

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ZOOTECNIA

ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E SEUS IMPACTOS NO ACÚMULO E COMPOSIÇÃO
QUÍMICA DA FORRAGEM EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA

BACHAREL EM ZOOTECNIA

Luiz Guilherme Santos de Oliveira

Rondonópolis - MT

2022

**ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E SEUS IMPACTOS NO ACÚMULO E COMPOSIÇÃO
QUÍMICA DA FORRAGEM EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA**

por

Luiz Guilherme Santos de Oliveira

**Trabalho de Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Rondonópolis,
apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia**

Orientador: Prof. Dr. Edicarlos Damacena de Souza

Rondonópolis - MT

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE ZOOTECNIA

A comissão organizadora, abaixo assinada, aprova o trabalho de curso

ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E SEUS IMPACTOS NO ACÚMULO E COMPOSIÇÃO
QUÍMICA DA FORRAGEM EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO
AGROPECUÁRIA

Elaborado por

LUIZ GUILHERME SANTOS DE OLIVEIRA

como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia

Comissão organizadora

Prof. Dr. Edicarlos Damacena de Souza

Instituição ICAT/UFR: Edicarlos Damacena de Souza

Dr. Junior Issamu Yasuoka

Dr. Luiz Gustavo de Oliveira Denardin

Rondonópolis, 10 de fevereiro de 2022

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

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, vejo que sem ele nada disso seria possível, foi Ele quem me apoiou e nunca me abandonou nos momentos mais turbulentos e sempre me mostrou que tudo com Ele é possível. É bom saber que Ele olha por mim!

Gostaria de agradecer a equipe de colaboradores e o proprietário Joel Strobel da Fazenda Guarita, o Instituto Mato-grossense do Algodão, também, a Universidade Federal de Rondonópolis e ao CNPQ, pela bolsa de pesquisa, mostrando o crédito e o apoio no desenvolvimento da pesquisa científica.

Em especial gostaria de agradecer ao meu orientador Edicarlos Damacena de Souza, uma pessoa abençoada por Deus, que busca sempre o melhor das pessoas. Agradeço por ser tão paciente e estar sempre disposto a ouvir e me mostrar o melhor caminho, sou grato por ter tido a oportunidade de dividir momentos e aprender tanto com ele, obrigado pela confiança.

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, Silvio, Odete, Elizete e aos demais. Obrigado por tudo, amo vocês. E a todos os integrantes do GPI SI, agradeço por serem tão incríveis e acolhedores, todos vocês possuem um futuro brilhante, João, Jorge, Júnior, Bruna, Bhea, Helô, Letícia, Poly, Maria, Solange, Andressa, Andrielly, Gabi, Vivian, Laércio, Dena, Thiago, Tati, Sandra, Evelyn, Tani e Professor Edicarlos.

Também agradeço a minha segunda família, responsável por eu descobrir meu sonho, sem vocês isso seria fantasia, obrigado Cresio, Janice, Paulo e Carol, amo vocês.

Agradeço também a minha namorada Sttéfany por todo amor, apoio, conselho, companheirismo e por estar comigo nos momentos mais felizes e mais tristes, obrigado por tudo, amo você.

E não posso esquecer dos meus grandes companheiros, Lucas, Marcelo e João carregue vocês no coração meus irmãos, torço muito por todos.

Sem esquecer daqueles guerreiros, exemplo para mim, pessoas que tiveram comigo desde o início da graduação, pessoas que admiro demais pela dedicação e companheirismo, Joel, Matheus. Também agradeço ao professor Carlos, muito obrigado pelos conselhos, por confiar tanto em mim e pelos empurrões quando mais precisava, você é incrível!

Infelizmente é pouco espaço para agradecer a todos aqueles que merecem estar aqui, mas do fundo do coração, agradeço a todos os demais aqui não citados.

RESUMO

OLIVEIRA, L. G. S. **Estratégias de adubação e seus impactos no acúmulo e composição química da forragem em sistemas integrados de produção agropecuária**, 2022. Trabalho de Curso (Bacharel em Zootecnia) – Universidade Federal de Rondonópolis, Rondonópolis, 2022.

O manejo da adubação em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) pode melhorar a eficiência no uso de fertilizantes, suprimindo a carência nutricional das gramíneas forrageiras tropicais no período de segunda safra. O objetivo neste trabalho foi avaliar como as estratégias de adubação afetam o acúmulo e composição química da forragem nos períodos de segunda safra em SIPA sob Plantio Direto. O experimento foi implantado em março de 2019 com a semeadura de *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. BRS Piatã após a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr.) que é implantada anualmente no mês de outubro em sistema plantio direto. Os tratamentos consistiram nas seguintes estratégias de adubação: 1) Adubação de sistemas (N, P e K na fase de pastagem); 2) Adubação com P e K na fase de pastagem; 3) Adubação convencional (P e K na soja) mais nitrogênio no pasto; 4) Adubação convencional (P e K na semeadura da soja). A estratégia de adubação com aplicação do nitrogênio na pastagem aumentou o teor de proteína bruta (PB). Além disso, a adubação de sistema reduziu o teor de fibra em detergente neutro (FDN) da forragem. Por outro lado, não houve diferença no acúmulo de forragem entre os tratamentos. Os autovetores da análise de componente principal indicaram correlação positiva e significativa para acúmulo de forragem, massa de forragem, proteína bruta, porcentagem de folhas e de material senescente que foram associadas aos tratamentos com nitrogênio. Essas variáveis apresentam correlação negativa com os teores de FDN, fibra em detergente ácido e porcentagem de colmo da planta. A adubação nitrogenada favorece o aumento no acúmulo e teor de PB da forragem. A adubação de P e K associado ao N reduz o teor de FDN da planta.

Palavras-chave: Acúmulo de forragem; Adubação nitrogenada; Adubação de sistema; *Brachiaria*; Capim-piatã; Nitrogênio; SIPA; *Urochloa*.

ABSTRACT

OLIVEIRA, L. G. S. **Fertilization strategies and their impacts on forage accumulation and chemical composition in Integrated Crop-Livestock System**, 2022. Course work (Bachelor of Animal Science) – Federal University of Rondonópolis, Rondonópolis, 2022.

