

**INSTITUTO FEDERAL DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS CIDADE DE GOIÁS - GO**

LUNA GONÇALVES MAGALHÃES

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO
DE GRÃOS NA CULTURA DO MILHO NO MUNICÍPIO DE
GOIÁS, GO**

**CIDADE DE GOIÁS - GO
2025**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: LUNA GONÇALVES MAGALHÃES

Matrícula: 20201100090338

Título do Trabalho: INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO DE GRÃOS NA CULTURA DO MILHO NO MUNICÍPIO DE GOIÁS, GO

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

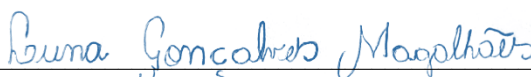
- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Cidade de Goiás, 01 de janeiro de 2025



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

LUNA GONÇALVES MAGALHÃES

**INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO
DE GRÃOS NA CULTURA DO MILHO NO MUNICÍPIO DE
GOIÁS, GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia, Campus
Cidade de Goiás, como parte das exigências para a
obtenção do título de Bacharela em Agronomia.

Orientador: Gabriel Caymmi Vilela Ferreira
Co-orientador: Joaquim Frazão

**CIDADE DE GOIÁS - GO
2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Goiás – Campus Cidade de Goiás

630.2745

M189i Magalhães, Luna Gonçalves

Influência da adubação orgânica na produção de grãos na cultura do milho no Município de Goiás - GO / Luna Gonçalves Magalhães; orientador, Gabriel Caymmi Vilela Ferreira, co-orientador, Joaquim Frazão – Cidade de Goiás, 2025.

24 f.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Cidade de Goiás, Departamento de Áreas Acadêmicas, Bacharelado em Agronomia.

1. Agroecologia. 2. Material orgânico. 3. Sustentabilidade. 4. *Zea mays* L. I. Ferreira, Gabriel Caymmi Vilela, orientador. II. Frazão, Joaquim, co-orientador. III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. IV. Título.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS CIDADE DE GOIÁS

Folha de Aprovação

LUNA GONÇALVES MAGALHÃES

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO DE GRÃOS NA CULTURA DO MILHO NO MUNICÍPIO DE GOIÁS - GO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Cidade de Goiás, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Monografia defendida e aprovada, em 23 de janeiro de 2025, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Gabriel Caymmi Vilela Ferreira

Presidente da banca / Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Profa. Dra. Elaine Ferrari de Brito

Membro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Profa. Dra. Laiz de Oliveira Silva

Membro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Cidade de Goiás – GO

2025

Documento assinado eletronicamente por:

- Elaine Ferrari de Brito, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 06/02/2025 12:39:45.
- Laiz de Oliveira Silva, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO, em 06/02/2025 09:16:16.
- Gabriel Caymmi Vilela Ferreira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 06/02/2025 09:14:15.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 06/02/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 614789

Código de Autenticação: 87b3ffae28



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Rua 02, Quadra 10, Lote 01 a 15, Residencial Bauman, None, Centro, CIDADE DE GOIÁS / GO, CEP 76600-000
(62) 3442-0212 (ramal: 0212)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me proporcionar saúde, força e sabedoria para chegar até aqui.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão aos meus orientadores, Gabriel Caymmi Vilela Ferreira e Joaquim Frazão, pela orientação precisa, paciência e dedicação durante todo o desenvolvimento deste trabalho. Suas expertises foram fundamentais para o meu aprendizado e para a realização deste TCC.

Ao Instituto Federal de Goiás (IFG), Campus Cidade de Goiás, por ser o ambiente de formação que me ofereceu uma educação de qualidade, com uma estrutura excelente e um corpo docente comprometido. O IFG foi o alicerce dessa caminhada, e sou grato(a) por ter sido parte dessa instituição que preza pela educação e pelo desenvolvimento de seus alunos.

Aos meus colegas e amigos do curso de Agronomia do IFG, pela troca de experiências, companheirismo e apoio ao longo dessa caminhada. Cada momento compartilhado foi essencial para meu crescimento acadêmico e pessoal.

Aos meus familiares, que sempre estiveram ao meu lado, me oferecendo amor, motivação e compreensão, sem os quais essa jornada seria muito mais difícil.

E, por fim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, direta ou indiretamente. Cada apoio foi essencial para que eu pudesse alcançar esta conquista.

