008; RODRIGUES et al., 2016). Porém o efeito negativo do sombreamento no NP é comumente verificado em níveis acima de 50% de sombreamento. Neste estudo, foram observados níveis médios de sombreamento de 32%, esse nível de sombreamento geralmente é indicado em SSP por não evidenciar modificações estruturais nas gramíneas. Paciullo et al., (2017) relataram diminuição no NP em nível de sombreamento de 37% e que aumentos nos níveis de adubação nitrogenada intensificaram a diminuição no NP. No mesmo trabalho não houve diferença significativa no NP quando não houve adubação com N, independente do sombreamento. Em nosso trabalho foi observado que no tratamento CONT o sistema SSP apresentou maior NP do que MN. A diminuição do NP nos

tratamentos com adubação de N, pode estar associada a competição por luz, isso acarreta o alongamento do colmo para facilitar a captura de luz pelas folhas, essa adaptação fisiológica aumenta a taxa de sobrevivência do perfilho, em contrapartida diminui a taxa de aparecimento (ARAÚJO et al., 2019).

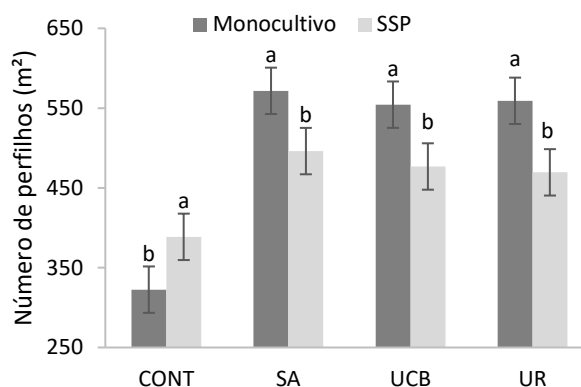


Figura 2. Número de perfilhos ( $m^2$ ), de capim Mombaça submetido a dois sistemas de manejo (monocultivo; silvipastoris = Silvipastoril) e três fontes de adubação nitrogenada [(sulfato de amônia (SA); ureia + Cu + B (UCB); ureia (UR)] e controle (CONT). Tratamentos com letras diferentes nas barras de erros, são significativamente diferentes.

Foi detectado efeito das fontes de N e sistemas nos componentes da planta (folha, colmo, material morto) e na massa de forragem total (Tabela 3). O tratamento MN apresentou maior MSF, MSMM e MSFT do que o SSP ( $P < 0,0001$ ) e não houve efeito do sistema para a variável MSC. As menores MSF, MSC, MSMM e MSFT foram do tratamento CONT (Tabela 3). Entre os tratamentos com aplicação de N, as maiores MSF, MSC e MSFT foram do SA. O tratamento UCB, apresentou valores intermediários de MSF e MSFT e não diferiu do SA e UR, com os maiores e menores resultados respectivamente, para essas variáveis. A MSMM tendeu a ser maior no tratamento SA e UCB ( $P = 0,08$ ) em relação a UR. Foi detectado efeito das fontes de N para ALT, porém não foi detectado efeito do sistema ( $P = 0,25$ ). O tratamento CONT apresentou menor ALT que os demais. Houve tendência ( $P = 0,07$ ) do tratamento SA ter maior ALT do que o UR, e o SA não diferiu do UCB em relação a ALT ( $P = 0,27$ ).

As maiores MSC e ALT foram no tratamento SA e as menores foram no CONT. A maior ALT está relacionado a maior proporção de colmo, principalmente em gramíneas de crescimento cespitoso como o Mombaça. O alongamento do colmo ocorre pela necessidade de ajuste do dossel forrageiro para aumentar a chegada de luz para as folhas do estrato inferior da planta (RODRIGUES et al., 2016).

A menor produção de MSF, MSC, MSMM e conseqüentemente menor MSFT do tratamento CONT era esperado devido a não aplicação de N. Esse é o principal nutriente na determinação da produção de MS, por ser o principal elemento na síntese de proteínas e constituinte de muitos componentes celulares, como clorofila, aminoácidos e ácidos nucleicos (LAWLOR et al., 2001; TAIZ et al., 2017) e sua falta limita o crescimento da planta e apresentando menor produção em relação a plantas que recebem adubação nitrogenada (SILVEIRA et al., 2007; COSTA et al., 2010; BORGES et al., 2017; SAHA et al., 2018).

O maior acúmulo de MSF, MSC e MSFT do tratamento SA em relação ao UCB e UR demonstram que fatores intrínsecos do adubo SA favoreceram esse resultado, apesar de todas as unidades experimentais receberem  $42 \text{ kg ha}^{-1}$  de S via superfosfato simples com relação N:S de 4,7:1, porém aplicada apenas uma vez no início do experimento, o acréscimo de  $57 \text{ kg de S ciclo}^{-1}$  via SA pode ter afetado estas variáveis resposta. Artur e Monteiro, (2014) avaliaram o efeito da associação de doses de N e S em pastagem de capim Marandu e verificaram que a máxima produção ocorreu com a combinação de  $660 \text{ kg ha}^{-1}$  de N com  $62 \text{ kg ha}^{-1}$  de S (relação N:S = 10,6:1). Os autores observaram acúmulo de N e S na planta, produção de MS, número de perfilhos, folhas por vaso e área foliar foram maiores quando houve associação de S com N do que apenas N na adubação.

Outro fator relacionado ao incremento de S na adubação é a movimentação de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  ao longo do perfil do solo. O trabalho de Pearson et al., (1962) demonstra o efeito das aplicações de calcário e nitrogênio na movimentação de cálcio e magnésio no perfil do solo. Os autores reportaram que a utilização de sulfato de amônio na adubação intensificou movimentação de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  das camadas superficiais para camadas abaixo de 40 cm no perfil do solo. Foloni e Rosolem, (2006) avaliaram o efeito da calagem e adubação com sulfato de amônio no transporte de cátions e ânions no solo, sob cultivo de algodão. Os autores reportaram que independente do uso de calagem a adubação com sulfato de amônio promoveu lixiviação de  $\text{SO}_4^{2-}$  e aumentou o movimento de Ca para as camadas inferiores a 30 cm, além disso, os autores também verificaram que com a incorporação de calcário na camada de 10-20 cm, o sulfato de amônio intensifica a movimentação de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  nas camadas inferiores à 30 cm. A maior disponibilidade de bases nas camadas abaixo da camada arável, favorece o enraizamento profundo de plantas, aumenta a área de atuação das raízes e pode proporcionar maior produção com o aumento da fertilidade ao longo do perfil do solo.

Outra característica que pode ter contribuído para maior MSFT no tratamento SA são as menores perdas de N por volatilização da  $\text{NH}_3$  em comparação a UCB e UR. De acordo com Fenn e Hossner, (1985), a ureia forma zonas de pH alcalina mesmo em solos ácidos que

promove a maior volatilização de  $\text{NH}_3$  forçando o equilíbrio para formar mais  $\text{NH}_3$  do que  $\text{NH}_4$ . Os autores reportam que quando usado SA como fonte de N o  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  reage com  $\text{CaCO}_3$  e resulta em  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ , essa reação promove maior perda por volatilização de  $\text{NH}_3$ , mas pode ocorrer apenas em solos calcários com  $\text{pH} > 7,0$ , raramente encontrado em regiões tropicais de solos ácidos (CANTARELLA, 2007). Por outro lado, a ureia é transformada no solo em  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ , a partir da ação da enzima urease, após essa reação tendo maior perda por volatilização, com perdas mais intensa em solos com  $\text{pH} < 7,0$  (CAMERON et al., 2013; POWLSON e DAWSON, 2021). Além disso, fatores como alta temperatura podem ter contribuído para maior perda de N- $\text{NH}_3$  da ureia, pois maiores temperaturas aumentam a atividade da urease e conseqüentemente mais rápida conversão do N da ureia em N amoníaco.

Os tratamentos UCB e UR não apresentaram diferença quanto as características de produção do capim Mombaça. Rinaldi et al., (2019) reportaram que o uso eficiente de N (UEN) aumentou na seguinte seqüência: ureia < UCB < [ureia + B 0,64%] < [ureia + NBPT]. Os autores verificaram que ureia tratada com 0,64% de B mostrou redução da volatilização de  $\text{NH}_3$  e maior UEN em comparação a UCB. Os autores reportaram que o Cu pode não ser inibidor de urease tão eficiente quanto o B. Avaliando a respostas do capim *Cynodon dactylon* a fontes de N, Silveira et al., (2007) verificaram que a adição de 0,45% de B na ureia não mostrou diferença na produção do capim adubado apenas com ureia. Carvalho et al, (2016) também relataram que a ureia revestida com Cu e B apresentou similar rendimento de grãos, porcentagem de grãos na planta, número de perfilhos e UEN em relação a ureia.

Por outro lado, Faria et al., (2020) avaliando a volatilização de amônia de fontes de adubação nitrogenada em casa de vegetação em solo com  $180 \text{ g kg}^{-1}$  argila,  $20 \text{ g kg}^{-1}$  de silte e  $800 \text{ g kg}^{-1}$  de areia, verificaram perdas por volatilização da ureia de  $\text{NH}_3$  acima de 50%, enquanto a ureia revestida com Cu + B apresentou 38% de perdas. No mesmo experimento, as perdas do SA de volatilização foram abaixo de 2%. Nascimento et al., (2013), reportaram que o uso do tratamento UCB tem 75% menos perdas por volatilização do que o UR. Porém, mesmo com essa efetividade em diminuir a volatilização de  $\text{NH}_3$ , o UCB não reduz as perdas aos níveis apresentados pelo sulfato de amônia, que foram quase nulas (93% a menos da UCB).

A maior produção de MS no sistema MN do que o SSP pode ter ocorrido devido ao efeito de sombreamento e a competição por nutrientes entre as culturas. Cardozo-Herrán et al., (2021) reportaram que a MS de forragem em sistema monocultivo foi 2 x maior ( $2174 \text{ kg ha}^{-1}$ ) do que em sistemas silvipastoril intensivo ( $1026 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Oliveira et al., (2021), também reportaram que o capim Marandu em sistema monocultivo ( $5992 \text{ kg ha}^{-1}$ ) apresentou MSFT 52% maior do

que o SSP (3931 kg ha<sup>-1</sup>), esse trabalho utilizou espaçamento entre linhas de eucalipto de 10 m, similar ao utilizado em nosso experimento (9 m).

Tabela 3. Massa de forragem total e componentes da planta (folha, colmo, material morto) de capim Mombaça submetidos a fontes de N (controle, sulfato de amônia, ureia+Cu+B, ureia) e sistemas de cultivo (Monocultivo e silvipastoril).

