

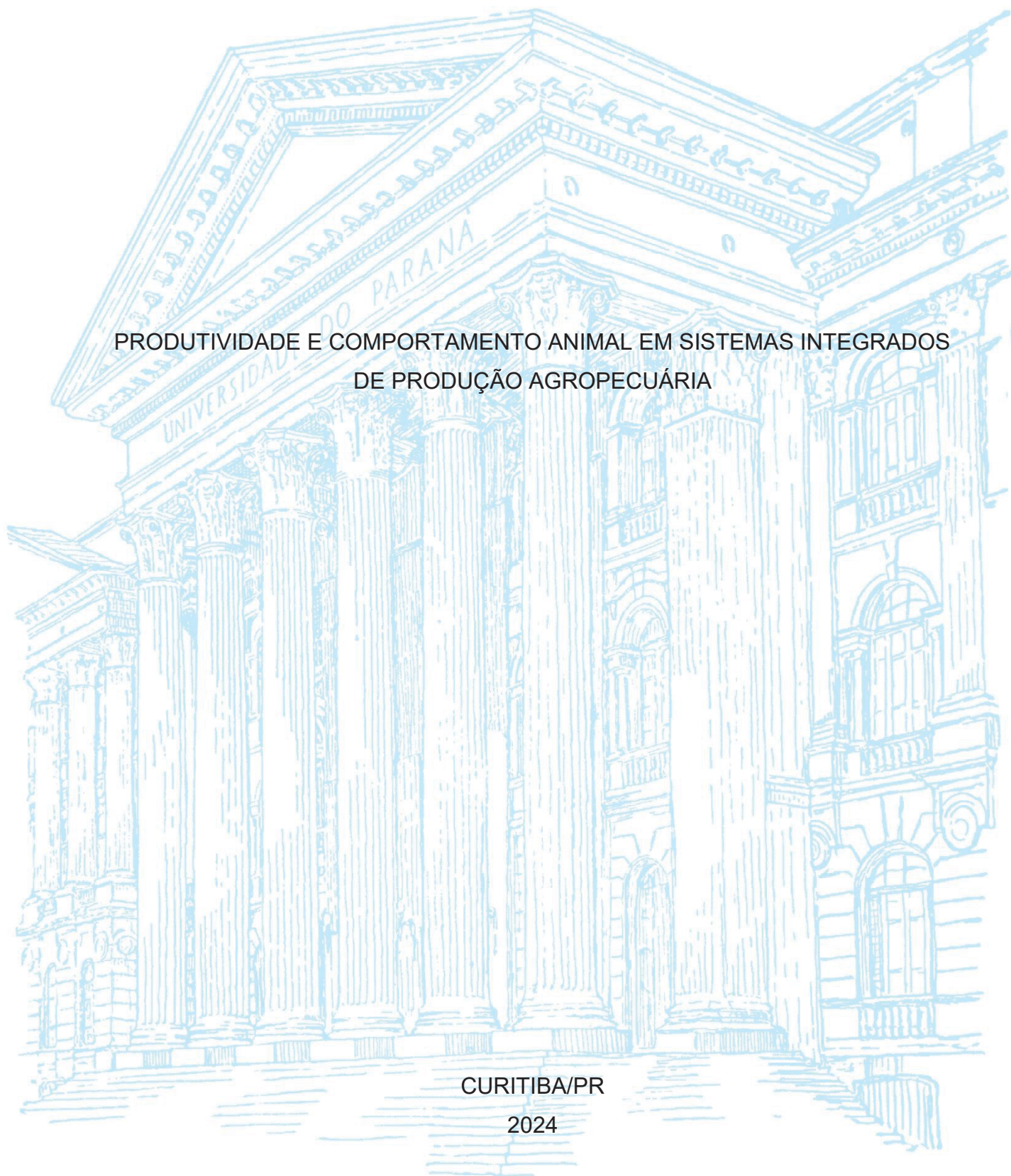
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUIZ GUILHERME SANTOS DE OLIVEIRA

PRODUTIVIDADE E COMPORTAMENTO ANIMAL EM SISTEMAS INTEGRADOS
DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

CURITIBA/PR

2024



LUIZ GUILHERME SANTOS DE OLIVEIRA

PRODUTIVIDADE E COMPORTAMENTO ANIMAL EM SISTEMAS INTEGRADOS
DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Agronomia, Setor de ciências agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Edicarlos Damacena de Souza

Coorientador: Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho

Coorientador: Prof. Dr. Laércio Santos Silva

CURITIBA/PR

2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Oliveira, Luiz Guilherme Santos de
Produtividade e comportamento animal em sistemas
integrados de produção agropecuária / Luiz Guilherme Santos de
Oliveira. – Curitiba, 2024.
1 recurso online: PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná,
Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação
Agronomia (Produção Vegetal).
Orientador: Prof. Dr. Edicarlos Damacena de Souza
Coorientador: Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho
Coorientador: Prof. Dr. Laércio Santos Silva

1. Brachiaria. 2. Pastejo. 3. Bovinos - Desempenho.
I. Souza, Edicarlos Damacena de. II. Carvalho, Paulo César de
Faccio. III. Silva, Laércio Santos. IV. Universidade Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação Agronomia (Produção Vegetal).
V. Título.

Bibliotecário: Douglas Alex Jankoski CRB-9/1167



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL) - 40001016031P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **LUIZ GUILHERME SANTOS DE OLIVEIRA** intitulada: **PRODUTIVIDADE E COMPORTAMENTO ANIMAL EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**, sob orientação do Prof. Dr. EDICARLOS DAMACENA DE SOUZA, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 01 de Fevereiro de 2024.

Assinatura Eletrônica

01/02/2024 12:21:36.0

EDICARLOS DAMACENA DE SOUZA

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

01/02/2024 13:09:12.0

BRUNO CARNEIRO E PEDREIRA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DO TENNESSEE - KNOXVILLE)

Assinatura Eletrônica

01/02/2024 12:27:48.0

JOSE CARLOS BATISTA DUBEUX JUNIOR

Avaliador Externo (UNIVERSITY OF FLORIDA)

Rua dos Funcionários, 1540 - CURITIBA - Paraná - Brasil
CEP 80035-050 - Tel: (41) 3350-5601 - E-mail: pgapv@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 335295

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://siga.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 335295

“Este trabalho é dedicado à minha família, maior exemplo de superação. Aqui estão os resultados dos nossos esforços. Com muita gratidão.”

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, gostaria de agradecer a Deus, pela minha vida, pela vida dos meus pais, dos meus irmãos, da minha família e pela saúde.

Também gostaria de agradecer a minha família incrível, que sempre confiou, torceu e me apoiou, independente das minhas escolhas. Meus pais, José e Fabiola, minha avó, Dalva, meus irmãos, Renato e Matheus, meus tios, Everlim, Fabio (in memorian), Silvio, Odete, Elizete, Cresio, Janice, Paulo e Carol e aos demais. Obrigado por tudo, amo vocês. Agradeço também a minha namorada Sttéfany por todo amor, apoio, conselho, companheirismo e por estar comigo em todos os momentos, obrigado por tudo, amo você.

Gostaria de agradecer a equipe da fazenda Guarita, sempre muito dispostos, Joel Strobel (in memorian), Hanny, Toninho, Everton, Wellington e demais colaboradores da Fazenda Guarita. Agradeço a Universidade Federal de Rondonópolis e a CAPES pela bolsa de pesquisa, mostrando o crédito e o apoio no desenvolvimento da pesquisa científica.

Agradeço ao meu orientador, coorientadores pelo conhecimento e confiança, Edicarlos, Paulo e Laércio. Em especial, agradeço a todos os integrantes do GPISI, agradeço por serem tão incríveis e acolhedores, todos vocês possuem um futuro brilhante, Bruna, Bheatriz, Jessica (Helô), Jossanya, Polyana, Maria, Gabi, João, Sandra, Juan, Letícia, Maria Eduarda, José, Jeovanna, Gabriel, Tani e todos os demais.

Foram muitos professores que participaram de forma direta e indiretamente deste trabalho, mas alguns foram especiais, por isso agradeço, a Evelise, Rodolfo, Carla, Izabella e Junior. Também agradeço ao professor Carlos, muito obrigado pelos conselhos, por confiar tanto em mim e pelos empurrões quando mais precisava, você é incrível!

Aos meus grandes amigos/companheiros agradeço o apoio, Lucas, Marcel, João e Paulo carreguei vocês no coração meus irmãos, torço muito por todos.

Isso de querer ser aquilo que a gente é ainda vai nos levar além. (*Paulo Leminski, 1944-1989*)

RESUMO

O comportamento ingestivo de bovinos em pastejo, pode facilitar a orientação a respeito do melhor momento para adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), no bioma cerrado. Portanto, avaliou-se o efeito das estratégias de adubação com N, P e K na produtividade de forragem, bem como no comportamento ingestivo e desempenho de bovinos em SIPA. O estudo foi realizado em um Latossolo Vermelho distrófico, com área total de 22,8 ha, dividida em 12 unidades experimentais, em delineamento em blocos casualizados com 4 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos consistiram das estratégias de adubação em SIPA: 1) Adubação convencional com P e K na semeadura da soja (AC_SN); 2) Adubação convencional com P e K na semeadura da soja mais N no pasto (AC_CN); 3) Adubação de sistemas com P e K na fase de pastagem (AS_SN); e 4) Adubação de sistemas com aplicação de P, K e N na fase de pastagem (AS_CN). As estratégias que utilizam da adubação nitrogenada na fase pastagem (AC_CN e AS_CN) proporcionaram aumento no acúmulo de forragem, com melhoria da estrutura do pasto, a qual elevou o teor de PB, em aproximadamente 21% com redução no teor de FDN e FDA, favorecendo redução de 93% no tempo de ruminação pelos animais. A melhor estrutura do pasto, na AS_CN, também foi responsável por reduzir a taxa de bocados (67%), total de bocados (46%), total de estações alimentares visitadas (81%) e total de passos pelos animais (25%). Houve aumento nos teores séricos de colesterol quando se adotou a AS_CN, em relação a AC_SN. Em decorrência disso, a AS_CN favoreceu maior capacidade de suporte, culminando em maior produtividade animal. Desta forma, as estratégias de adubação com N na fase pastagem, melhoram a composição química e o acúmulo de forragem, com aumento da porcentagem lâminas foliares, tornando mais eficiente o processo de busca e colheita de forragem pelos animais.

Palavras-chave: *Brachiaria*. Pastejo. Ruminação. SIPA. Desempenho animal.

ABSTRACT

The ingestive behavior of grazing cattle can facilitate guidance regarding the best time for fertilization in integrated crop-livestock systems (ICLS), in the cerrado biome. Therefore, the effect of fertilization strategies with N, P and K on forage productivity, as well as on the ingestive behavior and performance of cattle in SIPA, was evaluated. The study was carried out in a dystrophic Red Oxisol, with a total area of 22.8 ha, divided into 12 experimental units, in a randomized block design with 4 treatments and 3 replications. The treatments consisted of the SIPA fertilization strategies: 1) Conventional fertilization with phosphorus (P) and potassium (K) when sowing soybeans (AC_SN); 2) Conventional fertilization with P and K when sowing soybeans plus nitrogen (N) in pasture (AC_CN); 3) Fertilization of systems with P and K in the pasture phase (AS_SN); and 4) Fertilization of systems with application of P, K and N in the pasture phase (AS_CN). The strategies that use nitrogen fertilization in the pasture phase (AC_CN and AS_CN) provided an increase in forage accumulation, with an improvement in the pasture structure, which increased the CP content by approximately 21% with a reduction in the NDF and ADF content, favoring a 93% reduction in the animals' rumination time. The better pasture structure, at AS_CN, was also responsible for reducing the bite rate (67%), total bites (46%), total feeding stations visited (81%) and total animal steps (25%). There was an increase in serum cholesterol levels when AS_CN was adopted, in relation to AC_SN. As a result, AS_CN favored greater support capacity, culminating in greater animal productivity. In this way, N fertilization strategies in the pasture phase improve the chemical composition and accumulation of forage, with an increase in the percentage of leaf blades, making the process of searching and harvesting forage by animals more efficient.

Keywords: *Brachiaria*. Grazing. Rumination. SIPA. Animal performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Precipitação e temperatura média durante o período experimental de fevereiro a agosto de 2023.	34
Figura 2 – Desenho experimental, em que indica as diferentes estratégias de adubação em sistema integrados de produção agropecuária.....	35
Figura 3 - Croqui e blocagem da área experimental, em que indica as diferentes estratégias de adubação em sistema integrados de produção agropecuária.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Histórico de plantio da área experimental de 2014 a 2018 localizada em Rondonópolis - MT.....	33
Tabela 2 - Caracterização do solo da área experimental antes do presente estudo na profundidade de 0-20 cm do solo.....	33
Tabela 3 – Altura do dossel, acúmulo de forragem, massa de forragem e densidade populacional de perfilho do capim Piatã sob diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).	41
Tabela 4 – Porcentagem de lâmina foliar, colmo + bainha e material senescente do capim BRS Piatã em pastejo sob diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).	41
Tabela 5 – Teor de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), e proteína bruta (PB) do capim piatã sob diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).	42
Tabela 6 - Tempo médio gasto pelos animais em pastejo, ruminação, ócio, ingestão de água e taxa de bocado sob diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).	43
Tabela 7 – Taxa de bocado, número total de bocados e número de bocados por estação alimentar de bovinos em pastejo sob diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).	44
Tabela 8 – Tempo na estação alimentar, total de estações alimentares, passos por estações alimentar, número de passos por minuto e total de passos dos animais em pasto cultivado sob diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).	45
Tabela 9 – Teores albumina, glicose, colesterol e ureia no sangue de bovinos em pasto cultivado sob diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).	46
Tabela 10 – Ganho médio diário (GMD), produtividade animal e taxa de lotação animal em pastejo sob diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção.	46

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AC_CN	- Adubação convencional com nitrogênio
AC_SN	- Adubação convencional sem nitrogênio
AS_CN	- Adubação de sistema com nitrogênio
AS_SN	- Adubação de sistema sem nitrogênio
Ca	- Cálcio
DPP	- Densidade populacional de perfilho
FDA	- Fibra em detergente ácido
FDN	- Fibra em detergente neutro
GMD	- Ganho média diário
IA	- Ingestão de água
K	- Potássio
MF	- Massa de forragem
Mg	- Magnésio
MS	- Matéria seca
N	- Nitrogênio
ns	- Não significativo
P	- Fósforo
PB	- Proteína bruta
PD	- Produtividade animal
RU	- Tempo de ruminação
S	- Enxofre
SIPA	- Sistemas integrados de produção agropecuária
TB	- Taxa de bocado
TL	- Taxa de lotação animal
TP	- Tempo de pastejo
TR	- Tempo de ruminação
TO	- Tempo em ócio

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO GERAL	12
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA	14
2.2	COMPORTAMENTO E DESLOCAMENTO ANIMAL EM PASTEJO	16
2.3	INDICADORES METABÓLICOS SANGUÍNEOS	17
	REFERÊNCIAS	20
3	CAPÍTULO 1 – O MOMENTO DA ADUBAÇÃO EM SISTEMAS INTEGRADOS INFLUENCIA NO COMPORTAMENTO INGESTIVO E PERFIL BIOQUÍMICO DO SANGUE DE BOVINOS EM PASTEJO	29
3.1	INTRODUÇÃO	31
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	33
3.3	RESULTADOS	40
3.4	DISCUSSÃO	47
3.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
	REFERÊNCIAS	52

1. INTRODUÇÃO GERAL

Por mais que 23% das áreas de pastagem na superfície terrestre estejam em algum estado de degradação (Munir *et al.*, 2017), a extensa representatividade dessas áreas de pastagem no mundo garante uma variedade de serviços ecossistêmicos (Sollenberger *et al.*, 2019). Os quais incluem a manutenção da diversidade ambiental, o armazenamento de carbono no solo, a regulação do ciclo de nutrientes e a provisão de recursos hídricos (Jaurema *et al.*, 2021). Além disso, elas desempenham contribuem um papel fundamental como a principal fonte de alimento para os animais herbívoros (Peters *et al.*, 2013), destacando a importância da manutenção e aumento da produtividade das plantas forrageiras. Essa relevância é evidente na contribuição significativa dos alimentos de origem animal para a manutenção da vida humana.