Fertilization management in Integrated Agricultural Production Systems (ICLS) can improve the efficiency in the use of fertilizers, supplying the nutritional deficiency of tropical forage grasses in the second harvest period. The objective of this work was to evaluate how fertilization strategies affect the accumulation and chemical composition of forage in the second crop periods in ICLS under no-tillage. The experiment was implemented in March 2019 with the sowing of *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. BRS Piatã after soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) which is planted annually in October in a no-tillage system. The treatments consisted of the following fertilization strategies: 1) Fertilization systems (N, P, and K in the pasture phase); 2) Fertilization with P and K in the pasture phase; 3) Conventional fertilization (P and K in soybean) plus nitrogen in the pasture; 4) Conventional fertilization (P and K in soybean sowing). The fertilization strategy with nitrogen application in the pasture increased the crude protein (CP) content, in addition, the system fertilization reduced the forage neutral detergent fiber (NDF). On the other hand, there was no difference in forage accumulation between treatments. The principal component analysis eigenvectors indicated a positive and significant correlation for forage accumulation, forage mass, crude protein, percentage of leaves and senescent material that were associated with nitrogen treatments. These variables present a negative correlation with the levels of NDF, acid detergent fiber and percentage of plant stem. Nitrogen fertilization favors an increase in CP content in forage and forage accumulation. The fertilization of P and K associated with N reduces the NDF content of the plant.

Keywords: Forage accumulation; Nitrogen fertilization; System fertilization; Brachiaria; Piata grass; Nitrogen; ICLS; Urochloa.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA.....	9
2.2 ADUBAÇÃO DE SISTEMAS.....	9
2.3 ADUBAÇÃO NITROGENADA	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
5. CONCLUSÃO	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1. INTRODUÇÃO

Os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) surgiram como estratégia para intensificação sustentável da produção agropecuária, aliando atividades agrícolas e pecuária de forma planejada, beneficiando todos os componentes do sistema (solo, pastagem, animal e cultura agrícola), explorando a sinergia entre eles (MORAES et al., 2014). Por esse motivo, o SIPA tem ganhado adeptos por ser um sistema que adota práticas conservacionistas, que contribui para redução dos impactos ambientais, além de melhorar a eficiência do uso da terra pela intensificação, tornando o sistema produtivo mais estável por meio do melhor uso dos nutrientes (CARVALHO et al., 2011).

Os SIPA surgem como excelente alternativa quando se busca aumento na produção de alimentos e sustentabilidade agrícola com redução dos impactos ambientais. Portanto, são diversas as possíveis combinações dentro do SIPA, desde os mais simples até as mais complexas, que exigem planejamento e manejo na execução. Um dos sistemas mais utilizados na região central do Brasil é o que integra lavoura na safra – principalmente soja – e pecuária na segunda safra. Essa combinação comumente utilizada atualmente, busca que a adubação feita na soja e a fixação biológica do N seja suficiente para fomentar a produção de soja, e que as plantas forrageiras semeadas após a colheita da soja se beneficiem dos nutrientes residuais provenientes da adubação na safra.

Estudos avaliando sistemas dessa natureza demonstraram que a produção de soja extrai uma quantidade considerável de nutrientes (DUARTE; CANTARELLA, 2007). Dessa forma, os nutrientes residuais podem ser insuficientes para atender o potencial produtivo das gramíneas forrageiras na segunda safra, inclusive o nitrogênio, que é demandado em quantidades consideráveis pela cultura da soja. Além de tudo, o nitrogênio é importante constituinte das proteínas, contribuindo para aumento significativo da produção de matéria seca (GALINDO et al., 2018). Da mesma forma, Teles et al. (2011) afirma que plantas forrageiras com limitação na disponibilidade de nutrientes resultam em redução no valor nutritivo e no acúmulo de forragem. Portanto, as estratégias convencionais de fertilização em SIPA podem limitar a disponibilidade de nutrientes às plantas forrageiras e, conseqüentemente, prejudicar o acúmulo e valor nutritivo da forragem produzida.

Assim, a adoção de novas práticas como o posicionamento estratégico da adubação, com N, P e K pode ser uma alternativa interessante para aumentar a produção e melhorar o valor nutritivo da forragem no período da segunda safra, reduzindo a estacionalidade na produção de forragem. Evidências têm mostrado que em SIPA a aplicação de N, P e K na fase de pastagem resulta em maior acúmulo de forragem e desempenho animal (FARIAS et al., 2020; FREITAS, 2021), podendo minimizar o déficit de forragem nesse período. Entretanto, são necessários mais estudos que confirmem os efeitos positivos da realocação da adubação para a fase de pastagem no desempenho produtivo da forrageira e na composição química da forragem.

Diante da problemática aventada, o objetivo neste trabalho foi avaliar como as estratégias de adubação afetam o acúmulo e composição química da forragem no período de segunda safra em Sistemas integrados de produção agropecuária em plantio direto no Cerrado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistemas integrados de produção agropecuária

Os sistemas de produção tradicionais são baseados no uso intensivo de monocultura, essencialmente fundados na tecnologia de insumos com alto risco operacional, onde o setor pecuário é responsável por elevadas emissões de gases que favorecem o aquecimento global (MARTINS et al., 2015). Nesse cenário, a agricultura e pecuária vêm sendo pressionadas a substituir esses métodos convencionais de produção, buscando a adoção de sistemas de produção que visem a maximização da produção de alimentos com mínimos impactos ambientais.

Por essa razão, os SIPA vêm ganhando destaque objetivando suprir a demanda crescente de alimentos por meio do aumento na produtividade buscando máxima eficiência dos recursos (LIMA et al., 2018). Os SIPA são reconhecidamente uma opção de sistema de produção que transita entre a intensificação e a sustentabilidade (CARVALHO et al., 2011). Carvalho et al. (2011), descrevem que o pilar conservacionista do SIPA é o plantio direto que por vezes pode ser associado à pastagem, buscando os benefícios relacionados a inserção do animal.

A inserção do animal é importante, pois potencializa a ciclagem de nutrientes por meio da ingestão, digestão da forragem e retorno dos nutrientes ao solo via excretas (BALBINOT et al., 2009). Desta forma, o animal acelera a mineralização do material consumido, deixando-o, em sua maioria, prontamente disponível para serem absorvidos pelas plantas. Outro ponto relevante que vale ser destacado é o manejo correto que se deve fazer na pastagem, uma vez que a quantidade e qualidade da forragem consumida implica diretamente sob o ganho de peso animal. Entretanto, o manejo do pasto se aplica de formas diferentes de acordo com algumas condições (clima, solo, planta, água e nutrientes) impostas pelo meio.

No SIPA, tradicionalmente nos meses mais chuvosos do ano (primeira safra) geralmente são cultivadas culturas graníferas como a soja e, em sucessão (segunda safra), é comum o cultivo de gramíneas forrageiras, associada ao pastejo animal. Entretanto, a segunda safra (fase pastagem) não vem sendo preconizada, resultando em baixos índices produtivos, maiores riscos econômicos, em alguns casos, nenhum ou baixo retorno financeiro. Por isso, existe a necessidade de se repensar as atuais estratégias de adubação, buscando a máxima eficiência de utilização de forma responsável, aumentando a produção de alimentos.