Item	CONT	SA	UCB	UR	SEM	P, Fonte de N	MN	SSP	SEM	P, Sistema
	kg ha <sup>-1</sup>						kg ha <sup>-1</sup>			
ALT	70 b	88 a*	85 a	84 a*	2,1	<0,0001	82	81	1,5	0,256
MSF	1570 c	3056 a	2889 ab	2712 b	161	<0,0001	2905	2209	114	<,0001
MSC	97 c	615 a	471 b	435 b	51	<0,0001	433	376	36	0,1191
MSMM	231 b	447 a*	443 a*	342 a*	57	0,05	452	279	41	<,0001
MSFT	1898 c	4118 a	3803 ab	3489 b	225	0,006	3790	2864	159	<,0001

\*tendência a ser diferente ( $0,05 \leq P < 0,10$ ); MN = sistema monocultivo; SSP = sistema silvipastoril; CONT = sem adubação de N; SA = sulfato de amônia; UCB = ureia+Cu+B; UR = ureia. MSF = massa seca de folha; MSC = massa seca de colmo; MSMM = massa seca de material morto; MSFT = massa seca de forragem total. SEM = Erro padrão médio.

Foi detectado efeito do sistema e da fonte de N para as variáveis PB e DIVMO (Tabela 4). O teor de PB foi decrescente na seguinte sequência: SA, UCB, UR e CONT ( $P = 0,03$ ). Independente da fonte de N o sistema SSP apresentou maior PB e DIVMO do que o MN (Tabela 4). Entre as fontes de N o tratamento UR e CONT apresentaram maior DIVMO do que o SA e UCB ( $P < 0,0001$ ). O aumento dos teores de PB em sistema sombreado é consistente com outros estudos (PACIULLO et al., 2007, 2011, 2017; SOUSA et al., 2010; PEZZOPANE et al., 2019; DIBALA et al., 2021). Os resultados podem estar associados a maior mineralização de matéria orgânica proveniente das árvores, disponibilizando maior quantidade de N na superfície do solo para as gramíneas (PACIULLO et al., 2011). Nesse sentido Xavier et al., (2011), avaliaram a dinâmica de deposição de serrapilheira em pasto de braquiária sob sistema silvipastoril e monocultivo. Em dois anos de avaliação, os autores verificaram que o silvipastoril promoveu maior quantidade de N depositado no solo do que monocultivo. Outro fator que pode explicar esse resultado é o atraso no desenvolvimento das plantas submetidas a sombreamento. Neel et al., (2016), realizaram colheita da forragem quando as características morfológicas indicassem o estágio de crescimento da planta, assim, os autores reportaram que o silvipastoril apresentou atraso em alcançar a maturidade morfológica em até 6 dias em comparação ao monocultivo. Assim, as plantas submetidas a sombreamento tendem a prolongar o estágio vegetativo e manter os níveis de N altos por mais tempo do que plantas a sol pleno (PACIULLO et al., 2017). Outro fator que pode promover o aumento da concentração de N de acordo com Kephart; Buxton, (1993) é o efeito do sombreamento na redução do tamanho da célula mantendo a quantidade de N quase constante.

A maior PB no tratamento SA em relação aos demais pode estar associada a maior disponibilidade de N no solo para absorção pela planta devido e menor perda de N. Com base em uma meta-análise Powlson; Dawson, (2021) verificaram que estudos realizados no Brasil utilizando SA como fonte de N, em sua maioria apresentaram perdas abaixo de 12% do N aplicado, em contrapartida a fonte de N ureia promoveu perdas acima de 40%, os autores também relatam que essa menor perda de N com uso de SA está associado ao pH do solo ser entre 4,4 e 5,8, sendo relatadas maiores perdas por volatilização usando SA apenas em solos com pH acima de 7,0 que normalmente não é encontrado no Brasil.

A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) foi maior no tratamento UR e CONT do que no SA e UCB ( $P < 0,0001$ ). O SSP apresentou maior DIVMO do que MN ( $P < 0,0001$ ). As variações de DIVMO entre sistema SSP e MN podem estar associado a variação na proporção dos tecidos associados a lignina como esclerenquima que faz parte da parede celular secundária, sendo o tecido esclerenquimático considerado como tecido indigestível ou de baixa digestibilidade aos microrganismos ruminais (WILSON; MERTENS, 1995; DEINUM et al., 1996). Oliveira et al., (2017) avaliaram o efeito de sistema silvipastoril nos aspectos anatômicos de capim Mombaça e Marandu, os autores verificaram que o capim Mombaça apresentou menor tecido esclerenquimático com aumento do sombreamento. Pezzopane et al., (2019), avaliaram valor nutritivo e produção do capim Piatã coletado em 4 pontos de distância das árvores em sistema silvipastoril. Os autores verificaram quanto mais próximo das arvores menor a DIVMO. Kephart; Buxton, (1993), reportaram que o estresse do sombreamento pode limitar o desenvolvimento da parede celular secundária, devido a diminuição da disponibilidade de fotoassimilados. Deinum et al., (1996), avaliaram a intensidade da luz no crescimento anatômico e qualidade de duas gramíneas tropicais, os autores verificaram que a maior disponibilidade de luz resultou na menor digestibilidade, e maior espessura da parede do tecido esclerenquimático, os autores reportam que a menor digestibilidade pode estar associada a maior espessura da parede do tecido esclerenquimático relacionados a proporção do tecido na parede celular.

Tabela 4. Proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) do capim Mombaça submetido a fontes de N (controle, sulfato de amônia, ureia+Cu+B, ureia) e sistemas de cultivo (Monocultivo e silvipastoril).

Item	Fonte de N				Sistema					
	CONT	SA	UCB	UR	MN	SSP				
	%				SEM	P, valor	%		SEM	P, valor
PB	10,3 d	14,2 a	13,1 b	12,8 c	0,3	0,03	11,4	13,8	0,2	0,0071
DIVMO	52,5 a	51,4 b	51,3 b	52,3 a	0,5	<0,0001	51,4	52,4	0,3	<0,0001

MN = sistema monocultivo; SSP = sistema silvipastoril; CONT = sem adubação de N; SA = sulfato de amônia; UCB = ureia+Cu+B; UR = ureia. MSF = massa seca de folha; MSC = massa seca de colmo; MSMM = massa seca de material morto; MSFT = massa seca de forragem total. SEM = Erro padrão médio.

Houve efeito dos tratamentos na eficiência de produção (EP) e eficiência de absorção de N (EAN). Não foi detectado interação na EP entre sistema x fontes de N, fontes de N x mês, sistema x fontes de N x mês, mas foi detectado interação no sistema x mês (Figura 3 A,B). Para cada quilograma de N aplicado, o sistema MN apresentou (54 kg MS kg<sup>-1</sup> N) maior rendimento de produção ( $P < 0,0001$ ) do que o SSP (22 kg MS kg<sup>-1</sup> N). Independente do sistema (MN ou SSP) o tratamento SA mostrou EP maior do que o UR ( $P = 0,005$ ). O tratamento UCB apresentou EP intermediário e não diferiu do SA e do UR ( $P = 0,14$ ). A EP média do tratamento SA, UCB e UR foram 44, 38 e 31 kg de MS kg<sup>-1</sup> N respectivamente. A maior EP foi do tratamento SA no sistema MN com 61 kg de MS produzido para cada kg de N aplicado, a menor EP foi do tratamento UR no sistema SSP com média de 15 kg de MS produzido para kg de N aplicado. No MN o EP foi decrescente nos seguintes meses: março > fevereiro > janeiro > abril, já no SSP não houve diferença entre os meses de janeiro a março que apresentaram maior EP do que o mês de abril.

A eficiência de produção indica a quantidade de forragem produzida para cada quilograma de N aplicado no solo, portanto quanto maior o valor da EP melhor o resultado. Os valores de EP do tratamento SA (61 kg MS kg<sup>-1</sup> N) foi próximo aos reportados por Silveira et al., (2007) para dose de 45 kg N por corte (SA = 53,5 MS kg<sup>-1</sup> N), além disso, na mesma dose os autores verificaram que o tratamento SA mostrou maior EP do que a UR e ureia + B (0,45%). Em nosso trabalho não foi verificada diferença na EP entre o UCB e UR. Cancellier et al., (2016) reportaram que apesar da ureia tratada com Cu 0,15% + B 0,4%, reduzir em 18% a volatilização da NH<sub>3</sub> em comparação a ureia convencional, não houve diferença entre as fontes de N na produção de grãos e resíduo da planta de milho, conseqüentemente não houve melhoria na eficiência agrônômica. Fontoura e Bayer, (2010) relataram mesmo efeito para fontes de N com inibidor de urease, liberação lenta, além de nitrato e sulfato de amônia, os autores reportaram que apesar da diminuição da perda por volatilização de NH<sub>3</sub> em comparação a ureia convencional, não houve diferença entre as fontes de N para produção média de grãos de milho. Rinaldi et al., (2019) avaliaram a fontes de N, UCB (ureia + Cu 0,15% + B 0,4%), ureia + B 0,64% e ureia + NBPT em comparação a ureia convencional e autores verificaram que a volatilização e eficiência de utilização do N foram melhores para ureia + B 0,64% do que UCB. Essa menor eficiência e maior volatilização do UCB foi explicada pela menor dose de B (0,4%) presente no tratamento UCB.

