

UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA

**APLICAÇÃO DE RESÍDUO DE CONFINAMENTO BOVINO NA
ADUBAÇÃO DE PASTAGEM**

Autora: Camila de Lima Viana Camargo
Orientador: Denilson de Oliveira Guilherme

Campo Grande
Mato Grosso do Sul
Janeiro de 2024

UNIVERSIDADE CATÓLICA DOM BOSCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM
CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA

Aplicação de resíduo de confinamento bovino na adubação de pastagem

Autora: Camila de Lima Viana Camargo
Orientador: Denilson de Oliveira Guilherme

"Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE AGROPECUÁRIA, no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária da Universidade Católica Dom Bosco - Área de concentração: "Sustentabilidade Ambiental e Produtiva Aplicada ao Agronegócio e Produção Sustentável"

Campo Grande
Mato Grosso do Sul
Janeiro de 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

C172a	Camargo, Camila de Lima Viana Aplicação de resíduo de confinamento bovino na adubação de pastagem/ Camila de Lima Viana Camargo sob orientação do Prof. Dr. Denilson de Oliveira Guilherme.-- Campo Grande, MS : 2024. 51 p.: il.
	Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária) - Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande- MS, 2024 Bibliografia: p. 44- 51
	1. Urochloa brizantha cv. Xaraés. 2. Forrageira. 3. Esterco. 4. Confinamento I.Guilherme, Denilson de Oliveira. II. Título.
	CDD: 636.23

FOLHA DE APROVAÇÃO

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus e a Nossa Senhora, pelas interseções, me guiando e iluminando cada passo.

À minha família, em especial as minhas filhas Maria Eduarda e Maria Fernanda (que está caminho), meu esposo Willian por toda a paciência, compreensão e apoio nos momentos mais difíceis, e aos meus pais, sou eternamente grata por tudo.

À minha amiga e colega de turma Lívia Giurizzatto que compartilhou comigo este percurso acadêmico, com muitos momentos de preocupações e aflições.

À todos pessoas envolvidas no Laboratório de Análises Físico-químicas / CEPAGRO, em especial ao Demeciano Arce Neto, Vinicius Oliveira Lopes e Jonas Borges Pereira da Silva, pela colaboração e disposição no processo das análises.

À empresa de Sementes Agromafi e Confinamento Milena, pelo fornecimento de materiais que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa que possibilitou a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos Programa de Suporte à Pós-graduação de Instituições de Ensino Particulares e Comunitárias (PROSUC).

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. OBJETIVO GERAL.....	14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. Confinamento Bovino	15
3.2. Impactos ambientais na aplicação de dejetos bovinos no solo	17
3.3. Alterações nos atributos do solo com a adubação orgânica	18
3.4. Resposta das forrageiras à adubação orgânica	19
3.5. ESG na Pecuária	20
4. MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1. Localização e caracterização da área experimental.....	23
4.2. Descrição do dejeito	23
4.3. Adubação e semeadura	24
4.4. Obtenção de sementes e condução das plantas	24
4.5. Delineamento experimental	24
4.6. Aplicação do dejeito	25
4.7. Avaliações	25
4.8. Análise Estatística	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1. Altura de plantas.....	27
5.2. Massa de matéria úmida da parte aérea.....	28

5.3. Massa de matéria seca da parte aérea	28
5.4. Nitrogênio total e Proteína bruta	29
5.5. Análise química do solo	29
5.6. Análise química do dejeto	32
5.7. Análise da Estatística Descritiva	35
5.8. Análise de Variância	38
5.8.1. Primeiro Corte	38
5.8.2. Segundo Corte	39
5.8.3. Terceiro Corte	40
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Análise granulométrica dos solos utilizados no experimento	23
Tabela 2. Altura média das plantas (cm).....	27
Tabela 3. Massa de matéria úmida (g).....	28
Tabela 4. Massa de matéria seca (g)	28
Tabela 5. Nitrogênio total (%) e Proteína bruta (g)	29
Tabela 6. Análise química do solo no início e final do experimento.....	30
Tabela 7. Análise química do dejeto nos diversos tempos de maturação.....	32
Tabela 8. Estatística descritiva para a variável Altura	35
Tabela 9. Estatística descritiva para a variável Massa úmida.....	36
Tabela 10. Estatística descritiva para a variável Massa seca.....	36
Tabela 11. Estatística descritiva para a variável Nitrogênio total	36
Tabela 12. Estatística descritiva para a variável Proteína bruta	37
Tabela 13. ANAVA para as variáveis Altura, Massa úmida, Massa seca, Nitrogênio total e Proteína bruta no 1º corte.....	38
Tabela 14. Teste Tukey para a variável Massa úmida e Massa seca no 1º corte	38
Tabela 15. ANAVA para a variável Altura, Massa úmida, Massa seca, Nitrogênio total e Proteína bruta no 2º corte.....	39
Tabela 16. ANAVA para a variável Altura, Massa úmida, Massa seca, Nitrogênio total e Proteína bruta no 3º corte.....	41

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Incremento dos teores de P, S (mg dm^{-3}), K, Ca e Mg ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) no solo entre o início e final do experimento	31
Figura 2. Incremento dos níveis de micronutrientes no solo (mg dm^{-3}) entre o início e final do experimento.....	31
Figura 3. Incremento de matéria orgânica e pH no solo (M.O. em g dm^{-3}) entre o início e final do experimento.....	31
Figura 4. Regressão para fósforo nos diferentes tempos de maturação do dejeto bovino.....	33
Figura 5. Regressão para cálcio nos diferentes tempos de maturação do dejeto bovino	33
Figura 6. Regressão para ferro nos diferentes tempos de maturação do dejeto bovino	34
Figura 7. Regressão para matéria orgânica nos diferentes tempos de maturação do dejeto bovino.....	34
Figura 8. Regressão para pH nos diferentes tempos de maturação do dejeto bovino	34

RESUMO

O confinamento de bovinos é uma atividade potencialmente poluidora em virtude dos resíduos orgânicos produzidos. Diante disso, desenvolveu-se um experimento em casa de vegetação na Fazenda Escola da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, com irrigação diária de dois litros de água e temperatura média de 25°C. O objetivo foi avaliar o efeito da maturação de esterco bovino gerado em confinamento sobre os atributos químicos do solo e a produtividade de *Urochloa brizantha*, cv. Xaraés, em três tipos de solos: arenoso, argiloso e franco. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 5 x 3, com três repetições. Para a adubação, utilizou-se a correção com adubo NPK e calagem, de acordo com a análise química do solo. Aos 20 dias após a adubação, foi realizada a semeadura do capim com uma taxa de aplicação de 0,6 gramas de sementes por vaso. Aos 30 dias após o plantio, foi realizada a primeira aplicação do esterco bovino com uma dose de 420 g por parcela. O corte do capim foi realizado 60 dias após o plantio, a uma altura de 5 cm da superfície do solo. Foi realizada a avaliação de altura das plantas, massa úmida, massa seca, teor de N total e Proteína bruta. Os resultados demonstraram que a aplicação de dejeto bovino com tempo de maturação de 90 dias apresentou os melhores resultados de produtividade da *Urochloa brizantha* cv. Xaraés. O solo de textura franca obteve os maiores valores de produtividade média.

Palavras-chave: *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, forrageira, esterco, confinamento.

ABSTRACT

The confinement of cattle is a potential polluting activity due to the organic waste produced. Therefore, an experiment was developed in greenhouse at the Dom Bosco Catholic University (UCDB) school farm, in Campo Grande, Mato Grosso do Sul, with daily irrigation of two liters of water and average temperature of 25°C. The objective was to evaluate the effect of cattle manure maturation generated in confinement on the soil chemical attributes and productivity of *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, in three types of soils: sandy, clayey and loamy texture. A randomized block delineation was designed in a 5 x 3 factorial scheme, with three replications. The soil fertilization was performed with NPK fertilizer and liming, according to the chemical analysis of the soil. At 20 days after fertilization, the grass was sown with an application rate of 0.6 grams of seeds per pot. At 30 days after planting, the first application of cattle manure was performed, with a dose of 420 g of dairy manure per plot. The grass was cut 60 days after planting, at a height of 5 cm from the soil surface. Plant height, wet mass, dry mass, total N content and crude protein content were evaluated. The results demonstrated that the application of cattle manure with a maturation time of 90 days presented the best productivity results for *Urochloa brizantha* cv. Xaraés. The loam texture soil obtained the highest average productivity values.

Keywords: *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, forage, organic compound, confinement.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo e é o segundo maior produtor de carne bovina (FAO, 2023). Em 2022, o rebanho bovino brasileiro alcançou recorde de 202,78 milhões de animais, onde Mato Grosso do Sul ocupou a 3^a posição, com 22,5 milhões de animais (ABIEC, 2023).

O confinamento bovino passou a ter expressão no país a partir de 1980, desenvolvido para resolver o problema da escassez de forragem, proporcionando ganhos ou a manutenção do peso vivo durante a época mais seca do ano. Além disso, aproveita períodos em que a carne bovina tem melhores preços de mercado (Lazzarini Neto, 2000).

A engorda de bovinos em confinamento se destaca como uma alternativa ao sistema tradicional, tendo como vantagens a redução da idade de abate, produção de carne de melhor qualidade, aumento da oferta na entressafra, maior giro de capital e melhor aproveitamento das áreas de pastagens. Como desvantagens, tem maior custo da arroba e a geração de resíduos, se apresentado como um desafio para criadores e especialistas, uma vez que abrange considerações técnicas, sanitárias e econômicas (Ricardo, 2016; Lima, 2016).

Quando o esterco é amontoado a céu aberto, pode provocar a proliferação de moscas, roedores e a contaminação de águas subterrâneas por seus efluentes. Quando aplicados de forma excessiva podem ter efeitos negativos ao meio ambiente, como a contaminação de recursos hídricos, o aumento da emissão de gases de efeito estufa e a eutrofização de corpos d'água (Silva, 2018; Palhares, 2019).

Com o aumento da produção de bovinos em sistema intensivo, a disponibilidade e o uso de fertilizantes orgânicos, principalmente o dejeto bovino, tem aumentado significativamente. A utilização estratégica do esterco para suprir parte da demanda de nitrogênio exigido pelas culturas propicia retorno dos nutrientes extraídos e diminuição no consumo de fertilizantes sintéticos (Paula *et al.*, 2020).

Além de fornecer N e outros nutrientes, o esterco melhora o teor de matéria orgânica, pH do solo, CTC, porosidade, agregação e densidade do solo, entre outras propriedades (Silva, 2018). Contudo, a aplicação desse dejeto não segue um padrão específico, podendo variar a composição, a maturação, a dose e a forma de aplicação (Oliveira *et al.*, 2016).

Segundo dados do relatório de perspectivas da população mundial projetados pela Organização das Nações Unidas, estima-se que até o ano de 2050 o número de habitantes no planeta pode alcançar cerca de 9,7 bilhões de pessoas. Paralelo a isso, haverá também o aumento na demanda de itens básicos como alimentação e água doce (ONU, 2022).