2.2 Adubação de sistemas

A adubação de sistemas visa priorizar a máxima eficiência de utilização de nutrientes entre as fases de um sistema (ASSMANN et al., 2017). Essa nova proposta de adubação consiste na aplicação da dose de fertilizante recomendada para a cultura de safra na cultura de cobertura semeada na segunda safra (FRANCISCO et al., 2007), minimizando o seu déficit nutricional. Esse modelo contrasta com as recomendações de adubação realizadas tradicionalmente, onde o fertilizante é aplicado somente na cultura de grãos (primeira safra).

Esse novo conceito de adubação vem ganhando destaque, pois as exportações de nutrientes via produto animal são menores do que as exportadas via grãos, resultando por consequência em maior produção de forragem (FARIAS et al., 2021). Assim, a adubação de sistemas garante maior volume de palhada, melhora a conservação e manutenção da umidade no solo, além de melhorar a ciclagem de nutrientes, que são potencializados pelo componente animal (FERAZZA, 2016).

Anghinoni et al. (2011) reforçam a importância dessa estratégia de adubação. Em um estudo conduzido por esses autores durante oito anos, a exportação média pela cultura da soja foi de 167, 35 e 63 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Em contrapartida, em um período de dez anos, a exportação média de nutrientes por meio da produção animal (PV = 400 kg ha⁻¹) foi de 14, 6,0 e 0,6 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Esses resultados demonstram que a exportação de nutrientes via animal é relativamente baixa, pois a maior parte desses nutrientes retorna ao solo via fezes e urina. O sucesso do SIPA depende do manejo integrado de seus componentes solo-planta-animal (BORTOLLI, 2006). O mesmo autor ainda afirma que a demanda de nutrientes pela cultura agrícola na primeira safra pode ser suprida via ciclagem ou pela adição de nutrientes na forma de adubação orgânica ou inorgânica.

A adubação de sistema, portanto, além de garantir maior produção de forragem, também contribui para a menor deficiência nutricional da cultura de cobertura. Dessa forma, o desenvolvimento vegetativo será estimulado, assim como a maior fixação de carbono no solo (matéria orgânica), que não só reduzirá as emissões de gases de efeito estufa, como contribuirá para que o solo fique menos susceptível à compactação, erosão e escorrimento superficial (ASSMANN et al., 2017). É nesse contexto que estudos têm sido conduzidos com intuito de identificar o melhor momento para adubação e qual seu impacto na produção vegetal.

2.3 Adubação Nitrogenada

O potencial de produção de uma gramínea é determinado principalmente por suas características genotípicas. Todavia, para poder expressar esse potencial, condições adequadas de luminosidade, temperatura, umidade e disponibilidade de nutrientes devem ser atendidas (FAGUNDES et al., 2005). Dentre os fatores supracitados, a disponibilidade de nutrientes é a mais passível de ser manejada. A adubação é uma técnica já muito utilizada quando se busca maior produtividade dentro do sistema produtivo. A disponibilidade de nutrientes interfere diretamente no crescimento e produtividade das

pastagens (LOPES, 2018), sendo a falta de reposição dos nutrientes uma das principais causas da degradação das pastagens brasileiras.

Dos elementos químicos considerados essenciais para o desenvolvimento da planta, o nitrogênio é tido como o principal responsável pela manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras (DUPAS et al., 2016). O nitrogênio também é considerado o nutriente que promove maiores aumentos na produtividade em áreas de pastagens já formadas (LOPES, 2018).

Vários são os estudos que avaliaram a adubação nitrogenada em forrageiras tropicais. Esses estudos têm demonstrado que a adubação de 50 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N diminui a estacionalidade de produção de forragem, além de melhorar o valor nutritivo da forragem (EUCLIDES et al., 2007). Cadish et al. (1994) estimaram que o déficit anual de N em gramíneas cultivadas no Cerrado é por volta de 60 a 100 kg ha⁻¹. Respostas positivas ao N também são encontradas em relação ao perfilhamento e acúmulo de forragem (BALSALOBRE et al., 2003).

A grande resistência da adubação nitrogenada pela maior parte dos produtores está relacionada a grandes perdas do nutriente via volatilização, onerando o custo de produção. Temperaturas elevadas e chuvas antes da adubação intensificam essas perdas, pois solos com alto teor de umidade aceleram a hidrólise da ureia (CASCALDI et al., 2017). Da mesma forma, a ausência de água após a adubação pode também intensificar essas perdas (CABRAL et al., 2021).

Em vista das informações apresentadas e pelo fato das pastagens no Brasil representarem a base da alimentação de animais herbívoros, fica nítido que o manejo da fertilidade do solo é fundamental para contornar o baixo acúmulo de forragem frequentemente encontrado no país, que pode limitar o desempenho animal submetidos ao pastejo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área localizada no município de Rondonópolis/MT (16°33'54" N e 54°41'08" S, altitude 407 m) em um Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa (Tabela 1). 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 máxima e mínima da área experimental durante a condução do experimento são apresentados Figura 1.

O experimento foi implantado em março de 2019 com a semeadura do pasto com *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. BRS Piatã após a colheita da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr.) que é implantada anualmente no mês de outubro em sistema plantio direto. Desde então, a área vem sendo conduzida com a soja na primeira safra (outubro a fevereiro) e pasto de capim-piatã, submetido ao pastejo na segunda safra (março a agosto). Neste trabalho, por se tratar de um experimento de longo prazo, estão contidos os dados das avaliações da pastagem a partir de março de 2021, após a colheita da soja e semeadura do capim-piatã.

Tabela 1 – Caracterização do solo da área experimental antes da implantação do experimento na profundidade de 0-20 cm do solo.

pH	Ca	Mg	Al	CTC	K	P	V	DS	Areia	Silte	Argila
CaCl ₂	cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³		%	kg dm ⁻³	g kg ⁻¹		
5,5	2,5	1,3	0	6,8	69,2	30,8	59,9	1,4	505	75	420

V: Saturação por bases; CTC: Capacidade de troca de cátions; DS: Densidade do solo.