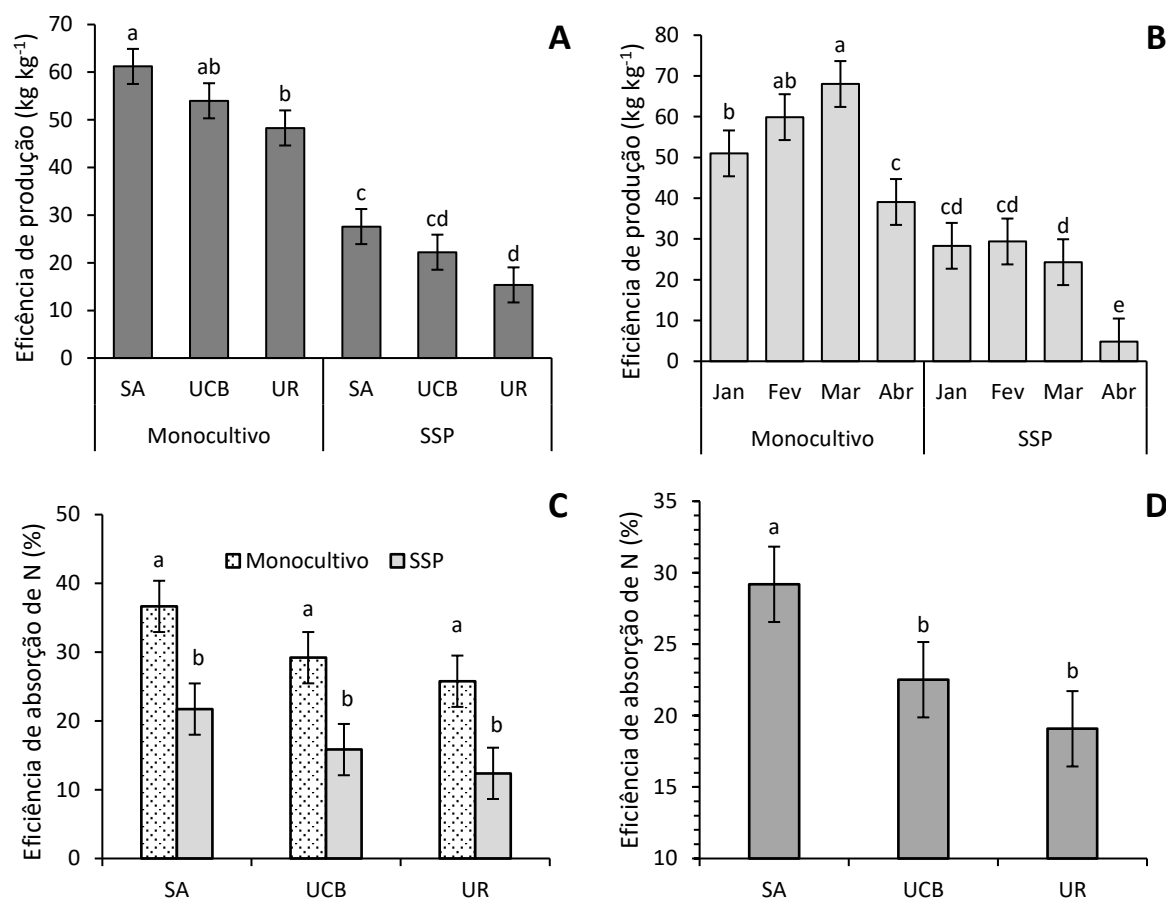


Figura 3. Eficiência de produção (kg MS kg<sup>-1</sup> N) do capim Mombaça submetido a fontes de N (SA = Sulfato de amônia; UCB = ureia + Cu + B; UR = ureia convencional) em sistemas de cultivo (Monocultivo; SSP = sistema silvipastoril) ao longo de 4 meses. Efeito do sistema e fonte de N (Figura 3A). Efeito dos meses (Figura 3B). Eficiência de absorção de N (%) do capim Mombaça submetido a fontes de N (SA = Sulfato de amônia; UCB = ureia + Cu + B; UR = ureia convencional) em sistemas de cultivo (Monocultivo; SSP = sistema silvipastoril). Efeito do sistema (Figura 3C). Efeito da fonte de N (Figura 3D). Tratamento com mesma letra sobrescrito nas barras de erros não diferem significativamente ( $P < 0,05$ ).

Não foi detectado efeito da interação entre sistema x fonte de N, sistema x mês, fonte de N x mês e sistema x fonte de N x mês para a variável eficiência de absorção de N (EAN), porém foi detectado o efeito do sistema ( $P < 0,0001$ ) e fontes de N ( $P = 0,001$ ) na EAN (figura 3 C,D). Em média o MN foi 14% mais eficiente em recuperar N do que SSP. O tratamento SA apresentou maior EAN ( $P = 0,01$ ) do que o UCB e UR que não se diferem ( $P = 0,19$ ). A EAN média foi de 29, 22 e 19% para SA, UCB e UR respectivamente. Os resultados são consistentes, porém menores do que os resultados de Silveira et al., (2007), os autores reportaram que entre a fontes de N avaliadas, o nitrato e sulfato de amônio mostraram os maiores valores para EAN, chegando a 80 e 88% de N recuperado, respectivamente.



## CONCLUSÃO

Contrário à nossa hipótese, o sistema silvipastoril diminuiu a eficiência de uso do N na adubação nitrogenada. A fonte de N ureia + Cu 0,15% e B 0,4% não aumentou a produção de MS do capim Mombaça em relação a ureia convencional. Esse estudo conclui também que a fonte de N sulfato de amônio promove maior produção e eficiência de uso do N em relação a ureia convencional e ureia revestida com Cu e B.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, F. G. D. S.; CARNEIRO, M. S. D. S.; EDVAN, R. L.; CÂNDIDO, M. J. D.; FURTADO, R. N.; PEREIRA, E. S.; NETO, L. B. D. M.; MOTA, R. R. M.; NASCIMENTO, K. D. S. Agronomic and nutritional responses of Carajas elephant grass fertilized with protected and non-protected urea. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, n.5, p.2181–2194, 2018. doi:10.5433/1679-0359.2018v39n5p2181.
- ARTUR, A. G.; MONTEIRO, F. A. Marandu palisadegrass growth and nutrient accumulation as affect by nitrogen and sulfur fertilizations. **Australian Journal of Crop Science**, v.8, n.3, p.422–429, 2014.
- BENINI, S.; RYPNIEWSKI, W. R.; WILSON, K. S.; MANGANI, S.; CIURLI, S. Molecular Details of Urease Inhibition by Boric Acid: Insights into the Catalytic Mechanism. **Journal of the American Chemical Society**, v.126, n.12, p.3714–3715, 2004. doi:10.1021/ja049618p.
- BORGES, B. M. M. N.; SILVEIRA, M. L.; CARDOSO, S. S.; MOLINE, E. F. V.; COUTINHO NETO, A. M.; LUCAS, F. T.; MURAOKA, T.; COUTINHO, E. L. M. Growth, herbage accumulation, and nutritive value of ‘tifton 85’ bermudagrass as affected by nitrogen fertilization strategies’. **Crop Science**, v.57, n.6, p.3333–3342, 2017. doi:10.2135/cropsci2016.10.0890.
- CAMERON, K. C.; DI, H. J.; MOIR, J. L. **Nitrogen losses from the soil/plant system: A review**. **Annals of Applied Biology**, 2013. doi:10.1111/aab.12014.
- CANCELLIER, E. L.; SILVA, D. R. G.; FAQUIN, V.; GONÇALVES, B. de A.; CANCELLIER, L. L.; SPEHAR, C. R. Ammonia volatilization from enhanced-efficiency urea on no-till maize in brazilian cerrado with improved soil fertility. **Ciência e Agrotecnologia**, v.40, n.2, p.133–144, 2016. doi:10.1590/1413-70542016402031115.
- CANTARELLA, H. N. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG.: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 422–423.
- CARDOZO-HERRÁN, M.; AYALA-BURGOS, A.; AGUILAR-PÉREZ, C.; RAMÍREZ-AVILÉS, L.; KU-VERA, J.; SOLORIO-SÁNCHEZ, F. J. Productivity of lactating goats under three grazing systems in the tropics of Mexico. **Agroforestry Systems**, v.95, n.1, p.33–41, 2021. doi:10.1007/s10457-019-00384-6.

CARVALHO, M. da C. S.; NASCENTE, A. S.; TEIXEIRA, P. C. Fertilizers with coated urea in upland rice production and nitrogen apparent recovery. **Bioscience Journal**, p.1155–1164, 2016. doi:10.14393/bj-v32n5a2016-33068.

COFFIN, D. P.; LAUENROTH, W. K. Successional dynamics of a semiarid grassland: effects of soil texture and disturbance size. **Vegetatio**, v.110, n.1, p.67–82, 1994. doi:10.1007/BF00038715.

CORRÊA, D. C. da C.; CARDOSO, A. da S.; FERREIRA, M. R.; SINISCALCHI, D.; GONÇALVES, P. H. de A.; LUMASINI, R. N.; REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C. Ammonia volatilization, forage accumulation, and nutritive value of marandu palisade grass pastures in different N sources and doses. **Atmosphere**, v.12, n.9, 2021. doi:10.3390/atmos12091179.

COSTA, K. A. .; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de N na recuperação de pastagens do capim-marandu Nitrogen doses and sources on pasture recuperation of grass marandu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.192–199, 2010.

DEINUM, B.; SULASTRI, R. D.; ZEINAB, M. H. J.; MAASSEN, A. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria brizantha* and *Panicum maximum* var. *trichoglume*). **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.44, n.2, p.111–124, 1996. doi:10.18174/njas.v44i2.551.

DIBALA, R.; JOSE, S.; GOLD, M.; HALL, J. S.; KALLENBACH, R.; KNAPP, B. Tree density effects on soil, herbage mass and nutritive value of understory *Megathyrsus maximus* in a seasonally dry tropical silvopasture in Panama. **Agroforestry Systems**, v.95, n.4, p.741–753, 2021. doi:10.1007/s10457-021-00628-4.

EMBRAPA. **Manual de Análises químicas de solo, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

FANG, Q. X.; AHUJA, L. R.; ANDALES, A. A.; DERNER, J. D. Using a Model and Forecasted Weather to Predict Forage and Livestock Production for Making Stocking Decisions in the Coming Growing Season. In: AHUJA, L. R.; MA, L.; LASCANO, R. J. (Ed.). **Practical applications of agricultural system models to optimize the use of limited water**. [s.l: s.n.]5p. 161–181.

FARIA, L. de A.; KARP, F. H. S.; MACHADO, M. C.; ABDALLA, A. L. Ammonia volatilization losses from urea coated with copper, boron, and selenium. **Semina: Ciências Agrárias**, v.41, n.4, p.1415–1420, 2020. doi:10.5433/1679-0359.2020v41n4p1415.

FENN, L. B.; HOSSNER, L. R. Ammonia Volatilization from Ammonium or Ammonium-Forming Nitrogen Fertilizers. In: STEWART, B. A. (Ed.). **Advances in Soil Science**. New York: Springer, 1985. 1p. 123–169.

FERREIRA, D. J.; ZANINE, A. M.; SOUTO, S. M.; DIAS, P. F. Capim tanzânia (*Panicum maximum*) sob sombreamento e manejo de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.225, p.81–91, 2010. doi:10.4321/S0004-05922010000100009.

FONTOURA, S. M. V.; BAYER, C. Ammonia volatilization in no-till system in the south-central region of the state of Paraná, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.5, p.1677–1684, 2010. doi:10.1590/s0100-06832010000500020.