Dante dessa situação, surgiu o conjunto de padrões e práticas ESG, que consistem em um novo modelo de gestão adotado para promover ações corporativas responsáveis, a fim de garantir o crescimento econômico sustentável e inclusivo. Os pilares desse modelo de gestão estão relacionados a 3 temas principais: meio ambiente (Environment), social (Social) e governança (Governance), onde se busca o desenvolvimento e produção mais sustentáveis, aumentando a responsabilidade social e melhorando a gestão do negócio (GRI, 2021).

A transformação da pecuária bovina de corte em uma atividade sustentável é uma agenda estratégica para o país, considerando que a atividade é frequentemente associada ao desmatamento, à emissão de gases de efeito estufa e à degradação do solo e dos recursos hídricos (Michelini, 2016).

A adoção de tecnologias e de boas práticas agropecuárias (BPAs) tem crescido, permitindo o abate com menor tempo e maior peso, reduzindo a pressão pela abertura de novas áreas. No entanto, a difusão de boas práticas ainda é um desafio, considerando os diversos ciclos produtivos e diferentes perfis de produtores. Mesmo com programas de incentivo para o apoio à sustentabilidade e uma evolução institucional do ambiente de negócios, como rastreabilidade, certificações e pagamento por serviços ambientais (PSA), ainda existe uma barreira de acesso do produtor rural e dificuldade de pagar o custo de oportunidade (Harfuch *et al.*, 2023).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da maturação do dejetos bovinos gerado em confinamento e sua aplicação em distintos tipos de solos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar o efeito do tempo de maturação do dejetos bovinos sobre aspectos nutricionais para fins de adubação.
- b) Avaliar o comportamento do dejetos bovinos sobre distintos tipos de solos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Confinamento Bovino

O Brasil é o país com o maior rebanho bovino comercial do mundo. De acordo com dados da ABIEC (2023), o rebanho brasileiro chegou a 202,78 milhões de cabeças em 2022, para a pecuária de corte e leiteira, onde 18,2 % dos animais foram terminados em confinamento. Mato Grosso do Sul ocupa o terceiro lugar no efetivo de bovinos, com 22,5 milhões de cabeças. Em 2022, o país exportou 3,02 milhões de toneladas de carne bovina, onde o Estado de MS contribuiu com cerca de 205 mil ton., ocupando o quarto lugar no ranking.

As projeções do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2021a) para 2030/31 apontam para um aumento de produção do setor de carnes na ordem de 24%, sendo a carne bovina responsável pelo crescimento de 17%. As mesmas projeções indicam também um elevado crescimento das exportações em relação à carne bovina brasileira, sendo o Brasil, em 2030/31, líder na exportação de carne bovina, com 30,5% do volume total.

Segundo o último Censo Agropecuário realizado em 2017, o MS possui cerca de 18,4 milhões de hectares ocupados com pastagens, onde aproximadamente 461 mil ha são de pastagens degradadas (IBGE, 2017). A grande extensão de terra necessária se deve ao sistema de produção extensivo de gado a pasto. Esse sistema de produção requer pouco investimento e possui baixo custo de operação, no entanto, explora o cultivo de pastagem de forma extrativista, acima de sua capacidade de suporte (Costa *et al.*, 2006), estando presente na maioria das propriedades do cerrado brasileiro.

Na última década, houve a transformação das áreas produtivas de pastagens para grãos e florestas plantadas em Mato Grosso do Sul, estimulada pela alta busca internacional pela soja, especialmente da China e, a expansão de indústrias de celulose na costa leste do Estado. Apesar disso, a introdução dos sistemas integrados de ILP (Integração Lavoura Pecuária) e ILPF (Integração Lavoura Pecuária Floresta)

aumentaram a adesão aos sistemas sustentáveis na pecuária, focados em produção de baixo carbono, conservação de solo e água e intensificação da pecuária de corte por meio do melhor manejo das pastagens e uso de suplementação estratégica (FAMASUL, 2021).

Apesar dos avanços citados, o potencial de aumento da produção e produtividade das pastagens ainda é alto em relação à situação atual, podendo contribuir muito com o crescimento do agronegócio de forma sustentável no Estado. Sabendo desse potencial, associado à necessidade de recuperação das áreas de pastagens degradadas para melhoria das condições ambientais e disponibilização de área para a produção de alimentos e energia, o uso intensivo e o melhor manejo das pastagens tornam-se imprescindíveis (Oliveira *et al.*, 2014).

A intensificação da atividade extensiva pode ocorrer por meio da melhora da genética, adoção de um manejo adequado de pastagem (espécies, adubação, diferimento ou descanso), suplementação a pasto ou por meio do confinamento de animais, garantindo maior quantidade e qualidade na produção (Maya, 2003).

A partir da década de 80, com o intuito de reduzir o período entre a desmame e o abate, houve um aumento expressivo na quantidade de animais terminados em confinamento no Brasil. Segundo Malafaia *et al.* (2021), em Mato Grosso do Sul o sistema de produção predominante é o intensivo, caracterizado por uma alimentação baseada em pastagem e suplementação durante a fase de recria e pela prática de confinamento e/ou semiconfinamento na terminação dos machos.

Quando confinados, os bovinos permanecem nessa condição entre 60 a 120 dias, onde a engorda é programada para o final da entressafra, entre os meses de maio e outubro, quando o preço da arroba atinge o ponto mais alto (Thiago, 1996). Nesse sentido, devido à pressão pelo uso de terras para agricultura, Medeiros (2013) observa que o sistema de terminação em confinamentos torna-se cada vez mais uma alternativa.

Uma das características da produção de bovinos de corte em sistema de confinamento é a maior disponibilidade de dejetos. Enquanto no sistema extensivo os dejetos são distribuídos naturalmente pelos animais na pastagem, no confinamento estes são acumulados numa área bem menor. Além disso, os dejetos nesses dois sistemas diferem em composição e quantidade, pois os animais confinados recebem uma dieta com alto teor de energia e proteína e tem menor produção de esterco,

enquanto que a dieta baseada em alimentos mais volumosos no sistema extensivo propicia maior produção do insumo (Silva, 2018).

Para as próximas décadas é esperado um grande crescimento na produção de carne bovina. No entanto, para conseguir aproveitar esse momento, o setor deverá superar alguns desafios importantes, como aumentar a produtividade, preservar o meio ambiente, o bem-estar animal, garantir a qualidade e segurança dos produtos e contribuir para a inclusão social. Sendo assim, a criação de bovinos de corte em sistema intensivo (confinamento) será a alternativa mais viável ao produtor.

3.2. Impactos ambientais na aplicação de dejetos bovinos no solo

Considerando que o aproveitamento de nutrientes na dieta de bovinos em confinamento é baixo, até 90% podem ser eliminados no esterco, representando uma forma importante de reciclagem de nutrientes no sistema, em especial o nitrogênio. Entretanto, a variação na produção de esterco e sua composição está relacionada com a idade do animal, raça e alimentação (Braz *et al.*, 2002).

O uso de dejetos animais para elevar a produtividade e o estado nutricional de culturas como parte ou única fonte de nutrientes, sem maiores efeitos deletérios às plantas e ao meio ambiente, além da economia de fertilizantes convencionais (Korres; Shiv Prasad, 2023). Entretanto, a utilização de resíduos como fonte de fertilizante para o solo deve ser feita de maneira criteriosa, para que não venha a ocasionar prejuízos ao solo, afetar culturas exploradas e provocar contaminação de águas superficiais e subterrâneas (Medeiros *et al.*, 2008).

O Brasil não possui ainda uma legislação específica para a disposição final de resíduos sólidos no solo, em especial, para aplicação na agricultura, em florestas e em áreas degradadas, à exceção da Resolução CONAMA nº 498/2020 (BRASIL, 2021), que define critérios e procedimentos para o uso de lodo de esgoto e seu risco potencial ao meio ambiente e à saúde pública. Porém, segundo Matos (2007), a aplicação de dejetos pode ser baseada no balanço com o que está disponível no solo e com o tipo de cultura a ser plantada. Assim, somente será aplicado no solo o que a cultura necessita, evitando o risco de salinização ou lixiviação e, consequente contaminação de águas subterrâneas.

3.3. Alterações nos atributos do solo com a adubação orgânica

Baseando-se no que existe na legislação de outros países e na experiência que já se tem, algumas metodologias de definição da taxa de aplicação agronomicamente e ambientalmente adequadas já foram desenvolvidas. De acordo com Silveira *et al.* (2011), a aplicação de até 120 m³ hectare⁻¹ ano⁻¹ de dejeto líquido bovino promove a redução de 20% da perda de Carbono Orgânico Total (COT) no volume de escoamento superficial e até 89% da perda acumulada de COT. Se a aplicação for particionada, isto é, aplicar até 60 m³ no inverno e até 60 m³ no verão, a possibilidade de contaminação diminui ainda mais, enquanto os benefícios se mantêm.

A adubação orgânica pode trazer diversos benefícios em produtividade e nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, incrementando o acúmulo de carbono e nitrogênio do solo, desde que o manejo seja feito de forma adequada. Além da redução da perda de sedimentos por escoamento superficial, a aplicação de dejeto propicia maior qualidade física do solo, melhorando as características estruturais e hidráulicas do solo.

Em um estudo paralelo, Mellek *et al.* (2010) verificaram uma redução da densidade do solo e aumento de macroporosidade e estabilidade de agregados com uma aplicação de 180 m³ hectare⁻¹ ano⁻¹. Além disso, a aplicação do dejeto praticamente duplicou a taxa de infiltração de água no solo e triplicou a condutividade hidráulica do solo saturado, contribuindo para a mitigação das perdas de fósforo (P) e nitrogênio (N) em sistema plantio direto.

A aplicação direta dos dejetos no solo, sem tratamento prévio, ainda é realizada por muitos produtores. Essa prática requer menor utilização de mão-de-obra e estrutura na propriedade, sendo que as principais desvantagens consistem nas dificuldades de distribuição do produto, em função de suas características físicas, e pela indisponibilidade temporária de nitrogênio no solo, podendo provocar o amarelecimento das plantas (Kiehl, 1985).

O setor produtivo agrícola, principalmente as pequenas e médias propriedades, possuem condições limitadas de utilizar insumos industrializados com recursos próprios, o que acaba limitando sua produtividade. Por outro lado, a agropecuária é fonte de grande quantidade de resíduos, como dejetos de animais, restos de culturas e resíduos agroindustriais, os quais, em alguns casos, provocam sérios problemas de poluição. Todavia, quando utilizados adequadamente, podem suprir boa parte da demanda de insumos industrializados sem afetar a qualidade do solo e o ambiente.

Segundo Souto *et al.* (2005), com o aumento dos custos da adubação mineral, o agricultor passou a ter uma nova visão sobre a adubação orgânica, dando importância a utilização de estercos que, normalmente, eram descartados nas propriedades agrícolas.

3.4. Resposta das forrageiras à adubação orgânica

Alguns estudos comprovam que a adubação orgânica proporciona aumentos nos teores de matéria orgânica do solo e na produção de matéria seca, afetando inclusive os teores de proteína bruta das forrageiras.