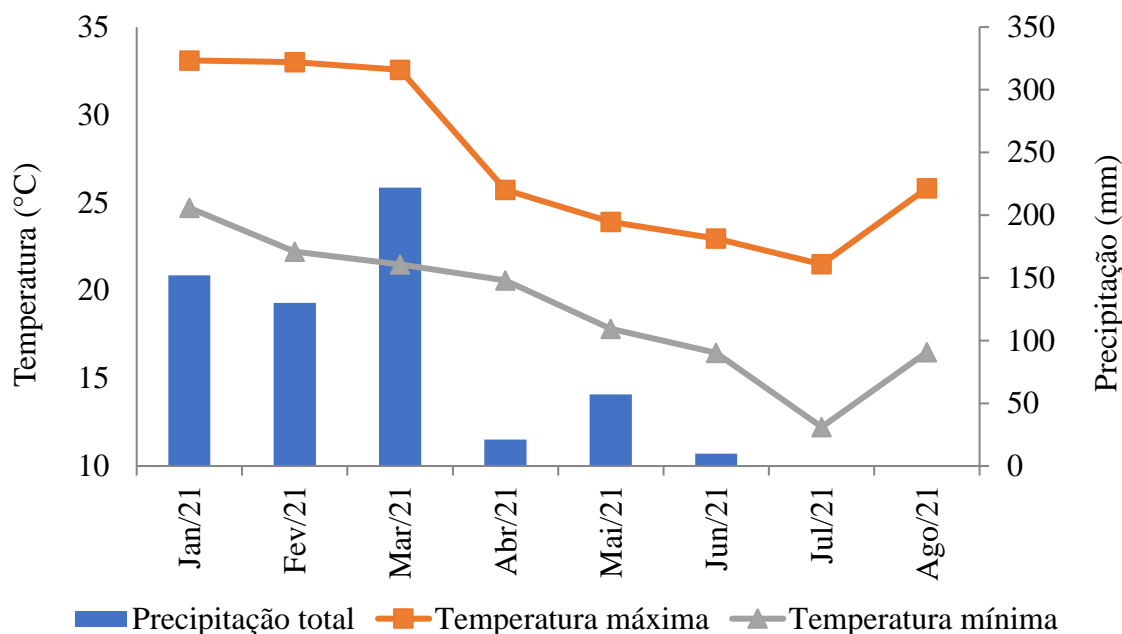


Figura 1. Precipitação mensal e temperaturas mínimas e máximas do ar durante o período experimental no município de Rondonópolis-MT, Brasil.

A área total do experimento é de 22,8 ha, dividida em 12 unidades experimentais. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com quatro tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistem em diferentes estratégias de adubação em SIPA: 1) Adubação de sistemas (N, P e K na fase de pastagem); 2) Adubação com P e K na fase de pastagem; 3) Adubação convencional (P e K na soja) mais N no pasto; e 4) Adubação convencional (P e K na semeadura da soja).

Nos tratamentos em que houve adubação de P e K no pasto, a aplicação desses nutrientes foi realizada após a colheita da soja, na semeadura do capim. A adubação fosfatada e potássica foi calculada para uma estimativa de produtividade de 4,8 Mg ha⁻¹ de grãos de soja. Para tanto foram aplicados anualmente 72 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 90 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de superfosfato triplo e cloreto de potássio (KCl), respectivamente. Nos tratamentos em que incluem a adubação nitrogenada, 100 kg ha⁻¹ de N foi aplicada quando o capim-piatã apresentou quatro folhas expandidas, utilizando como fonte o nitrato de amônio (NH₄NO₃).

A altura do dossel foi determinada semanalmente por meio de 60 medições por unidade experimental com auxílio de régua graduada. Para manejo da altura do pasto, foram utilizados bovinos

machos da raça nelore com peso médio de 256 kg. O pasto foi manejado de acordo com o conceito de pastoreio Rotatínuo (CARVALHO et al., 2013) em lotação contínua de forma com que a média de altura do pasto permanecesse próximo de 32 cm. Para ajuste da taxa de lotação foi utilizada a técnica denominada “*put and take*” (MOOT et al., 1952) que corresponde à entrada e saída de animais reguladores nas unidades experimentais. Os animais permaneceram na área entre 21/04/2021 e 16/07/2021, totalizando 87 dias de pastejo.

Para o acúmulo de forragem foram utilizadas três gaiolas de exclusão por unidade experimental, empregando a técnica do triplo emparelhamento (Moraes et al., 1990) com ciclos de acúmulo de 28 dias, do mês de abril a julho de 2021. A escolha dos locais para alocação das gaiolas foi buscando pontos representativos da média do dossel forrageiro. No mesmo dia da alocação das gaiolas foram selecionadas três áreas que representavam a massa de forragem média da unidade experimental. Nesses locais foi coletada ao nível do solo toda a forragem contida dentro de molduras de 0,25 m² (0,5 × 0,5 m). No final de cada ciclo, uma amostra dentro de cada gaiola e outras três amostras fora das gaiolas foram coletadas utilizando o mesmo procedimento previamente descrito. Realizadas as coletas, as gaiolas eram realocadas em novos pontos representativos da média do dossel forrageiro. No último ciclo foi coletado apenas as amostras dentro das gaiolas. No mesmo ponto onde foram coletadas as amostras para massa de forragem fora das gaiolas, antes da coleta da amostra, foi realizado a contagem de todos os perfilhos dentro de uma moldura de 0,5 × 0,5 cm, a fim de estimar a densidade populacional de perfilho (DPP).

Do material coletado para determinação da massa de forragem do pasto 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 e o restante da amostra foi acomodado em saco de papel, identificado e seco separadamente em estufa de circulação de ar forçada à 60°C até peso constante 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. Após determinação do peso de cada componente, eles foram somados ao restante da amostra para determinação da massa de forragem.

O acúmulo de forragem foi calculado pela diferença entre a massa de forragem de dentro das gaiolas no último dia do ciclo de acúmulo e a massa de forragem média do pasto no dia em que as gaiolas foram alocadas. O acúmulo total de forragem foi calculado pelo somatório do acúmulo de todos os ciclos de avaliação.

As amostras para a composição química da forragem foram coletadas mensalmente por meio de simulação de pastejo (JOHNSON, 1978). O material colhido foi seco em estufa de circulação de ar forçada a 60°C por 72 horas e moído em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm. Foram avaliados os teores de proteína bruta (PB) (SILVA et al., 2002), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) que se baseiam na obtenção dos componentes solúveis em reagentes específicos, conhecidos como detergente neutro e detergente ácido (DE SOUZA et al., 1999).

Para análise estatística, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A técnica estatística multivariada (análises de fatores e de componentes principais - ACP) foram usadas para estabelecer atributos com poder discriminatório e potenciais indicadores do efeito de produção e composição química da forragem sob estratégias de adubação em SIPA.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes estratégias de adubação não afetaram o acúmulo total e massa de forragem ($P > 0,05$) apresentando valores médios de 6515 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e 3025 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 2). Esses resultados diferem dos trabalhos realizados por Ceretta et al. (2002), Vitor et al. (2009) e Farias et al. (2020) que encontraram aumento na produção de forragem quando foi realizada adubação nitrogenada. Essa ausência de diferença pode ter ocorrido devido à baixa temperatura e precipitação média (Figura 1). Nesse sentido, é importante lembrar que a absorção e o transporte de nutrientes na planta ocorrem a partir das raízes, sendo dependente do fluxo de água e ação transpiracional (NOGUEIRA et al., 2020).