Não obstante, os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) vêm minimizando os impactos ambientais, proporcionando elevada produtividade vegetal e animal (Lemaire *et al.*, 2014). Esses resultados são fruto da sinergia entre os componentes desses sistemas. O destaque significativo desses sistemas, está relacionado a melhoria no estoque de matéria orgânica e à promoção da atividade microbológica no solo (Reed, K. e Morrissey, E.M., 2022). Além disso, têm proporcionado respostas promissoras em relação ao sequestro de carbono, por meio da retenção de matéria orgânica no solo e carbono atmosférico pelas plantas.

É crucial apoiar sistemas de produção que busquem maximizar a produção de alimentos com mitigação dos impactos ambientais. Desse modo, a integração de sistemas de produção de grãos e pecuária associa a alta produtividade com os benefícios do pastejo pelos animais, o qual garante ciclagem contínua de C e N no solo (Damian *et al.*, 2023), por meio do estímulo à produção de biomassa e promovendo a deposição contínua de dejetos no solo. No entanto, ainda há pouca clareza sobre o melhor momento para adubação nesses sistemas, uma vez que, no contexto convencional a adubação é feita para a fase de maior extração e o pasto em sucessão se “beneficia” do N residual.

Todavia, algumas condições específicas do ambiente, como capacidade de certos sistemas em realizarem a ciclagem biológica do N, P e K presentes nos dejetos e nas plantas, podem favorecer a mudança do modelo de adubação convencional (Assmann *et al.*, 2017). Neste sentido, Assmann *et al.* (2017) propuseram a antecipação da adubação para a fase pastagem, uma estratégia de adubação que visa a ciclagem biológica eficiente dos nutrientes entre as fases de produção. Essa

abordagem busca a máxima eficiência na utilização dos nutrientes, visando a manutenção da fertilidade a longo prazo.

A mudança da adubação para a fase pastagem resulta em melhorias na fertilidade do solo e aumento no acúmulo de forragem (Conant *et al.*, 2017), alterações os fluxos de crescimento das plantas. A adubação nitrogenada, por exemplo, pode impulsionar o acúmulo de forragem e o sequestro de carbono, dependendo da área foliar e da taxa fotossintética das plantas (Sollenberger *et al.*, 2019). Ao mesmo tempo que o potássio auxilia na manutenção do crescimento, sendo ele o segundo nutriente mais exigido pelas plantas forrageiras (Rosado *et al.*, 2017). Não obstante, a adubação fosfatada contribui para aprimorar a absorção dos nutrientes, estimulando o crescimento e desenvolvimento radicular (Touhami *et al.*, 2022).

Todavia, é necessário considerar que os animais ruminantes, durante o processo de pastejo, selecionam o alimento com base nos componentes morfológicos da planta (Carvalho *et al.*, 2013). A desfolha heterogênea do pasto pode alterar os fluxos de crescimento da planta e padrões de consumo pelos animais. Portanto, para esclarecer a influência das estratégias de adubação, o comportamento e o deslocamento dos animais podem ser utilizados como ferramentas. Conforme destacado por Emerenciano *et al.* (2020), a avaliação do comportamento ingestivo dos animais auxilia na compreensão do manejo ideal da pastagem, devido à seletividade imposta no pastejo pelos animais ruminantes. Da mesma forma, os padrões de deslocamento e procura dos animais em pastejo são afetados pela estrutura do pasto.

Os indicadores metabólicos sanguíneos em animais também podem ser utilizados como referenciais de monitoramento do manejo dos animais, tornando mais eficiente e ágil o diagnóstico de falhas nutricionais (Barbosa *et al.*, 2022). Isto porque, falhas na alimentação animal podem causar transtornos metabólicos, afetando a produtividade animal (Alves, 2001). Diante do exposto, o objetivo com este estudo foi avaliar o efeito das estratégias de adubação com N, P e K em SIPA no acúmulo e composição química da forragem, no comportamento ingestivo, no deslocamento animal e no perfil bioquímico do sangue de bovinos em pastejo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) são reconhecidos como uma das práticas de manejo a serem adotados para uma agricultura moderna e eficiente (Damian *et al.*, 2023). Devido ao sinergismo entre os cultivos, o SIPA garante efeitos benéficos na conservação do ambiente, com elevada produção animal e vegetal (Dias *et al.*, 2022). São sistemas antigos, o qual existe registro no Brasil desde o século XIX (Moraes *et al.*, 2018). Essa tecnologia já ocupa mais de 17 milhões de hectares (Embrapa, 2021), em destaque está o estado do Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Rio Grande do Sul (Embrapa, 2016).

O SIPA desempenha alguns benefícios no solo, sobretudo a melhoria no estoque de matéria orgânica e a atividade biológica no solo, os quais são proporcionados pelo aumento da produção e diversidade vegetal (Davi *et al.*, 2022, Reed, K. e Morrissey, E.M., 2022). Além disso, sistemas de pecuária e silvicultura, favorecem respostas ambientais promissoras, como o sequestro de carbono. Quando ocorre a combinação do aumento de matéria orgânica no solo e a presença de árvores capazes de capturar o carbono atmosférico (Nascimento *et al.*, 2018). As árvores também contribuem para melhor conforto térmico dos animais e do solo, diminuindo a produção de calor entérico dos animais (Brower, 1965) e a atividade biológica do solo (Hoosbeek *et al.*, 2018), sendo esses fatores cruciais para menor emissão de metano e dióxido de carbono para a atmosfera.

O animal em pastejo contribui para aumentar a retenção desses nutrientes no solo, tendo em vista que cerca de 68% do potássio (K) e 42% do fósforo (P) ingeridos pelos animais retornarão ao solo (Haynes e Williams, 1993; Carpinelli *et al.*, 2020), o que facilita o processo de absorção do nutriente pelas plantas. Ainda, o processo de pastejo garante a ciclagem contínua de C (Carbono) e N no solo, devido ao estímulo à maior produção de biomassa aérea e radicular, além dos dejetos depositados no sistema ao longo do tempo (Damian *et al.*, 2023). Posto isso, fica evidente a importância do pleno desenvolvimento da planta forrageira para a produção e conservação do ambiente de produção.

Os fertilizantes minerais têm permitido aumento na produtividade das culturas ao longo dos anos, sendo que essa adubação, na maioria dos casos, é recomendada de forma a atender a necessidade das culturas ou aumentar os níveis de nutrientes do solo acima do nível crítico para bom desenvolvimento da cultura (Farias *et al.*,

2020). Todavia, a crescente demanda por fertilizantes, em torno de 1,4%, 2,2% e 2,6% para N, P e K, respectivamente (FAO 2015), preocupa os órgãos governamentais, haja vista a quantidade finita desses nutrientes.

A ciclagem dos nutrientes tem sido apontada como alternativa para garantir a alta eficiência de utilização dos nutrientes. Para isso, é necessário o pastejo pelos animais sob intensidades moderadas (Sartor *et al.*, 2018), os quais garantem máxima ingestão e produção, bem como, retorno dos nutrientes ao solo. Sendo assim, Assmann *et al.* (2017) propuseram a adubação de sistemas, sendo ela uma estratégia de adubação que visa ciclagem biológica dos nutrientes entre as fases de produção, buscando a máxima eficiência dos nutrientes e promovendo manutenção da fertilidade a longo prazo. Desde então, vem se estudando a contribuição desse manejo de adubação nos diferentes biomas brasileiros (Farias *et al.*, 2020, Pires *et al.*, 2022, Freitas *et al.*, 2023).

Em resumo, a adubação de sistemas visa à reposição estratégica dos nutrientes ao solo, considerando todas as culturas envolvidas na rotação, a qual leva em conta a transferência dos nutrientes de um sistema a outro, seja na forma orgânica ou inorgânica (Assmann *et al.*, 2017). E o animal em pastejo funciona como uma reserva de nutrientes, pois ao consumir a forragem, realiza a digestão e absorve os nutrientes necessários para sua manutenção (Farias *et al.*, 2020). E esse nutriente não metabolizado, é, então, devolvido ao solo, na forma de fezes e urina, facilitando a absorção pelas plantas (Mathews *et al.*, 1996).

Desta forma, o N e K aplicado na fase pastagem produz impactos positivos para o animal e para a planta. Com maior acúmulo de forragem, e maior bem-estar dos animais com aumento na produção de leite ou de carne, promovendo também maior estoque de C no solo (Beltran-Barriga *et al.*, 2022). Essa estratégia também tem contribuído para melhoria do rendimento das culturas, devido ao uso de N residual (Assmann *et al.*, 2014, Pires *et al.*, 2022) da fase pastagem. O P, no estabelecimento potencializa, o crescimento do sistema radicular e perfilhamento da forrageira (Duarte *et al.*, 2019). Por esse motivo, o estoque de carbono no solo é constante nesses sistemas, e com a melhoria no sistema radicular, os indicadores físicos e químicos do solo são favorecidos (Vilela *et al.*, 2003).

1.2 COMPORTAMENTO E DESLOCAMENTO ANIMAL EM PASTEJO

O animal é capaz de transmitir sinais via comportamento ingestivo, como o tempo de pastejo, tempo de ruminação, tempo em ócio, entre outros, indicando a qualidade de seu ambiente pastoril. O qual ajuda a orientar as adequações nas práticas de manejo, proporcionando conforto e bem-estar animal, além do aumento na produtividade (Carvalho e Moraes, 2005). Posto isso, vários fatores inerentes aos animais e às plantas podem afetar o comportamento dos animais em pastejo. Aos animais, incluem-se idade, sexo, peso, estágio fisiológico e condições sanitárias (Brâncio *et al.*, 2003). Já os fatores inerentes às plantas incluem principalmente a composição química e estrutura do pasto (altura, composição morfológica, massa de folhas, perfilhamento) que acabam determinando a aceitabilidade pelos animais (Carvalho *et al.*, 2007).

Os bovinos possuem o padrão de pastejo diurno variando de 6 a 13 horas por dia, com limite de fadiga próximo das 12 horas. Todavia, o tempo de pastejo pode ser limitado pela disponibilidade de tempo imposta pelo sistema de manejo, pela taxa de lotação (Hejcmanová *et al.*, 2009), como também pela realização de outras atividades realizadas paralelamente. Além do pastejo, outra atividade realizada pelos bovinos é conhecida como mastigação ou ruminação do bolo alimentar. Autores como Van Soest (1994) e Hejcmanová *et al.* (2009) descrevem que o tempo de ruminação podem variar de acordo com a dieta, ou seja, os bovinos tendem a ruminar por mais tempo à medida que o teor de fibra aumenta ou por menos tempo com a diminuição do tamanho das partículas e qualidade das fibras. Da mesma forma, Bettencourt *et al.* (2022), comentam que o aumento do teor de fibra em detergente neutro (FDN) ocasiona maior tempo de ruminação pelos animais.

Existem alguns métodos utilizados para monitoramento do comportamento ingestivo, desde os mais avançados, como gravadores de sons emitidos pelos animais, até o método de observação visual, sendo esse o mais utilizado devido ao baixo custo para obtenção de equipamentos, e se realizado de forma correta, proporciona boa descrição do comportamento ingestivo dos animais (Carvalho *et al.*, 2007), embora exija um maior número de pessoas para a avaliação. Geralmente, esses protocolos de observações são realizados com intervalos de vinte, dez ou cinco minutos. Somente o intervalo de cinco minutos é capaz de detectar pequenas alterações no comportamento diário dos animais, especialmente no indicador de ingestão de água (Mezzalira *et al.*, 2011). O mesmo autor alerta sobre a utilização de

estudos que avaliam o comportamento ingestivo, pois, dada a facilidade de obtenção dos parâmetros comportamentais via observação visual são publicados sem testes de hipóteses específicas e como resultados adicionais de protocolos que têm por finalidade outros objetivos.

Para facilitar a interpretação das relações de interface entre planta e animal, tem sido utilizado o deslocamento animal. Isso ocorre porque os animais alteram os padrões de deslocamento de acordo com a altura, relação folha/colmo, densidade de forragem (Rodrigues, 2014). Em outras palavras, os padrões de deslocamento e procura dos animais em pastejo são afetados pela estrutura do pasto, da mesma forma, o monitoramento de movimentos mandibulares e movimentação dos animais em pastejo pode fornecer indicadores úteis de saúde, bem-estar, estado nutricional e atividades alimentares (Boever *et al.*, 1990).

Esse comportamento também pode ser caracterizado pelo tempo que o animal passa em busca de novas estações alimentares, pelo tempo de permanência e pelo número de bocados por estação alimentar (Baggio *et al.*, 2009). Segundo Carvalho (1999), o tempo de permanência na estação alimentar está diretamente relacionado à massa de forragem. Ao escolher a estação alimentar, o animal permanece nela até que o consumo de nutrientes diminua a níveis inferiores à média do ambiente (Palhano *et al.*, 2006). Desse modo, a baixa massa de forragem pode, segundo Baggio *et al.* (2009), levar os animais a aumentarem o número de estações alimentares diárias, o tempo de pastejo e a taxa de bocado diário, visando compensar a menor massa apreendida por bocado, a fim de manter a necessidade de consumo de matéria seca diária.

Deste modo, estudos que visam avaliar a produtividade e o manejo das pastagens devem ser complementados por avaliações que considerem o componente animal. Além de fornecer informações importantes sobre o bem-estar do animal, esses estudos nos fornecem características importantes sobre a disponibilidade de estruturas que favorecem a ingestão de forragem pelos animais.