Em sistemas de confinamento bovino, quando a forragem produzida é colhida para fornecimento aos animais no cocho na forma de silagem, ocorre o rápido empobrecimento do solo, uma vez que parte dos nutrientes retirados do solo pelas plantas não são devolvidos através de fezes ou urina. Nesse sentido, a fertilidade do solo através da adubação orgânica pode contribuir como alternativa de adubação (Dias Filho; Lopes, 2021).

De acordo com Raij *et al.* (1996), o principal efeito da adubação orgânica é a melhoria das propriedades físicas e biológicas do solo. Além disso, os nutrientes presentes em adubos orgânicos, principalmente o nitrogênio e o fósforo, possuem uma liberação mais lenta que a dos adubos minerais, proporcionando disponibilidade a longo prazo, favorecendo o seu aproveitamento.

Em um estudo com esterco no desenvolvimento de *Urochloa brizantha* cv. Piatã, Orrico Júnior *et al.* (2013) encontraram uma produção 140% maior de massa seca com uma dose equivalente de 300 kg ha⁻¹, comparada com a dose equivalente de 100 kg ha⁻¹ do esterco, mostrando que a cultivar respondeu bem ao aumento das doses. Os autores afirmam, no entanto, que os dados devem ser usados com cautela, já que aumento das doses de esterco pode levar ao excesso de nutrientes no solo e consequente contaminação do lençol freático.

Em outro estudo, avaliando a influência da adubação orgânica em solo com *Urochloa brizantha* cv. Marandu, Lima *et al.* (2007) obtiveram um aumento linear da produção de massa seca com o incremento nas doses de cama de frango aplicadas, até a dose de 20 t ha⁻¹, propiciando a produção de 21.316 kg ha⁻¹ de massa seca. Além disso, segundo os autores, a adubação orgânica com cama de frango na dosagem de 5 t ha⁻¹ foi equivalente à adubação química.

Buscando determinar os níveis de adubação orgânica mais indicados para as culturas do milho, sorgo e capim elefante, Farias *et al.* (1986) desenvolveram um estudo utilizando diferentes doses de dejeto bovino e cama de aviário. Os autores verificaram efeito linear da produção de massa seca de milho e de capim elefante e, efeito quadrático para a produção de massa seca de sorgo, com a aplicação de estrume de curral, obtendo uma produtividade de 7,4, 10 e 13,3 t ha⁻¹ de massa seca, respectivamente. No entanto, os teores de proteína bruta das forrageiras foram pouco afetados pelas adubações.

3.5. ESG na Pecuária

O Brasil se destaca por ser um dos principais exportadores de alimentos, o que beneficia a economia nacional, gerando milhões de empregos, além de contribuir para minimizar os efeitos negativos da fome e da pobreza no mundo. No entanto, Dados do Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2023), indicam que o Brasil emitiu 2,4 bilhões de toneladas brutas de gases de efeito estufa em 2021, ocupando o 7º lugar a nível mundial. O setor de mudanças de uso da terra é o responsável pela maior parte das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) do País, com 49% do total e a agropecuária é a segunda maior fonte, com 25% do total de emissões.

No contexto atual, a sustentabilidade da pecuária é um tema cada vez mais relevante. Investidores, consumidores e reguladores estão cada vez mais exigentes em relação ao impacto ambiental e social da produção de carne, leite e outros produtos de origem animal.

A sigla ESG, que significa Environmental, Social and Governance (Ambiental, Social e Governança), é um conjunto de boas práticas que devem ser implementadas por organizações, definindo através de relatórios de padrão internacional se sua operação é socialmente consciente, sustentável e corretamente gerenciada (Telles, 2022).

Esse movimento começou em 2004, com a publicação *Who Care Wins* (Quem se Importa Ganha), envolvendo o Pacto Global com 10 princípios universais, a ONU e o Banco Mundial (ONU, 2006). Em 2015, as Nações Unidas propuseram a Agenda 2030, uma proposta de desenvolvimento para os próximos 15 anos, composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), onde 193 países-membros se comprometeram a buscar um crescimento econômico sustentável e inclusivo,

proteção ambiental e inclusão social (ONU, 2015). Atualmente, existem vários padrões de relatório público de sustentabilidade. O padrão GRI (Global Reporting Initiative) é um dos mais utilizados (GRI, 2021).

Na pecuária, a sustentabilidade é alcançada quando as práticas de produção são projetadas e gerenciadas para preservar o meio ambiente, promover o bem-estar animal e social, e garantir a viabilidade econômica a longo prazo. Além disso, a adoção de práticas ESG pode ser uma oportunidade de gerar valor a longo prazo e atrair investimentos responsáveis, que podem oferecer vantagens em relação ao acesso de recursos financeiros (Borsatto, 2022).

Dentre as estratégias, o Plano ABC+ 2020-2030, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), pode ser considerado um dos estímulos mais importantes. Tem como objetivo promover a adaptação à mudança do clima e o controle das emissões de GEE na agropecuária brasileira, com aumento da eficiência e resiliência dos sistemas produtivos, considerando uma gestão integrada da paisagem. A expectativa é de atingir 72,68 milhões de ha de tecnologias fomentadas pelo Plano (MAPA, 2021b), com as seguintes metas:

- a) Recuperar 30 milhões de ha de áreas de pastagens degradadas;
- b) Expandir sistemas integrados em 10 milhões de ha;
- c) Aumentar as áreas de plantio direto em 12,58 milhões de ha;
- d) Expandir sistemas agroflorestais em 100 mil ha;
- e) Aumentar as áreas de florestas plantadas em 4 milhões de ha;
- f) Ampliar o uso de Bioinsumos em 13 milhões de ha;
- g) Implantar sistemas irrigados em 3 milhões de ha;
- h) Adotar a terminação intensiva de 5 milhões de animais;
- i) Implantar a gestão de resíduos da produção animal em 208,4 milhões de ha.

A adoção de boas práticas agropecuárias é um dos pontos fundamentais para a transição de uma pecuária mais sustentável. De acordo com Cruz (2020), as práticas na pecuária com potencial de mitigar os gases de efeito estufa são:

1. Sistemas de confinamento;
2. Sistemas de integração;
3. Vacina antimetano;
4. Dieta equilibrada;
5. Melhoramento genético;

6. Manejo de pastagens;
7. Tratamento de dejetos animais.

Além disso, para competir em mercados mais exigentes, os produtores rurais precisam garantir que a carne produzida atenda a critérios ambientais, de qualidade e sanidade. Os sistemas de certificação são uma forma de atestar o cumprimento desses critérios. Por meio de certificadoras independentes, os produtores que adotam melhores práticas, investem em genética e preservam o meio ambiente podem diferenciar seu produto. A certificação Carne Baixo Carbono da EMBRAPA Gado de Corte (Almeida; Villa, 2020), por exemplo, procura certificar produtores que neutralizam as emissões de metano emitido pelos animais de sua propriedade através da adoção de tecnologias de integração do tipo silvipastoril ou agrossilvipastoril, cujas árvores inseridas nesse mesmo ambiente são responsáveis pela neutralização ou compensação.

Nesse sentido, a redução das emissões de gases na bovinocultura depende do comprometimento do produtor rural com a adoção de novas tecnologias. A viabilidade das alternativas técnicas disponíveis também precisa ser analisada, discutindo tanto aspectos favoráveis como desfavoráveis à adoção, com estudos que estimem o custo-benefício das alternativas ou de suas combinações (Cruz; Miranda, 2022). Esse processo enfrenta alguns desafios, como as restrições orçamentárias e a falta de informação sobre as políticas de crédito, sendo mais preocupantes para os pequenos produtores, uma vez que as linhas de crédito disponíveis geralmente são direcionadas aos médios produtores (Harfuch *et al.*, 2023).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi desenvolvido na casa de vegetação da Fazenda Escola da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB) na cidade de Campo Grande, MS, situado nas seguintes coordenadas geográficas: -20.3875 de latitude e -54.6075 de longitude, com altitude de 640 metros, temperatura média anual de 22,4 °C, umidade relativa média anual de 72,3% e índice pluviométrico de 1.534 mm, resultando na classificação climática de Köppen em Aw – tropical com estação seca, caracterizado por uma estação mais seca no inverno. Foram utilizados três solos com classes texturais distintas: um solo com textura argilosa, um solo com textura arenosa e um solo de textura franca, procedentes da própria Fazenda Escola da UCDB (Tabela 1).

Tabela 1. Análise granulométrica dos solos utilizados no experimento.

Solo	Areia g kg ⁻¹	Silte g kg ⁻¹	Argila g kg ⁻¹	Classe textural
Arenoso	907	25	88	Areia
Argiloso	668	62	280	Franco argiloso arenoso
Franco	848	26	146	Areia franca

Fonte: Sial Solo Análises Laboratoriais.

4.2. Descrição do dejeto

O dejeto utilizado no experimento foi obtido de um sistema de confinamento bovino localizado no município de Sonora, MS, onde os animais ficaram alojados por 120 dias. A coleta foi realizada por meio da raspagem onde os animais estavam localizados.

O dejeto coletado foi acondicionado em saco bag e levado até a Fazenda Escola, onde foi depositado em uma esterqueira construída a céu aberto, ao lado da casa de vegetação, para acomodar o dejeto bovino durante o processo de maturação.

No depósito do dejeto na esterqueira e em cada tempo pré-definido de maturação, foi realizada uma amostragem para a avaliação dos atributos químicos do dejeto. A análise é apresentada na Tabela 4.

4.3. Adubação e semeadura

Após análise química, foi realizada a correção da fertilidade para cada tipo de solo, com adubação química de NPK e calagem, conforme as recomendações de Valle *et al.* (2004).

Aos 20 dias após a adubação e calagem, foi realizada a semeadura a lanço do capim Xaraés (*Urochloa brizantha*) adotando-se 0,6 gramas de sementes por vaso, cerca de 45 a 50 sementes.

O experimento foi conduzido dentro de casa de vegetação, com temperatura média de 25 °C e irrigação diária do solo nos vasos até a umidade na capacidade de campo, por meio de regador, no período da manhã.

4.4. Obtenção de sementes e condução das plantas

Foram utilizadas sementes de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, com valor cultural de 50%. A escolha da cv. Xaraés se deu por conta de sua alta produtividade, o que foi importante para destacar as diferenças atribuídas à aplicação do dejeto. Além disso, é uma das cultivares mais utilizadas no Estado de Mato Grosso do Sul, tanto para o manejo contínuo quanto rotacionado.

O controle de plantas espontâneas foi realizado através da remoção manual ao longo do desenvolvimento do capim. Não foi necessário o controle fitossanitário.

4.5. Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 3, com 5 tempos de maturação do dejeto bovino e 3 tipos de solos, combinados com 3 repetições, perfazendo um total de 45 unidades experimentais.

Os tempos de maturação do dejeto foram classificados como abaixo:

T0 = Tempo de maturação de 0 dia;

T1 = Tempo de maturação de 30 dias;

T2 = Tempo de maturação de 60 dias;

T3 = Tempo de maturação de 90 dias;

T4 = Tempo de maturação de 120 dias.