RESUMO

Os excrementos de aves e bovinos constituem uma excelente fonte de nutrientes, especialmente de nitrogênio (N), e, quando manejados de forma adequada, têm o potencial de substituir, parcial ou totalmente, os fertilizantes químicos na produção de grãos. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de adubos orgânicos (esterco bovino e cama de aviário) em comparação a adubação mineral na produção do milho, na região da Cidade de Goiás – GO. O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Cidade de Goiás entre os meses de setembro de 2023 a abril de 2024. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), envolvendo 4 tratamentos e 5 repetições, totalizando 20 parcelas de 6 m² (120 m²). Os tratamentos foram: testemunha (sem adubação), esterco bovino (30 toneladas/ha) e cama de frango (40 toneladas/ha), aplicados em cobertura, e fertilizante químico NPK 00-21-00 e 20-00-20, sendo 476,7 kg/ha e 220 kg/ha, respectivamente. Para o tratamento com fertilizante, foi aplicado 515 kg/ha de 20-00-20 em cobertura, 20 dias após a emergência das plantas (DAE). As avaliações fitotécnicas incluíram a medição da altura das plantas e diâmetro do caule aos 20, 40 e 60 DAE, e altura de inserção da espiga aos 120 DAE. A produtividade foi determinada por meio da metodologia Corn Yield Calculator, considerando a contagem de linhas e grãos nas espigas, seguido de secagem e correção do peso dos grãos para 13% de umidade. Os resultados deste estudo demonstram que os fertilizantes utilizados tiveram um impacto significativo no crescimento das plantas de milho, com destaque para a cama de frango, que se mostrou o mais eficaz na promoção do desenvolvimento vegetativo, especialmente em termos de altura e diâmetro dos colmos aos 60 DAE. Em termos de produtividade, todos os tratamentos com adubação foram superiores à testemunha, contudo não se observou diferença estatística entre a cama de frango, esterco bovino e fertilizante químico, o que demonstra que a adubação orgânica tem capacidade de substituir a adubação mineral na produção de grãos.

Palavras-chave: *Zea mays*, estercos, sustentabilidade, material orgânico, agroecologia.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 MATERIAS E MÉTODOS.....	11
2.1 ÁREA EXPERIMENTAL.....	11
2.2 AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE MILHO SOB DIFERENTES FONTES DE ADUBAÇÃO.....	12
2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	14
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	14
4 CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
ANEXO I	23

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das culturas agrícolas mais importantes e amplamente cultivadas no mundo, além de alimentar bilhões de pessoas e animais, é essencial para a indústria e produção de biocombustíveis. Os Estados Unidos, China, Brasil, União Europeia e Argentina lideram o *ranking* dos maiores produtores mundiais do grão (USDA, 2024). De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024), na safra de 2023/2024, a área cultivada com milho no Brasil foi estimada em 21,05 milhões de hectares, com uma produtividade média de 5,49 t.ha⁻¹, resultando em uma produção total de 115,72 milhões de toneladas.

Para sustentar a produção, especialmente diante da crescente demanda global e dos desafios climáticos, o uso de fertilizantes torna-se essencial. Atualmente, o Brasil, terceiro maior produtor de milho e grande produtor de alimentos e *commodities* agrícolas (USDA, 2024), é um dos maiores consumidores de fertilizantes, atrás apenas dos EUA, Índia e China. Em 2023, o país consumiu cerca de 45 milhões de toneladas de fertilizantes, em sua maioria para a produção de grãos como soja, milho, além da cultura da cana-de-açúcar (BRASIL, 2023). No entanto, apenas cerca de 20% desse consumo é atendido pela produção interna, o que coloca o Brasil como o maior importador de fertilizantes do mundo (ANDA, 2023).

Dentro do cenário produtivo, a agricultura familiar é fundamental para a economia do país, sendo uma fonte de geração de emprego e renda para milhões de famílias rurais. No município de Goiás - GO, a agricultura familiar desempenha um papel essencial na produção de alimentos e na atividade agropecuária. De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, o município conta com 2.215 estabelecimentos agropecuários, sendo que 67% deles são classificados como familiares (IBGE, 2017). A pecuária bovina destaca-se como a principal atividade econômica, acompanhada de outras práticas, como a olericultura e a avicultura (PINA *et al.*, 2018).