1.3 INDICADORES METABÓLICOS SANGÜÍNEOS

Os indicadores metabólicos sanguíneos em animais podem ser utilizados como referenciais de monitoramento do manejo dos animais, visando garantir melhor eficiência e agilidade no diagnóstico de falhas nutricionais (Barbosa *et al.*, 2022). Isto porque falhas na alimentação animal causam transtornos metabólicos, afetando a

produtividade animal (Alves, 2001). Nesse sentido, o posicionamento da adubação para fase pastagem em SIPA pode garantir maior acúmulo de forragem e melhoria na qualidade do pasto, reduzindo a possibilidade de transtornos metabólicos, os quais podem beneficiar o manejo nutricional da recria de bovinos em pastejo.

A maioria dos transtornos metabólicos pode ser detectada mediante de análise bioquímica no sangue (Rossato *et al.*, 1999). Nesse contexto, indicadores que representem o metabolismo energético, proteico, em alguns casos metabólitos que indicam o funcionamento hepático. A quantidade de indicadores a serem analisados pode ser ilimitado, todavia, deve-se priorizar por metabólitos que melhor representem o perfil bioquímico dos animais (Nunes, 2022). Desta forma, para o metabolismo energético, geralmente, se considera o teor de glicose, colesterol, ácidos graxos não esterificados (AGNE) e beta-hidroxibutirato (BHB) (Gonzalez e Silva, 2006). A glicose, em particular, desempenha um papel fundamental para o funcionamento dos órgãos, crescimento, produção de leite e carne animal, sendo ela regulada pelo sistema endócrino, que inclui o estímulo da insulina e o glucagon que é responsável pela degradação do glicogênio (Marquez e Rodemacher, 1999) em momentos de deficiência de glicose no sangue.

O colesterol, por exemplo, pode ter origem tanto endógena e exógena, é uma molécula essencial, haja vista sua importância para produção de hormônios esteroides, vitamina D, bem como para a formação de membranas e para síntese de ácidos biliares (Kaneko, 2008). Em animais herbívoros, normalmente, a concentração geralmente é muito baixa, mesmo assim, a disfunção hepática graves podem estar associadas a concentrações de colesterol muito baixas (Kerr, 2003). Da mesma forma, as concentrações de AGNE e BHB podem indicar como está sendo a adaptação do animal ao ambiente, isto porque o AGNE reflete a mobilização de gorduras de reserva para a circulação sanguínea (Brickner *et al.*, 2007), e a BHB pode indicar a oxidação incompleta no fígado (McArt *et al.*, 2012).

Para o metabolismo de proteína, o teor de proteína total, albumina, globulinas e ureia são os principais indicadores avaliados (Gonzalez e Silva, 2006). A albumina, em particular, é considerada por Tennant e Center (2008), como o melhor indicador nutricional para determinar o status proteico do animal a longo prazo. As albuminas correspondem a aproximadamente 50% das proteínas circulantes e contribui com 80% da osmolaridade do plasma sanguíneo (Silva *et al.*, 2022). Desta forma, são relatados na literatura duas principais funções da albumina, sendo determinante na

pressão osmótica e uma das principais proteínas de transporte no plasma (Tennant e Center, 2008).

As globulinas totais são determinadas em rotina de laboratório, através da subtração entre a quantidade de proteína total e albumina (Nunes, 2022). Essas globulinas totais podem ser divididas em três categorias: alfa, beta e gama. As quais a redução só é significativa na deficiência de gama globulinas, podendo ocorrer em situações de lesões graves ao animal (Duncan e Prasse, 2003). Já a ureia é formada pelo fígado, sendo o principal produto do catabolismo das proteínas (Gonzalez e Campos, 2018). Isso significa o que o excesso de proteína na dieta leva ao aumento na concentração de ureia plasmática. De maneira semelhante, proteínas de baixa ou mesmo fontes de nitrogênio não proteico podem gerar aumento das concentrações plasmáticas de ureia (Guerra *et al.*, 2018).

Por fim, as enzimas indicadoras do funcionamento hepático também vêm sendo utilizadas, dentre elas a aspartato aminotransferase (AST), gama-glutamilttransferase (GGT) e glutamato desidrogenase (GDH) se destacam (Gonzalez e Silva, 2006). A AST é uma enzima muito importante, encontrada no fígado, sendo utilizada como indicador de necrose e funcionamento hepática (Liu *et al.*, 2012). A GGT e GDH são enzimas que sua síntese ocorre na maioria dos tecidos, com maior atividade no pâncreas, rins e glândula mamária. Além disso, o aumento dessas enzimas no plasma pode indicar lesões hepática e obstrução biliar (Smith, 2009).

REFERÊNCIAS

ALVES, M. F. C. C. Avaliação metabólica de vacas leiteiras alimentadas com grão de soja cru e tratado com calor. 81p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2001.

ASSMANN, J. M.; ANGHINONI, I.; MARTINS, A. P.; COSTA, S. Ely V.G.A.; CECAGNO, D.; CARLOS, F. S.; CARVALHO, P.C.F. Soil carbon and nitrogen stocks and fractions in a long-term integrated crop–livestock system under no-tillage in southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S.L.], v. 190, p. 52-59, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.12.003>.

ASSMANN, J. M.; ANGHINONI, I.; MARTINS, A. P.; COSTA, S. Ely V. G. A.; CECAGNO, D.; CARLOS, F. S.; CARVALHO, P. C. F. Soil carbon and nitrogen stocks and fractions in a long-term integrated crop–livestock system under no-tillage in southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [S.L.], v. 190, p. 52-59, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.12.003>.

ASSMANN, T. S.; SOARES, A. B.; ASSMANN, A. L.; HUF, F. L.; LIMA, R. C. Adubação de Sistemas em Integração Lavoura-Pecuária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 1.; ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 4., 2017, Cascavel. Palestras: intensificação com sustentabilidade. Pato Branco: UTFPR. 2017. p. 67–84. ISBN - 978-85-99584-10-1.

BAGGIO, C.; CARVALHO, P. C. F.; SILVA, J. L. S.; ANGHINONI, I.; LOPES, M. L. T.; THUROW, J. M. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 215-222, fev. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982009000200001>.

BARBOSA, D. Q.; MORAES, A.; LANG, C. R.; OLIVEIRA, L. B.; FERNANDES, J. P. T.; CRESTANI, C. Composição de plantas invasoras em diferentes sistemas integrados de produção agropecuária. **Agropecuária Catarinense**, [S.L.], v. 34, n. 3,

p. 33-36, 28 dez. 2021. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. <http://dx.doi.org/10.52945/rac.v34i3.1274>.

BARBOSA, F. C.; OLIVEIRA JUNIOR, W.; FARIA, J. G. K.; VIEIRA, D. S.; GUIMARÃES, E. C.; MUNDIM, A. V. Influência da idade e sexo no perfil bioquímico sanguíneo de bovinos da raça Bonsmara até dois anos. **Ciência Animal Brasileira**, [S.L.], v. 23, p. 1-9, 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-6891v23e-73054p>.

BELTRAN-BARRIGA, P. A.; LIMA, R. C.; BEFART-AIOLFI, R.; BRUGNARA-SOARES, A.; SIMIONI-ASSMANN, T.; CANAZA-CAYO, A. W. Production Characteristics of Ryegrass Pasture under Different Intensities of Grazing and Nitrogen Fertilization in Integrated Crop-livestock Systems. **Indian Journal Of Agricultural Research**, [S.L.], n., p. 1, 19 out. 2022. Agricultural Research Communication Center. <http://dx.doi.org/10.18805/ijare.af-676>.

BETTENCOURT, A. F.; SILVA, D. G. da; MENEZES, Bruna Martins de; LEITE, Tisa Echevarria; SILVA, Joseane Anjos da; ANGELO, Isabelle Damé Veber; MACEDO, Vicente de Paulo; MODESTO, Elisa Cristina. Influence of pasture, silvopastoral, and feedlot production systems and the recording interval of behavioral activities on the ingestive behavior of lambs. **Seminário: Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 43, n. 4, p. 1481-1496, 27 abr. 2022. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2022v43n4p1481>.

BIANCO, B. P.; INÁCIO, M. M.; S. A. L.; SALES, S. F. A.; PIES, G. M.; CAMPOS, V. F. S. Exigências de energia para bovinos de corte. **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados - Br-Corte**, [S.L.], p. 177-204, 6 jul. 2023. Editora Scienza. <http://dx.doi.org/10.26626/978-85-8179-192-0.2023.c008.p.177-204>.

BOEVER, J. L.; ANDRIES, J. I.; BRABANDER, D. L. DE; COTTYN, B. G.; BUYSSE, F. X. Chewing activity of ruminants as a measure of physical structure — A review of factors affecting it. **Animal Feed Science And Technology**, [S.L.], v. 27, n. 4, p. 281-291, jan. 1990. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401\(90\)90143-v](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401(90)90143-v).

BRÂNCIO, P. A.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; FONSECA, D. M.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; BARBOSA, R. A. Avaliação de três cultivares

de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: comportamento ingestivo de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 32, n. 5, p. 1045-1053, out. 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982003000500003>.

BRICKNER, A.; RASTANI, R.R.; GRUMMER, R.R. Technical Note: effect of sampling protocol on plasma nonesterified fatty acid concentration in dairy cows. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 90, n. 5, p. 2219-2222, maio 2007. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2006-676>.

BROWER, E., 1965. Report of sub-committee on constants and factors. In: Symposium of Energy Metabolism held at European Association for Animal Production, 1965. London, EAAP Academic, pp. 441–443.

CARPINELLI, S.; FONSECA, A. F.; WEIRICH NETO, P. H.; DIAS, S. H. Brant; PONTES, Laíse da Silveira. Spatial and Temporal Distribution of Cattle Dung and Nutrient Cycling in Integrated Crop–Livestock Systems. **Agronomy**, [S.L.], v. 10, n. 5, p. 672, 11 maio 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy10050672>.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, H. G. O.; VELOSO, C. M.; SILVA, R. R. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de cabras lactantes alimentadas com farelo de cacau e torta de dendê. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 103-110, fev. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982007000100013>.

CARVALHO, P. D. F., R. FILHO, H. M. N., POLI, C. H. E. C., MORAES, A. D., & DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 38(2001), 871, 2001.

CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: Manejo Sustentável em Pastagem, 1., 2005, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p.1-20 2005.

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

CARVALHO, P.C.F.; NUNES, P. A. A.; PONTES-PRATES, A.; SZYMCHAK, L. S.; SOUZA FILHO, W.; MOOJEN, F. G.; LEMAIRE, G. Reconnecting Grazing Livestock to Crop Landscapes: reversing specialization trends to restore landscape multifunctionality. **Frontiers In Sustainable Food Systems**, [S.L.], v. 5, p. 1, 21 out. 2021. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fsufs.2021.750765>.

DAMIAN, J. M.; MATOS, E. S.; PEDREIRA, B. C.; CARVALHO, P. C. F.; PREMAZZI, L. M.; CERRI, C. E. P. Intensification and diversification of pasturelands in Brazil: patterns and driving factors in the soil carbon stocks. **Catena**, [S.L.], v. 220, p. 106750, jan. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2022>.

DAVI, J. E. A.; NOGUEIRA, B. K. A.; GASQUES, L. R.; CÔRT, A. S.; CAMARGO, T. A. de; PACHECO, L. P.; SILVA, L. S.; SOUZA, E. D. Diversified production systems in sandy soils of the Brazilian Cerrado: nutrient dynamics and soybean productivity. **Journal Of Plant Nutrition**, [S.L.], v. 46, n. 8, p. 1650-1667, 30 jun. 2022. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2022.2093744>.

DIAS, M. B. C.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; BILEGO, U. O.; VILELA, L.; SOUZA, W. F.; OLIVEIRA, I. P.; SILVA, A. C. G. Cattle performance with *Brachiaria* and *Panicum* maximum forages in an integrated crop-livestock system. **African Journal Of Range & Forage Science**, [S.L.], v. 39, n. 2, p. 230-243, 10 maio 2021. National Inquiry Services Center (NISC). <http://dx.doi.org/10.2989/10220119.2021.1901311>.

DUARTE, C. F. D.; PAIVA, L. M.; FERNANDES, H. J.; BISERRA, T. T.; FLEITAS, A. C. Capim tropical manejado sob lotação intermitente, submetido a fontes de fósforo com diferentes solubilidades, associados ou não à adubação com nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira*, [S.L.], v. 20, n. 101590/1089-689120-47692, p. 1-15, ago. 2019. Fap. UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1089-6891v20e-47692>.

DUNCAN, R. J.; PRASSE, K. W. *Clinical pathology*. 4 ed. Athens: Iowa State Press, 450 p., 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). ILPF em números. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1064859/ilpf-em-numeros>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Numbers of ILPF, 12, 2016. Available online: Accessed 22 February 2023. (Portuguese).

FARIAS, G. D.; DUBEUX, J. C. B.; SAVIAN, J. V.; DUARTE, L. P.; MARTINS, A. P.; TIECHER, T.; ALVES, L. A.; CARVALHO, P. C. F.; BREMM, C. Integrated crop-livestock system with system fertilization approach improves food production and resource-use efficiency in agricultural lands. *Agronomy For Sustainable Development*, [S.L.], v. 40, n. 6, p. 1-9, 27 out. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s13593-020-00643-2>.

FREITAS, C. M.; YASUOKA, J. I.; PIRES, G. C.; GAMA, J. P.; OLIVEIRA, L.G. S.; DAVI, J. E. A.; SILVA, L. S.; SILVA, I. A. G.; BREMM, C.; CARVALHO, P. C. F. System fertilization in the pasture phase enhances productivity in integrated crop–livestock systems. **The Journal Of Agricultural Science**, [S.L.], p. 1-8, 14 dez. 2023. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0021859623000606>.

GONZALÉZ, F. H. D.; SILVA, S. C. Introdução à Bioquímica Veterinária; Editora da UFRGS; 2ª Edição; p.55, 229-230, 2006.

GONZALEZ, F. H. D.; CAMPOS, R. Indicadores metabólico-nutricionais do leite. **Doze leituras em bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: LACVet, 2018. Cap. 2, p. 14-29, 2018.

GUERRA, M.G.; VERAS, A.s.C.; SANTOS, V.L.F.; FERREIRA, M.A.; NOVAES, L.P.; BARRETO, L.M.G.; CÂMARA, P.L.C.O.; SILVA, L.R. Perfil metabólico proteico de vacas em lactação alimentadas com milho e ureia a pasto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.L.], v. 70, n. 4, p. 1266-1274, ago. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-9677>.

HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient Cycling and Soil Fertility in the Grazed Pasture Ecosystem. **Advances In Agronomy Volume 49**, [S.L.], p. 119-199, 1993. Elsevier. [http://dx.doi.org/10.1016/s0065-2113\(08\)60794-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0065-2113(08)60794-4).

HEJCMANOVÁ, P.; STEJSKALOVÁ, M.; PAVLŮ, V.; HEJCMAN, M.. Behavioural patterns of heifers under intensive and extensive continuous grazing on species-rich pasture in the Czech Republic. **Applied Animal Behaviour Science**, [S.L.], v. 117, n.

3-4, p. 137-143, mar. 2009. Elsevier BV.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2009.01.003>.