Os solos foram acondicionados em vasos plásticos fabricados com material reciclável preto, com raio de 15 cm e capacidade de 20 litros, com orifícios para dreno do excesso de água. Em cada vaso foi depositado uma massa de 10 kg de solo.

4.6. Aplicação do dejeto

A massa de dejeto aplicado em cada vaso foi de 420 gramas, que corresponde proporcionalmente a uma aplicação de cobertura de 60 t ha^{-1} de dejeto. A primeira aplicação foi realizada no tempo zero de maturação (T0), no mesmo dia da chegada do dejeto na esterqueira, um mês após a semeadura da forrageira nos vasos.

A aplicação do dejeto nos tempos de maturação T1, T2, T3 e T4 foi realizada aos 60, 90, 120 e 150 dias após a semeadura da forrageira, respectivamente.

4.7. Avaliações

Para a avaliação dos atributos químicos do solo, foi realizada amostragem para cada tipo de solo na camada de 0 - 20 cm, no início o final do experimento. Os resultados da análise se encontram na Tabela 6.

O estudo das características da gramínea iniciou-se com a mensuração da altura das plantas, que foi determinada com o auxílio de uma régua graduada para a medição em três pontos distintos, obtendo-se o valor médio da altura da gramínea, medida entre a superfície do solo até a parte mais alta da planta.

Após a medição da altura, foi realizado o primeiro corte da parte aérea a 5 cm da superfície do solo, 60 dias após a semeadura. O segundo e terceiro corte foram realizados aos 120 e 180 dias após a semeadura, respectivamente. No total, foram realizados 3 cortes ao longo do experimento, antecedidos da medição da altura das plantas.

As características avaliadas após o corte da gramínea foram:

a) Massa de matéria seca da parte aérea (g): após o corte da forrageira a 5 cm do solo, o material foi levado para secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65°C por 72 horas, obtendo-se a massa constante, determinada pela pesagem em balança digital com precisão de 0,1 g;

b) Teor de Nitrogênio Total (g): após a secagem e homogeneização da amostra, utilizou-se uma porção de 0,2 g da massa da matéria seca da parte aérea para a

determinação do teor de Nitrogênio Total pelo método de Kjeldahl (Hoehne *et al.*, 2016);

c) Proteína Bruta (%): Com base no resultado de Nitrogênio Total encontrado pelo método de Kjeldahl, multiplica-se o valor por um fator de 6,25, que converte o nitrogênio em proteína.

4.8. Análise Estatística

Os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva para explorar a presença de valores discrepantes e descrever as medidas matemáticas do conjunto de dados. Em seguida, os dados foram submetidos ao teste paramétrico de normalidade de Shapiro-Wilk, a fim de averiguar se os resultados são provenientes de uma população com distribuição normal e notar a presença de *outliers*. Além disso, para classificar a variabilidade dos dados, foram adotados os limites do coeficiente de variação (CV) propostos por Warrick e Nielsen (1980).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, em caso de efeito significativo para tempos de maturação do dejeto ou tipo de solo, de acordo com o teste F, foi realizada a análise de regressão e teste de médias a 5% de probabilidade para verificar o efeito dos tratamentos avaliados. Os dados foram processados pelo programa estatístico SISVAR 5.6 (Ferreira, 2019).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Altura de plantas

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da medição de altura da forrageira, medida a partir da superfície do solo.

Tabela 2. Altura média das plantas (cm).

Solo	Tempo de maturação do dejeto (dias)				
	0	30	60	90	120
1º Corte					
Arenoso	64,22				
Argiloso	69,67				
Franco	70,33				
2º Corte					
Arenoso	59,88	43,22	33,77		
Argiloso	55,44	63,22	44,44		
Franco	85,77	70,77	57,77		
3º Corte					
Arenoso	86,52	82,89	90,77	103,89	90,66
Argiloso	80,11	96,00	92,54	109,89	95,44
Franco	69,21	90,33	102,99	100,55	78,77

No primeiro corte é possível observar que o solo franco e argiloso apresenta as maiores médias da variável Altura, no entanto, no segundo corte o solo franco se destaca, apresentando as maiores médias das três aplicações de dejeto.

O terceiro corte mostra o efeito de todos os níveis de tratamentos aplicados na altura de plantas, onde o solo argiloso apresenta as maiores médias.

De acordo com Bezerra *et al.* (2020), que avaliaram as características produtivas de *Urochloa brizantha* em dois solos distintos, solos com maior teor de argila tendem a permitir que a disponibilidade de Fósforo seja constante, favorecendo o desenvolvimento da gramínea. No mesmo estudo, os autores observaram que o primeiro corte foi o que apresentou os maiores resultados, reduzindo nos demais. No presente estudo isso não foi observado, visto que o terceiro corte apresentou os melhores resultados.

5.2. Massa de matéria úmida da parte aérea

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da massa de matéria úmida da parte aérea.

Tabela 3. Massa de matéria úmida (g).

Solo	Tempo de maturação do dejeto (dias)				
1º Corte	0	30	60	90	120
Arenoso	16,00				
Argiloso	49,67				
Franco	42,67				
<hr/>					
2º Corte					
Arenoso	41,33	21,00	11,00		
Argiloso	39,33	57,33	32,00		
Franco	105,33	86,00	34,67		
<hr/>					
3º Corte					
Arenoso	69,00	106,33	107,00	106,00	180,33
Argiloso	71,33	99,67	84,33	113,67	100,67
Franco	63,67	64,00	67,33	99,33	80,00

5.3. Massa de matéria seca da parte aérea

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da massa de matéria seca da parte aérea, após secagem por 72 horas.

Tabela 4. Massa de matéria seca (g).

Solo	Tempo de maturação do dejeto (dias)				
1º Corte	0	30	60	90	120
Arenoso	4,33				
Argiloso	11,67				
Franco	8,67				
<hr/>					
2º Corte					
Arenoso	9,00	3,33	2,33		
Argiloso	9,33	9,67	5,33		
Franco	18,00	11,67	5,00		
<hr/>					
3º Corte					
Arenoso	20,67	27,00	32,67	29,00	23,33
Argiloso	18,00	33,00	35,33	40,00	29,33
Franco	19,67	25,33	23,00	45,67	19,67

Analizando a variável matéria seca, é possível observar que o solo argiloso proporcionou maior acúmulo de matéria seca na parte aérea da gramínea, no primeiro

corte. No entanto, no segundo corte o solo franco obteve maiores índices de massa seca. Novamente, no terceiro corte o solo argiloso apresentou os maiores ganhos de massa para a gramínea.

Considerando os valores máximos de matéria seca obtidos no terceiro corte, é possível estimar uma produtividade de 5,66 t ha⁻¹ para o solo Argiloso, 4,10 t ha⁻¹ para o solo Arenoso e 6,46 t ha⁻¹ para o solo Franco. De modo geral, a produtividade foi satisfatória, considerando que não houve suplementação com adubação química. Estudos realizados por Da Cunha *et al.* (2012) com a cv. Xaraés em solo com textura média e diferentes níveis de adubação química indicaram produtividade similar para uma dose de 108 kg de Nitrogênio e 86 kg de Potássio ha⁻¹ ano⁻¹.

5.4. Nitrogênio total e Proteína bruta

Na Tabela 5 são apresentados os resultados de Nitrogênio total e Proteína bruta, obtidos pelo método Kjeldahl.

Tabela 5. Nitrogênio total (%) e Proteína bruta (g).

Solo	Tempo de maturação do dejeto (dias)							
	0	30	60	90	120			
1º Corte	Nt	Pb	Nt	Pb	Nt	Pb	Nt	Pb
Arenoso	2,10	13,14						
Argiloso	2,63	16,42						
Franco	2,49	15,53						
2º Corte								
Arenoso	3,30	20,61	5,63	35,17	3,17	19,81		
Argiloso	3,70	23,15	5,45	34,07	5,47	34,19		
Franco	2,55	15,95	4,99	31,19	5,86	36,61		
3º Corte								
Arenoso	2,01	12,58	3,25	20,34	2,41	15,07	1,30	8,13
Argiloso	2,57	16,06	3,20	20,01	2,41	15,08	1,46	9,11
Franco	1,39	8,67	3,15	19,67	3,34	20,89	2,14	13,39
							2,46	15,38

5.5. Análise química do solo

Na Tabela 6 são apresentados os resultados da análise química do solo realizada no início do experimento, antes da aplicação de dejeto e após a aplicação do dejeto com tempo de maturação de 120 dias, respectivamente.

Tabela 6. Análise química do solo no início e final do experimento.

Análise	Unidade	Argiloso			Arenoso			Franco		
		Inicial	Final	%	Inicial	Final	%	Inicial	Final	%
M.O.	g dm ⁻³	17,0	18,6	10	6,3	8,1	28	10,2	14,7	44
pH	CaCl ₂	5,6	5,8	3	4,2	7,1	70	5,2	6,5	25
Macronutrientes										
P Mehlich	mg dm ⁻³	36,0	51,8	44	5,0	107,6	2052	8,0	91,6	1045
S-SO ₄	mg dm ⁻³	5,0	11,6	132	4,0	10,2	155	4,0	10,4	160
K	mmol _c dm ⁻³	2,1	0,7	-69	0,3	0,5	60	0,4	0,9	115
Ca	mmol _c dm ⁻³	33,0	41,8	27	2,0	57,6	2780	16,0	45,8	186
Mg	mmol _c dm ⁻³	13,0	16,0	23	1,0	34,6	3360	5,0	24,2	384
H	mmol _c dm ⁻³	21,0	16,2	-23	20,0	7,0	-65	17,0	10,4	-39
Al	mmol _c dm ⁻³	0,0	0,0	0	4,0	0,0	0	1,0	0,0	0
SB	mmol _c dm ⁻³	48,0	58,4	22	3,0	92,6	2987	21,0	70,8	237
CTC	mmol _c dm ⁻³	69,0	74,6	8	26,0	99,6	283	39,0	81,4	109
V	%	69,0	77,8	13	10,0	92,8	828	55,0	86,8	58
Micronutrientes										
B	mg dm ⁻³	0,2	0,3	21	0,1	0,2	52	0,2	0,3	57
Cu	mg dm ⁻³	3,6	3,6	-1	0,4	0,6	50	0,6	1,0	74
Fe	mg dm ⁻³	19,3	22,1	14	20,6	14,2	-31	17,0	25,5	50
Zn	mg dm ⁻³	1,1	2,6	144	0,3	2,1	626	0,2	3,3	1720
Mn	mg dm ⁻³	26,1	15,7	-40	1,8	1,5	-16	2,6	4,3	68

Fonte: Sial Solo Análises Laboratoriais

Pode se observar que houve aumento do teor de nutrientes, tanto de macro como micronutrientes, com a aplicação do dejeto orgânico.

O teor de matéria orgânica teve maior aumento no solo de textura franca (44%), enquanto o pH se elevou mais no solo arenoso (70%). Com relação aos macronutrientes, o maior aumento foi notado para o solo arenoso, para magnésio (3360%), cálcio (2780%) e fósforo 2052 (%), seguido do solo franco, para fósforo (1045%), magnésio (384%) e cálcio (186%). O solo argiloso apresentou aumento substancial para enxofre (132%), fósforo (44%) e cálcio (27%).