Tabela 2. Acúmulo total de forragem, massa de forragem e densidade populacional de perfilhos do capim-piatã em sistemas integrados de produção agropecuária sob diferentes estratégias de adubação no Cerrado.

Estratégia de adubação	Acúmulo total de forragem	Massa de forragem	Densidade populacional de perfilhos
	kg MS ha ⁻¹ ciclo ⁻¹	kg MS ha ⁻¹	perfilhos m ²
AS+N	6860ns	3120ns	273ns
AS-N	6330	2750	278
AC+N	7110	3290	270
AC-N	5760	2940	262

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. ns = não significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

AS+N = Adubação de sistema com nitrogênio; AS-N = Adubação de sistema sem nitrogênio; AC-N = Adubação convencional sem nitrogênio; AC+N = Adubação convencional com nitrogênio.

Além disso, o déficit hídrico associado à baixa temperatura pode diminuir a permeabilidade da membrana, reduzindo os processos de respiração prejudicando a absorção de água (NOGUEIRA et al., 2020) e, conseqüentemente, reduzindo também a absorção de N. Ainda, a expansão e divisão celular da planta dependem da disponibilidade hídrica (PEIXOTO, 2011). O déficit hídrico, portanto, pode ser um dos fatores que limitou a resposta da forrageira às diferentes estratégias de adubação. A massa de forragem pode não ter diferido devido ao manejo do pastejo adotado (CARVALHO et al., 2016) que foi o mesmo para todos os tratamentos (altura média do dossel), garantindo uniformidade da área pastejada.

Esse resultado está de acordo com o observado por Euclides et al. (2008) que estudando a produção de forragem e características do dossel forrageiro sob pastejo não constatou diferença significativa na massa de forragem e atribui esse resultado ao ajuste na taxa de lotação nos diferentes tratamentos.

Para DPP não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P = 0,97$), apresentando valor médio de 270 perfilhos por m^2 (Tabela 2). A influência do N sobre o perfilhamento já é bem consolidada na literatura. Lima et al. (2021), avaliando diferentes doses de N observaram aumento linear na DPP com aumento da dose. Da mesma forma, Gomide (1997) descreve que a baixa disponibilidade de N influencia negativamente na DPP. A absorção de N impacta diretamente no desenvolvimento das plantas, incluindo a ativação de meristemas axilares dormentes (GARCEZ NETO et al., 2002). Partindo desse princípio, a baixa precipitação durante o período experimental pode ter limitado a solubilidade e disponibilidade do N aplicado, limitando a ação do N no perfilhamento e manutenção da produtividade do capim-piatã. De acordo com Cabral et al. (2021), o N é o nutriente mais limitante para a manutenção da produtividade das forrageiras.

As estratégias de fertilização afetaram o teor de PB da forragem ($P < 0,01$). Sendo maior nos tratamentos com aplicação de N na fase de pastagem em comparação com aqueles sem N (AS+N e AC+N) (Tabela 3). Esse resultado evidencia que a fertilização nitrogenada eleva o teor de PB da forragem, que possibilita fornecer aos animais um alimento com teor de proteína bruta que atenda aos requisitos mínimos dos animais no período seco. Ademais, resíduos vegetais com altos teores de N apresentam menor relação C:N, acelerando a decomposição e mineralização da fitomassa (SILVA et al., 2009), podendo favorecer a cultura em sucessão ao pasto. Resultados semelhantes aos aqui observados foram encontrados por Bernardon et al. (2021) que estudaram épocas de adubação nitrogenada em sistema que teve cultivo de milho (*Zea mays* L.) no verão e pastagens no inverno.

Tabela 3. Teor de proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) da forragem de capim-piatã em sistemas integrados de produção agropecuária sob diferentes estratégias de adubação.

Estratégia de adubação	Proteína Bruta	FDN	FDA
		-----%-----	
AS+N	17,3a	59,4b	29,76ns
AS-N	13,9b	62,7ab	31,07
AC+N	16,3a	62,3ab	29,83
AC-N	12,7b	63,7a	31,43

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

ns = não significativo pelo teste tukey a 5% de probabilidade.

Os autores observaram que quando a adubação foi realizada após a colheita do milho, ou seja, na fase de pastagem, a forragem apresentou maior concentração de N quando comparado à fertilização realizada apenas na fase de cultivo agrícola (milho).

As estratégias de adubação afetaram a FDN da forragem ($P = 0,02$). O teor de FDN foi menor no tratamento que recebeu N, P e K na pastagem (AS+N) em relação ao tratamento com adubação convencional (P e K no plantio da soja) (Tabela 3). Percebemos então que a adubação nitrogenada na fase pastagem associada a adubação de P e K, pode resultar em maior consumo de forragem pelo animal. Da mesma forma, Costa et al. (2013), estudando a influência da adubação nitrogenada no acúmulo e valor nutritivo da forragem de capim-tanzânia (*Panicum maximum* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs cv. Tanzânia), encontraram redução de 8% no teor de FDN nos tratamentos que receberam N quando comparado ao tratamento sem nitrogênio. Isso pode ser atribuído a maior concentração de constituintes celulares solúveis na parede celular, principalmente a proteína bruta (DE SOUZA ALVES et al., 2008).

Segundo Van Soest (1965), valores de FDN acima de 55 a 60% podem limitar o consumo de forragem pelo animal. Sendo o teor de FDN o fator mais limitante do consumo de volumosos (VAN SOEST, 1994), o consumo do animal quando a pastagem é fertilizada com N tende a ser maior, devido ao menor teor de FDN da forragem, o que pode resultar em maior ganho de peso dos animais que a consomem. Esse resultado, juntamente com o de PB, evidencia que o manejo de adubação em SIPA pode ser uma alternativa para melhorar a composição química da forragem de gramíneas tropicais em sucessão a soja. Não houve diferença significativa entre as estratégias de adubação no teor de FDA da forragem ($P > 0,34$; Tabela 3). Assim, podemos inferir que a estratégia de adubação não interfere na digestibilidade do alimento, uma vez que a digestibilidade de um alimento está diretamente correlacionada com o FDA (COSTA et al., 2005). Do mesmo modo, não houve diferença significativa na composição morfológica do capim-piatã sob diferentes estratégias de adubação em SIPA ($P > 0,05$; Tabela 4).

Tabela 4. Composição morfológica de *Urochloa brizantha* cv. BRS Piatã submetido a diferentes estratégias de adubação em sistemas integrados de produção agropecuária.