- FU, L.; YANG, W.; WEI, Y. Effects of copper pollution on the activity of soil invertase and urease in loquat orchards. **Chinese Journal of Geochemistry**, v.28, n.1, p.76–80, 2009. doi:10.1007/s11631-009-0076-z.
- GALLAHER, R. N.; WELDON, C. O.; FUTRAL, J. G. An Aluminum Block Digester for Plant and Soil Analysis. **Soil Science Society of America Journal**, v.39, n.4, p.803–806, 1975. doi:10.2136/sssaj1975.03615995003900040052x.
- GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M. C.; NETO, A. F. G.; ROCHA, G. C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1436–1444, 2011. doi:10.1590/S1516-35982011000700006.
- KEPHART, K. D.; BUXTON, D. R. Forage Quality Responses of C 3 and C 4 Perennial Grasses to Shade. **Crop Science**, v.33, n.4, p.831–837, 1993. doi:10.2135/cropsci1993.0011183X003300040040x.
- LIMA, J. E. S.; NASCENTE, A. S.; LEANDRO, W. M.; DA SILVEIRA, P. M. Urochloa ruziziensis responses to sources and doses of urea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.5, p.401–407, 2016. doi:10.1590/1807-1929/agriambi.v20n5p401-407.
- MOORE, J. E.; MOTT, G. O. Recovery of Residual Organic Matter from In Vitro Digestion of Forages. **Journal of Dairy Science**, v.57, n.10, p.1258–1259, 1974. doi:10.3168/jds.S0022-0302(74)85048-4.
- MOREIRA, G. R.; SALIBA, E. O. S.; MAURÍCIO, R. M.; SOUSA, L. F.; FIGUEIREDO, M. P.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M. Avaliação da Brachiaria brizantha cv. marandu em sistemas silvipastoris. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.3, p.706–713, 2009. doi:10.1590/S0102-09352009000300026.
- MOSIER, A. R.; SYERS, J. K.; FRENEY, J. R. Nitrogen fertilizer: an essential component of increased food, feed and fiber production. In: MOSIER, A. R.; SYERS, J. K.; FRENEY, J. R. (Ed.). **Agriculture and the Nitrogen Cycle**. ed. ed. [s.l.: s.n.].p. 3–15.
- NASCIMENTO, C. A. C. do; VITTI, G. C.; FARIA, L. de A.; LUZ, P. H. C.; MENDES, F. L. Ammonia volatilization from coated urea forms. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.4, p.1057–1063, 2013. doi:10.1590/s0100-06832013000400022.
- NEEL, J. P. S.; FELTON, E. E. D.; SINGH, S.; SEXSTONE, A. J.; BELESKY, D. P. Open pasture, silvopasture and sward herbage maturity effects on nutritive value and fermentation characteristics of cool-season pasture. **Grass and Forage Science**, v.71, n.2, p.259–269, 2016. doi:10.1111/gfs.12172.
- OLIVEIRA, L.; SANTOS, A.; ANDRÉ, T.; SANTOS, J.; OLIVEIRA, H. Influence of a Silvopastoral System on Anatomical Aspects and Dry Matter Quality of Mombasa and Marandu Grasses. **Journal of Agriculture and Ecology Research International**, v.13, n.3, p.1–11, 2017. doi:10.9734/jaeri/2017/31624.
- OLIVEIRA, V. A. V.; BRAZ, T. G. S.; SILVA, R. B.; VELOSO, A. C. R.; RUFINO, L. D. A.; MARTUSCELLO, J. A.; MOURTHÉ, M. H. F.; BARROS, L. V. Defoliation heights for palisade grass cv. Marandu in silvopastoral system. **Arquivo Brasileiro de Medicina**

**Veterinaria e Zootecnia**, v.73, n.3, p.665–674, 2021. doi:10.1590/1678-4162-12253.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; DE CASTRO, C. R. T.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.43, n.7, p.917–923, 2008. doi:10.1590/S0100-204X2008000700017.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B. de; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.42, n.4, p.573–579, 2007. doi:10.1590/S0100-204X2007000400016.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; MAURÍCIO, R. M.; FERNANDES, P. B.; MORENZ, M. J. F. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**, v.72, n.3, p.590–600, 2017. doi:10.1111/gfs.12264.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; DE CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MÜLLER, M. D.; DE FÁTIMA ÁVILA PIRES, M.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Productive and nutritional traits of pasture in an agrosilvopastoral system, according to the distance from trees. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1176–1183, 2011. doi:10.1590/S0100-204X2011001000009.

PEREIRA, E. I.; NOGUEIRA, A. R. A.; CRUZ, C. C. T.; GUIMARÃES, G. G. F.; FOSCHINI, M. M.; BERNARDI, A. C. C.; RIBEIRO, C. Controlled Urea Release Employing Nanocomposites Increases the Efficiency of Nitrogen Use by Forage. **ACS Sustainable Chemistry and Engineering**, v.5, n.11, p.9993–10001, 2017. doi:10.1021/acssuschemeng.7b01919.

PEZZOPANE, J. R. M.; BERNARDI, A. C. C.; BOSI, C.; OLIVEIRA, P. P. A.; MARCONATO, M. H.; DE FARIA PEDROSO, A.; ESTEVES, S. N. Forage productivity and nutritive value during pasture renovation in integrated systems. **Agroforestry Systems**, v.93, n.1, p.39–49, 2019. doi:10.1007/s10457-017-0149-7.

POWLSON, D. S.; DAWSON, C. J. Use of ammonium sulphate as a sulphur fertilizer: Implications for ammonia volatilization. **Soil Use and Management**, n.May, p.1–13, 2021. doi:10.1111/sum.12733.

RATHKE, G. W.; BEHRENS, T.; DIEPENBROCK, W. Integrated nitrogen management strategies to improve seed yield, oil content and nitrogen efficiency of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.117, n.2–3, p.80–108, 2006. doi:10.1016/j.agee.2006.04.006.

RINALDI, L. F.; GARCIA, P. L.; SERMARINI, R. A.; TRIVELIN, P. C. O. 15 N-Urea Efficiency in Maize as Influenced by Humic Substances and Urease Inhibitors Treatments. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.50, n.2, p.198–208, 2019. doi:10.1080/00103624.2018.1556679.

RODRIGUES, M. O. D.; DOS SANTOS, A. C.; DOS SANTOS, P. M.; DE SOUSA, J. T. L.; ALEXANDRINO, E.; DOS SANTOS, J. G. D. Mombasa grass characterisation at different heights of grazing in an intercropping system with Babassu and monoculture. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.4, p.2085–2098, 2016. doi:10.5433/1679-

0359.2016v37n4p2085.

SAHA, B. K.; ROSE, M. T.; WONG, V. N. L.; CAVAGNARO, T. R.; PATTI, A. F. Nitrogen Dynamics in Soil Fertilized with Slow Release Brown Coal-Urea Fertilizers. **Scientific Reports**, v.8, n.1, p.1–10, 2018. doi:10.1038/s41598-018-32787-3.

SILVEIRA, M. L.; HABY, V. A.; LEONARD, A. T. Response of coastal bermudagrass yield and nutrient uptake efficiency to nitrogen sources. **Agronomy Journal**, v.99, n.3, p.707–714, 2007. doi:10.2134/agronj2006.0200.

SOUSA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; MOREIRA, G. R.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; PEREIRA, L. G. R. Nutritional evaluation of “Braquiaraão” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v.79, n.2, p.189–199, 2010. doi:10.1007/s10457-010-9297-8.

STAFANATO, J. . B.; GOULART, R. D.; ZONTA, E.; LIMA, E.; MAZUR, N.; PEREIRA, C. G.; DE SOUZA, H. N. Ammonia Volatilization from Pelletized Urea with Micronutrients in a Controlled Environment. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.**, v.37, n.3, p.726–732, 2013. doi:10.1590/S0100-06832013000300019.

TRENKEL, M. E. **Slow-and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture**. 2. ed. paris, France: ISBN 978-2-9523139-7-1, 2010.

WILSON, J. R.; MERTENS, D. R. Cell Wall Accessibility and Cell Structure Limitations to Microbial Digestion of Forage. **Crop Science**, v.35, n.1, p.251–259, 1995. doi:10.2135/cropsci1995.0011183x003500010046x.

XAVIER, D. F.; DA SILVA LÉDO, F. J.; DE CAMPOS PACIULLO, D. S.; DE FÁTIMA ÁVILA PIRES, M.; BODDEY, R. M. Dinâmica da serapilheira em pastagens de braquiária em sistema silvipastoril e monocultura. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.46, n.10, p.1214–1219, 2011. doi:10.1590/S0100-204X2011001000014.

ZHANG, X.; DAVIDSON, E. A.; MAUZERALL, D. L.; SEARCHINGER, T. D.; DUMAS, P.; SHEN, Y. Managing nitrogen for sustainable development. **Nature**, v.528, n.7580, p.51–59, 2015. doi:10.1038/nature15743.

## CAPÍTULO 3

### Efeito da frequência de suplementação no desempenho de bezerros desmamados precocemente recebendo azevém anual

#### RESUMO

Esse estudo avaliou a diminuição da frequência de suplementação diária para três vezes por semana e os seus efeitos no desempenho de crescimento e indicadores fisiológicos de bezerros desmamados precocemente sob pastejo e confinamento. Na fase de pastejo (Exp. 1), 64 bezerros de cruzamento Angus x Brahman foram desmamados (idade de  $90 \pm 15$  dias) e foram estratificados e distribuídos em 8 pastos de gramínea azevém anual (*Lolium multiflorum*) e mantidos nessa área por 84 dias. No Exp. 2, 44 animais provenientes do Exp. 1 foram selecionados e distribuídos em 24 currais de confinamento e mantidos nos seus respectivos tratamentos. Os tratamentos foram suplementação diária (7X) ou três vezes por semana (3X). No Exp. 1, não houve diferença entre os tratamentos para as avariáveis massa de forragem (MF), oferta de forragem (OF), proteína bruta (PB) e digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO) ( $P \geq 0,85$ ); entretanto, houve efeito de mês ( $P < 0,001$ ) para MF, OF e DIVMO, que diminuíram de Fevereiro a Abril. Não houve efeito do tratamento para peso corporal (PC) e ganho médio diário (GMD) ( $P \geq 0,9435$ ) mas houve efeito do mês, com aumento do PC de Fevereiro a Março e subsequente diminuição de Março a Abril ( $P \leq 0,001$ ). Não houve efeito dos tratamentos para concentração de N uréico plasmática (NUP) ( $P > 0,88$ ), mas houve tendência no efeito do dia ( $P = 0,09$ ). A concentração de glicose no sangue diminuiu de 81,84 para 61,50 mg/dL do 0 aos 84 dias ( $P < 0,0001$ ). No Exp. 2, o tratamento 7X apresentou maior consumo de matéria seca de feno (CF) ( $P < 0,0006$ ) do que o 3X durante o período experimental. Nos dias que todos os bezerros receberam suplementação, o tratamento 7X apresentou maior CF do que o 3X ( $P < 0,001$ ). O consumo de matéria seca total (CMS) do 3X foi maior nos dias que foram suplementados e menor nos dias sem suplementação em comparação ao 7X ( $P < 0,001$ ), entretanto, o CMS do 7X foi maior do que 3X ao final do período experimental ( $P < 0,0004$ ). A diminuição da frequência de suplementação diária para 3 vezes por semana diminuiu o CF e CMS, mas não afeta o desempenho no crescimento de bezerros desmamados precocemente.