HOOSBEEK, M. R.; REMME, R. P.; RUSCH, G. M. Trees enhance soil carbon sequestration and nutrient cycling in a silvopastoral system in south-western Nicaragua. **Agroforestry Systems**, [S.L.], p. 1-11, 23 nov. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10457-016-0049-2>.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. Clinical biochemistry of domestic animals. 6 thed., Elsevier Academic Press, San Diego – California, 2008.

KERR, G. M. Exames laboratoriais em Medicina Veterinária. 2.ed. São Paulo: Roca, 436 p, 2003

LIMA, J. A. C.; FERNANDES, H. J.; SILVA, A. G.; FRANCO, G. L.; ROSA, E. P.; FALCÃO, Y. S.; PAIVA, L. M. Ingestive diurnal behaviour of grazing beef cattle. **Semina: Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 41, n. 4, p. 1335, 13 maio 2020. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n4p1335>.

LIU, P. Liu, P., He, B. X., Yang, X. L., Hou, X. L., Han, J. B., Han, Y. H. e Du, X. H. Bioactivity evaluation of certain hepatic enzymes in blood plasma and milk of Holstein cows. *Pakistan Veterinary Journal*, p.601-604, 2012.

MACEDO, M. C. M. E ARAUJO, A. R. Sistemas de integração lavoura-pecuária: alternativas para recuperação de pastagens degradadas. In: Bungenstab, D. J. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. ed., pp.27-48, 2012. Brasília: Embrapa.

MARQUEZ, A. C.; RADEMACHER, M. A. Indicadores bioquímicos sanguíneos de los desequilibrios energéticos en ganado lechero. In: Memorias del Seminario Internacional em Reproducción y Metabolismo de la vaca lechera. Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Manizales, Colombia, 1999.

MATHEWS B. W, SOLLENBERGER L. E., TRITSCHLER J. P. II (1996) Grazing systems and spatial distribution of nutrients in pastures - soil considerations. In:

Roberts CA (ed) Joost RE. Nutrient cycling in forage systems University of Missouri, Columbia, pp 213–229

MCART, J. A. A.; NYDAM, D. V.; OETZEL, G. R. Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 95, n. 9, p. 5056-5066, set. 2012. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5443>.

MELO, J. C.; ALEXANDRINO, E.; PAULA NETO, J. J.; REZENDE, J. M.; SILVA, A. A. M.; SILVA, D. V.; OLIVEIRA, A. K. R. Comportamento ingestivo de bovinos em capim-piatã sob lotação intermitente em resposta a distintas alturas de entrada. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 385-400, set. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-99402016000300006>.

MEZZALIRA, J. C.; CARVALHO, P. C. F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; REFFATTI, M. V.; POLI, C. H. E. C.; TRINDADE, J. K. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 40, n. 5, p. 1114-1120, maio 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982011000500024>.

MONTEIRO, A.; BARRETO-MENDES, L.; FANCHONE, A.; MORGAVI, D. P.; PEDREIRA, B. C.; MAGALHÃES, C.A.; ABDALLA, A. L.; EUGÈNE, M. Crop-livestock-forestry systems as a strategy for mitigating greenhouse gas emissions and enhancing the sustainability of forage-based livestock systems in the Amazon biome. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 906, p. 167396, jan. 2024. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023>.

MORAES A, C. P. C. F., PELISSARI A, ANGHINONI I., LUSTOSA S. B. S., LANG C. R., ASSMANN T. S., DEISS L., NUNES P. A. A. Sistemas integrados de produção agropecuária. Conceitos básicos e histórico no Brasil. In: Souza ED, Silva FD, Assmann TS, Carneiro MAC, Carvalho PCF, Paulino HB, organizadores. *Sistemas integrados de produção agropecuária no Brasil*. Tubarão: Copiart; 2018. p. 13-28.

NASCIMENTO, C. D. V.; COSTA, M. C. G.; TOMA, R. S.; COOPER, M. Plant Components of Agroforestry System Have Different Contributions to Soil

Fertility. **Journal Of Agricultural Science**, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 381, 5 mar. 2018. Canadian Center of Science and Education. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v10n4p381>.

NUNES, J. P. F. Indicadores dos perfis metabólicos e nutricionais para vacas leiteiras: revisão bibliográfica. 2022.

NUNES, P. A. A.; LACA, E. A.; CARVALHO, P. C. F.; LI, M.; SOUZA FILHO, W.; KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P.; GAUDIN, A. Livestock integration into soybean systems improves long-term system stability and profits without compromising crop yields. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 1-14, 18 jan. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-021-81270-z>.

PALHANO, A. L.; CARVALHO, P. C. F.; DITTRICH, J. R.; MORAES, A.; SILVA, S. C.; MONTEIRO, A. L. G. Padrões de deslocamento e procura por forragem de novilhas leiteiras em pastagem de capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 35, n. 6, p. 2253-2259, dez. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982006000800008>.

PIRES, G. C.; DENARDIN, L. G. O.; SILVA, L. S.; FREITAS, C. M.; GONÇALVES, E. C.; CAMARGO, T. A.; BREMM, C.; CARVALHO, P. C. F.; SOUZA, E. D. System Fertilization Increases Soybean Yield Through Soil Quality Improvements in Integrated Crop-Livestock System in Tropical Soils. *Journal Of Soil Science and Plant Nutrition*, [S.L.], v. 22, n. 4, p. 4487-4495, 1 nov. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s42729-022-01050-0>.

REED, K.; MORRISSEY, E. M. Bridging Ecology and Agronomy to Foster Diverse Pastures and Healthy Soils. **Agronomy**, [S.L.], v. 12, n. 8, p. 1893, 12 ago. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy12081893>.

RODRIGUES, M. M. Processos de ingestão e padrões de deslocamento e procura de forragem por caprinos em diferentes alturas de pastejo. 2014. Tese de Doutorado. Biblioteca da UESPI-Campus Alexandre Alves de Oliveira.

ROSSATO, W. L.; GONZÁLEZ, F. D.; DIAS, M. M.; FARIA, S.V.; RICCÓ, D. Condição metabólica e desempenho reprodutivo no pos-parto em vacas leiteiras no sul do Brasil (Metabolic condition and reproductive performance in póst-partum dairy cows in Southern Brazil). *Revista Brasileira Reprodução Animal*, v.23, n.3, 1999.

SARTOR, L. R.; SANDINI, I. E.; ADAMI, P. F.; NOVAKOWISKI, J. H.; RUTHES, B. E. S. Corn Yield and Grain Nutritional Status in a Crop-Livestock System with Winter/Summer Nitrogen Levels. **International Journal Of Plant Production**, [S.L.], v. 12, n. 4, p. 309-314, 31 out. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s42106-018-0028-9>.

SILVA, J. H.; BONDAN, C.; GONZÁLEZ, F. H. D. Metabolic Profile of Holstein Cows: reference values in herds of rio grande do Sul - brazil. **Acta Scientiae Veterinariae**, [S.L.], v. 50, p. 1-10, 18 mar. 2022. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/1679-9216.120192>.

SILVA, T. P. D.; ABDALLA FILHO, A. L. Sheep and goat feeding behavior profile in grazing systems. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, [S.L.], v. 43, p. 1, 6 nov. 2020. Universidade Estadual de Maringa. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v43i1.51265>.

SMITH, B. P. Large animal internal medicine. 4^a ed. St. Louis, Missouri: Mosby-Elsevier, 1821p., 2009.

TEIXEIRA, F. A.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; MARQUES, J. A.; SANTANA JÚNIOR, H. A.. Padrões de deslocamento e permanência de bovinos em pastos de *Brachiaria decumbens* diferidos sob quatro estratégias de adubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 40, n. 7, p. 1489-1496, jul. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982011000700013>.

TENNANT, B. C.; CENTER, S. A. Hepatic Function. In: Kaneko, J.J.; Harvey, J.W.; Bruss, M.L. (Eds) *Clinical Biochemistry of domestic animals*. 6^a ed. San Diego: Academic press, p. 379-414, cap. 13, 2008.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, p. 476, 1994.

VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; KLUTHCOUSKI, J. Benefícios da integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). *Integração lavoura-pecuária*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 145-170.

2 CAPÍTULO 1 – O MOMENTO DA ADUBAÇÃO EM SISTEMAS INTEGRADOS INFLUENCIA NO COMPORTAMENTO INGESTIVO E PERFIL BIOQUÍMICO DO SANGUE DE BOVINOS EM PASTEJO

RESUMO

O comportamento ingestivo de bovinos em pastejo, pode facilitar a orientação a respeito do melhor momento para adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), no bioma cerrado. Portanto, avaliou-se o efeito das estratégias de adubação com N, P e K na produtividade de forragem, bem como no comportamento ingestivo e desempenho de bovinos em SIPA. O estudo foi realizado em um Latossolo Vermelho distrófico, com área total de 22,8 ha, dividida em 12 unidades experimentais, em delineamento em blocos casualizados com 4 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos consistiram das estratégias de adubação em SIPA: 1) Adubação convencional com P e K na semeadura da soja (AC_SN); 2) Adubação convencional com P e K na semeadura da soja mais N no pasto (AC_CN); 3) Adubação de sistemas com P e K na fase de pastagem (AS_SN); e 4) Adubação de sistemas com aplicação de P, K e N na fase de pastagem (AS_CN). As estratégias que utilizam da adubação nitrogenada na fase pastagem (AC_CN e AS_CN) proporcionaram aumento no acúmulo de forragem, com melhoria da estrutura do pasto, a qual elevou o teor de PB, em aproximadamente 21% com redução no teor de FDN e FDA, favorecendo redução de 93% no tempo de ruminação pelos animais. A melhor estrutura do pasto, na AS_CN, também foi responsável por reduzir a taxa de bocados (67%), total de bocados (46%), total de estações alimentares visitadas (81%) e total de passos pelos animais (25%). Houve aumento nos teores séricos de colesterol quando se adotou a AS_CN, em relação a AC_SN. Em decorrência disso, a AS_CN favoreceu maior capacidade de suporte, culminando em maior produtividade animal. Desta forma, as estratégias de adubação com N na fase pastagem, melhoram a composição química e o acúmulo de forragem, com aumento da porcentagem lâminas foliares, tornando mais eficiente o processo de busca e colheita de forragem pelos animais.

Palavras-chave: *Brachiaria*, pastejo, ruminação, SIPA, desempenho animal

ABSTRACT

The ingestive behavior of grazing cattle can facilitate guidance regarding the best time for fertilization in integrated crop-livestock systems (ICLS), in the cerrado biome. Therefore, the effect of fertilization strategies with N, P and K on forage productivity, as well as on the ingestive behavior and performance of cattle in SIPA, was evaluated. The study was carried out in a dystrophic Red Oxisol, with a total area of 22.8 ha, divided into 12 experimental units, in a randomized block design with 4 treatments and 3 replications. The treatments consisted of the SIPA fertilization strategies: 1) Conventional fertilization with phosphorus (P) and potassium (K) when sowing soybeans (AC_SN); 2) Conventional fertilization with P and K when sowing soybeans plus nitrogen (N) in pasture (AC_CN); 3) Fertilization of systems with P and K in the pasture phase (AS_SN); and 4) Fertilization of systems with application of P, K and N in the pasture phase (AS_CN). The strategies that use nitrogen fertilization in the pasture phase (AC_CN and AS_CN) provided an increase in forage accumulation, with an improvement in the pasture structure, which increased the CP content by approximately 21% with a reduction in the NDF and ADF content, favoring a 93% reduction in the animals' rumination time. The better pasture structure, at AS_CN, was also responsible for reducing the bite rate (67%), total bites (46%), total feeding stations visited (81%) and total animal steps (25%). There was an increase in serum cholesterol levels when AS_CN was adopted, in relation to AC_SN. As a result, AS_CN favored greater support capacity, culminating in greater animal productivity. In this way, N fertilization strategies in the pasture phase improve the chemical composition and accumulation of forage, with an increase in the percentage of leaf blades, making the process of searching and harvesting forage by animals more efficient.

Keywords: *Brachiaria*, grazing, rumination, SIPA, animal performance

2.1 INTRODUÇÃO

Por mais que 23% das áreas de pastagem na superfície terrestre estejam em algum estado de degradação (Munir *et al.*, 2017), a extensa representatividade dessas áreas de pastagem no mundo garante uma variedade de serviços ecossistêmicos (Sollenberger *et al.*, 2019). Os quais incluem a manutenção da diversidade ambiental, o armazenamento de carbono no solo, a regulação do ciclo de nutrientes e a provisão de recursos hídricos (Jaurema *et al.*, 2021). Além disso, elas desempenham contribuem um papel fundamental como a principal fonte de alimento para os animais herbívoros (Peters *et al.*, 2013), destacando a importância da manutenção e aumento da produtividade das plantas forrageiras. Essa relevância é evidente na contribuição significativa dos alimentos de origem animal para a manutenção da vida humana.

Não obstante, os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) vêm minimizando os impactos ambientais, proporcionando elevada produtividade vegetal e animal (Lemaire *et al.*, 2014). Esses resultados são fruto da sinergia entre os componentes desses sistemas. O destaque significativo desses sistemas, está relacionado a melhoria no estoque de matéria orgânica e à promoção da atividade microbológica no solo (Reed, K. e Morrissey, E.M., 2022). Além disso, têm proporcionado respostas promissoras em relação ao sequestro de carbono, através da retenção de matéria orgânica no solo e carbono atmosférico pelas plantas. Esses benefícios são especialmente evidentes quando há uma associação dos componentes pecuária e silvicultura (Nascimento *et al.*, 2018).

É crucial apoiar sistemas de produção que busquem maximizar a produção de alimentos com mitigação dos impactos ambientais. Desse modo, a integração de sistemas de produção de grãos e pecuária associa a alta produtividade com os benefícios do pastejo pelos animais, o qual garante ciclagem contínua de C e N no solo (Damian *et al.*, 2023), através do estímulo à produção de biomassa e promovendo a deposição contínua de dejetos no solo. No entanto, ainda há pouca clareza sobre o melhor momento para adubação nesses sistemas, uma vez que, no contexto convencional a adubação é feita para a fase de maior extração e o pasto em sucessão se beneficia do N residual.

Todavia, algumas condições específicas do ambiente, como capacidade de certos sistemas em realizarem a ciclagem biológica do N, P e K presentes nos dejetos e nas plantas, podem favorecer a mudança do modelo de adubação convencional (Assmann *et al.*, 2017). Neste sentido, Assmann *et al.* (2017), propuseram a

antecipação da adubação para a fase pecuária, uma estratégia de adubação que visa a ciclagem biológica eficiente dos nutrientes entre as fases de produção. Essa abordagem busca a máxima eficiência na utilização dos nutrientes, visando a manutenção da fertilidade a longo prazo.

A mudança da adubação para a fase pecuária resulta em melhorias na fertilidade do solo e aumento no acúmulo de forragem (Conant *et al.*, 2017), alterações os fluxos de crescimento das plantas. A adubação nitrogenada, por exemplo, pode impulsionar o acúmulo de forragem e o sequestro de carbono, dependendo da área foliar e da taxa fotossintética das plantas (Sollenberger *et al.*, 2019). Ao mesmo tempo que o potássio auxilia na manutenção do crescimento, sendo ele o segundo nutriente mais exigido pelas plantas forrageiras (Rosado *et al.*, 2017). Não obstante, a adubação fosfatada contribui para aprimorar a absorção dos nutrientes, estimulando o crescimento e desenvolvimento radicular (Touhami *et al.*, 2022).