Na Figura 1, Figura 2 e Figura 3 são caracterizados os incrementos nos macronutrientes, micronutrientes e Matéria orgânica e pH do solo, respectivamente, entre o início e término do experimento.

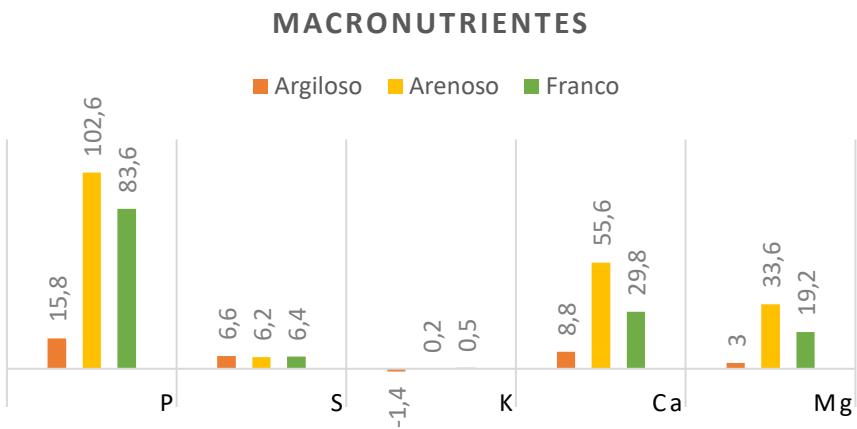


Figura 1. Incremento dos teores de P, S (mg dm^{-3}), K, Ca e Mg ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) no solo entre o início e final do experimento.

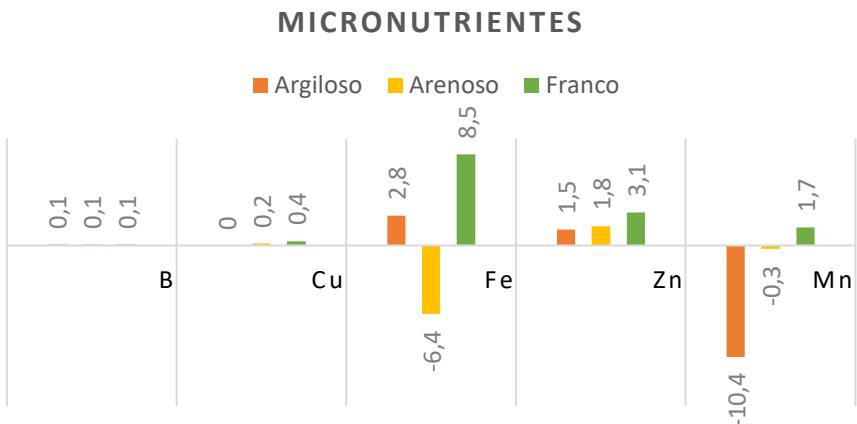


Figura 2. Incremento dos níveis de micronutrientes no solo (mg dm^{-3}) entre o início e final do experimento.

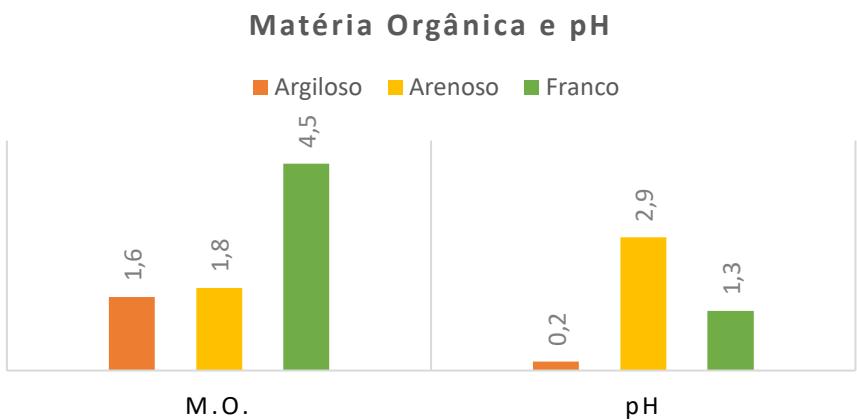


Figura 3. Incremento de matéria orgânica e pH no solo (M.O. em g dm^{-3}) entre o início e final do experimento.

5.6. Análise química do dejeto

Na Tabela 7 são apresentados os resultados da análise química do dejeto, realizada em cada etapa do tratamento de maturação.

Tabela 7. Análise química do dejeto nos diversos tempos de maturação.

Análise	Unidade	Tempo de maturação (dias)				
		0	30	60	90	120
M.O.	g dm ⁻³	56,9	57,6	61,8	70,9	57,7
pH	CaCl ₂	8,3	7,9	7,6	7,2	7,2
Macronutrientes						
P Mehlish	mg dm ⁻³	745,0	814,0	932,0	1080,0	756,0
S-SO ₄	mg dm ⁻³	70,0	173,0	115,0	235,0	60,0
K	mmol _c dm ⁻³	47,9	49,0	34,3	44,0	49,4
Ca	mmol _c dm ⁻³	79,0	104,0	98,0	100,0	123,0
Mg	mmol _c dm ⁻³	64,0	67,0	62,0	59,0	88,0
H	mmol _c dm ⁻³	6,0	7,0	8,0	9,0	8,0
Al	mmol _c dm ⁻³	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0
SB	mmol _c dm ⁻³	192,0	220,0	194,0	203,0	260,0
CTC	mmol _c dm ⁻³	198,0	227,0	202,0	212,0	269,0
V	%	97,0	97,0	96,0	96,0	97,0
Micronutrientes						
B	mg dm ⁻³	0,0	0,0	0,3	2,2	0,0
Cu	mg dm ⁻³	1,8	5,4	5,0	3,9	3,4
Fe	mg dm ⁻³	107,1	54,0	53,8	36,0	29,4
Zn	mg dm ⁻³	9,5	22,5	16,2	8,7	12,4
Mn	mg dm ⁻³	16,0	15,2	15,8	8,1	12,9

Fonte: Sial Solo Análises Laboratoriais

Apenas os macronutrientes fósforo e cálcio apresentaram correlação satisfatória com o tempo de maturação do dejeto bovino, resultando na análise de regressão da Figura 4 e Figura 5.

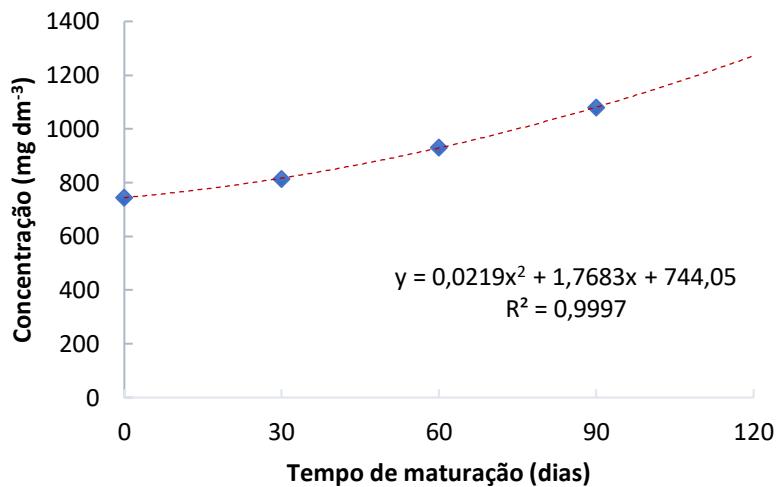


Figura 4. Regressão para fósforo nos diferentes tempos de maturação do dejeto bovino.

Entre os micronutrientes, apenas o ferro apresentou correlação com o tempo de maturação do dejeto (Figura 6).

A correlação do fósforo e matéria orgânica (Figura 7) foi satisfatória até o tempo de maturação de 90 dias. Após esse tempo, os valores decaíram rapidamente. Cálcio, fósforo e matéria orgânica apresentaram tendência de aumento da concentração com o tempo de maturação do dejeto bovino, enquanto que para ferro e pH a tendência foi a redução do seu valor com aumento do tempo de maturação.

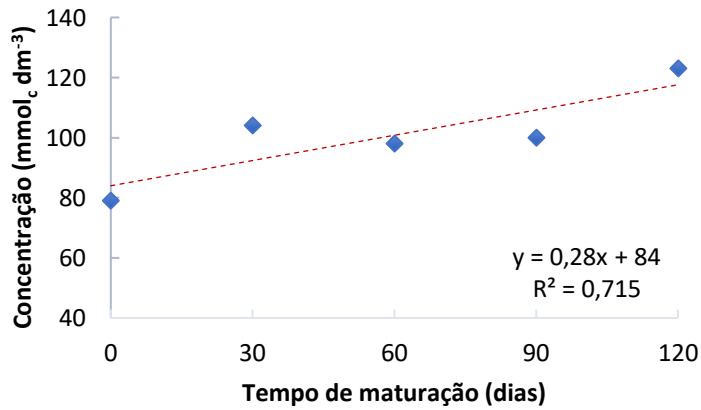


Figura 5. Regressão para cálcio nos diferentes tempos de maturação do dejeto bovino.

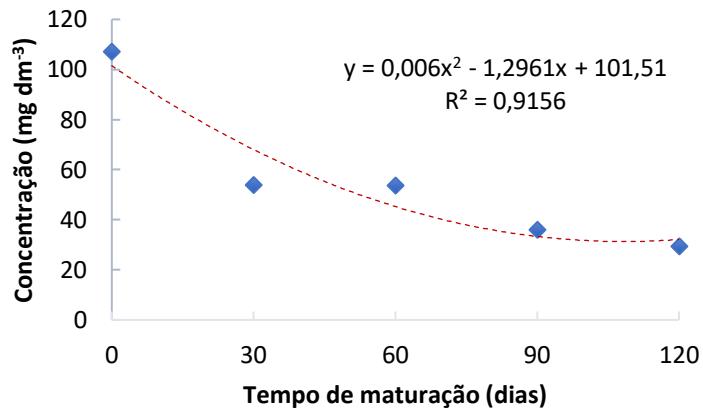


Figura 6. Regressão para ferro nos diferentes tempos de maturação do dejeto bovino.

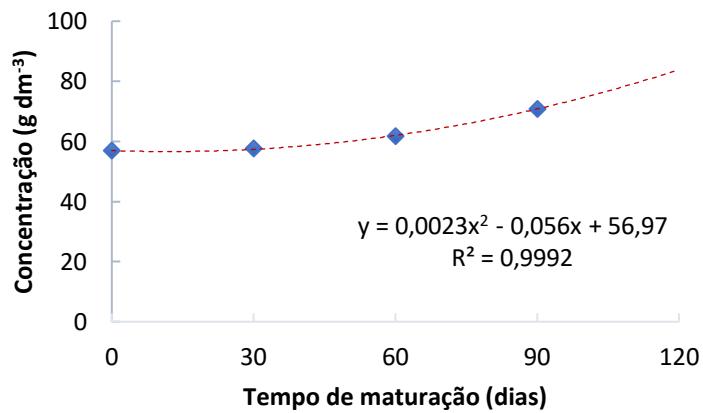


Figura 7. Regressão para matéria orgânica nos diferentes tempos de maturação do dejeto bovino.