No que diz respeito à produção de milho, a agricultura familiar do município de Goiás - GO é responsável por 31% da produção de milho em grão e 40% do milho forragem, correspondendo a 449 t e 569 t, respectivamente. Além disso, a produtividade média para o ano de 2017 do milho grão foi de aproximadamente 4,2 t.ha⁻¹, um valor superior à média nacional, que era de 4 t.ha⁻¹. Já a produtividade média do milho forragem atingiu 25,9 t.ha⁻¹, um valor superior à média dos produtores não familiares (IBGE, 2017).

O milho, em muitas regiões, é cultivado de forma convencional, com o uso excessivo de adubos químicos, o que contribui para a degradação do solo e água, gerando

impactos ambientais negativos. Nesse contexto, a adoção de práticas agrícolas sustentáveis, como a utilização de resíduos orgânicos comuns nas propriedades rurais, torna-se cada vez mais necessária. A adubação orgânica, com materiais como esterco bovino e cama de aviário, surge como uma alternativa eficaz, melhorando a fertilidade do solo e reduzindo a dependência de fertilizantes minerais. Isso ocorre porque esses materiais são ricos em matéria orgânica, o que favorece a atividade microbiológica do solo, promovendo a decomposição de resíduos e a liberação gradual de nutrientes essenciais. Como resultado, há uma maior disponibilidade de elementos como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, fundamentais para o crescimento das plantas. Essa prática não só recupera a qualidade física, química e biológica do solo e aumenta a produtividade agrícola a longo prazo, como também fortalece a sustentabilidade das propriedades rurais, diminuindo a poluição ao mitigar os impactos das atividades pecuárias, como a bovinocultura e a avicultura, e promovendo a autossuficiência nas pequenas propriedades familiares (SANTOS *et al.*, 2017).

Em Goiás, a grande disponibilidade de resíduos orgânicos é abundante devido à presença de grandes empresas no setor agropecuário, especialmente no ramo da avicultura e pecuária. Em 2022, Goiás abateu cerca de 461 milhões de frangos, o que representou aproximadamente 8,19% do total nacional, posicionando o estado entre os maiores produtores de carne de frango do Brasil (ABPA, 2023). No setor bovino, o estado foi responsável por aproximadamente 11% da produção nacional em 2023, com um rebanho de 24 milhões de cabeças, sendo que cerca de 1 milhão de bovinos foram confinados localmente, representando uma parcela significativa do total nacional. Assim a utilização de tecnologias mais sustentáveis, como o manejo adequado de dejetos orgânicos na agricultura, torna-se essencial para reduzir os impactos ambientais (ABRAFRIGO, 2024).

Diversos estudos constataram que em lavouras de milho o uso da adubação orgânica com esterco bovino influencia positivamente a fertilidade do solo, aumenta a produtividade, reduz os custos com adubação mineral, além de proporcionar uma destinação adequada para os resíduos nas propriedades rurais (GOMES *et al.*, 2005; GUARESCHI *et al.*, 2013; SILVA *et al.* 2020). O estudo de Mata *et al.* (2010) demonstrou que a aplicação de 40 t.ha⁻¹ de esterco bovino resultou em plantas de milho com 1,63 metros de altura aos 56 dias após a emergência, evidenciando os benefícios da adubação orgânica no crescimento das plantas. Além disso, a cama de aviário também tem mostrado bons resultados no cultivo do milho, pois melhora a capacidade de troca catiônica do solo, favorece a infiltração de água e reduz perdas de nutrientes, promovendo uma melhor nutrição dos microrganismos do solo e maior

produtividade em comparação à adubação mineral (KONZEN, 2003; SILVA *et al.*, 2011; MATUMBA *et al.*, 2020).

O milho, que demanda grandes quantidades de nitrogênio (N) para seu crescimento, pode se beneficiar do uso de adubos orgânicos como esterco bovino e cama de frango, que são alternativas sustentáveis aos fertilizantes minerais. O esterco bovino contém cerca de 1,5% a 2% de N, enquanto a cama de frango pode ter entre 3% e 5%, fornecendo o nutriente de forma gradual e melhorando a estrutura do solo (BARROS *et al.*, 2019). Para a agricultura familiar, esses resíduos representam uma oportunidade de reduzir custos com fertilizantes químicos, aumentar a fertilidade do solo e promover a sustentabilidade das pequenas propriedades rurais.