Todavia, é necessário considerar que os animais ruminantes, durante o processo de pastejo, selecionam o alimento com base nos componentes morfológicos da planta (Carvalho *et al.*, 2013). A desfolha heterogênea do pasto pode alterar os fluxos de crescimento da planta e padrões de consumo pelos animais. Portanto, para esclarecer a influência das estratégias de adubação, o comportamento e o deslocamento dos animais podem ser utilizados como ferramentas. Conforme destacado por Emerenciano *et al.* (2020), a avaliação do comportamento ingestivo dos animais auxilia na compreensão do manejo ideal da pastagem, devido à seletividade imposta no pastejo pelos animais ruminantes. Da mesma forma, os padrões de deslocamento e procura dos animais em pastejo são afetados pela estrutura do pasto.

Os indicadores metabólicos sanguíneos em animais também podem ser utilizados como referenciais de monitoramento do manejo dos animais, tornando mais eficiente e ágil o diagnóstico de falhas nutricionais (Barbosa *et al.*, 2022). Isto porque, falhas na alimentação animal podem causar transtornos metabólicos, afetando a produtividade animal (Alves, 2001). Diante do exposto, o objetivo com este estudo foi avaliar o efeito das estratégias de adubação com N, P e K em SIPA no acúmulo e composição química da forragem, no comportamento ingestivo, no deslocamento animal e no perfil bioquímico do sangue de bovinos em pastejo.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Descrição do local experimental

. O experimento foi implantado em 2019, desde então segue com cultivo de soja na safra e pasto na entressafra. Na tabela 1, é apresentado o histórico de plantio na área experimental, antes da implantação do experimento. O estudo está localizado no município de Rondonópolis/MT (16°33'54" N e 54°41'08" W, altitude 407 m) em um Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa (Tabela 2). O clima é caracterizado como Aw segundo a classificação de Köppen (Alvares *et al.*, 2013) com uma estação seca e uma chuvosa. Os dados de precipitação total (mm) e temperatura média (°C) da área experimental durante a condução do experimento são apresentados na **Figura 1**.

Tabela 1 - Histórico de plantio da área experimental de 2014 a 2018 localizada em Rondonópolis - MT.

Período	Ano				
	2014	2015	2016	2017	2018
Safra	Soja	Soja	Soja	Soja	Soja
Entressafra	Pecuária	Pecuária	Pecuária	Milho	Milho

Tabela 2 - Caracterização do solo da área experimental antes do presente estudo na profundidade de 0-20 cm do solo.

pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	M.O.	SB	CTC	V	m
CaCl ₂	--- mg dm ³ ---		----- cmol dm ³ -----			g kg	- cmolc dm ³ -		----- % -----	
6,0	54,5	104,1	3,8	2,0	2,0	31,7	6,1	8,1	75,1	0,0

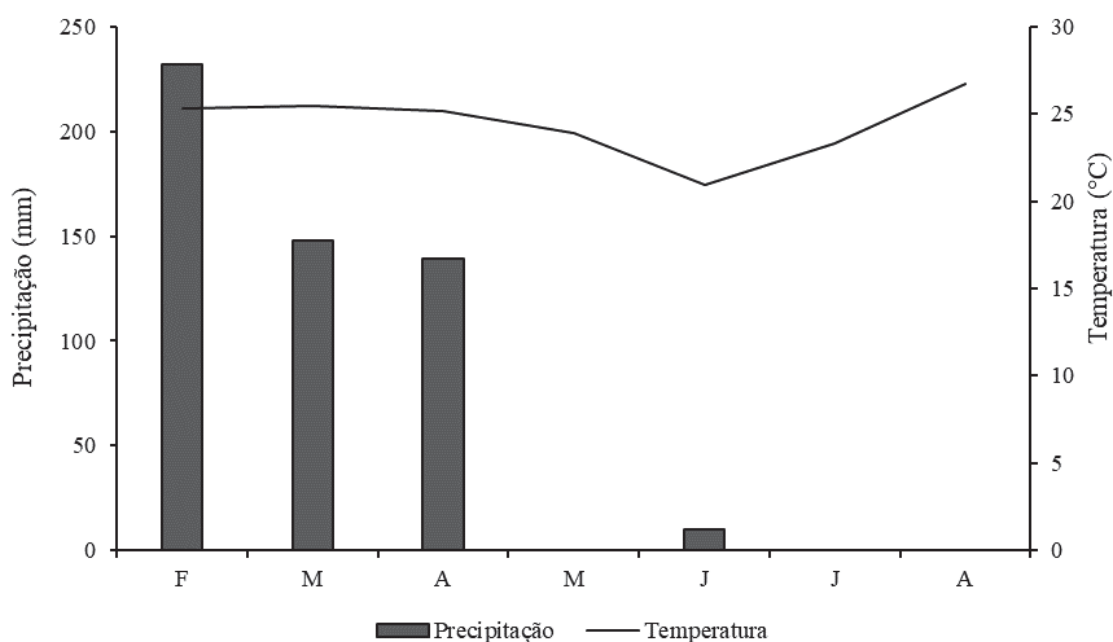


Figura 1 - Precipitação e temperatura média durante o período experimental de fevereiro a agosto de 2023.

A área total do experimento é de 22,8 hectares, dividida em 12 unidades experimentais. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro tratamentos e três repetições. O experimento segue um modelo que integra a lavoura e a pecuária, alternando o cultivo de soja (*Glycine max*), semeada no mês de setembro, com espaçamento de 50 cm, e pastagem de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã cultivada em sucessão ao cultivo da soja. Os tratamentos consistiram em diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA): 1) Adubação convencional com P e K na semeadura da soja (AC_SN); 2) Adubação convencional com P e K na semeadura da soja mais N na fase pastagem (AC_CN); 3) Adubação de sistemas com P e K na fase pastagem (AS_SN); e 4) Adubação de sistemas com aplicação de P, K e N na fase pastagem (AS_CN), conforme modelo do experimento (**Figura 2**).

A adubação fosfatada e potássica foi calculada para uma estimativa de produtividade da soja de 3,9 Mg ha⁻¹. Para tanto, foram aplicados 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O, a lanço, após a semeadura na forma de superfosfato triplo e cloreto de potássio (KCl), respectivamente. Os tratamentos que receberam a adubação nitrogenada na fase pastagem (100 kg ha⁻¹ de N, via nitrato de amônio) foi aplicada, em dose única,

quando o capim apresentou em média quatro folhas totalmente expandidas. O croqui da área experimental é apresentado na **Figura 2**.

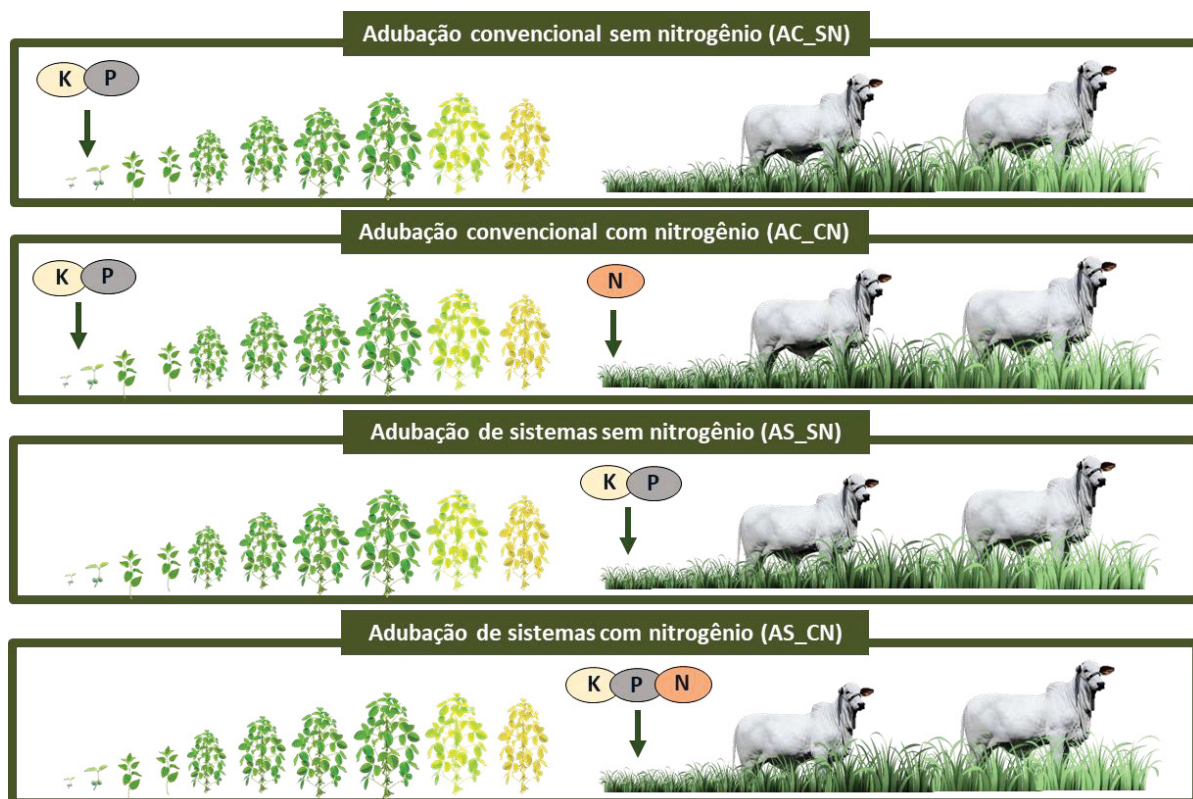


Figura 2 – Desenho experimental, em que indica as diferentes estratégias de adubação em sistema integrados de produção agropecuária.

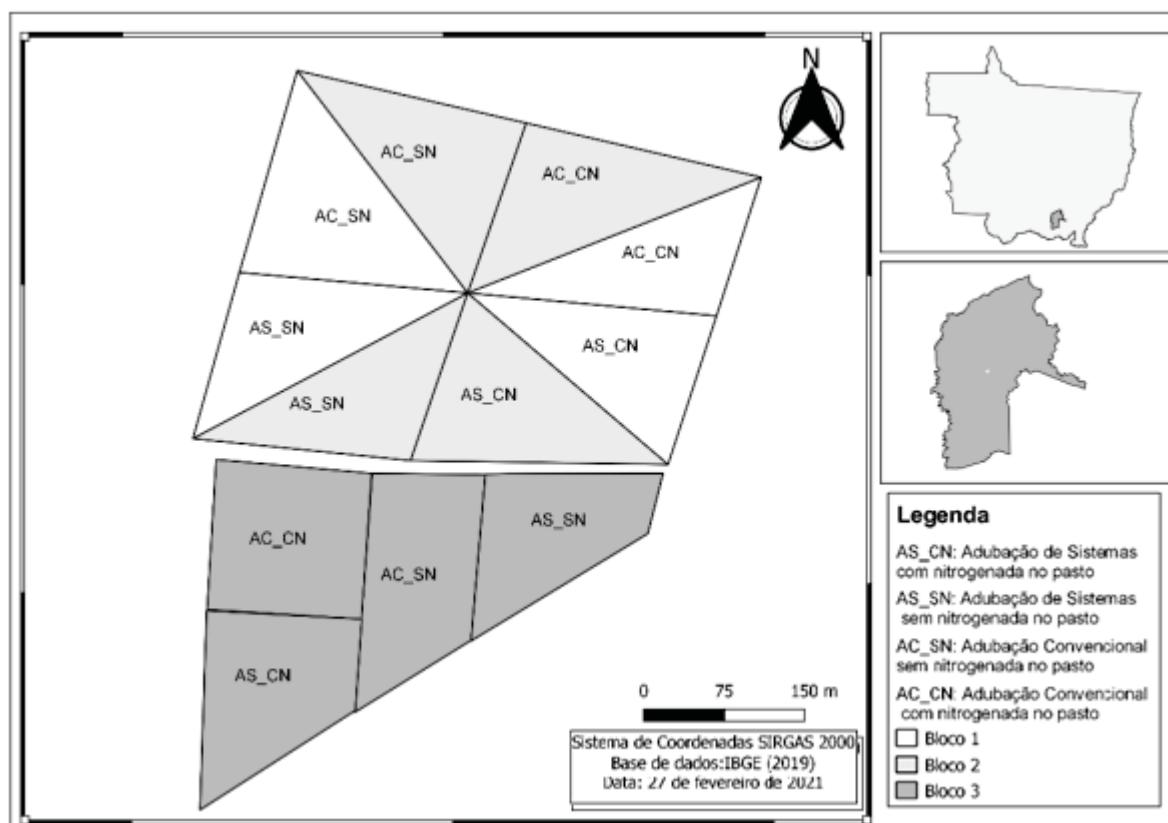


Figura 3 - Croqui e blocagem da área experimental, em que indica as diferentes estratégias de adubação em sistema integrados de produção agropecuária.

Altura do dossel e acúmulo de forragem

O pasto foi semeado no dia 02 de março de 2023, após a colheita da soja. As alturas do dossel foram determinadas semanalmente por meio de 100 medições por unidade experimental com auxílio de régua graduada. Para o manejo da altura do dossel foram utilizados três animais traçadores, por unidade experimental, da raça nelore, não castrados, com peso médio de 234 ± 55 kg. Foi utilizado o método de pastoreio contínuo. Para manejo do pastoreio objetivou manter a altura da copa em torno de 32 cm, próxima à utilizada por Euclides et al. (2016), que foi de 30 cm. A amplitude permitida variou de ~24 a 40 cm (Tabela 1), dentro da faixa de 15 a 45 cm recomendada por Nantes et al. (2013), para capim Piatã.

Para o acúmulo de forragem foram utilizadas três gaiolas de exclusão por unidade experimental, empregando a técnica do triplo emparelhamento (Moraes *et al.*, 1990; Yasuoka *et al.*, 2022). As gaiolas foram confeccionadas com ferro e tela de aço com dimensões de 1,0 x 1,0 x 1,2 m de largura, comprimento e altura, respectivamente. As coletas foram realizadas com ciclos de acúmulo de 14 a 28 dias,

devido a diferença de acúmulo de forragem durante o período de avaliação, sendo a primeira coleta realizada no dia 12 de abril de 2023 (dia 0). Desse modo, foram realizadas três coletas de acúmulo durante o período experimental, com coleta ao 0 dia, aos 14 dias, aos 35 dias e aos 64 dias após alocação das gaiolas. A massa de forragem foi determinada com um quadro de ferro com área de 0,25 m², com corte e coleta de toda a forragem rente ao solo. Após o corte as amostras foram colocadas em sacos de papel devidamente identificados e levadas para o laboratório, onde ficaram em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas. As amostras foram coletadas durante todo o período de pastejo dos animais, que totalizaram 63 dias.