Tratamento	Folha	Colmo	Senescente
	----- % -----		
AS+N	33,50ns	49,05ns	17,45ns
AS-N	32,13	56,10	11,80
AC+N	29,95	50,26	19,79
AC-N	32,28	53,88	14,25

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

ns = não significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

AS+N = Adubação de sistema com nitrogênio; AS-N = Adubação de sistema sem nitrogênio; AC-N = Adubação convencional sem nitrogênio; AC+N = Adubação convencional com nitrogênio.

Esse resultado pode ser atribuído à altura de manejo que foi o mesmo para todos os tratamentos. A forma como a forragem é apresentada ao animal é fundamental, tendo em vista sua seletividade natural que ocorre de acordo com a disponibilidade de folha, colmo e material senescente (STOBBS, 1973). Por essa razão, a ausência de diferenças na composição morfológica entre os tratamentos sugere que os animais tiveram acesso a estruturas de dossel semelhantes independentemente da estratégia de fertilização.

Embora a análise univariada não tenha demonstrado diferença significativa no acúmulo de forragem, a ACP demonstrou que o N afeta o acúmulo de forragem (Figura 2). Os tratamentos com N apresentaram alta correlação com acúmulo e composição química da forragem (maior PB e menor FDN). Esses resultados mostram que as estratégias de adubação com aplicação de N no pasto (AS+N e AC+N) foram associadas à maiores valores de acúmulo de forragem, massa de forragem, PB e proporção de material senescente. Neste sentido, Castagnara et al. (2011), testando o efeito crescente de doses de N sobre características morfogênicas, estruturais e produtivas de capins do gênero *Brachiaria sp* encontrou resultados semelhantes aos do presente estudo, pois observou correlação linear positiva para as características de produção de matéria seca e taxa de acúmulo de forragem de acordo com o aumento das doses de N. Fica claro, portanto, a influência positiva do N no desempenho produtivo de gramíneas forrageiras tropicais.

As estratégias de adubação sem N (AS-N e AC-N) estão associadas aos maiores valores de FDN, FDA e proporção de colmo (Figura 2). Assim, como já comentando anteriormente, podemos inferir que a ausência de adubação nitrogenada pode limitar o consumo e a digestibilidade da planta forrageira pelo ruminante. Além disso, a associação dos tratamentos sem N com os maiores valores de FDN e FDA e maior porcentagem de colmo demonstram piora na composição química da forragem quando o N não é aplicado na pastagem.

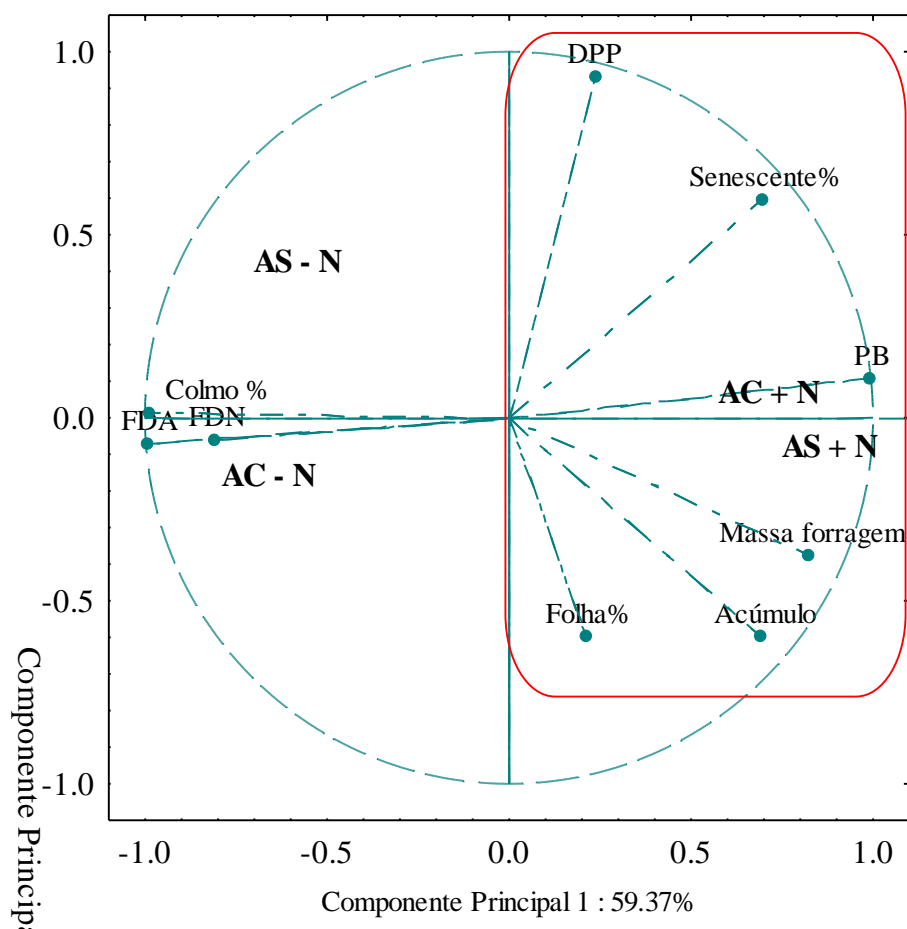


Figura 2. Análise de componentes principais (ACP) com base nas variáveis de densidade populacional de perfilhos, massa de forragem, composição morfológica e acúmulo e composição química da forragem sob manejo convencional e adubação de sistemas com e sem N.

A análise de componentes principais explicou 82,70% (59,37% na CP1 e 23,33% na CP2) da variância total, com autovalores acima de 1,0 (Figura 3). A CP1 foi definida pelas variáveis correlacionadas com a composição química, morfológica (colmo e senescente), massa e acúmulo de forragem (Figura 2), obedecendo a seguinte ordem de contribuição de importância: FDA (-1,00) > PB (0,99) e colmo (-0,99) > massa de forragem (0,82) > FDN (-0,81) > material senescente (0,70) > acúmulo de forragem (0,69) (Figura 3). A CP2 foi caracterizada pela densidade populacional de perfilhos (0,93) > acúmulo de forragem (-0,60), proporção de folha (-0,60) e proporção de material senescente (0,60).