Estudos sobre o desempenho do milho em diferentes métodos de adubação, incluindo o uso de resíduos orgânicos, são fundamentais para avaliar o potencial dessas práticas na agricultura familiar, além de promover a sustentabilidade e a eficiência dos sistemas produtivos. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar o desenvolvimento do milho com a aplicação de fontes de adubo orgânico (esterco bovino e cama de frango) e adubação mineral, buscando compreender os impactos dessas diferentes fontes no crescimento, na produtividade das plantas e na viabilidade de aprimorar as práticas agrícolas sustentáveis.

2 MATERIAS E MÉTODOS

2.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi desenvolvido na área experimental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Câmpus Cidade de Goiás (Figura 1). As coordenadas geográficas da área experimental são 15° 55' 57.33" S e 50° 8' 55.95" W, com altitude de 287 metros. O estudo foi realizado ao longo do período de setembro de 2023 a abril de 2024.

A Cidade de Goiás (GO), localizada no noroeste do estado, possui clima tropical, com duas estações bem definidas: a seca, de abril a outubro, e a chuvosa, de outubro a março (CARDOSO *et al.*, 2014; SILVA, 2021). Entre setembro de 2023 e abril de 2024, os dados da Estação A014 em Goiás (GO) mostraram temperaturas médias em torno de 25°C, com picos acima de 30°C nos meses de setembro a novembro. A umidade relativa do ar foi mais alta de novembro a março, devido às chuvas intensas, com precipitação variando de 100 mm a 200 mm, especialmente entre dezembro e janeiro. De março a abril de 2024, as chuvas e a umidade começaram a diminuir, marcando o fim da estação chuvosa. Esses dados são importantes para

a gestão climática e dos recursos naturais da região (INMET, 2025). A área era ocupada anteriormente com capim braquiária e o solo tem presença de pedras, o que dificulta o manejo.

Figura 1. Área do experimento no IFG, Câmpus Cidade de Goiás - GO.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

2.2 AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE MILHO SOB DIFERENTES FONTES DE ADUBAÇÃO

Para a condução do experimento, o solo foi preparado de maneira convencional (duas araões e uma gradagem). A correção de acidez foi feita com calcário dolomítico, a dose de correção foi de $2,58 \text{ t.ha}^{-1}$, obtida por meio de análise de fertilidade do solo (Anexo I) e aplicada a lanço.

O experimento foi conduzido utilizando o delineamento em blocos casualizados (DBC) com 4 tratamentos e 5 repetições, resultando em 5 blocos e 20 parcelas, cada uma com dimensões de 3x2 metros (6 m^2), totalizando 120 m^2 . Os seguintes tratamentos foram utilizados: testemunha - sem o uso de adubação; esterco bovino; cama de frango; e fertilizante mineral.

Para a adubação mineral, optou-se pela utilização de fertilizantes NPK nas seguintes composições: 00-21-00 (super simples) e 20-00-20 no plantio, sendo 476,7 e 220 kg, respectivamente. Além disso, foram aplicadas 515 de 20-00-20 em cobertura, 20 dias após a emergência das plantas. Já nos tratamentos com adubação orgânica, utilizou-se 30 t.ha⁻¹ de esterco bovino e 40 t.ha⁻¹ de cama de frango. Tanto o esterco bovino como a cama de frango foram curtidos por cerca de 45 dias, e aplicados em cobertura de forma manual.

As parcelas possuíam área de 3x2 (6m²) e o espaçamento de 0,5 m entre linhas e 2,5 plantas por metro linear, com uma população de 50.000 plantas.ha⁻¹, constituindo cinco linhas de plantio por parcela (Figura 1). A área útil¹ foi formada pelas três linhas centrais, desprezando-se as bordaduras, 1 metro de cada extremidade, perfazendo uma área útil de 1 m². Utilizou-se o milho híbrido AGS Lavrador.

Figura 2. Instalação do experimento a campo no IFG, Câmpus Cidade de Goiás - GO.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Foram conduzidas avaliações fitotécnicas, incluindo a medição da altura das plantas aos 20, 40 e 60 dias após a emergência (DAE). Para isso, foram medidas a altura da planta em relação ao solo, considerando a distância até a última folha totalmente desenvolvida. Também foi avaliado o diâmetro do caule, medindo o colmo de três plantas por parcela, nos mesmos intervalos de tempo, utilizando um paquímetro manual. Além disso, a altura de inserção da espiga foi medida através de três plantas escolhidas aleatoriamente dentro da área útil, que ocorreu após 120 dias da emergência, usando uma trena centimétrica.