O acúmulo por ciclo foi determinado pelo resultado da diferença da massa de forragem dentro da gaiola e a massa de forragem fora da gaiola. E com a soma de todos os ciclos de acúmulo foi obtido o acúmulo total de forragem (ACU, kg MS ha⁻¹). A taxa de ACU (kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) foi determinada pelo quociente do ACU pelo número de dias de avaliação. A DPP foi determinada mensalmente através da contagem de todos os perfilhos dentro de uma moldura de 0,25 m² (Sbrissia e Silva, 2008).

Do material coletado para determinação da massa de forragem foi retirada uma subamostra que foi separada manualmente em folha (lâmina foliar), colmo (colmo + bainha foliar) e material senescente (material morto). Depois dessa separação, cada componente morfológico foi acomodado em saco de papel, identificado e seco separadamente em estufa de circulação de ar forçada à 60°C por 72h e pesados. O peso seco de cada componente (folha, colmo e material senescente) foi utilizado para determinar a participação relativa de cada componente na massa de forragem.

Composição química da forragem

As amostras para a composição química da forragem foram coletadas uma vez ao mês por meio de simulação de pastejo (Johnson, 1978). O material colhido foi seco em estufa de circulação de ar forçada a 55°C por 72 horas e moído em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm. Foram avaliados os teores totais de N, por meio dos processos de digestão, destilação e titulação e para a estimativa do teor médio de proteína bruta (PB) foi multiplicado o valor de N pelo fator 6,25 (Silva *et al.*, 2002). O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado por meio do detergente neutro, sendo ela capaz de separar o conteúdo celular da parede celular, também conhecida como FDN. O teor de fibra em detergente ácido (FDA), a porção menos

digestível da parede celular, pois contém a proporção de lignina (fração de fibra indigestível).

Comportamento ingestivo

A escolha dos animais traçadores por unidade experimental, foi realizada na pesagem inicial, foram identificados por meio de suas características morfológicas (ausência ou presença de chifre, pelagem, cor, entre outros) e brincos plásticos de cor e número diferente, a fim de facilitar a observação pelos avaliadores. Após o período de adaptação dos animais de sete dias, foram realizadas as avaliações do comportamento animal, a qual foi realizada em três dias consecutivos (bloco 1, bloco 2 e bloco 3) para atender todas as unidades experimentais (**Figura 3**). As avaliações ocorreram nos dias 21 a 23 de abril, 12 a 14 de maio e 02 a 04 de junho de 2023. O comportamento dos animais foi determinado em intervalos de cinco minutos, do nascer ao pôr-do-sol, por um observador por unidade experimental, previamente treinados, portando binóculos e posicionados externamente das unidades experimentais (Silva *et al.*, 2006). Foram consideradas os comportamentos de pastejo, ruminação, ingestão de água e ócio. O registro foi realizado em uma planilha, a partir da observação instantânea, das atividades exercidas pelos três animais testers de cada unidade experimental.

O comportamento de pastejo, ruminação, ingestão de água e ócio seguiram a descrição de Wenning e Rutter (2004), e adaptado por Baggio *et al.* (2009). O tempo de pastejo foi considerado como o tempo gasto com as atividades de procura e colheita de forragem. O tempo de ruminação foi considerado como o período em que o animal não estava pastejando, mas estava mastigando o bolo alimentar retornado do rúmen, caracterizado por movimentos mandibulares cíclicos e repetitivos, onde o animal normalmente encontra-se parado. A ingestão de água foi considerada quando os animais foram observados no bebedouro consumindo água. Por outras atividades (ócio), entendeu-se o período em que o animal não está pastejando, ruminando ou ingerindo água e inclui os períodos de descanso e em que o animal está ingerindo suplemento mineral e outras atividades. Ao final, os resultados foram expressos em minutos.

A taxa de bocado foi considerada o tempo gasto pelos animais para a realização de 20 bocados, registrados por cronômetro (Penning e Rutter, 2004). Essa

observação foi utilizada para cálculo do número de bocado por minuto (taxa de bocado), considerando os valores médios dos três animais avaliados.

Avaliação dos padrões de deslocamento animal

As observações dos padrões de deslocamento foram registradas em seis ocasiões durante o dia (três avaliações durante a manhã e três à tarde), nos mesmos dias que foram realizadas as avaliações do comportamento ingestivo. Desta forma, a taxa de bocado foi considerada o tempo gasto pelos animais para a realização de 20 bocados, registrados por cronômetro (Penning e Rutter, 2004). O tempo necessário para procura e utilização de dez estações alimentares correspondeu ao tempo necessário para o animal alcançar, sem mover suas patas dianteiras, um semicírculo hipotético disponível a sua frente, considerado estação alimentar (Ruyle e Dwyer, 1985). O número de passos dos animais em cada dez estações alimentares foi obtido por meio de observação visual, armazenando os dados em planilhas manuais. Essas observações foram usadas no cálculo das variáveis: tempo de permanência na estação alimentar, expresso em segundos; número de passos entre estações alimentares; e número de bocado por minuto (taxa de bocado), considerando os valores médios dos três animais “testers”.

Esses resultados foram utilizados para determinar: o número total de bocados, produto entre taxa de bocado e tempo de pastejo; o número total de estações alimentares, quociente entre tempo de pastejo e tempo de permanência na estação alimentar; o número total de passos, produto entre o número total de estações alimentares e número de passos entre estações alimentares; e o número de bocados por estação alimentar, quociente entre número de bocados diários pelo número de estações alimentares diárias.

Avaliação bioquímica do sangue dos animais

Na última pesagem (15 de abril de 2023) foram coletadas amostras de sangue (10 mL) da veia jugular, em tubos não heparinizados, das 07:00 às 11:00 horas da manhã. As amostras foram transportadas em um resfriador a 5°C, para o laboratório da Universidade Federal de Rondonópolis - MT. Foram centrifugadas em tubos capilares a 1.700 g por 10 minutos à temperatura ambiente. O soro obtido foi utilizado para análise de glicose, ureia, albumina e colesterol por análise enzimática colorimétrica utilizando kits comerciais (Glicose monoreagente, Ureia UV, Albumina

monoreagente e Colesterol monoreagente, respectivamente) por leitura em espectrofotometria (Zubieta *et al.*, 2021).

Desempenho animal

Os animais foram colocados na área quando a altura da copa era de aproximadamente 30 cm, no dia 13 de abril de 2023. Todos os animais (traçadores e reguladores) foram devidamente vermifugados e vacinados antes de entrarem no experimento. Foram fornecidos aos animais o suplemento mineral, a vontade, em cocho fixo, com dimensões de 1,2 x 0,8 metros. As pesagens dos animais foram realizadas antes da entrada e saída dos animais (15 de junho de 2023) nas unidades experimentais, e sempre que eram necessários ajustes na taxa de lotação. As pesagens foram realizadas sempre no mesmo horário do dia com jejum de sólidos e líquidos por 16 horas (Gionbelli *et al.*, 2016). O ganho de peso médio diário dos animais foi obtido periodicamente pela diferença entre os pesos final e inicial dos animais traçadores, dividido pelo número de dias transcorridos entre as pesagens. O ganho de peso vivo por hectare foi determinado pela multiplicação do ganho médio diário dos animais traçadores pela taxa de lotação por parcela e pelo número de dias que os animais permaneceram em pastejo.

Análise estatística

Os dados analisados foram representados pela média das coletas durante todo período de avaliação, que totalizaram 63 dias. Então, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, pelo programa estatístico SISVAR, versão 5.8 (Build 92). As estratégias de adubação (AC_SN, AC_CN, AS_SN e AS_CN) e suas interações foram considerados efeitos fixos. Os efeitos aleatórios incluíram bloco.

2.3 RESULTADOS

A altura do dossel, a massa de forragem (**Tabela 3**), a porcentagem de colmo + bainha e o material senescente (**Tabela 4**) não sofreram influência das estratégias de adubação. Todavia, a AS_CN incrementou, em média 20% no acúmulo e taxa de acúmulo de forragem, em relação a AC_SN e AS_SN. Assim como, a AS_CN produziu 7% mais lâminas foliares que a AS_SN. As estratégias que fizeram uso da adubação

nitrogenada na fase pastagem, AC_CN e AS_CN, apresentaram incremento médio de 7% na DPP, em relação as estratégias de AC_SN e AS_SN.

Tabela 3 – Altura do dossel, acúmulo de forragem, massa de forragem e densidade populacional de perfilho do capim Piatã sob diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).

Estratégias de adubação	Altura do dossel	Taxa de acúmulo de forragem	Acúmulo de forragem	Massa de forragem	Densidade populacional de perfilho
	cm	kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹	----- kg de MS ha ⁻¹ -----		n° perfilho m ²
AC_SN	33,0ns	96,4b	6130b	3228ns	252b
AC_CN	30,2	109,1ab	6944ab	3429	272a
AS_SN	32,3	101,3b	6448b	3141	256b
AS_CN	31,9	118,91a	7568a	3221	278a
CV%	13,7	5,2	10,2	4,1	2,0

AC_SN: adubação convencional sem nitrogênio no pasto; AC_CN: adubação convencional com nitrogênio no pasto; AS_SN: adubação de sistema sem nitrogênio no pasto; AS_CN: adubação de sistema com nitrogênio no pasto. CV: coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo.

Tabela 4 – Porcentagem de lâmina foliar, colmo + bainha e material senescente do capim BRS Piatã em pastejo sob diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).

Estratégias de adubação	Lâmina foliar	Colmo + bainha	Material senescente
	----- % -----		
AC_SN	42,1ab	48,1ns	9,3ns
AC_CN	41,7ab	47,1	11,1
AS_SN	40,1b	49,2	10,6
AS_CN	43,0a	47,5	10,0
CV%	2,2	2,3	14,0

AC_SN: adubação convencional sem nitrogênio no pasto; AC_CN: adubação convencional com nitrogênio no pasto; AS_SN: adubação de sistema sem nitrogênio no pasto; AS_CN: adubação de

sistema com nitrogênio no pasto. Coeficiente de variação (CV). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo.

As estratégias de AC_CN e AS_CN, reduziram o teor de FDN da forragem, em média 6%, em comparação a AC_SN. O mesmo aconteceu com a AS_SN, a qual foi marcada pela redução de 4% no teor de FDN, quando comparada a AC_SN. (**Tabela 5**). Em média, os pastos que receberam adubação nitrogenada na fase pastagem, AC_CN e AS_CN, apresentaram redução média de 6% no teor de FDA, quando comparado as estratégias de AC_SN e AS_SN. As estratégias de AS_CN e AC_CN elevaram os teores de PB da forragem com incrementos de 27% e 18%, respectivamente, quando comparado a AC_SN.

Tabela 5 – Teor de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), e proteína bruta (PB) do capim piatã sob diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).

Estratégias de adubação	FDN	FDA	Proteína bruta
		----- % -----	
AC_SN	60,1a	26,5a	9,6c
AC_CN	55,7c	24,5b	11,3ab
AS_SN	57,9b	25,5a	10,3bc
AS_CN	57,1bc	24,0b	12,2a
CV%	1,1	1,5	3,8

AC_SN: adubação convencional sem nitrogênio no pasto; AC_CN: adubação convencional com nitrogênio no pasto; AS_SN: adubação de sistema sem nitrogênio no pasto; AS_CN: adubação de sistema com nitrogênio no pasto. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo.

Os animais que foram submetidos a estratégia de AC_SN e AS_SN apresentaram, em média, tempo de ruminação superior em 93% em relação as estratégias de AC_CN e AS_CN (**Tabela 6**). O tempo gasto para os comportamentos de pastejo, ócio e ingestão de água foram similares entre as diferentes estratégias de adubação em SIPA.

Tabela 6 - Tempo médio gasto pelos animais em pastejo, ruminação, ócio, ingestão de água e taxa de bocado sob diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).

Estratégias de adubação	Pastejo	Ruminação	Ócio	Ingestão de água
-----Tempo (minutos) -----				
AC_SN	300ns	110b	249ns	20ns
AC_CN	346	62a	251	24
AS_SN	308	121b	208	20
AS_CN	341	57a	257	24
CV%	6,6	7,6	8,8	10,8

AC_SN: adubação convencional sem nitrogênio no pasto; AC_CN: adubação convencional com nitrogênio no pasto; AS_SN: adubação de sistema sem nitrogênio no pasto; AS_CN: adubação de sistema com nitrogênio no pasto. Coeficiente de variação (CV). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo.

A estratégia AC_SN aumentou a taxa de bocados em aproximadamente 68% em comparação a AS_CN (**Tabela 7**). Desse modo, houve uma redução de aproximadamente 1.780 mil bocados por animal, quando adotou a AS_CN, em comparação as demais estratégias de adubação. Por outro lado, as diferentes estratégias de adubação não afetaram o número de bocados por estação alimentar.

Tabela 7 – Taxa de bocado, número total de bocados e número de bocados por estação alimentar de bovinos em pastejo sob diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).

Estratégias de adubação	Taxa de bocado bocados min. ⁻¹	Total de bocados	Nº bocados por estação alimentar
AC_SN	18,6a	6917a	14,8ns
AC_CN	13,9ab	5092a	11,7
AS_SN	14,5ab	5015a	11,2
AS_CN	11,1b	3893b	13,0
CV%	12,6	9,5	13,4

AC_SN: adubação convencional sem nitrogênio no pasto; AC_CN: adubação convencional com nitrogênio no pasto; AS_SN: adubação de sistema sem nitrogênio no pasto; AS_CN: adubação de sistema com nitrogênio no pasto. Coeficiente de variação (CV). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo.

As estratégias de AS_CN e AC_CN, quando comparado a AC_SN, aumentaram o tempo de permanência dos animais na estação alimentar em 80% e 57%, respectivamente (**Tabela 8**). O que levou ao maior número de estações alimentares visitadas na AC_SN, em média 144 mais estações alimentares, do que os animais que foram submetidos a estratégia de AS_CN. Da mesma forma, a AS_CN reduziu em 24% o número total de passos dos animais, quando comparado a AC_CN. Por outro lado, o número total de passos por estação alimentar e o número de passos por minuto não sofreram influência das estratégias de adubação.

Tabela 8 – Tempo na estação alimentar, total de estações alimentares, passos por estações alimentar, número de passos por minuto e total de passos dos animais em pasto cultivado sob diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).

Estratégias de adubação	Tempo na estação alimentar segundos	Total de estações alimentares	Passos por estação alimentar	Passos por minuto	Total de passos
AC_SN	6,7c	446,5a	1,0ns	9,1ns	377,6ab
AC_CN	10,5ab	354,2ab	1,0	8,1	397,6a
AS_SN	7,4bc	399,6ab	0,9	8,6	348,1ab
AS_CN	12,1a	302,5b	1,1	8,7	319,4b
CV%	12,6	12,6	18,0	25,6	6,1

AC_SN: adubação convencional sem nitrogênio no pasto; AC_CN: adubação convencional com nitrogênio no pasto; AS_SN: adubação de sistema sem nitrogênio no pasto; AS_CN: adubação de sistema com nitrogênio no pasto. Coeficiente de variação (CV). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo.