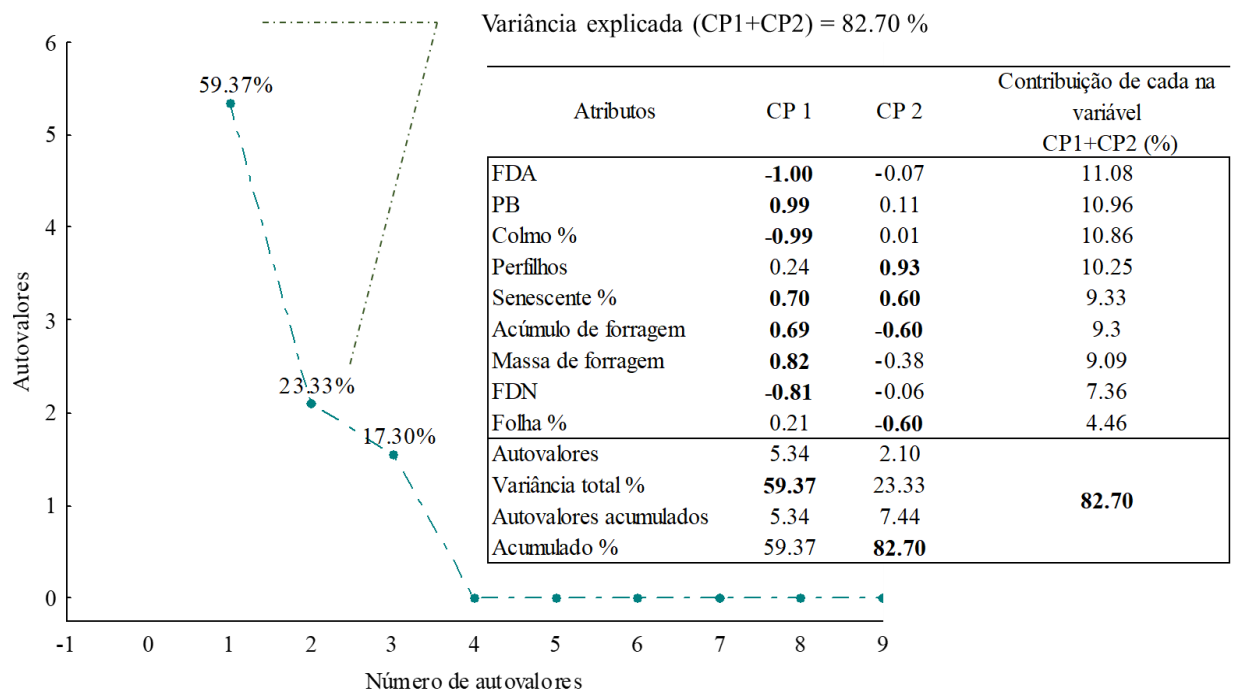


Figura 3. Gráfico de “scree-plot” para proporção da variação no conjunto de dados explicada pelo componente principal (PC) e contribuição de cada variável para explicação acúmulo de forragem sob manejo convencional e de adubação de sistemas com e sem N no Cerrado Mato-grossense, Brasil.

5. CONCLUSÃO

A adubação nitrogenada na fase de pastagem em SIPA contribui para aumento no acúmulo de forragem e os teores de PB que associada à adubação com P e K na pastagem reduz a FDN da forragem do capim-piatã. Em SIPA a realocação da adubação com P e K da cultura da soja para a fase de pastagem tem pouca influência no acúmulo de forragem.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A. Stape, J. L. Sentelhas, P. C. Gonçalves, J. L. M. Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 22, No. 6, 711–728, 2013.
- ANGHINONI, I. Assmann, J. M. Ciclagem de nutrientes em sistema de integração soja-pecuária de corte em plantio direto e implicações na adubação. *Internacional Plant Nutrition Institute*, [s. l.], ed. 1, 2011. Disponível em: [http://www.ipni.net/PUBLICATION/IABRASIL.NSF/0/250966CE3BE6EFEF83257A8D0068ED82/\\$FILE/Jornal136.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IABRASIL.NSF/0/250966CE3BE6EFEF83257A8D0068ED82/$FILE/Jornal136.pdf). Acesso em: 30 nov. 2021.
- ASSMANN, T. S., Soares, A. B., Assmann, A., Huf, F. I., & Lima, R. C. De Adubação de Sistemas em Integração Lavoura-Pecuária. In: *Palestras: intensificação com sustentabilidade. Congresso Brasileiro de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária*. 2017. p. 67-84.
- BALBINOT Junior, A. A., Moraes, A. D., Veiga, M. D., Pelissari, A., & Dieckow, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. *Ciência Rural*, v.39, n.6, p.1925-1933, 2009.
- BALSALOBRE, M. A. A., Corsi, M., Santos, P. M., Vieira, I., & Cárdenas, R. R. Composição química e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos do capim-tanzânia irrigado sob três níveis de resíduo pós-pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, p. 519-528, 2003.
- BERNARDON, A., Simioni, A. T., Brugnara, S. A., Franzluebbbers, A., Maccari, M., & de Bortolli, M. A. Carryover of N-fertilization from corn to pasture in an integrated crop-livestock system. *Archives of Agronomy and Soil Science*, v. 67, n. 5, p. 687-702, 2021.
- BORTOLLI, M. A. Adubação de sistemas: Antecipação de adubação nitrogenada para cultura do milho em integração Lavoura-pecuária. 2016. 87 f. Tese (Doutorado em agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná. 2016.
- CABRAL, C. E. A., Cabral, C. H. A., Santos, A. R. M., Motta, A. M., & Mota, L. G. Impactos técnico-econômicos da adubação de pastos. *Nativa*, v. 9, n. 2, p. 173-181, 2021.
- CADISCH, G.; Schunke, R. M. Nitrogen cycling in a pure grass pasture and a grass-legume. *Tropical grasslands*, v. 28, p. 43-52, 1994.
- CARVALHO, P. C. F.; Anghinoni, I.; Kunrath, T. R.; Martins, A. P.; Costa, S. E. V. G. A.; Silva, F. D.; Assmann, J. M.; Lopes, M. L. T.; Pfeifer, F. M.; Conte, O. & Souza, E. D. Integração soja-bovinos de corte no Sul do Brasil. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. 62p. (Boletim Técnico).

CARVALHO, Paulo C. de F. et al. Como a estrutura do pasto influencia o animal em pastejo? Exemplificando as interações planta-animal sob as bases e fundamentos do Pastoreio “Rotatínuo”. VIII Simpósio sobre Manejo estratégico da pastagem, Viçosa, MG, p. 309-333, 2016.

CASCALDI, Alexia Morello da Silva. Volatilização de amônia proveniente de ureia protegida em *Brachiaria irrigada*. 2017.

CASTAGNARA, D. D., Zoz, T., Krutzmann, A., Uhlein, A., Mesquita, E. E., Neres, M. A., de Oliveira, P. S. R. (2011). Produção de forragem, características estruturais e eficiência de utilização do nitrogênio em forrageiras tropicais sob adubação nitrogenada. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1637-1647, 2011.