¹Inicialmente objetivou-se fazer a coleta de dados apenas da área útil, previamente estipulada. Contudo, devido ao intenso ataque de psitacídeos (periquitos), as coletas de dados, principalmente de produtividade, tiveram que ser adaptadas para a realidade do experimento, onde coletou-se amostras viáveis de toda a parcela.

Em relação à produtividade, uma adaptação da metodologia Corn Yeld Calculator (REETZ, 1987) foi utilizada. Essa metodologia envolveu a coleta de três espigas representativas das parcelas, ou seja, buscou-se as espigas de porte médio excluindo as maiores e as menores, e foram feitas a contagem do número de linhas e grãos por fileira em cada espiga, seguida da debulha e pesagem para determinação da massa natural. Após isso, os grãos foram submetidos à secagem em estufa, sob a temperatura de 105 °C, durante 72 horas. Esses procedimentos foram utilizados para determinar o teor de água nos grãos, com base no qual o peso foi corrigido para 13% de umidade para todos os tratamentos.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância (teste F), para comparar as médias de diferentes grupos, a fim de verificar se existiam diferenças significativas entre eles. Quando observadas diferenças, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos resultados obtidos nas avaliações realizadas aos 20, 40 e 60 dias após a emergência DAE, observou-se que a adubação orgânica com cama de frango proporcionou os melhores desempenhos para as variáveis altura e diâmetro do colmo das plantas de milho (Tabela 1). Aos 20 DAE para ambas as variáveis, o tratamento com cama de frango apresentou diferença significativa apenas em relação à testemunha. Já aos 60 DAE, esse tratamento obteve os maiores valores, distinguindo-se estatisticamente de todos os outros, incluindo os tratamentos com adubação orgânica de esterco bovino e adubação mineral. Esses resultados corroboram com os encontrados por Reis *et al.* (2015), que observaram que, após 20 DAE, a cama de frango também promoveu os melhores resultados para a altura das plantas e o diâmetro do caule. Os autores concluíram que as menores doses de cama de frango testadas, 4 e 5,5 toneladas/ha, não apresentaram diferença estatística em relação à adubação mineral, sugerindo que a adubação orgânica com cama de frango pode ser uma alternativa viável à adubação mineral na fase inicial da cultura do milho.

Resultados semelhantes também foram encontrados por outros autores. Pereira Júnior *et al.* (2012) verificaram que a adubação orgânica proporcionou valores superiores de altura das plantas e produtividade na cultura do milho, em comparação à adubação mineral. Silva *et al.*

(2011), ao avaliarem o efeito de diferentes doses de cama de frango no desenvolvimento inicial das plantas de milho, constataram que todas as doses de cama de frango apresentaram resultados superiores à adubação mineral em todas as características vegetativas analisadas. Eles destacaram que a dose de 21 t.ha⁻¹ obteve as maiores alturas das plantas, maiores produções de biomassa seca de folhas e colmos. Por outro lado, Guareschi *et al.* (2013), em estudo similar, concluiu que a aplicação de esterco bovino e/ou cama de aviário aumentou a produção de biomassa das plantas de milho em Latossolo da região do Cerrado, embora em um patamar inferior à adubação mineral.

Tabela 1. Altura e diâmetro do colmo da planta de milho, em centímetros, aos 20, 40 e 60 dias após a emergência (DAE). IFG, 2024.

Tratamentos	Altura da planta (cm)			Diâmetro do Colmo (cm)		
	20 DAE	40 DAE	60 DAE	20 DAE	40 DAE	60 DAE
Cama de Frango	20,8 _a	167,3 _a	265,9 _a	1,9 _a	3,2 _a	5,1 _a
Esterco Bovino	18,4 _{ab}	145,3 _a	246,8 _b	1,7 _{ab}	2,8 _{ab}	4,7 _b
Adubação Mineral	18,4 _{ab}	139,9 _a	246,5 _b	1,7 _{ab}	2,8 _{ab}	4,7 _b
Testemunha	14,4 _b	94 _b	212,4 _b	1,7 _b	2,4 _b	4,5 _b
Coeficiente de Variação (%)	12,82	15,47	5,69	13,5	9,5	3,9