Os animais submetidos a AS_CN apresentaram concentrações de colesterol no sangue superiores, em aproximadamente 74%, quando comparada a AC_SN. (**Tabela 9**). Todavia, os teores séricos de albumina, glicose e ureia não diferiram entre as diferentes estratégias de adubação. A estratégia de AS_CN promoveu maior GMD, com incremento de aproximadamente 100 g dia⁻¹ por animal, quando comparada a estratégia de AS_SN (**Tabela 10**). A estratégia de AS_CN, proporcionou aumento de 26% na produtividade animal, quando comparada a AC_SN. Incremento que correspondeu a 39 kg de peso vivo por hectare na AS_CN, em relação a AC_SN.

Tabela 9 – Teores albumina, glicose, colesterol e ureia no sangue de bovinos em pasto cultivado sob diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA).

Estratégias de adubação	Albumina	Glicose	Colesterol	Ureia
	g/dL	-----	mg/dL -----	
AC_SN	4,65ns	54,53ns	54,83b	61,80ns
AC_CN	4,88	53,96	79,80ab	61,31
AS_SN	4,52	55,45	73,08ab	59,50
AS_CN	4,81	50,91	95,68a	54,81
CV %	5,87	13,08	12,3	5,76

AC_SN: adubação convencional sem nitrogênio no pasto; AC_CN: adubação convencional com nitrogênio no pasto; AS_SN: adubação de sistema sem nitrogênio no pasto; AS_CN: adubação de sistema com nitrogênio no pasto. Coeficiente de variação (CV). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo.

Tabela 10 – Ganho médio diário (GMD), produtividade animal e taxa de lotação animal em pastejo sob diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção.

Estratégias de adubação	Ganho médio diário	Produtividade animal	Taxa de lotação animal
	kg animal ⁻¹ dia ⁻¹	kg ha ⁻¹	UA ha ⁻¹
AC_SN	0,725ab	147,9b	2,6b
AC_CN	0,753ab	164,0ab	2,9ab
AS_SN	0,701b	150,1ab	2,8ab
AS_CN	0,800a	186,5a	3,1a
CV%	13,7	8,1	4,9

AC_SN: adubação convencional sem nitrogênio no pasto; AC_CN: adubação convencional com nitrogênio no pasto; AS_SN: adubação de sistema sem nitrogênio no pasto; AS_CN: adubação de sistema com nitrogênio no pasto. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo.

2.4 DISCUSSÃO

Por mais que a análise química do solo (**Tabela 2**) sugira que os teores médios de nutrientes no solo não são limitantes para o desenvolvimento da gramínea em estudo (Santos *et al.*, 2010), o incremento no acúmulo de forragem quando realizou a AS_CN demonstrou o contrário. Isso pode indicar que a adubação com N, P e K na fase pastagem aumenta a disponibilidade e a absorção dos nutrientes pela planta forrageira, o que culminou em maior acúmulo de forragem. Isto porque a adubação com N (Martuscello *et al.*, 2019, Mota *et al.*, 2023) e K (Miranda *et al.*, 2019) exercem funções essenciais na planta, como o estímulo ao alongamento e a taxa de aparecimento foliar, os quais favorecem a manutenção do crescimento da forragem, bem como a produção contínua de folhas vivas no dossel.

A adubação fosfatada, em contrapartida, contribui para maior taxa de aparecimento de novos perfilhos (Duarte *et al.*, 2019). Também, é de conhecimento que a adubação com P estimula a absorção do N e K do solo (Touhami *et al.*, 2022), através da melhoria do estabelecimento do sistema radicular (Almeida *et al.*, 2019). Todavia, devido aos altos teores de P e K no solo em estudo, pode-se dizer que a adubação nitrogenada na fase pastagem foi o maior limitante para o aumento na DPP. Sendo assim, os benefícios de cada nutriente se somam na solução do solo, os quais convergem para melhoria no estabelecimento e acúmulo de forragem em SIPA.

A redução na taxa de bocado quando se adotou a AS_CN confirma a influência da melhor composição morfológica no comportamento ingestivo dos animais. Uma vez que a maior porcentagem de folhas, como observado na AS_CN, pode ser determinante na maior massa do bocado (Macedo *et al.*, 2015), o que contribui para que os animais capturem a quantidade diária de matéria seca em menor tempo. A maior massa de bocado também requer maior tempo despendido para as atividades de apreensão, mastigação e deglutição do bolo alimentar, o que tende a maior intervalo entre os bocados. Dessa forma, a menor taxa de bocado pode ser utilizada como indicativo de melhoria do ambiente de pastagem.

A menor taxa de bocado também demonstra o melhor conforto e bem-estar dos animais, dado o menor gasto de energia por eles no ato de captura e procura de forragem quando utilizou a AS_CN. À medida que se aumenta o tempo de pastejo pelos animais, ocorre efeito cumulativo da taxa de bocado, pois a maior taxa de bocado, na AC_SN, ocasionou aumento do número total de bocados. O maior tempo de permanência dos animais na estação alimentar, na AS_CN, relata através do animal

a melhoria do dossel forrageiro, pois, segundo Carvalho e Moraes (2005), os animais permanecem na estação alimentar até o momento em que a ingestão de nutrientes diminua a concentrações inferiores à média do ambiente disponível para pastejo, sendo eles naturalmente otimizadores de tempo.

O maior acúmulo de forragem na AS_CN também foi responsável pela redução do número total de estações alimentares visitadas, indicando que os animais submetidos à estratégia com maior acúmulo de forragem gastam menos tempo em busca de novas estações para pastejo. O maior número de estações visitadas pelos animais na estratégia de AC_SN foi um dos fatores determinantes no maior número total de passos pelos animais, em resposta à maior debilidade do dossel. Assim, os animais no intuito de manter níveis satisfatórios de ingestão diária de matéria seca, na AC_SN, foram obrigados a caminhar por mais tempo. Gonçalves *et al.* (2009) e Baggio *et al.* (2009), relatam que quando a estrutura do pasto é prejudicada, ocorre aumento no número de passos pelos animais, o que diz respeito à maior procura de alimento em sistemas com baixa disponibilidade de folhas.

O maior teor de colesterol no sangue dos animais que foram submetidos à estratégia de AS_CN, em comparação a AC_SN, demonstra a influência da estratégia de adubação no metabolismo animal. Assim, o maior teor de colesterol na AS_CN foi causada pelo menor deslocamento dos animais em busca do alimento, garantindo a eles maior economia de energia e maior concentração de colesterol sanguíneo, sendo isso um indicativo de maior deposição de gordura nos tecidos. O maior teor de colesterol sanguíneo também pode sugerir menor consumo de alimento na estratégia de AC_SN, consequência do menor acúmulo de forragem. Portanto, a reposição estratégica da adubação, com N, P e K na fase pastagem, melhora o bem-estar animal, devido à maior economia de energia metabólica, consequência da maior disponibilidade de folhas no dossel.

Embora não tenha sido observada diferença na massa de forragem, ao contrário do que foi observado por Cunha *et al.* (2022), quando testaram a influência da adubação nitrogenada na estrutura do pasto, tendo eles observado aumento significativo na massa de forragem. A não diferença na massa de forragem nas diferentes estratégias de adubação, no presente estudo, pode ter ocorrido em virtude da alta fertilidade do solo, o que não limitou o estabelecimento inicial da gramínea. No entanto, isso nos leva a acreditar que a diferença no acúmulo de forragem, nas

diferentes estratégias de adubação, ocorreu devido ao maior número de perfilhos e maior taxa de aparecimento de novas folhas no dossel, quando se adotou a AS_CN.

A estratégia de realizar a adubação nitrogenada na fase pastagem (AC_CN e AS_CN), contribuiu para melhoria da composição química da forragem. A adubação com N, P e K reduziu o teor de FDN, FDA, com aumento no teor de PB da forragem. No entanto, o menor teor de FDN foi observado quando se adotou apenas a AC_CN, consequência da aplicação isolada do adubo nitrogenado no pasto. A associação do N, P e K na fase pastagem foi crucial para o maior aumento no teor de PB. Isso ocorre, segundo Dupas *et al.* (2016), devido à maior disponibilidade de N no solo, sendo ele um precursor para síntese de aminoácidos e proteínas nas células.

Além disso, a redução observada no teor de FDN da forragem é importante, pois possui relação direta com o consumo voluntário de matéria seca pelo animal ruminante. A redução no teor de FDN pode estar relacionado ao acúmulo de proteína na célula vegetal, causando um efeito de diluição da parede celular (Van Soest 1994). Ao mesmo passo que, plantas adubadas com N são fisiologicamente mais jovens, em razão da maior taxa de aparecimento foliar, os quais apresentam menor teor de fibra na parede celular (Vitor *et al.*, 2009) podendo indicar melhoria na qualidade da forragem.

A adubação nitrogenada na fase pastagem pode melhorar a qualidade das proteínas (Oliveira *et al.*, 2021) na forragem favorecendo o melhor aproveitamento das proteínas e síntese de enzimas fibrolíticas no rúmen dos bovinos. Essa melhoria, a qual associada a redução do teor de FDN foram substancialmente importantes para redução do tempo de ruminação, o que pode ocasionar maior estímulo ao consumo de matéria seca devido à maior taxa de passagem da digesta (Machado *et al.*, 2019). Em complemento, Machado *et al.* (2019) comentam que, em condições de boa disponibilidade de massa de forragem, a deficiência de proteína na dieta é um dos principais limitantes no desempenho de animais em pastejo.

Desse modo, a melhoria na composição química da forragem foi o que contribuiu para menor tempo de ruminação dos animais, na AS_CN e AC_CN. Em razão do tempo de ruminação estar diretamente relacionado ao tamanho da partícula e qualidade da fibra (Emerenciano *et al.*, 2020, Mendes *et al.*, 2015). Além do mais, o menor teor de FDN da forragem pode ser utilizado como indicativo de melhoria na qualidade do pasto. Conforme Soares *et al.* (2013), o teor de FDN é um dos importantes parâmetros do valor nutritivo da forragem, o qual se relaciona

inversamente com a digestibilidade. O mesmo acontece com o aumento do teor de PB do pasto, pois é utilizado pelos microrganismos do rúmen como fonte de nitrogênio (Fonseca *et al.*, 2022) para crescimento de proteína microbiana e manutenção de tecidos e órgãos.

A adubação nitrogenada na fase pastagem auxilia no fornecimento de N para a planta e ao animal, acelerando os fluxos de tecidos e maior aparecimento de folhas no dossel. Sobretudo, a utilização do nitrato de amônio (Fonseca *et al.*, 2022), fonte utilizada na ocasião do estudo, a qual favorece melhor eficiência pelas plantas e animais. Todavia, independente da estratégia de adubação utilizada, os teores séricos de albumina e ureia no sangue, que são indicativos do teor de N no metabolismo animal, estão acima dos níveis de referência. Esses níveis variam de 2,6 a 3,7 g/dL para albumina; e 20 a 40 mg/dL para ureia (Kaneco *et al.*, 2008, Feitosa *et al.*, 2009), os quais podem indicar alto consumo dietético de proteína (Fernandes *et al.*, 2017).

O desempenho dos animais em pastejo favorece a compreensão dos efeitos das estratégias de adubação no SIPA. Isso porque qualquer fator que influencie o potencial de desenvolvimento do pasto, como o manejo correto da adubação, pode levar a maior taxa de lotação e maior eficiência na utilização do pasto (Sbrissia e Silva, 2001, Ongaratto *et al.*, 2021). De forma geral, o ganho em peso dos animais foi influenciado pelo melhor posicionamento da AS_CN em SIPA, pois a melhor alocação dos nutrientes no sistema potencializou o acúmulo de forragem e o desempenho animal. Além do mais, a melhoria da composição química da forragem, melhorou a digestibilidade do alimento no rúmen (Alecrim *et al.*, 2023). Todos esses fatores foram o que culminou para maior taxa de lotação e produtividade animal em pastejo.

Contudo, é preciso um melhor esclarecimento acerca do impacto das estratégias de adubação na redução do tempo de ruminação pelos animais. O melhor aproveitamento da forragem nesses sistemas torna mais eficiente o sistema produtivo, o qual reduz os impactos ambientais. Além do mais, ainda não está claro a influência das diferentes estratégias de adubação na composição morfológica do pasto, a qual é alterada e atua sob o comportamento ingestivo dos animais em pastejo. Todavia, a adubação na fase pastagem, principalmente quando há a presença do nitrogênio, torna os processos mais eficientes, com melhorias dos atributos de produtividade e composição química da planta forrageira, favorecendo assim o processo de colheita e aproveitamento da forragem pelos animais.

2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A AS_CN é a estratégia que garante maior acúmulo de forragem, produção de folhas vivas no dossel e maior teor de proteína bruta da forragem.

A adubação com nitrogênio na fase pastagem reduz o teor de FDA da forragem e o tempo de ruminação pelos animais em pastejo. Todavia, a AC_CN é a melhor estratégia para redução significativa do teor de FDN.

A AC_SN, aumenta a taxa de bocados, número total de bocados, número total de estações alimentares visitadas e o número total de passos pelos animais, comparado a AS_CN.

As diferentes estratégias de adubação não afetam os teores de albumina, glicose e ureia sanguíneos, todavia os maiores teores de colesterol no sangue de bovinos são observados na estratégia de AS_CN.

A taxa de lotação, o GMD e a produtividade animal foram superiores na AS_CN em relação a AC_SN.

REFERÊNCIAS

ALECRIM, F. B., ALVES, B. J. R., REZENDE, C. de P., BODDEY, R. M., NOBREGA, G. N., CESARIO, F. V., SOBRAL, B. S., LEITE, F. F. G. D., PEREIRA, C. R., & RODRIGUES, R. de A. R. The influence of tropical pasture improvement on animal performance, nitrogen cycling, and greenhouse gas emissions in the Brazilian Atlantic Forest. *Australian Journal of Crop Science*, 17(4), 392–399, 2023. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.197982598835817>

AMEIDA, E. M., MONTAGNER, D., FERNANDES, P., de ARAUJO, A. R., MACEDO, M., GURGEL, A., e PEDROSO FILHO, N. D. Produção de forragem de *Panicum maximum* em Neossolo Quartzarênico sob duas doses de fósforo. In: Embrapa Gado de Corte-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SOLOS ARENOSOS, 3., 2019, Campo Grande, MS. Anais... Editores técnicos: Wenceslau Gerales Teixeira, Guilherme Kangussu Donagemma. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

ASSMANN, T. S., SOARES, A. B., ASSMANN, A., HUF, F. I., e LIMA, R. C. Adubação de Sistemas em Integração Lavoura-Pecuária. In *Palestras: intensificação com sustentabilidade. Congresso Brasileiro de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária*, 1, 2017, 67-84.

BAGGIO, L.; PALAZZO, LÍLIAN S.; AERTS, Denise Rangel Ganzo de Castro. Planejamento suicida entre adolescentes escolares: prevalência e fatores associados. **Cadernos de Saúde Pública**, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 142-150, jan. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-311x2009000100015>.