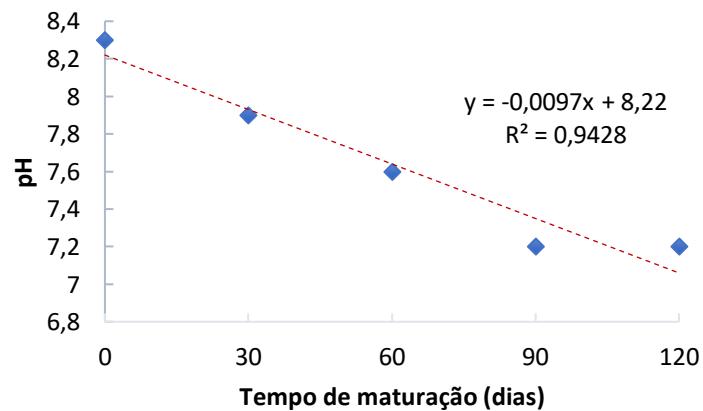


Figura 8. Regressão para pH nos diferentes tempos de maturação do dejeto bovino.

Os dados da Tabela 7 demonstram que houve maior aumento do teor de matéria orgânica no tempo de maturação de 90 dias, assim como os teores de fósforo e enxofre, que também atingiram seu valor máximo nesse tempo de maturação. Cálcio, magnésio e potássio apresentaram o teor máximo no tempo de maturação de 120 dias, o que é confirmado pelo aumento da soma de bases e capacidade de troca catiônica no mesmo tempo.

Os valores de micronutrientes tiveram aumento pouco significativo com a maturação do dejeto orgânico. Cobre e zinco, por exemplo, atingiram seu valor máximo no tempo de maturação de 30 dias, enquanto que manganês e boro obtiveram maior teor no dejeto com 60 e 90 dias de maturação, respectivamente.

5.7. Análise da Estatística Descritiva

Na Tabela 8, 9, 10, 11 e 12 são apresentados os resultados da análise estatística descritiva para as variáveis Altura, Massa úmida, Massa seca, Nitrogênio total e Proteína bruta, respectivamente.

Tabela 8. Estatística descritiva para a variável Altura.

Medidas estatísticas	1º corte	2º corte	3º corte
Média	68,07	57,14	91,37
Mediana	70,00	55,33	91,33
Variância	49,65	244,72	141,69
Desvio Padrão	7,05	15,64	11,90
Coeficiente de Variação (%)	10,35	27,38	13,03
Erro Padrão	2,35	3,01	1,77
Mínimo	58,33	31,66	58,66
Máximo	80,33	89,00	112,00
Shapiro-Wilk (p)	0,77	0,63	0,59
Coef. de Assimetria	0,29	0,33	-0,23
Coef. de Curtose	2,17	2,40	2,80

Tabela 9. Estatística descritiva para a variável Massa úmida.

Medidas estatísticas	1º corte	2º corte	3º corte
Média	36,11	47,56	94,18
Mediana	38,00	39,00	92,00
Variância	344,11	1011,49	1411,51
Desvio Padrão	18,55	31,80	37,57
Coeficiente de Variação (%)	51,37	66,88	39,89
Erro Padrão	6,18	6,12	5,60
Mínimo	11,00	9,00	52,00
Máximo	73,00	121,00	290,00
Shapiro-Wilk (p)	0,27	0,01	0,00
Coef. de Assimetria	0,50	0,91	3,17
Coef. de Curtose	2,92	2,76	17,45

Tabela 10. Estatística descritiva para a variável Massa seca.

Medidas estatísticas	1º corte	2º corte	3º corte
Média	8,22	8,19	28,11
Mediana	8,00	7,00	27,00
Variância	14,69	25,16	93,65
Desvio Padrão	3,83	5,02	9,68
Coeficiente de Variação (%)	46,62	61,28	34,42
Erro Padrão	1,28	0,97	1,44
Mínimo	3,00	2,00	3,00
Máximo	16,00	20,00	53,00
Shapiro-Wilk (p)	0,53	0,39	0,71
Coef. de Assimetria	0,60	0,74	0,16
Coef. de Curtose	3,10	2,65	3,30

Tabela 11. Estatística descritiva para a variável Nitrogênio total.

Medidas estatísticas	1º corte	2º corte	3º corte
Média	2,40	4,46	2,47
Mediana	2,43	4,77	2,44
Variância	0,16	1,90	0,68
Desvio Padrão	0,39	1,38	0,82
Coeficiente de Variação (%)	16,41	30,89	33,39
Erro Padrão	0,13	0,26	0,12
Mínimo	1,67	2,09	0,74
Máximo	3,04	5,99	3,98
Shapiro-Wilk (p)	0,93	0,00	0,25
Coef. de Assimetria	-0,31	-0,40	-0,97
Coef. de Curtose	2,71	1,64	2,00

Tabela 12. Estatística descritiva para a variável Proteína bruta.

Medidas estatísticas	1º corte	2º corte	3º corte
Média	15,03	27,86	15,42
Mediana	15,21	29,82	15,23
Variância	6,08	74,05	26,50
Desvio Padrão	2,47	8,61	5,15
Coeficiente de Variação (%)	16,41	30,89	33,39
Erro Padrão	0,82	1,66	0,77
Mínimo	10,47	13,05	4,63
Máximo	18,99	37,43	24,86
Shapiro-Wilk (p)	0,93	0,00	0,25
Coef. de Assimetria	-0,31	-0,40	-0,10
Coef. de Curtose	2,71	1,64	2,00

Verificando as Tabelas 8, 9, 10, 11 e 12 é possível observar que os valores de média e mediana para os atributos Altura, Massa úmida, Massa seca, Nitrogênio total e Proteína bruta foram semelhantes, com exceção do segundo corte para a variável Massa úmida, indicando uma distribuição normal dos dados, o que também pode ser confirmado pelos valores de assimetria e curtose próximos de zero. Segundo Cambardella *et al.* (1994), isso pode ser um indicativo de que as medidas de tendência central não são dominadas por valores atípicos na distribuição.

Numa distribuição estatística, a assimetria define o afastamento da curva de frequência da posição simétrica, sendo positiva quando a cauda da curva de distribuição declina para a direita e negativa quando declina para a esquerda. A curtose, por outro lado, define o grau de achatamento da distribuição, podendo ser platicúrtica, quando a curva de frequências é mais aberta que a da distribuição normal, mesocúrtica, quando a curva de frequências é idêntica à da distribuição normal e leptocúrtica, quando a curva de frequências é mais fechada que a da distribuição normal.

Segundo Ortiz (2003), quando os resultados de assimetria e curtose apresentam um valor fora da faixa entre -1,96 e 1,96, significa que são estatisticamente menores ou maiores do que zero, desviando da normalidade. Os resultados de assimetria neste estudo estão próximos de zero, com exceção do primeiro e terceiro corte para a variável Peso úmido. Já os resultados de curtose se apresentam acima de zero, indicando que a curva de frequências tem uma forma platicúrtica.

Para o teste paramétrico de Shapiro & Wilk (1965), se o valor de significância p for maior do que 0,05, indica a aceitação da hipótese H₀, ou seja, os dados apresentam distribuição normal. Os dados apresentados para a variável Altura e

Massa seca estão dentro da normalidade, com exceção da variável Massa úmida para o segundo e terceiro corte e Nitrogênio total e Proteína bruta no segundo corte.

Segundo Berner *et al.* (2007), a variabilidade dos dados descrita pela estimativa da variância e pelo coeficiente de variação (CV) pode ser considerada como a primeira indicação da existência de heterogeneidade nos dados. Neste caso, de acordo com a classificação de Warrick e Nielsen (1980), os resultados demonstraram média magnitude de variação para a variável Altura (12 - 24%), alta magnitude de variação para a variável Massa úmida e Massa seca (>24%), média magnitude de variação para Nitrogênio total e Proteína bruta no primeiro corte e alta no segundo e terceiro corte.

5.8. Análise de Variância

5.8.1. Primeiro Corte

Considerando que o 1º corte teve influência apenas da aplicação do dejeto orgânico no tempo zero de maturação (T0), os dados dos demais tempos não foram considerados.

Tabela 13. ANAVA para as variáveis Altura, Massa úmida, Massa seca, Nitrogênio total e Proteína bruta no 1º corte.

Solo	Altura (cm)	Massa úmida (g)	Massa seca (g)	Nitrogênio total (g)	Proteína bruta (%)
Arenoso	64,22	16,00	4,33	2,10	13,14
Argiloso	69,67	49,67	11,67	2,63	16,42
Franco	70,33	42,67	8,67	2,49	15,53
Teste F	0,572	0,030 *	0,029 *	0,370	0, 370
CV (%)	10,89	33,14	29,79	17,24	17,24

* significativo se $p < 0,05$.

Como observado na Tabela 13, apenas as variáveis Massa úmida e Massa seca apresentaram efeito significativo a 5% de probabilidade. Nesse caso, o teste de comparação de médias será realizado apenas para essas variáveis.

Tabela 14. Teste Tukey para a variável Massa úmida e Massa seca no 1º corte.

Solo	Massa úmida		Massa seca	
	(g)		(g)	
Arenoso	16,00	a	4,33	a
Franco	42,67	ab	8,67	ab
Argiloso	49,67	b	11,67	b

A comparação de médias para as variáveis Massa úmida e Massa seca indicou que houve diferença entre os solos arenoso e argiloso, mas estes não diferiram do solo franco. O solo argiloso apresentou as maiores médias, tanto para massa úmida como para massa seca. A cultivar Xaraes é de mediana exigência nutricional, no entanto, solos com alto teor de fósforo, acima de 3 mg dm⁻³, já apresentam influência significativa na produção da forrageira (Valle *et al.*, 2004).

De acordo com Novais *et al.* (2007), a superioridade do solo argiloso em relação ao solo arenoso pode estar relacionada a sua maior capacidade de retenção de água e nutrientes, o que ajuda a manter o teor de fósforo na solução do solo por mais tempo.

5.8.2. Segundo Corte

Considerando que o 2º corte teve influência da aplicação do dejeto orgânico apenas no tempo de maturação de 0, 30 e 60 dias (T0, T1 e T2, respectivamente), os dados dos demais tempos não foram considerados.

Tabela 15. ANAVA para a variável Altura, Massa úmida, Massa seca, Nitrogênio total e Proteína bruta no 2º corte.