**Palavras-chave:** Bovinos de corte, capim de estação fria, desmame precoce, frequência de suplementação.

#### INTRODUÇÃO

Bezerros desmamados precocemente são separados da mãe aproximadamente de 60 a 90 dias de idade com o objetivo de melhorar o desempenho reprodutivo das vacas (ARTHINGTON; KALMBACHER, 2003). Os bezerros possuem limitação física no uso da forragem devido ao menor tamanho do rúmen, resultando em baixo consumo de matéria seca e eficiência de utilização de forragem (PAISLEY et al., 1998). Para que essa categoria animal obtenha desempenho satisfatório em comparação a bezerros desmamados no período normal com aproximadamente 8 meses de idade, é necessário fornecer forragens de melhor valor

nutritivo e suplementação (ARTHINGTON; KALMBACHER, 2003; VENDRAMINI et al., 2006).

Contudo, o manejo diário para suplementação animal demanda custos de insumo, mão de obra e equipamentos que podem limitar a adoção desse manejo pelos produtores (BEATY et al., 1994). Minimizar os custos operacionais a partir da menor frequência de suplementação pode fornecer suporte para adoção dessa estratégia. Pesquisas sobre frequência de suplementação de vacas de corte em pasto de baixa qualidade mostram que não existem grandes diferenças no desempenho e consumo de forragem quando comparado fornecimento diário à três vezes por semana (BEATY et al., 1994; FARMER et al., 2001). Em contrapartida, alguns estudos utilizando novilhas alimentadas com forragem de baixa e média qualidade, mostraram melhores resultados reprodutivos com suplementação diário em vez de três vezes por semana (COOKE et al., 2008; MORIEL et al., 2012). Além disso, Moriel et al., (2020) verificaram que o impacto negativo da menor frequência de suplementação no crescimento e reprodução de novilhas não pode ser minimizado nem mesmo com o fornecimento de 1,75% do PC na quantidade de matéria seca da suplementação concentrada. Contudo, maior parte dessas pesquisas sobre frequência de suplementação utilizaram animais adultos ou desmamados aos 170 dias de idade.

Portanto, nos formulamos a hipótese de que bezerros desmamados precocemente e mantidos em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum*), podem ser suplementados três vezes por semana em vez de suplementação diária sem apresentar efeito negativo no seu desempenho. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da frequência de suplementação diária ou três vezes na semana no consumo de matéria seca, desempenho de crescimento e indicadores fisiológicos de bezerros desmamados precocemente ofertando gramíneas de inverno em pastejo (Exp. 1) e em confinamento (Exp. 2).

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na UF/IFAS Centro de educação e pesquisa de bovino de corte, localizado em Ona, FL (27°26'N e 82°55'W). Os procedimentos experimentais estão de acordo com normas exigidas pelo Instituto de Alimentos e Agricultura da Universidade da Flórida Comitê de Pesquisa Animal de Ciências #201910564. O experimento 1 (pastejo) foi conduzido de janeiro a abril de 2019 e janeiro a março de 2020, enquanto o experimento 2 (confinamento) foi conduzido de 19 de abril à 08 maio 2019 e de 15 junho à 06 julho 2020.

### ***Experimento 1 (pastejo)***

Os tratamentos consistiram em oferta diária ou três vezes por semana [quantidade diária (1% PC) x 7 dias e dividido por 3 dias da semana, Segunda, Quarta e Sexta-feira] de suplementação concentrada de bezerros desmamados precocemente, distribuídos em blocos casualizados com 4 repetições. O concentrado da dieta (base na matéria seca) consistiu em 21% de casca de soja, 16% de farelo de algodão, 15% de casca de algodão, 9% farelo de trigo, 8% resíduo de destilaria seco, 8% polpa cítrica, 7% milho moído, 7% farelo de milho, 5% farelo de soja, 2% melação de cana de açúcar, 0,5% carbonato de cálcio, 0,05% premix de minerais traço e 0,02% vitamina E (94% DM, 78% TDN, 16% CP). Os bezerros tiveram acesso livre a água e a uma mistura mineral completa a base de sal (níveis garantidos na análise: 14% Ca, 9% P, 24% NaCl, 0,20% K, 0,30% Mg, 0,20% S, 0,005% Co, 0,15% Cu, 0,02% I, 0,05% Mn, 0,004% Se, 0,3% Zn, 0,08% F, e 82 IU/g de vitamina A; Lakeland Animal Nutrition, Lakeland, FL).

Sessenta e quatro bezerros de cruzamento Angus x Brahman (16 novilhos e 16 novilhas por ano; x 2 anos) foram desmamados aproximadamente 12 dias antes do início do experimento com idade de  $90 \pm 15$  dias e PC inicial de  $89 \pm 7$  kg. Os bezerros foram mantidos no curral com acesso a feno de capim-estrela (*Cynodon nlemfuensis*) a vontade, além de 1 kg animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de um concentrado medicado utilizado em pré-condicionamento (14% PB, 1,0% EE, 18% Fibra, 0,75% Ca, 0,40% P, and 0,40% NaCl) oferecidos até o início do experimento. Os bezerros foram estratificados por sexo, PC e idade em seguida distribuídos aleatoriamente (2 novilhos e 2 novilhas por pastagem, 0,3 ha/pasto) em 8 pastagens de gramínea azevém anual (*Lolium multiflorum*). Todos os bezerros foram mantidos em suas respectivas áreas durante o período experimental (84 dias).

### ***Experimento 2 (confinamento)***

Os tratamentos foram iguais aos descritos no Exp. 1, distribuídos em blocos casualizados com 12 e 10 repetições nos anos 1 e 2, respectivamente. Foram selecionados 24 animais (12 novilhos e 12 novilhas) no ano 1 (12 animais para cada tratamento) e 20 animais (10 novilhos e 10 novilhas) no ano 2 (10 animais para cada tratamento), provenientes do experimento 1. Os animais do Exp.1 foram mantidos em seus respectivos tratamentos no Exp. 2. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em baias (ano 1 = 24 baias; ano 2 = 20 baias) com piso de concreto e cobertura (curral de 18 m<sup>2</sup>), com água e sal mineral a vontade. O período experimental foi de 20 dias, 10 dias de adaptação e 11 dias de coleta de dados. Os animais foram pesados (dia 0) e iniciaram período de adaptação de 10 dias. A avaliação de consumo de



ferragem azevém anual (*Lolium multiflorum*) foi realizada do dia 10 a 16. A ferragem ofertada foi pesada e após 24 horas, a ferragem não consumida foi coletada e pesada para cálculo de consumo. Coletas de fezes para determinação de digestibilidade aparente da MS foi realizada do dia 17 ao 19, as 08:00 e 16:00 horas. Os animais foram pesados no dia 20 após 16 horas de jejum de ferragem, mas com acesso a água. Os animais tiveram acesso livre a feno de azevém anual (22% PB, 30% FDA, 70% FDN, 60% NDT; base na MS) que foi fornecido diariamente.

#### *Amostra e coleta de dados*

**Exp. 1.** As avaliações de ferragem foram feitas a cada 14 dias e os dados reportados em intervalos de 28 dias (mês). A determinação da massa de ferragem foi feita pela técnica de dupla amostragem de acordo com Gonzalez et al. (1990). Resumidamente, foi feita a medida indireta que foi a altura de assentamento do disco de alumínio de 0,25-m<sup>2</sup> e no mesmo local da coleta de altura é realizada a medida direta com o corte manual de toda ferragem 2,0 cm acima do nível do solo usando um cortador elétrico. Foram coletados 20 pontos de dupla amostragem em cada unidade experimental (8 pastos), posteriormente, essas amostras foram secas por 72 h à 60°C e pesadas, a partir desse peso correlacionado com a altura coletada no disco resultou na equação de regressão, usada para estimar a MF. A OF (kg MS kg<sup>-1</sup> PV) foi calculada para cada pasto a partir da média de MF dividida pelo peso médio total do PC dos bezerros no período (SOLLENBERGER et al., 2005). As amostras de ferragem para determinação de valor nutritivo [proteína bruta (**PB**) e digestibilidade in vitro da matéria orgânica (**DIVMO**) foram coletadas com a mão na altura de pastejo dos animais. A amostras foram secas a 55°C por 72 h em estufa de ventilação forçada e depois moídas para passar em peneira de 1 mm (Model 4, Thomas-Wiley Laboratory Mill, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ). A DIVMO das amostras foi analisada de acordo com o método descrito por Tilley and Terry (1963), modificado por Moore and Mott (1974). A concentração de N foi determinada pelo método de micro-Kjeldahl, com uma modificação na técnica de digestão do bloco de alumínio descrito por (GALLAHER; WELDON; FUTRAL, 1975). A PB foi determinada pela multiplicação da concentração de N por 6,25.

Os bezerros foram pesados em intervalos de 28 dias imediatamente antes do fornecimento de concentrado (08:00 horas), nas mesmas datas foram realizadas coleta de amostras de sangue (10 mL) via punção venosa jugular em tubos contendo heparina sódica (Vacutainer, Becton Dickinson, Franklin Lakes, NJ) para colheita de plasma. As amostras de sangue foram centrifugadas 2,000 x g a 4°C por 30 minutos, e o plasma foi colhido e mantido a - 80°C até posterior análise para determinação das concentrações de glicose e N uréico

plasmáticos (NUP). Concentração de glicose e NUP foram determinadas utilizando kits colorimétricos quantitativos (#G7521 e B7551, respectivamente; Pointe Scientific Inc., Canton, MI). Os valores de CV inter e intra-assay foram de 2,95 e 4,31 para glicose e 2,67 e 3,86 para NUP.

**Exp. 2.** Foram avaliados o peso corporal dos bezerros nos dias 0 e 20 as 08:00 horas. Amostras de feno e concentrado foram feitas diariamente em seguida secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas posteriormente moídas para passar em peneira de 1-mm para determinar a matéria seca do feno e concentrado, para calcular o consumo de matéria seca total (CMS) e consumo de forragem (CF) diários que foram avaliados do dia 10 ao 16. Foram coletadas fezes de todos os bezerros do dia 17 ao 19 duas vezes por dia (0800 and 1500 h) para determinar a digestibilidade aparente da MS usando o procedimento de FDN indigestível (iFDN). A concentração de iFDN no feno, concentrado e nas fezes foram determinados pelo método descrito por Cole et al., (2011) com modificações feitas propostas por Krizsan and Huhtanen, (2013). Aproximadamente 0,5 g de amostras foram pesadas e colocadas em sacos de poliéster N-free de 20 × 10 cm com tamanhos de poros variando de 50 a 60 µm. Todos os sacos representando todas as unidades experimentais foram selados e incubados simultaneamente por 288 horas em um novilho Braford fistulado no rúmen. O novilho estava alojado em uma baia com acesso a feno de grama estrela ad libitum. Os sacos foram retirados do rúmen e enxaguados repetidamente até a água do enxágue ficar incolor. Em seguida, os sacos foram secos a 60°C por 48 horas e pesados. As amostras secas foram analisadas quanto a concentração de FDN pelo método descrito por Van Soest et al., (1991) adaptado para análise de fibra pelo Ankom 200 (Ankom Technology Corp., Macedon, NY). A-amilase estável ao calor e sulfito de sódio foram usados no ensaio de FDN, e os resultados são apresentados incluindo cinzas residuais. A produção total de fezes e a digestibilidade aparente da MS foram calculadas conforme descrito por Vendramini et al. (2018).