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

A altura das plantas e o diâmetro do colmo são parâmetros importantes para a produtividade do milho. A altura reflete o crescimento vegetativo e o aproveitamento de recursos, contribuindo para uma maior área fotossintética e, conseqüentemente, maior produção de energia e nutrientes. O diâmetro do colmo está relacionado à resistência estrutural da planta e ao acúmulo de reservas energéticas, essenciais para o enchimento dos grãos. Plantas mais altas e com colmos mais espessos tendem a ser mais produtivas, pois acumulam mais reservas e apresentam maior resistência ao estresse ambiental, favorecendo o rendimento na colheita (CARVALHO *et al.*, 2022).

Em relação à altura de inserção de espiga, Rossi (2022) destaca que uma menor altura de inserção da espiga na cultura do milho é preferível, pois essa característica contribui para um melhor equilíbrio da planta, reduzindo a quebra de colmos e facilitando o trabalho durante

a colheita. Esse benefício é ainda mais relevante em populações mais densas, onde o diâmetro do colmo tende a ser menor. A altura de inserção da espiga influencia diretamente na capacidade de sustentação da planta, já que alturas maiores aumentam a probabilidade de acamamento. De acordo com Rosa *et al.* (2017), esse fenômeno ocorre porque o milho destina cerca de 50% de sua fitomassa total aos grãos no final do ciclo, o que pode comprometer a estabilidade da planta. Apesar disso, no presente trabalho não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com relação à altura da inserção da primeira espiga (Tabela 2). Campo *et al.* (2010), ao analisarem 49 cultivares comerciais de milho em cinco regiões, não encontraram correlação significativa entre a altura da planta, a altura de inserção da espiga e as taxas de acamamento. Em contrapartida, Pereira Júnior *et al.* (2012) ao avaliarem os efeitos das diferentes fontes e doses de esterco de animais (bovino, ovino e aviário) na adubação do milho-verde relataram um leve aumento na altura de inserção da primeira espiga no tratamento com cama de aviário em comparação ao esterco bovino.

Tabela 2. Altura de inserção da espiga de milho e produtividade do milho, com e sem adubação (orgânica e química). IFG, 2024.

Tratamento	Altura - Espiga (cm)	Produção (T/ha)
Cama de Frango	1,56 _a	7,70 _a
Esterco Bovino	1,48 _a	6,65 _{ab}
Adubação Mineral	1,46 _a	6,90 _{ab}
Testemunha	1,22 _a	5,90 _b
Coeficiente de Variação (%)	12,82	12,45

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024.

Em relação à produtividade do milho (Tabela 2), o maior rendimento foi observado com o uso de cama de frango, que atingiu 7,7 toneladas/ha, representando um aumento significativo de 30,5% em comparação à testemunha (sem adubo). Embora os tratamentos com adubos orgânicos (esterco bovino e cama de frango) e adubação mineral não tenham mostrado diferenças significativas entre si, a cama de frango se destacou pela sua superioridade em relação à testemunha não adubada. Esses resultados indicam que, embora diferentes tipos de adubação proporcionaram aumentos na produtividade, a cama de frango se mostrou uma alternativa eficiente para otimizar o rendimento da cultura do milho, destacando-se

especialmente quando comparada à ausência de adubação. Adicionalmente, sob as condições avaliadas, a ausência de diferença significativa entre os tratamentos com fertilizantes sugere que os adubos orgânicos podem oferecer resultados semelhantes aos da adubação mineral em termos de desempenho das culturas. Tais achados reforçam a importância de considerar não apenas a eficácia, mas também fatores como custo, disponibilidade e sustentabilidade na escolha do tipo de adubação, visto que ambas as abordagens demonstraram ser eficientes para promover o crescimento das plantas.

Autores como Corrêa & Miele (2009) e Borges *et al.* (2020) relataram que a adubação com cama de aviário promoveu incrementos na produtividade do milho, e que os ganhos foram atribuídos aos elevados teores de cálcio, fósforo e potássio presentes no material orgânico. Além disso, Rodrigues *et al.* (2009) e Silva *et al.* (2014) concordam que a matéria orgânica de origem animal ou vegetal, quando aplicada em doses adequadas, promove efeitos positivos no desenvolvimento das culturas, devido à riqueza de nutrientes como nitrogênio, fósforo e enxofre, que são disponibilizados às plantas por meio da mineralização realizada por microrganismos.