BARBOSA, D. de Q.; MORAES, A.; LANG, C. R.; OLIVEIRA, L. B.; FERNANDES, J. P. T.; CRESTANI, C. Composição de plantas invasoras em diferentes sistemas integrados de produção agropecuária. **Agropecuária Catarinense**, [S.L.], v. 34, n. 3, p. 33-36, 28 dez. 2021. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. <http://dx.doi.org/10.52945/rac.v34i3.1274>.

CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: MANEJO SUSTENTÁVEL EM PASTAGEM, 1., 2005, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2005. p.1-20.

CARVALHO, P. C. F. Harry Stobbs Memorial Lecture: can grazing behavior support innovations in grassland management? **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 137, 2013. Centro Internacional de Agricultura Tropical. [http://dx.doi.org/10.17138/tgft\(1\)137-155](http://dx.doi.org/10.17138/tgft(1)137-155).

CONANT, R.T.; CERRI, C. E. P.; OSBORNE, B. B.; PAUSTIAN, K. Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. **Ecological Applications**, [S.L.], v. 27, n. 2, p. 662-668, mar. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/eap.1473>.

CUNHA, A. M. Q.; MACEDO, V. H. M.; OLIVEIRA, J. K. S.; MELO, D. M.; DOMINGUES, F. N.; CÂNDIDO, E. P.; FATURI, C.; RÊGO, Aníbal C.. Nitrogen fertilisation as a strategy for intensifying production and improving the quality of Massai grass grown in a humid tropical climate. *Journal Of Plant Nutrition*, [S.L.], v. 45, n. 14, p. 2213-2227, 1 mar. 2022. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2022.2046078>.

DAMIAN, J.; MATOS, E. S.; PEDREIRA, B. C. e; CARVALHO, P. C. F.; PREMAZZI, L. M.; CERRI, C. E. P. Intensification and diversification of pasturelands in Brazil: patterns and driving factors in the soil carbon stocks. **Catena**, [S.L.], v. 220, p. 106750, jan. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2022>.

DUARTE, C. F. D.; PAIVA, L. M.; FERNANDES, H. J.; BISERRA, T. T.; FLEITAS, A. C. Capim tropical manejado sob lotação intermitente, submetido a fontes de fósforo com diferentes solubilidades, associados ou não à adubação com nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira*, [S.L.], v. 20, n. 101590/1089-689120-47692, p. 1-15, ago. 2019. Fap. UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1089-6891v20e-47692>.

Dupas, E., Buzetti, S., Rabelo, F. H. S., Sarto, A. L., Cheng, N. C., Filho, M. C. M. T., Galindo, F. S., Dinalli, R. P., & de Niro Gazola, R. (2016). Nitrogen recovery, use efficiency, dry matter yield, and chemical composition of palisade grass fertilized with nitrogen sources in the Cerrado biome. *Australian Journal of Crop Science*, 10(9), 1330–1338 <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.505846347943210>

EMERENCIANO N., J. V.; DIFANTE, G. S.; MEDEIROS, H. R.; AGUIAR, E. M.; FERNANDES, L. S.; TRINDADE, T. F. M.; BEZERRA, M. G.; OLIVEIRA, H. C. B.;

GALVÃO, R. C. P. Cultivated Pastures Affect Nutrient Intake and Feeding Behavior of Sheep. *Tropical Animal Science Journal*, [S.L.], v. 43, n. 2, p. 117-124, jun. 2020. Media Peternakan. <http://dx.doi.org/10.5398/tasj.2020.43.2.117>.

EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A.; VALLE, C. B.; NANTES, Nayana Nazareth. Animal performance and sward characteristics of two cultivars of *Brachiaria brizantha* (BRS Paiaguás and BRS Piatã). **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 45, n. 3, p. 85-92, mar. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-92902016000300001>.

FEITOSA, F. L. F., PEIRÓ, J. R., MENDES, L. C. N., CADIOLI, F. A., de CAMARGO, D. G., YANAKA, R. e PERRI, S. H. V. Determinação do perfil bioquímico renal sérico de bezerros holandeses e mestiços, na região de Araçatuba/SP. *Ciência Animal Brasileira/Brazilian Animal Science*, 255-260, 2009.

FERNANDES, C. C., GARCIA, J. J. A. D., NEVES, J. J., OBERLENDER, G. G., & NERI, H. H. Dissertação. Padrões bioquímicos séricos e hematológicos em bovinos mestiços conforme idade e sexo, 2017.

FONSECA, N. V. B.; CARDOSO, A. S.; BERÇA, A. S.; DORNELLAS, I. A.; ONGARATTO, F.; SILVA, M. L. C.; RUGGIERI, A. C.; REIS, R. A.. Effect of different nitrogen fertilizers on nitrogen efficiency use in Nellore bulls grazing on Marandu palisade grass. *Livestock Science*, [S.L.], v. 263, p. 1-6, set. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2022.105012>.

GIONBELLI, M. P.; CAMPOS V. F., S.; DETMANN, E. Ajuste do peso corporal de bovinos para condições fisiológicas e de alimentação. BR-Corte: tabela brasileira de exigências nutricionais. 3ª edição. Viçosa (MG): UFV, DZO, p. 327, 2016.

GONÇALVES, E. N.; CARVALHO, P. C. F.; DEVINCENZI, T.; LOPES, M. L.T.; FREITAS, F. K.; JACQUES, A. V. Á. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: padrões de deslocamento e uso de estações alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 38, n. 11, p. 2121-2126, nov. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982009001100008>.

JAURENA, M.; DURANTE, M.; DEVINCENZI, T.; SAVIAN, J. V.; BENDERSKY, D.; MOOJEN, F. G.; PEREIRA, M.; SOCA, P.; QUADROS, F. L. F.; PIZZIO, R. Native

Grasslands at the Core: a new paradigm of intensification for the campos of southern south america to increase economic and environmental sustainability. **Frontiers In Sustainable Food Systems**, [S.L.], v. 5, p. 1, 5 mar. 2021. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fsufs.2021.547834>.

Kaneco J.J.; Harvey, J.W. Bruss, M.L. Clinical biochenistry of domestic animals six. The d. San Diego: Academic, 2008.

LEMAIRE, G.; FRANZLUEBBERS, A.; CARVALHO, P. C. F.; DEDIEU, B. Integrated crop–livestock systems: strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, [S.L.], v. 190, p. 4-8, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.009>.

MACEDO, E. O.; OLIVEIRA, M. E.; SILVA, P. C.; RIBEIRO, A. M.; OLIVEIRA, G. L.; ANDRADE, A. C.; RODRIGUES, M. M. Consumo e comportamento ingestivo de cabras em pasto de capim-marandu. **Semina: Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 36, n. 31, p. 2175, 2 jul. 2015. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3supl1p2175>.

MACHADO, W. S.; BRANDAO, V. L. N.; MORAIS, V.C. L.; DETMANN, E.; ROTTA, P. P.; MARCONDES, M. I. Supplementation strategies affect the feed intake and performance of grazing replacement heifers. *Plos One*, [S.L.], v. 14, n. 9, p. 1-17, 16 set. 2019. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0221651>.

MARTUSCELLO, J. A.; RIBEIRO, Y. N.; BRAZ, T. G. S.; FERREIRA, M. R.; ASSIS, J. A.; JANK, L.; REIS, G. A. Produção de forragem, morfogênese e eficiência agronômica do adubo em capim BRS Quênia sob doses de nitrogênio. **Boletim de Indústria Animal**, [S.L.], v. 75, n. 12, p. 1-13, 10 jul. 2018. Instituto do Zootecnia. <http://dx.doi.org/10.17523/bia.2018.v75.e1411>.

MENDES, F. B. L.; SILVA, R. R.; CARVALHO, G. G. P. de; SILVA, F. F.; LINS, T. O. J. D`.; SILVA, A. L. N.; MACEDO, V.; ABREU FILHO, G.; SOUZA, S. O.; GUIMARÃES, J. O. Ingestive behavior of grazing steers fed increasing levels of concentrate supplementation with different crude protein contents. **Tropical Animal Health And**

Production, [S.L.], v. 47, n. 2, p. 423-428, 4 dez. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-014-0741-z>.

MIRANDA, R. P.; PIETROSKI, M.; MATOS, F. B.; SEBEN JUNIOR, G. F.; CAIONE, G.. Nitrogen, potassium, calcium, and sulfur omission in grass Convert. *Comunicata Scientiae*, [S.L.], v. 8, n. 3, p. 452-458, 11 abr. 2018. *Lepidus Tecnologia*. <http://dx.doi.org/10.14295/cs.v8i3.2257>.

MORAES, A. de; MOOJEN, E. L.; MARASCHIN, G. E. Comparação de métodos de estimativa de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 27, p. 332, 1990.

MOTA, L. G.; RIGHI, R. S. M.; DUARTE, C. F. D.; CABRAL, C. H. A.; CABRAL, C. Ed. A. Nitrogen fertilization time affects the root reserves of tropical grasses. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, [S.L.], v. 53, n. 75444, p. 1-8, 2023. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632023v5375444>.

Munir, A., NOBLE, A., LANGAN, S., e LAUTZE, J. "Alimentando os 10 bilhões dentro da estrutura dos objetivos de desenvolvimento sustentável", in *Produção de Alimentos e Conservação da Natureza, Conflitos e Soluções*, eds I. J. Gordon, H. H. T. Prins e G. R. Squire (Londres: Routledge), pp. 15–40, 2017.

NANTES, N. N.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; BARBOSA, Rodrigo Amorim; GOIS, Phillippe Oliveira de. Desempenho animal e características de pastos de capim-piatã submetidos a diferentes intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 48, n. 1, p. 114-121, jan. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2013000100015>.

NASCIMENTO, C. D. V.; C., M. C. G.; TOMA, R. S.; COOPER, M. Plant Components of Agroforestry System Have Different Contributions to Soil Fertility. **Journal Of Agricultural Science**, [S.L.], v. 10, n. 4, p. 381, 5 mar. 2018. Canadian Center of Science and Education. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v10n4p381>.

Oliveira, A.S.; Oliveira, A.d.S.; Pereira, J.V.; Oliveira, O.L.; Ribeiro, R.M.; Oliveira, A.R.; Ruggieri, A.C. Frações proteicas e de carboidratos em pastagens de estação quente:

efeitos de estratégias de manejo de nitrogênio. *Agronomia* 2021, 11, 847. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050847>

ONGARATTO, F.; FERNANDES, M. H. M. R.; DALLANTONIA, E. E.; LIMA, L. O.; VAL, G. A.; CARDOSO, A. S.; RIGOBELLO, I. L.; CAMPOS, J. A. A.; REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C. Intensive Production and Management of Marandu Palisadegrass (*Urochloa brizantha* 'Marandu') Accelerates Leaf Turnover but Does Not Change Herbage Mass. *Agronomy*, [S.L.], v. 11, n. 9, p. 1-13, 15 set. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy11091846>.

PENNING, P.D.; RUTTER, S.M. Ingestive behavior. In: THE BRITISH GRASSLAND SOCIETY (Ed.). **Herbage intake handbook** 2.ed. Reading: British. p.151-175, 2004.

PETERS, M., M. HERRERO, M. FISHER, K.-H. Erb, I. RAO, G.V. Subbarao. 2013. Challenges and opportunities for improving eco-efficiency of tropical forage-based systems to mitigate greenhouse gas emissions. *Trop. Grassl. -Forrajes Trop.* 1: 156–167. doi:10.17138/TGFT (1)156-167

REED, K.; MORRISSEY, E. M. Bridging Ecology and Agronomy to Foster Diverse Pastures and Healthy Soils. ***Agronomy***, [S.L.], v. 12, n. 8, p. 1893, 12 ago. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy12081893>.

ROSADO, T. L.; GONTIJO, I.; PASSOS, R. R.; ALMEIDA, M. S. Nutrient extraction by mombaga grass submitted to sources and doses of nitrogen. ***Idesia (Arica)***, [S.L.], n., p. 1-10, 2017. SciELO Agência Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID). <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-34292017005000009>.

RUYLE, G. B.; DWYER, D. D. Feeding Stations of Sheep as an Indicator of Diminished Forage Supply. ***Journal Of Animal Science***, [S.L.], v. 61, n. 2, p. 349-353, 1 ago. 1985. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.2527/jas1985.612349x>.

SANTOS, P. M.; PRIMAVESI, O.; BERNARDI, A.C.C. Adubação de pastagens. 2010.

SBRISSIA, A. F.; SILVA, S.C.; SC, O. O ecossistema de pastagens e a produção animal. *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 731-754, 2001.

SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; PRADO, I. N.; CARVALHO, G. G. P.; FRANCO, I. L.; ALMEIDA, V. S.; CARDOSO, C. P.; RIBEIRO, M. H. S. Comportamento ingestivo de bovinos. Aspectos metodológicos. *Archivos de Zootecnia*, v. 55, n. 211, p. 293-296, 2006.

SOARES, A. B.; PIN, E. A.; POSSENTI, J. C. Valor nutritivo de plantas forrageiras anuais de inverno em quatro épocas de semeadura. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 120-125, 13 nov. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782012005000131>.

SOLLENBERGER, L. E.; KOHMANN, M. M.; DUBEUX, J. C. B.; SILVEIRA, M. L. Grassland Management Affects Delivery of Regulating and Supporting Ecosystem Services. *Crop Science*, [S.L.], v. 59, n. 2, p. 441-459, mar. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2018.09.0594>.

TOUHAMI, D.; MCDOWELL, R. W.; CONDRON, L. M.; BOURAY, M. Nitrogen fertilization effects on soil phosphorus dynamics under a grass-pasture system. **Nutrient Cycling In Agroecosystems**, [S.L.], v. 124, n. 2, p. 227-246, 12 jan. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10705-021-10191-0>.

VAN SOEST P. J. Ecologia nutricional do ruminante. 2ª edição. Ithaca: Cornell University Press. 476p, 1994.

VITOR, C. M. T.; FONSECA, D. M.; CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, [S.L.], v. 38, n. 3, p. 435-442, mar. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982009000300006>.

YASUOKA, J. I.; PEDREIRA, C. G. S.; HOLCMAN, E.; SENTELHAS, P. C.; PEDROSO, G. B.; ALMEIDA, O. G.; HOLSCHUCH, S. G. Microclimate of grass canopies and biomass accumulation are influenced using caged exclosures in grazing research. *International Journal of Biometeorology*, [S.L.], v. 66, n. 1, p. 45-54, 3 set. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-021-02187-w>.

ZUBIETA, A. S.; MARÍN, A.; SAVIAN, J. V.; BOLZAN, A. M. S.; ROSSETTO, J.; BARRETO, M. T.; BINDELLE, J.; BREMM, C.; QUISHPE, L. V.; VALLE, Stella de Faria. Low-Intensity, High-Frequency Grazing Positively Affects Defoliating Behavior, Nutrient Intake and Blood Indicators of Nutrition and Stress in Sheep. **Frontiers In Veterinary Science**, [S.L.], v. 8, p. 1-13, 22 jun. 2021. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fvets.2021.631820>.