### *Análise estatística*

Todos os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, version 9.4). No Exp. 1, as variáveis resposta foram MF, OF, PB, DIVMO, GMD, NUP e Glicose. O tratamento e mês foram analisados como efeito fixo e bloco e ano como efeitos aleatórios. O mês foi avaliado como medida repetida no tempo e a estrutura da covariância escolhida foi a que apresentou o menor número AICC. No Exp. 2, as variáveis resposta foram consumo de feno, consumo total de MS, e digestibilidade aparente da MS. Tratamento e dias foram analisados como efeitos fixos e bloco e ano como efeitos aleatórios.

Todos os resultados foram relatados como médias de quadrados mínimos considerando significância fixa de  $P \leq 0,05$  e tendência declarado se  $0,05 < P \leq 0,10$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Exp 1. não houve efeito do tratamento e interação tratamento  $\times$  mês para variáveis MF, OF, PB e DIVMO ( $P \geq 0,85$ ). No entanto, houve diminuição significativa ( $P < 0,0001$ ) de MF e OF de Fevereiro a Abril (Tabela 1). A diminuição da MF está associado ao ciclo de vida do azevém anual no sul da Florida, com maior produção em Fevereiro e Março seguido de início do período reprodutivo em abril e posterior morte da planta (VENDRAMINI; ARTHINGTON, 2008), além do consumo de matéria seca dos bezerros ser maior com o aumento do PC no decorrer do experimento. A OF também diminuiu de Fevereiro a Abril, no entanto, a média encontrada no mês de Abril (0,92 kg MS/kg PC), foi superior a OF de 0,5 kg MS/kg PC indicada por Vendramini et al. (2006) como sendo suficiente para fornecer adequada quantidade de forragem para BDP pastejando azevém anual com suplementação de 1% PC. Nesse estudo a forragem não foi limitante no desempenho dos animais. Não houve efeito dos dias de estudo para concentração de PB ( $P = 0,941$ ), mas houve efeito na DIVMO que diminuiu de Março a Abril ( $P \leq 0,04$ ). Essa diminuição está associada ao aparecimento de colmos reprodutivos que resulta no aumento da relação colmo:folha, diretamente relacionado à maturidade da planta, esse processo acarreta também na diminuição dos compostos solúveis e aumento dos componentes da parede celular que pode diminuir a DIVMO consequentemente afetar o valor nutritivo da forragem (VENDRAMINI; ARTHINGTON, 2008).

**Table 1.** Massa de forragem (MF), oferta de forragem (OF), Proteína bruta (PB) e digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO) de pasto de azevém anual pastejado por bezerros desmamados precocemente oferecendo suplementação concentrada diariamente ou três vezes por semana de Fevereiro a Abril.

Item <sup>1</sup>	Mês			SEM	P-value
	Fevereiro	Março	Abril		
MF, kg/ha	5117 a	2462 b	1493 c	263.04	<0,0001
OF, kg MS/kg PV	4,93 a	1,97 b	0,92 c	0.05	<0,0001
PB, %	16,6 a	17,5 a	17,2 a	1,57	0,989
DIVMO, %	83,2 a	73,9 b	64,2 c	0,71	<0,0001

<sup>a-d</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si.

<sup>1</sup> Pastagens foram amostradas para MF e valor nutritivo (PB e DIVMO) a cada 14-D, mas relatados em intervalos 28-D de d 0 a 84. A técnica de dupla amostragem foi usada para determinar MF de acordo com Gonzalez et al. (1990). A OF foi calculada com a média de MF dividida pelo PC médio dos bezerros em cada pasto (Sollenberger et al., 2005).

Não houve efeito do tratamento ( $P = 0,85$ ) ou interação do tratamento x mês ( $P = 0,37$ ) no GMD, entretanto, houve efeito significativo de mês ( $P = 0,0001$ ). O ganho de peso aumentou de Fevereiro para Março e diminuiu de Março a Abril (Tabela 2). Esses resultados estão de acordo com hipótese de que a diminuição da frequência de suplementação não afeta negativamente o crescimento de BDP pastejando azevém anual, podendo nessas condições, ser adotado como estratégia para diminuir os custos de depreciação dos equipamentos e mão de obra sem comprometer o desempenho dos animais. A diminuição do ganho de peso de Março a Abril provavelmente está relacionado a diminuição da DIVMO associado a menor MF desse período (VENDRAMINI et al., 2011). O GMD dos bezerros nesse trabalho (0,68 kg/d) está em consonância com os valores de GMD dos trabalhos realizados com BDP pastejando azevém anual com suplementação a 1% do PC (VENDRAMINI et al., 2006; VENDRAMINI; ARTHINGTON, 2008; OLIVEIRA et al., 2020).

Trabalhos anteriores avaliando frequência de suplementação, apresentaram valores de GMD entre 10 e 21% menores para animais suplementados 3X por semana em comparação fornecimento diária (LOY et al., 2008; ARTIOLI et al., 2015; MORIEL et al., 2020a). Em contrapartida, outros trabalhos mostram que a mudança de 7X por semana para 3X não afetou o crescimento dos animais (DREWNOSKI et al., 2011; MORIEL et al., 2012, 2016; SILVA et al., 2018b). As variações dos resultados entre os trabalhos podem ocorrer devido a diferenças entre a qualidade da forragem. Drownoski et al., (2011) sugerem para que animais sob menor frequência de suplementação consigam manter GMD similar aos animais suplementados diariamente, é necessário que a dieta tenha maior nível de ingestão de proteína degradável que pode ser proveniente de forragem de maior valor nutritivo, com isso, manter adequada concentração de amônia ruminal, necessária para que os microrganismos utilizem eficientemente o suplemento e evitar os efeitos negativos da menor frequência de suplementação.

O efeito da frequência de suplementação, e frequência x mês não foram detectados para concentração de NUP ( $P > 0,88$ ), mas houve tendência a ser detectado efeito do mês ( $P = 0,09$ ). A concentração de NUP é indicativo da relação proteína:energia da dieta, isso por ser altamente correlacionada com consumo de proteína degradada no rúmen e com concentração de amônia ruminal (HAMMOND, 1997). Exceto em Fevereiro (6,85 e 5,57 mg/dL para 3X e 7X, respectivamente) os valores de NUP variam de 9,41 a 13,45 mg/dL, esses resultados estão próximos à concentração de N uréico sanguíneo (entre 11 e 15 mg/dL) que foi associada com a taxa máxima de ganho de novilhos em crescimento (BYERS; MOXON, 1980) e próximos aos resultados de Vendramini et al., (2006) que trabalhou com níveis de suplementação de BDP

e apresentou média de NUP de 14,1 mg/dL. Em média a concentração de NUP de fevereiro (6,21 mg/dL) foi 45% menor que a média dos outros meses (11,30 mg/dL), esses valores podem estar relacionado a um aumento no consumo de energia na dieta ou maior consumo de MS. HAMMOND, (1997) observou que novilhos consumindo foragem de alta ou baixa qualidade apresentam diminuição na concentração de NUP quando há aumento no consumo de MS ou consumo de energia.

O efeito da frequência de suplementação e frequência x mês não foram detectados para concentração plasmática de glicose ( $P = 0,273$ ), foi detectado apenas o efeito do mês ( $P < 0,0001$ ). A concentração de glicose no sangue diminui ao longo do tempo em média de 81,84 para 61,50 mg/dL do 0 aos 84 dias. Schoonmaker et al., (2003) avaliando efeitos de fontes de energia no desempenho de BDP, reportaram menor concentração de glicose sanguínea em animais programadas para ganhar 0,8 kg/d (glicose  $< 55,0$  mg/dL) em comparação aos animais programados para ganhar 1,2 kg/d (glicose  $> 60$  mg/dL), ou seja, animais com menor ganho de peso apresentaram menor concentração de glicose sanguínea, assim, as menores concentrações plasmáticas de glicose no dia 84 (61,50 mg/dL) podem estar associadas aos menores ganhos de peso do mesmo período em relação as demais datas.

**Tabela 2.** Ganho médio diário (kg/d), N uréico plasmático (NUP), e glicose de bezerros suplementados diariamente (7X) ou três vezes por semana (3X)