CERETTA, C. A., Basso, C. J., Flecha, A. M. T., Pavinato, P. S., Vieira, F. C. B., & Mai, M. E. M. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, p. 163-171, 2002.

COSTA, K. A. D. P., Rosa, B., Oliveira, I. P. D., Custódio, D. P., & Silva, D. C. Efeito da estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. 2005.

COSTA, N. D. L., Moraes, A. D., Monteiro, A. L. G., Motta, A. C. V., Oliveira, R. A. D., & Rodrigues, A. N. A. Forage productivity and morphogenesis of *Axonopus aureus* under different nitrogen fertilization rates. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 42, n. 8, p. 541-548, 2013.

DE LIMA, R. O., vendruscolo, Marice C., dalbianco, Alessandro B. Características agronômicas do capim BRS Piatã submetido a doses de nitrogênio e cortes. *PUBVET*, v. 15, p. 168, 2020.

DE SOUZA A., Josineto, P., A. J. V., Matsumoto, S. N. F., M. P., & Ribeiro, G. S. Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* Stapf. submetida a diferentes doses de nitrogênio e volumes de água. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2008.

DE SOUZA, G. B., de Araujo N. A. R., Sumi, L. M., & Batista, L. A. R. Método alternativo para a determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido. Embrapa Pecuária Sudeste, 1999.

DUARTE, A. P., Cantarella, H. Adubação em sistemas de produção de soja e milho safrinha. Seminário nacional do milho safrinha: rumo a estabilidade, v. 9, p. 44-61, 2007.

DUPAS, E. B., S., Rabêlo, F. H. S., Sarto, A. L., Cheng, N. C., Filho, M. C. M. T., & de Niro Gazola, R. 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*, v. 10, n. 9, p. 1330-1338, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Brasil). *Brachiaria brizantha - BRS Piatã*. In: *Brachiaria brizantha - BRS Piatã*. [S. l.], 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnicas/-/produto-servico/865/brachiaria-brizantha-brs-piata>. Acesso em: 29 nov. 2021.

EUCLIDES, V. P. B., Macedo, M. C. M., Valle, C. B. D., Barbosa, R. A., & Gonçalves, W. V. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v. 43, p. 1805-1812, 2008.

EUCLIDES, V. P. B., Macedo, M. C. M., Zimmer, A. H., Medeiros, R. N. D., & Oliveira, M. P. D. Características do pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, p. 1189-1198, 2007.

FAGUNDES, J. L., Fonseca, D. M. D., Gomide, J. A., Nascimento Junior, D. D., Vitor, C. M. T., Morais, R. V. D., Mistura C., Reis G. C., Martuscello, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, p. 397-403, 2005.

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*, v. 40, n. 6, p. 1-9, 2020.

FERRAZZA, J. M. Antecipação da adubação potássica da soja aplicada na pastagem hibernal em sistemas integrados de produção agropecuária. 2016. 92 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2016.

FRANCISCO, E. A. B.; Câmara, G. M. S.; Segatelli, C. R. Estado nutricional e produção do capim-pé-de-galinha e da soja cultivada em sucessão em sistema antecipado de adubação. *Bragantia*, v.66, n. 2, p.259-266, 2007.

FREITAS, C. M. Produção de forragem e desempenho animal em sistemas integrados de produção agropecuária com adubação de sistemas no cerrado. 2021. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/72217>. Acesso em: 1 dez. 2021.

GALINDO, F. S., Buzetti, S., Teixeira Filho, M. C. M., Dupas, E., & da Cunha Carvalho, F. Manejo da adubação nitrogenada no capim-mombaça em função de fontes e doses de nitrogênio. *Revista de ciências agrárias*, v. 41, n. 4, p. 900-913, 2018.

GARCEZ NETO, A. F. D., Nascimento Junior, A. J., Regazzi, D. M., Fonseca, P. R., Mosquim, K. F. Gobbi. 2002. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça em diferentes níveis de adubação nitrogenada e regimes de corte. *Rev. Bras. Zootec.* 31: 1890-1900.

GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: Simpósio Internacional Sobre Produção Animal Em Pastejo, 1997, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: UFV, 1997. p.411-430.

JOHNSON, A. D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. In: MANETJE, L. (Ed.) Measurement of grassland vegetation and animal production. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1978. p.96-102.

LIMA, A. C. Avaliação dos componentes de rendimentos do milho em função de estratégias de adubação em sistemas integrados de produção. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

LÓPEZ-MÁRSICO L., Altesor A., Oyarzabal M., Baldassini P., Paruelo J. M. (2015). O pastoreio aumenta a biomassa abaixo do solo e o primário líquido produção em pastagens temperadas. *Planta Solo* 392:155–162.

MORAES, A.; Carvalho, P. C. F.; Lustosa, S. B. C.; Lang, C. R.; Deiss, L. Research on Integrated Crop-Livestock Systems in Brazil. *Revista Ciência Agronômica* 45, 1024–1031, 2014.

MORAES, A.; Moojen, E. L.; Maraschin, G. E. Comparação de métodos de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. Anais. Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p.332.

MOTT, G. O.; Lucas, Henry L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: International grassland congress. 1952. p. 1380-1395.

NOGUEIRA, M., Reis, A., Coimbra, M., Oliveira, Carolina, Brandão, Débora; Raspe, Djéssica. Fisiologia Vegetal: Agronomia. In: FISILOGIA Vegetal: Agronomia. ed. [S. l.]: SAGAH, v. 1, cap. 6, p. 99-110, 2020. ISBN 978-65-81492-99-1.

PEIXOTO, C. P. Curso de fisiologia vegetal. Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, v. 177, 2011.

SANTOS, V. A. C.; Echeverria, D. M. S.; Macedo, M. C. M. Características agronômicas e produtividade de seis forrageiras do gênero *Brachiaria* cultivadas no período de outono-inverno em sistema de integração lavoura-pecuária. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 48., 2011, Belém, PA, Anais...Belém: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2011 (CD-ROM).

SILVA, D. J.; Queiroz, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.24, p.821-829, 1973.

TELES, T. G. R. M., Carneiro, M. S. D. S., Soares, I., Pereira, E. S., Souza, P. Z. D., & Magalhães, J. A. Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 sob efeito de adubação com NPK. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 33, n. 2, p. 137-143, 2011.

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

VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition on and digestibility. *Journal of Animal Science*, n.24, v.3, p.834-844, 1965.

VITOR, C. M. T., Fonseca, D. M. D., Cóser, A. C., Martins, C. E., Nascimento Júnior, D. D., & Ribeiro Júnior, J. I. Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. *Revista brasileira de zootecnia*, v. 38, p. 435-442, 2009.