Solo	Tempo de maturação do dejeto (dias)			Média
	0	30	60	
Franco	85,77 A a	70,77 A b	57,77 A c	71,44
Argiloso	55,44 B a	63,22 A a	44,44 B b	54,37
Arenoso	59,88 B a	43,22 B b	33,77 B b	45,62
Média (cm)	67,03	59,07	45,33	
CV (%)	9,22			
Solo	Massa úmida (g)			
Franco	105,33 A a	86,00 A a	34,67 A b	75,33
Argiloso	39,33 B a	57,33 A a	32,00 A a	42,89
Arenoso	41,33 B a	21,00 B a	11,00 A a	24,44
Média (g)	62,00	54,78	25,89	
CV (%)	30,93			
Solo	Massa seca (g)			
Franco	18,00 A a	11,67 A b	5,00 A c	11,56
Argiloso	9,33 B a	9,67 A a	5,33 A a	8,11
Arenoso	9,00 B a	3,33 B b	2,33 A b	4,89
Média (g)	12,11	8,22	4,22	
CV (%)	27,01			
Solo	Nitrogênio total (g)			
Franco	2,55 A a	4,99 A b	5,86 A b	4,47
Argiloso	3,70 A a	5,45 A b	5,47 A b	4,88
Arenoso	3,30 A a	5,63 A b	3,17 B a	4,03
Média (g)	3,18	5,35	4,83	
CV (%)	17,37			

Solo	Proteína bruta (%)			
Franco	15,95 A a	31,19 A b	36,61 A b	27,92
Argiloso	23,15 A a	34,07 A b	34,19 A b	30,47
Arenoso	20,61 A a	35,17 A b	19,81 B a	25,20
Média (g)	3,18	5,35	4,83	
CV (%)	17,37			

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna (Solo) e minúsculas na linha (Tempo de maturação do dejeto), diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

No segundo corte podemos observar que houve efeito significativo a 5% de probabilidade, tanto para o fator Solo quanto para o fator Tempo de maturação, nas cinco variáveis estudadas.

Para a variável Altura, é possível observar que o solo Franco apresentou as maiores médias no tempo de maturação de 0 dias. A maturação do dejeto influenciou negativamente a altura do capim, exceto para o solo Argiloso, que obteve maior média no tempo de maturação de 30 dias.

Para a variável Massa úmida e Massa seca, novamente, o solo Franco apresentou os maiores valores de massa no tempo de maturação de 0 dias. A aplicação do dejeto com tempos de maturação superiores reduziu o acúmulo de massa, exceto para o solo Argiloso, que obteve maior média no tempo de maturação de 30 dias.

Para a variável Nitrogênio total e Proteína bruta, o solo Franco obteve as maiores médias no tempo de maturação de 60 dias. A maturação do dejeto quase que dobrou o acúmulo Nitrogênio total no T1 (30 dias), mantendo os valores no T2 (60 dias), exceto para o solo Arenoso, que diminuiu o teor no T2.

O efeito significativo foi observado na variável Altura e Massa seca, destacando o solo Franco no T0 e T2 e o solo Arenoso, no T1. Para as variáveis Nitrogênio total e Proteína bruta houve efeito apenas para o solo Arenoso, no T2. Para o fator Tempo de maturação, T1 e T2 se destacaram de T0. Por mais que o solo Argiloso tenha apresentado maior valor de fósforo disponível na fase inicial (Tabela 6), o solo Franco permitiu maior acúmulo no nutriente ao longo do experimento, chegando a 91,6 mg dm⁻³, contra 51,8 mg dm⁻³ do solo Argiloso.

5.8.3 Terceiro Corte

O 3º corte teve influência da aplicação do dejeto orgânico em todos os tempos de maturação, nesse sentido, contém a avaliação de todos os tratamentos.

No terceiro corte é possível observar que também houve efeito significativo a 5% de probabilidade, tanto para o fator Solo quanto para o fator Tempo de maturação, nas cinco variáveis estudadas.

Para a variável Altura é possível observar que o solo Argiloso obteve as maiores médias no T3 (90 dias), enquanto que o tempo de maturação do dejeto influenciou positivamente a altura do capim, apresentando máximo valor no tempo de maturação de 90 dias.

Tabela 16. ANAVA para a variável Altura, Massa úmida, Massa seca, Nitrogênio total e Proteína bruta no 3º corte.

Solo	Tempo de maturação do dejeto (dias)					Média
	0	30	60	90	120	
Argiloso	80,11 AB a	96,00 A bc	92,54 A ab	109,89 A c	95,44 A abc	94,80
Arenoso	86,52 B a	82,89 A a	90,77 A ab	103,89 A b	90,66 AB ab	90,95
Franco	69,11 A a	90,33 A bc	103,9 A c	100,55 A c	78,77 B ab	88,37
Média (cm)	78,61	89,74	95,44	104,78	88,29	
CV (%)	7,31					
Solo	Massa úmida (g)					
Argiloso	71,33 A a	99,67 A a	84,33 A a	113,67 A a	100,67 A a	93,93
Arenoso	69,00 A a	106,33 A a	107,00 A a	106,00 A a	180,33 B b	113,73
Franco	63,66 A a	64,00 A a	67,33 A a	99,33 A a	80,00 A a	74,87
Média (g)	68,00	90,00	86,22	106,33	120,33	
CV (%)	30,65					
Solo	Massa seca (g)					
Argiloso	18,00 A a	33,00 A ab	35,33 A b	40,00 AB b	29,33 A ab	31,13
Arenoso	20,67 A a	27,00 A a	32,67 A a	29,00 A a	23,33 A a	26,53
Franco	19,67 A a	25,30 A a	23,00 A a	45,67 B b	19,67 A a	26,67
Média (g)	19,44	28,44	30,33	38,22	24,11	
CV (%)	24,30					
Solo	Nitrogênio total (g)					
Argiloso	2,57 A ab	3,20 A b	2,41 A ab	1,46 A a	2,75 A ab	2,48
Arenoso	2,01 AB ab	3,25 A b	2,41 A ab	1,30 A a	3,15 A b	2,43
Franco	1,39 B a	3,15 A b	3,34 A b	2,14 A ab	2,46 A ab	2,50
Média (g)	1,99	3,20	2,72	1,63	2,79	
CV (%)	24,30					
Solo	Proteína bruta (g)					
Argiloso	16,06 A ab	20,01 A b	15,08 A ab	9,11 A a	17,16 A ab	15,48
Arenoso	12,58 AB ab	20,34 A b	15,07 A ab	8,13 A a	19,72 A b	15,17
Franco	8,67 B a	19,67 A b	20,90 A b	13,39 A ab	15,38 A ab	15,60
Média (g)	12,43	20,01	17,01	10,21	17,42	
CV (%)	22,69					

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna (Solo) e minúsculas na linha (Tempo de maturação do dejeto), diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Para a variável Massa úmida, o solo Arenoso obteve as maiores médias, no entanto, houve diferença estatística apenas no tempo de maturação do dejeto de 120 dias (T4). A variável Massa seca apresentou maiores médias no solo Franco e T3 (90 dias), diferindo estatisticamente apenas do solo Arenoso, permanecendo no mesmo nível do solo Argiloso.

Os resultados de Nitrogênio total e Proteína bruta no 3º corte (Tabela 16) mostraram que houve efeito significativo para o fator Solo apenas no T0 (0 dias), onde o solo Argiloso apresentou maior média, se comparando ao solo Arenoso, mas diferindo do solo Franco. Do ponto de vista do fator Tempo de maturação, o T2 (60 dias) se destacou dos demais, onde houve maior acúmulo de Nitrogênio total e Proteína bruta pelo solo Franco.

Segundo Malavolta (1982), a adequada disponibilidade de fósforo no solo é determinada por uma faixa ideal de pH, entre 6 e 7.

A disponibilidade do fósforo é muito influenciada pela mineralogia e pH do solo. Nos solos ácidos ($\text{pH} < 5,5$) verifica-se a fixação do fósforo pelo ferro e pelo alumínio, formando compostos insolúveis não aproveitáveis para as plantas. Em solos alcalinos ($\text{pH} > 5,5$), há uma deficiência na disponibilidade de fósforo por causa da formação de fosfato de cálcio, que é insolúvel e não aproveitável pelas plantas. Como o solo é um sistema dinâmico, haverá dissolução e formação de novos compostos fosfatados com a variação de pH (Ernani, 2008).

Considerando a correlação entre pH e Tempo de maturação do dejeto bovino (Figura 8), a faixa ideal de pH cuja disponibilidade de Fósforo é máxima no dejeto foi obtida apenas no tempo de maturação de 90 e 120 dias (T3 e T4). Isso corrobora com os valores máximos encontrados para as variáveis analisadas no 3º corte, nesses tempos de maturação.

Segundo Orrico Junior (2012), como parte dos nutrientes no dejeto bovino não estão totalmente mineralizados, isso previne a sua imediata disponibilidade às plantas que, em troca, se desenvolvem mais lentamente, comparado à aplicação de fertilizantes sintéticos. De acordo com Kiehl (1985), para o dejeto se tornar um fertilizante orgânico humificado, deve sofrer um processo de fermentação microbiológica. A finalidade da fermentação é degradar a matéria orgânica e produzir um material humificado, rico em minerais. Isso explica a maior disponibilidade de nutrientes no dejeto com tempo de maturação de 90 dias (Tabela 7), onde provavelmente houve o ápice do processo de mineralização.

Nesse sentido, é observado que o melhor aproveitamento do dejeto bovino pela gramínea foi encontrado no tratamento com 90 dias de maturação (T4). Quanto ao tipo de solo, o solo Franco obteve os maiores valores de produtividade média, seguido do solo Argiloso, no tempo de maturação de 90 dias.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstraram que os a aplicação de dejeto bovino com tempo de maturação de 90 dias apresentou os melhores resultados de produtividade da *Urochloa brizantha* cv. Xaraés;

O solo Franco obteve os maiores valores de produtividade média.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Beef REPORT 2023 - Perfil da Pecuária no Brasil.** Disponível em: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023-capitulo-04/> Acesso em: 12/07/2023.

ALMEIDA, R.G. VILLA, F. **Diretrizes técnicas para produção de carne com baixa emissão de carbono certificada em pastagens tropicais: carne baixo carbono (CBC).** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2020. 36p.

ANÁLISE das emissões de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas climáticas do brasil: 1970 - 2021. São Paulo: SEEG, 2023. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2023/03/SEEG-10-anos-v4.pdf> Acesso em: 16/01/2024.

BERNER, P.G.M.; VIEIRA, S.R.; LIMA, E.; ANJOS, L.H.C. Variabilidade espacial de propriedades físicas e químicas de um cambissolo sob dois sistemas de manejo de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 31, n.5, p.837-844, 2007.

BEZERRA, J.D.V.; EMERENCIANO NETO, J.V.; ALVES, D.J.S.; BATISTA NETA, I.E.; GALDINO NETO, L.C.; SANTOS, R.S.; DIFANTE, G.S. Productive, morphogenic and structural characteristics of Brachiaria brizantha cultivars grown in two types of soil. **Research, Society and Development**. v.9, n.7, p.1-15, 2020.

BORSATTO, A. L.; BAGGIO, D. K.; BRUM, A.L. Conceitos e definições do esg – environmental, social and corporate governance – no contexto evolutivo da sustentabilidade. Desenvolvimento em Questão. Editora Unijuí. ISSN 2237-6453, n. 59, 2022.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 498, de 19 de agosto de 2020. Define critérios e procedimentos para produção e aplicação de

biossólido em solos, e dá outras providências. **Diário Oficial da União.** 2020, 161(Seção 1):265-69. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-498-de-19-de-agosto-de-2020-273467970> Acesso em: 25/07/2023.