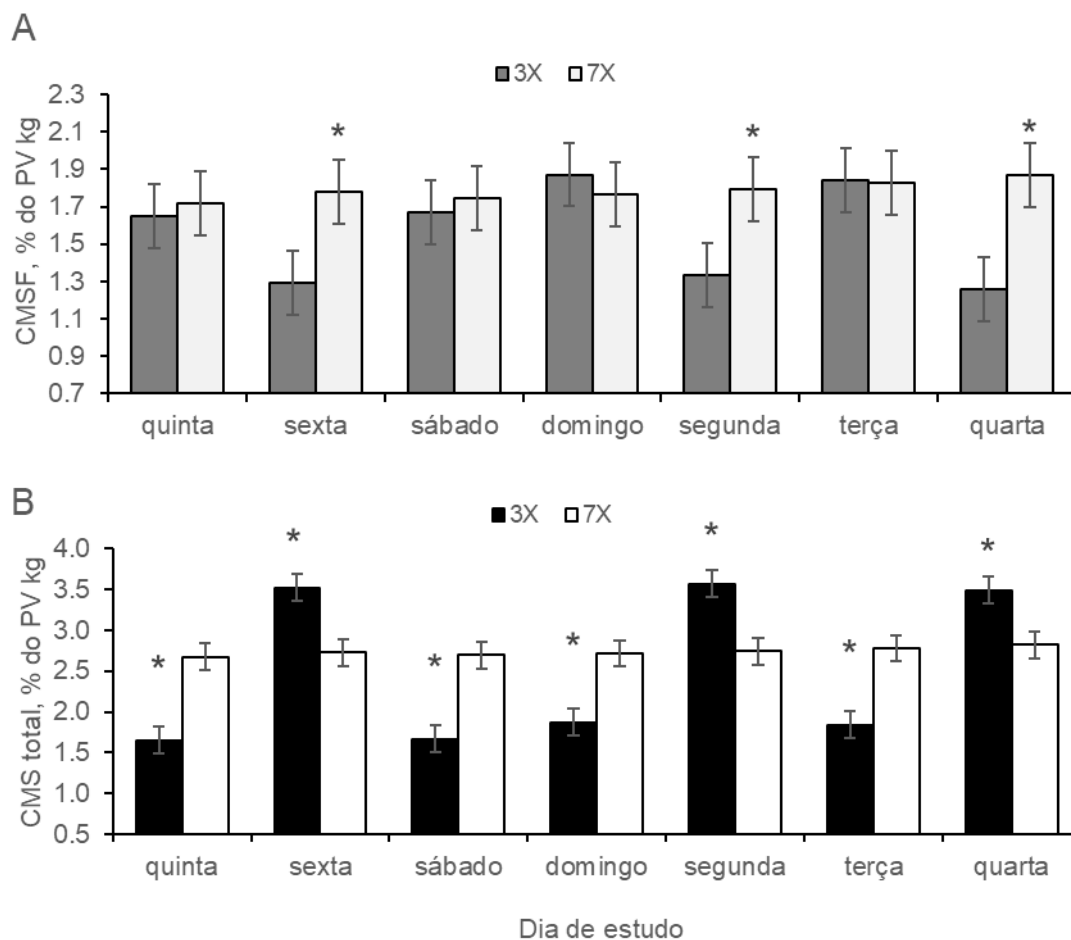
Item	tratamento		SEM	P - value		
	3X	7X		tratamento	mês	tratamento x mês <sup>1</sup>
GMD, kg				0.8504	<0.0001	0.3723
Fevereiro	0.77	0.72	0.04	–	–	–
Março	0.82	0.91	0.04	–	–	–
Abril	0.33	0.38	0.06	–	–	–
NUP mg/dL						
Fevereiro	6.85	5.57	0.55	0.8786	<.0001	0.135
Março	9.41	10.15	0.55	-	-	-
Abril	11.99	13.45	0.77	-	-	-
Glicose mg/dL						
Fevereiro	76.11	70.64	2.68	0.5425	0.0206	0.2027
Março	73.72	79.45	2.68	-	-	-
Abril	64.75	58.26	3.80	-	-	-

<sup>1</sup>P-valor para efeito da frequência de suplementação x mês.

Médias seguidas por letras iguais nas colunas não são diferentes ( $P > 0,05$ )

No Exp. 2, foi detectado efeito da interação de tratamento x dia, para o CF ( $P < 0,012$ ) e CMS total ( $P < 0,0001$ ). O CF durante o período experimental do tratamento 7X (1,78 % do PV) foi

maior do que 3X (1,55 % do PV) ( $P < 0,0006$ ). Nos dias que o tratamento 3X recebeu suplementação, o CF foi menor do que 7X ( $P < 0,007$ ), por outro lado, nos dias que o 3X não recebeu suplementação, não houve diferença no CF entre os tratamentos ( $P > 0,68$ ) (Fig. 1A). O CMS total do tratamento 7X (2,73 % do PV) foi maior do que o 3X (2,51% do PV) ( $P < 0,0004$ ). Nos dias que os animais do tratamento 3X não foram suplementados, o CMS total foi menor do que 7X, enquanto nos dias que todos receberam suplementação, o tratamento 3X apresentou CMS total maior do que o 7X ( $P < 0,001$ ) (Fig. 1B). A diminuição no CF e o aumento no CMS do 3X vs. 7X nos dias que todos receberam suplementação são consistentes com outros estudos (BEATY et al., 1994; DREWNOSKI et al., 2011; MORIEL et al., 2012, 2016; ARTIOLI et al., 2015). Considerando que os BDP possuem capacidade de CMS variando de 2,2 – 3,2% do PC (VENDRAMINI et al., 2006, 2011), nos dias de fornecimento de ração no tratamento 3X, esses animais em média consumiram 2,3% do PC em concentrado. Este valor representa quase a totalidade da sua capacidade de ingestão, e existiu efeito de substituição do CF por concentrado. A suplementação diminui o CF quando a forragem utilizada é de alta qualidade ou quando a relação NDT:PB é menor que 7 que indica quantidade relativa de N adequado à quantidade de energia disponível (MOORE et al., 1999). Horn e McCollum (1987) sugerem que quanto maior for o valor nutritivo da forragem maior será a redução do CF. O CF não diferiu entre os tratamentos nos dias que o 3X não recebeu suplementação, com isso, podemos inferir que não houve efeito negativo no CF pelo excesso de concentrado dos dias de suplementação anteriores. O CF dos bezerros está dentro do esperado para a categoria que podem apresentar CF variando de 0,72 a 2,2% do PV (VENDRAMINI et al., 2006, 2011; OLIVEIRA et al., 2020). Vendramini et al., (2011) reportaram que BDP sem suplementação não foram capazes de aumentar o CF para alcançar o CMS total similar aos bezerros suplementados, com isso, provavelmente o menor CF e CMS total do 3X no período, ocorreu devido a menor CF dos animais 3X nos dias que receberam suplementação.



**Fig. 1.** Consumo de matéria seca de feno (CMSF) (A) e consumo de matéria seca total (CMS) (B) de bezerros desmamados precocemente alimentados com acesso livre ao feno de azevém anual moído e oferecendo diariamente ou três vezes por semana a suplementação concentrada a 1% do PC (Exp. 2). \*Médias no dia, sem o sobrescrito significa que os tratamentos não se diferem ( $P \leq 0,05$ ).

O efeito da frequência de suplementação foi detectado ( $P < 0,002$ ) para digestibilidade aparente da MS (erro padrão = 0,35) que foi menor no 3X (86%) em comparação ao 7X (87%). A menor digestibilidade aparente do 3X pode ter ocorrido devido ao elevado consumo de concentrado nos dias de suplementação que pode ter diminuído o pH ruminal e atividade das bactérias fibrolíticas (HORN; MCCOLLUM, 1987; KUNKLE et al., 2000).

## CONCLUSÃO

Em resumo, esse estudo concluiu que a diminuição da frequência de suplementação diária para 3 vezes por semana diminui o CMS de feno e total, mas não afeta negativamente o desempenho no crescimento de BDP pastando azevém anual recebendo suplementação a 1% do PC.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTHINGTON, J. D.; KALMBACHER, R. S. Effect of early weaning on the performance of three-year-old, first-calf beef heifers and calves reared in the subtropics. **Journal of Animal Science**, v.81, n.5, p.1136–1141, 2003. doi:10.2527/2003.8151136x.
- ARTIOLI, L. F. A.; MORIEL, P.; POORE, M. H.; MARQUES, R. S.; COOKE, R. F. Decreasing the frequency of energy supplementation from daily to three times weekly impairs growth and humoral immune response of preconditioning beef steers. **Journal of Animal Science**, v.93, n.11, p.5430–5441, 2015. doi:10.2527/jas.2015-9457.
- BEATY, J. L.; COCHRAN, R. C.; LINTZENICH, B. A.; VANZANT, E. S.; MORRILL, J. L.; BRANDT, R. T.; JOHNSON, D. E. Effect of frequency of supplementation and protein concentration in supplements on performance and digestion characteristics of beef cattle consuming low-quality forages. **Journal of animal science**, v.72, n.9, p.2475–2486, 1994. doi:10.2527/1994.7292475x.
- BYERS, F. M.; MOXON, A. L. Protein and selenium levels for growing and finishing beef cattle. **J. Anim. Sci.**, v.50, n.6, p.1136–1144, 1980.
- COLE, N. A.; MCCUISTION, K.; GREENE, L. W.; MCCOLLUM, F. T. Effects of concentration and source of wet distillers grains on digestibility of steam-flaked corn-based diets fed to finishing steers. **Prof. Anim. Sci.**, v.27, p.302–311, 2011. doi:https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30493-9.
- COLUCCI, P. E.; CHASE, L. E.; VAN SOEST, P. J. Feed Intake, Apparent Diet Digestibility, and Rate of Particulate Passage in Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, v.65, n.8, p.1445–1456, 1982. doi:10.3168/jds.S0022-0302(82)82367-9.
- COOKE, R. F.; ARTHINGTON, J. D.; ARAUJO, D. B.; LAMB, G. C.; EALY, A. D. Effects of supplementation frequency on performance, reproductive, and metabolic responses of Brahman-crossbred females. **Journal of Animal Science**, v.86, n.9, p.2296–2309, 2008. doi:10.2527/jas.2008-0978.
- DREWNOSKI, M. E.; POORE, M. H.; BENSON, G. A. Effect of frequency of supplementation of a soyhulls and corn gluten feed blend on hay intake and performance of growing steers. **Animal Feed Science and Technology**, v.164, n.1–2, p.38–44, 2011. doi:10.1016/j.anifeedsci.2010.11.022.
- FARMER, C. G.; COCHRAN, R. C.; SIMMS, D. D.; KLEVESAHL, E. A.; WICKERSHAM, T. A.; JOHNSON, D. E. The effects of several supplementation frequencies on forage use and the performance of beef cattle consuming dormant tallgrass prairie forage. **Journal of Animal Science**, v.79, n.9, p.2276–2285, 2001. doi:10.2527/2001.7992276x.
- GALLAHER, R. N.; WELDON, C. O.; FUTRAL, J. G. An Aluminum Block Digester for Plant and Soil Analysis. **Soil Science Society of America Journal**, v.39, n.4, p.803–806, 1975. doi:10.2136/sssaj1975.03615995003900040052x.
- HAMMOND, A. C. Update on Bun and Mun As a Guide for Protein Supplementation in Cattle. in **Proc. Florida Ruminant Nutr. Symp., Univ. Florida, Gainesville.**, p.43–52, 1997.
- HORN, G. W.; MCCOLLUM, F. T. Energy supplementation of grazing ruminants. In: **M. Judkins (Ed.) Proc. Grazing Livestock Nutrition Conf.**, p. 125–136.



- KRIZSAN, S. J.; HUHTANEN, P. Effect of diet composition and incubation time on feed indigestible neutral detergent fiber concentration in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.3, p.1715–1726, 2013. doi:10.3168/jds.2012-5752.
- KUNKLE, W. E.; JOHNS, J. T.; POORE, M. H.; HERD, D. B. Designing supplementation programs for beef cattle fed forage-based diets. **Journal of Animal Science**, v.77, n.E-Suppl, p.1, 2000. doi:10.2527/jas2000.00218812007700es0012x.
- LOY, T. W.; KLOPFENSTEIN, T. J.; ERICKSON, G. E.; MACKEN, C. N.; MACDONALD, J. C. Effect of supplemental energy source and frequency on growing calf performance. **Journal of Animal Science**, v.86, n.12, p.3504–3510, 2008. doi:10.2527/jas.2008-0924.
- MOORE, J. E.; BRANT, M. H.; KUNKLE, W. E.; HOPKINS, D. I. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of animal science**, v.77 Suppl 2, p.122–135, 1999. doi:10.2527/1999.77suppl\_2122x.
- MOORE, J. E.; MOTT, G. O. Recovery of Residual Organic Matter from In Vitro Digestion of Forages. **Journal of Dairy Science**, v.57, n.10, p.1258–1259, 1974. doi:10.3168/jds.S0022-0302(74)85048-4.
- MORIEL, P.; COOKE, R. F.; BOHNERT, D. W.; VENDRAMINI, J. M. B.; ARTHINGTON, J. D. Effects of energy supplementation frequency and forage quality on performance, reproductive, and physiological responses of replacement beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.90, n.7, p.2371–2380, 2012. doi:10.2527/jas.2011-4958.
- MORIEL, P.; PALMER, E.; VEDOVATTO, M.; PICCOLO, M. B.; RANCHES, J.; SILVA, H. M.; MERCADANTE, V. R. G.; LAMB, G. C.; VENDRAMINI, J. M. B. Supplementation frequency and amount modulate postweaning growth and reproductive performance of Bos indicus-influenced beef heifers. **Journal of animal science**, v.98, n.8, p.1–11, 2020. doi:10.1093/jas/skaa236.
- MORIEL, P.; PICCOLO, M. B.; ARTIOLI, L. F. A.; POORE, M. H.; MARQUES, R. S.; COOKE, R. F. Decreasing the frequency and rate of wet brewers grains supplementation did not impact growth but reduced humoral immune response of preconditioning beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.94, n.7, p.3030–3041, 2016. doi:10.2527/jas.2015-0250.
- OLIVEIRA, R. A.; MORIEL, P.; VENDRAMINI, J. M. B.; SILVA, H. M.; VEDOVATTO, M.; NEIVA, J. N. M.; MIOTTO, F. R. C.; MIRANDA, M.; SILVA, D. P. Supplemental monensin affects growth, physiology, and coccidiosis infestation of early-weaned beef calves consuming warm-season perennial or cool-season annual grasses. **Applied Animal Science**, v.36, n.1, p.108–117, 2020. doi:10.15232/aas.2019-01930.
- PAISLEY, S. I.; ACKERMAN, C. J.; PURVIS, H. T.; HORN, G. W. Wheat Pasture Intake by Early-Weaned Calves. **Anim. Sci. Res. Rep.**, Oklahoma agri. Exp. Stn., Oklahoma State Univ. Stillwater.
- SCHOONMAKER, J. P.; CECAVA, M. J.; FAULKNER, D. B.; FLUHARTY, F. L.; ZERBY, H. N.; LOERCH, S. C. Effect of source of energy and rate of growth on performance, carcass characteristics, ruminal fermentation, and serum glucose and insulin of early-weaned steers. **Journal of Animal Science**, v.81, n.4, p.843–855, 2003. doi:10.2527/2003.814843x.
- SILVA, G. M.; POORE, M. H.; RANCHES, J.; SANTOS, G. S.; MORIEL, P. Effects of

gradual reduction in frequency of energy supplementation on growth and immunity of beef steers. **Journal of Animal Science**, v.96, n.1, p.273–283, 2018. doi:10.1093/jas/skx047.

SOLLENBERGER, L. E.; MOORE, J. E.; ALLEN, V. G.; PEDREIRA, C. G. S. Reporting forage allowance in grazing experiments. **Crop Science**, v.45, n.3, p.896–900, 2005. doi:10.2135/cropsci2004.0216.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583–3597, 1991. doi:10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

VENDRAMINI, J. M. B.; ARTHINGTON, J. D. Effects of Supplementation Strategies on Performance of Early-Weaned Calves Raised on Pastures. **Professional Animal Scientist**, v.24, n.5, p.445–450, 2008. doi:10.15232/S1080-7446(15)30880-9.

VENDRAMINI, J. M. B.; ARTHINGTON, J. D.; SOLLENBERGER, L. E.; SARAIVA, T. Rumen-undegradable protein supplementation effects on early weaned calves grazing annual ryegrass. **Crop Science**, v.51, n.1, p.381–386, 2011. doi:10.2135/cropsci2010.04.0204.

VENDRAMINI, J. M. B.; MORIEL, P.; COOKE, R. F.; ARTHINGTON, J. D.; DA SILVA, H. M.; PICCOLO, M. B.; SANCHEZ, J. M. D.; GOMES, V.; MAMEDE, P. A. Effects of monensin inclusion into increasing amount of concentrate on growth and physiological parameters of early-weaned beef calves consuming warm-season grasses. **Journal of Animal Science**, v.96, n.12, p.5112–5123, 2018. doi:10.1093/jas/sky374.

VENDRAMINI, J. M. B.; SOLLENBERGER, L. E.; DUBEUX, J. C. B.; INTERRANTE, S. M.; STEWART, R. L.; ARTHINGTON, J. D. Concentrate supplementation effects on forage characteristics and performance of early weaned calves grazing rye-ryegrass pastures. **Crop Science**, v.46, n.4, p.1595–1600, 2006. doi:10.2135/cropsci2005.11-0419.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS  
 CÂMPUS DE ARAGUAÍNA  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO  
 EM ZOOTECNIA NOS TRÓPICOS

BR 153, Km 112, Zona Rural | CEP: 77804-970 | Araguaína/TO  
 (63) 3416-5424 | www.uft.edu.br | pgcat@uft.edu.br



**ATA DE DEFESA**

Ata de defesa da tese: "**FONTES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA EM SISTEMAS SILVIPASTORIL E MONOCULTIVO DE CAPIM MOMBAÇA**" - defendida no Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia nos Trópicos (PPGZIT) da Universidade Federal do Norte do Tocantins, (UFNT), Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ). Às 13h do dia 27 de abril de 2022- esteve reunida a banca de defesa do doutorando: **Hugo Mariano Rodrigues de Oliveira**, constituída pelos seguintes membros: **Prof.ª. Dra. Fabrícia Rocha Chaves Miotto**; **Prof. Dr. João Mauricio Bueno Vendramini**; **Prof. Dr. Emerson Alexandrino**; **Prof.ª. Dra. Nayara Martins Alencar** e o **Prof. Dr. Philippe Moriel**. Cabe ressaltar e constar em ata que os membros realizaram os trabalhos a distância por meio da tecnologia da informação, via internet.

Após finalizar os trabalhos o mestrando foi Aprovado e os membros presentes assinaram a ata de defesa.

**Observações para o doutorando:**

- ( ) Aprovado.
- ( ) Reprovado.
- ( ) Aprovado com correções a serem conferidas pela banca.
- (x) Aprovado com correções a serem conferidas pelo orientador.

*Luciano Fernandes Sousa*  
 Coordenador da Pós-Graduação  
 em Ciência Animal Tropical  
 PPGZIT nº 277/2021 - Slape 1752801  
 UFNT - Campus de Araguaína

MEMBROS DA BANCA	FUNÇÃO PRECÍPUA	ASSINATURAS
Prof.ª. Dra. <b>Fabrícia Rocha Chaves Miotto</b>	Presidente da banca e avaliadora	
Prof. Dr. <b>João Mauricio Bueno Vendramini</b>	Orientador	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe - UFNT  Presidente da banca
Prof. Dr. <b>Emerson Alexandrino</b>	Avaliador	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe - UFT  Presidente da banca
Prof.ª. Dra. <b>Nayara Martins Alencar</b>	Avaliadora	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe - UFT  Presidente da banca
Prof. Dr. <b>Philippe Moriel</b>	Avaliador	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe - UFT  Presidente da banca

Prazo para entrega da tese corrigida: 60 dias

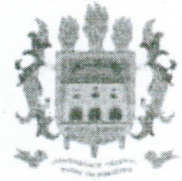
**Observações:**

*Novo título: Práticas de Manejo para otimizar a produção pecuária fontes de adubação nitrogenada em sistema silvipastoril e frequência de suplementação de bovinos de mama-bezerra*

Prof.ª. Dra. **Fabrícia Rocha Chaves Miotto**  
 Presidente da banca e avaliadora

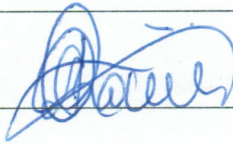
UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS  
 CÂMPUS DE ARAGUAÍNA  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO  
 EM ZOOTECNIA NOS TRÓPICOS

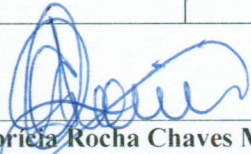
BR 153, Km 112, Zona Rural | CEP: 77804-970 | Araguaína/TO  
 (63) 3416-5424 | www.uft.edu.br | pgcat@uft.edu.br



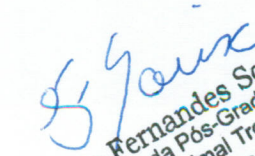
**HOMOLOGAÇÃO DA ATA DE DEFESA**

O Colegiado do Programa de Pós-Graduação Integrado em Zootecnia nos Trópicos da Universidade Federal do Norte do Tocantins, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia homologa a ata de defesa da dissertação do mestrando: **Hugo Mariano Rodrigues de Oliveira**, defendida às 13h00 do dia 27 de abril de 2022. A banca de defesa foi constituída pelos seguintes membros: **Profª. Dra. Fabrícia Rocha Chaves Miotto**; **Prof. Dr. João Mauricio Bueno Vendramini**; **Prof. Dr. Emerson Alexandrino**; **Profª. Dra. Nayara Martins Alencar** e o **Prof. Dr. Philippe Moriel**. Cabe ressaltar e constar em ata que os membros realizaram os trabalhos a distância por meio da tecnologia da informação, via internet.

MEMBROS DO COLEGIADO DO PPGCat	ASSINATURAS
A Ata de defesa do doutorando <b>Hugo Mariano Rodrigues de Oliveira</b> foi homologada por ter membros participando a distancia via internet.	
/	/
/	/
/	/
/	/
/	/
/	/
/	/
/	/
/	/

  
 Profª. Dra. **Fabrícia Rocha Chaves Miotto**  
 Presidente da banca e orientadora

  
 Jeekyson da Silva Cardoso  
 Assistente em Administração  
 SIAPE nº 2173407  
 UFNT - Campus de Araguaína

  
 Luciano Fernandes Sousa  
 Coordenador da Pós-Graduação  
 em Ciência Animal Tropical  
 Port. nº 277/2021 - SIAPE 1752801  
 UFNT - Campus de Araguaína