BRAZ, S.P.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; CANTARUTTI, R.B.; REGAZZI, A.J.; MARTINS, C.E.; FONSECA, D.M.; BARBOSA, R.A. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagens de *B. decumbens* na Zona da Mata de MG. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.858-865, 2002.

CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R.F.; KONOPKA, A.E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa soils. **Soil Science Society America Journal**, Madison-WI, v.58, n.5, p.1501-1511, 1994.

COSTA, K.A.P; OLIVEIRA, I.P.; FAQUIN, V. **Adubação nitrogenada para pastagens do gênero Brachiaria em solos do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2006. (Documentos, 192).

CRUZ, G.M. **Emissões de GEE na pecuária de leite brasileira: custo marginal de abatimento para diferentes sistemas de produção e implicações políticas**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2020. 158p.

CRUZ, G.M.; MIRANDA, S.H.G. Reflexões para uma pecuária mais sustentável. **Revista de Política Agrícola**, v.31, n.4, 2022.

DA CUNHA, F.F.; RAMOS, M.M.; DE ALENCAR, C.A.B.; DE OLIVEIRA, R.A. COSER, A.C.; MARTINS, C.E.; CECON, P.R.; ARAÚJO, R.A.S. Produtividade da Brachiaria brizantha cv. Xaraés em diferentes manejos e doses de adubação, períodos de descanso e épocas do ano. **Idesia**, v.30, n.1, p.75-82, 2012.

DIAS FILHO, M.B. **Formação e Manejo de Pastagens**. Comunicado Técnico 235. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, 2012. 9p. Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/937485/1/OrientalComTec235.pdf> Acesso em: 10/06/2023.

DIAS-FILHO, M.B.; LOPES, M.J.S. **Fertilidade do solo em pastagem: como construir e monitorar**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2021. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1130597/1/DOC460.pdf> Acesso em: 05/12/2023.

ERNANI, P.R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages: O autor, 2008. 130p.

FAMASUL. Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso do Sul. Agropecuária: a evolução de Mato Grosso do Sul como uma das principais regiões produtoras do país. **FAMASUL**, 2021. Disponível em: <https://portal.sistemafamasul.com.br/noticias/agropecu%C3%A1ria-evolu%C3%A7%C3%A3o-de-mato-grosso-do-sul-como-uma-das-principais-regi%C3%B5es-produtoras-do> Acesso em: 21/07/2023.

FAO. 2023. **Meat Market Review: Emerging trends and outlook 2023**. Rome. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cc9074en/cc9074en.pdf> Acesso em: 10/01/2023.

FERREIRA, D.F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.4, p.529-535, 2019.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE. **GRI 1: Fundamentos 2021**. Amsterdã: Global Sustainability Standards Board, 2021. Disponível em: <https://www.globalreporting.org/how-to-use-the-gri-standards/gri-standards-portuguese-translations/> Acesso em: 15/07/2023.

HARFUCH, L.; LOBO, G.D.; CRUZ, G.M. **Sustentabilidade na cadeia da carne: caminhos para o Brasil e os aprendizados do P4F**. 1.ed. São Paulo: Agroicone, 2023. Disponível em: <https://agroicone.com.br/wp-content/uploads/2023/06/EstudoSustentabilidade-na-cadeia-da-carne-Agroicone-e-P4F.pdf> Acesso em: 04/01/2024.

HOEHNE, L.; SANTOS, F.; STÜLP, S.; TISCHER, J.S.; SCHNEIDER, F.A. Avaliação das técnicas de determinação de nitrogênio por cromatografia iônica (IC) e por teor de nitrogênio total (TN) por quimiluminescência. **Tecno-Lógica**, v.20, p.9-13, 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017> Acesso em: 28/07/2023.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. ed. Ceres, 1985, 492p.

KORRES, N.E.; SHIV PRASAD, A.S. Chapter Four - Agricultural residues management: Life cycle assessment implications for sustainable agricultural practices and reduction of greenhouse gases emissions. **Advances in Agronomy**, Burlington: Academic Press, v.180, p.197-226, 2023.

LAZZARINI NETO, S. **Confinamento de Bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000.

LIMA, J.J.; MATA, J.D.V.; PINHEIRO NETO, R.; SCAPIM, C.A. Influência da adubação orgânica nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico e na produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v.29, supl., p.715-719, 2007.

LIMA, R.A.M.C. **A importância do confinamento para a pecuária de corte**. Dissertação (Especialização em Economia e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2016. 87p.

MALAFIAIA, G.C.; CONTINI, E.; DIAS, F.R.T.; GOMES, R.C.; MORAES, A.E.L. **Cadeia produtiva da carne bovina: contexto e desafios futuros**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 45p. 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/232238/1/DOC-291-Final-em-Alta.pdf> Acesso em:10/07/2023.

MALAVOLTA, E. **Potássio, magnésio e enxofre nos solos e culturas brasileiras**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato. 1982.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Setorial para Adaptação à Mudança do Clima e Baixa Emissão de Carbono na Agropecuária com vistas ao Desenvolvimento Sustentável (2020 – 2030)**. 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/abc-portugues.pdf> Acesso em: 21/07/2023.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2020/21 a 2030/31 - Projeções de Longo Prazo**. 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas->

publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2020-2021-a-2030-2031.pdf/@ @download/file Acesso em: 10/07/2023.

MATOS, A.T. **Disposição de águas resíduárias no solo.** Viçosa: AEAGRI, 2007. 142 p. (Caderno Didático n. 38).

MAYA, F.L.A. **Produtividade e viabilidade econômica da recria e engorda de bovinos em pastagens adubadas intensivamente com e sem o uso da irrigação.** 2003. 156p. Dissertação (mestrado em Economia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MEDEIROS, J.A.V. **Análise da viabilidade econômica de Sistema de confinamento de bovinos de corte em goiás: aplicação da Teoria de opções reais.** Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013, 58p.

MEDEIROS, S.S.; SOARES, A.A.; FERREIRA, P.A.; NEVES, J.C.L.; SOUZA, J.A. Utilização de água resíduária de origem doméstica na agricultura: Estudo do estado nutricional do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.2, p.109-115, 2008.

MELLEK, J.E.; DIECKOW, J.; DA SILVA, V.L.; FAVARETTO, N.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F.M.; DE SOUZA, J.L.M. Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of Southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.110, n.1, 2010, p.69-76, 2010.

MICHELINI, J. **A pecuária bovina de corte no brasil: significados, contradições e desafios em busca da sustentabilidade.** Tese (Doutorado em Ciência do Sistema Terrestre) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2016. 142p.

NOVAIS R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo.** Viçosa: SBCS. 2007.

OLIVEIRA, J.G.R.; TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G.M.C. Alterações na física do solo com a aplicação de dejetos animais. **Geographia Opportuno Tempore**, Londrina-PR, v.2, n.2, Edição Especial, p.66-80, 2016.

OLIVEIRA, P.P.A.; BERNARDI, A.C.C.; ALVES, T.C.; PEDROSO, A.F. **Evolução na recomendação de fertilização de solos sob pastagens: eficiência e sustentabilidade na produção pecuária.** In: IX SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE E V SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE. Anais... Viçosa: UFV, p.289-344, 2014.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Perspectivas da População Mundial 2022: Resumo dos Resultados.** Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais. Divisão de População (2022). Disponível em: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf Acesso em: 04/01/2024.

ONU – Organização das Nações Unidas. **The Ten Principles of the UN Global Compact.** UN Global Compact, Geneva, 15 maio 2006. Disponível em: <https://www.unglobalcompact.org/what-is-gc/mission/principles>. Acesso em: 10/07/2023.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Transformando Nossa Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** UNIC Rio, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf> Acesso em 10/07/2023.

ORRICO JUNIOR, M.A.P.; CENTURION, S.R.; ORRICO, A.C.A.; OLIVEIRA, A.B.M.; SUNADA, N.S. Características produtivas, morfogênicas e estruturais do capim Piatã submetido à adubação orgânica. **Ciência Rural**, v.43, n.7, 2013.

ORRICO JUNIOR, M.A.P; CENTURION, S.R. ORRICO, A.C.A; SUNADA, N.S. Effects of biofertilizer rates on the structural, morphogenetic and productive characteristics of Piatã grass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.6, p.1378-1384. 2012.

ORTIZ, J.L. **Emprego do geoprocessamento no estudo da relação entre potencial produtivo de um povoamento de eucalipto e atributos do solo e do relevo.** 2003. 205p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba-SP, 2003.

PALHARES, J.C.P. **Produção animal e recursos hídricos: tecnologias para manejo de resíduos e uso eficiente dos insumos.** Brasília, DF: Embrapa, 2019. 210 p.

PAULA, V.R.; BARROS, I.; MACIEL, A.M.; NASCIMENTO, A.M.; OTENIO, M.H. Uso de biofertilizante como agente promotor da bioeconomia na agropecuária. In: Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo de Vida, 2020, Online. **Anais do VII Congresso Brasileiro sobre Gestão do Ciclo de Vida.** v.1, 2. ed. Porto Alegre:UFRGS, 2020. p.275-279. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/gcv2020/wp-content/uploads/2021/10/Anais-GCV-2020-Volume-I-Segunda-Edicao.pdf> Acesso em: 10/01/2024.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2.ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RICARDO, T.N.A. **Plano de manejo de resíduos de bovinocultura leiteira de uma propriedade rural no município de Santa Bárbara do Monte Verde, MG.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016, 65p.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, Cambridge-UK, v.52, p.591-611, 1965.

SILVA, M.S. **Efeitos de esterco bovino em atributos químicos e físicos do solo, produtividade de milho e créditos de nitrogênio.** Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2018, 88p.

SILVA, P.R. **Lagoas de estabilização para tratamento de resíduos de suínos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1973, 36p.

SILVEIRA, F.M.; FAVARETTO, N.; DIECKOW, J.; PAULETTI, V.; VEZZANI, F.M.; DA SILVA, E.D.B. Dejeto líquido bovino em plantio direto: perda de carbono e nitrogênio por escoamento superficial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** v.35, n.5, p.1759-1768, 2011.

SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S.; SANTOS, R.V.; ARAÚJO, G.T.; SOUTO, L.S. Decomposição de estercos dispostos em diferentes profundidades em área

degradada no semi-árido da paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29:125-130, 2005.

Telles, D.D. **Resíduos sólidos: gestão responsável e sustentável**. São Paulo:

THIAGO, L.R.L.S. **Confinamento para bovinos**. Brasília: EMBRAPA SPI, 1996.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; PEREIRA, J. M.; VALÉRIO, J. R.; PAGLIARINI, M. S.; MACEDO, M. C. M.; LEITE, G. G.; LOURENÇO, A. J.; FERNANDES, C. D.; DIASFILHO, M. B.; LEMPP, B.; POTT, A.; SOUZA, M. A. **O capim-xaraés (Brachiaria brizantha cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. 36 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 149).

WARRICK, A.W. AND NIELSEN, D.R. **Spatial Variability of Soil Physical Properties in the Field**. In: Hillel, D., Ed., Applications of Soil Physics, Academic Press, New York, 1980.