Diversos estudos têm investigado o impacto das fontes de adubo na cultura do milho. Alguns autores observaram que a adubação orgânica, principalmente, pelo uso da cama de frango, superou a adubação mineral em termos de produtividade (PEREIRA JÚNIOR *et al.*, 2012), enquanto outros verificaram que a combinação de adubação orgânica e química resultou em maiores rendimentos de milho em comparação ao uso exclusivo de material orgânico (BULEGON *et al.*, 2012). Por outro lado, outros estudos indicaram que não houve diferença significativa na produtividade entre os tratamentos com adubação mineral ou orgânica (COSTA *et al.*, 2011; SORO *et al.*, 2015; SOUZA & GAI, 2023), ou que o uso da adubação mineral superou a orgânica em termos de produtividade (GUARESCHI *et al.*, 2013). Os resultados da literatura sugerem que tanto a adubação orgânica quanto a mineral pode influenciar a produtividade do milho, com variações nos efeitos dependendo da combinação de fontes, do tipo de solo e das práticas adotadas, destacando a importância de estratégias de manejo adequadas para otimizar o rendimento da cultura.

A produção de cama de frango em Goiás, resíduo gerado pela combinação de serragem, palha, areia e fezes das aves, é substancial, dada a expressiva quantidade de frangos abatidos nas granjas do estado. Em 2022, Goiás abateu cerca de 461 milhões de frangos, o que representa aproximadamente 8,19% do total nacional, colocando o estado entre os maiores produtores de carne de frango (ABPA, 2023). No entanto, a grande produção de cama de frango exige uma

gestão cuidadosa, pois, quando manuseada inadequadamente, pode causar sérios impactos ambientais, como a poluição do solo e da água, devido à liberação de compostos durante a fermentação em condições inadequadas de armazenamento, especialmente ao ar livre. No entanto, quando aplicada na agricultura com critérios agronômicos adequados ao solo e à cultura, a cama de frango pode ser utilizada sem riscos de contaminação ambiental, promovendo resultados positivos tanto para a produção quanto para a rentabilidade (CORRÊA & MIELE, 2009). De acordo com o estudo de Borges *et al.* (2020), a aplicação de cama de frango como adubo promove aumento da produtividade de grãos de milho safrinha. Ressalte-se que a dose de 10 t.ha⁻¹ resultou em maior produtividade e peso de mil grãos

Ante o exposto, no presente estudo, observou-se que a adubação orgânica, principalmente por meio da aplicação de cama de frango, foi eficaz em manter níveis adequados de nutrientes no solo, resultando em aumento da produtividade do milho. Esse incremento de produtividade pode ter ocorrido devido à maior disponibilização de matéria orgânica no solo, que melhora suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Além disso, a redução do uso de fertilizantes químicos e o reaproveitamento dos dejetos da propriedade trazem vantagens significativas para o produtor, especialmente em sistemas de agricultura familiar. Essa prática não apenas reduz custos com insumos, mas também diminui a dependência de fertilizantes sintéticos, promovendo uma produção mais sustentável e ecologicamente equilibrada.

4 CONCLUSÃO

Os fertilizantes testados influenciaram significativamente o crescimento das plantas de milho, com destaque para a cama de frango, que apresentou os melhores resultados em altura e diâmetro dos colmos aos 60 dias após a emergência. Embora não tenham sido observadas diferenças significativas na altura da inserção da espiga ou na produtividade, todos os tratamentos (cama de frango, esterco bovino e adubação mineral) resultaram em produtividade superior à média nacional de 5,5 t/ha⁻¹, com valores acima de 6,6 t/ha⁻¹.

Esses resultados indicam que tanto a adubação orgânica quanto a mineral são eficazes. Para a agricultura familiar, principalmente no estado de Goiás, a cama de frango e o esterco bovino se mostram alternativas promissoras e de baixo custo. No entanto, a viabilidade econômica deve ser analisada em estudos futuros, comparando a adubação orgânica e convencional, levando em consideração os custos envolvidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA. Associação Brasileira de proteína Animal. **Relatório Anual, 2023**. Disponível em: <<https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf>> Acesso em 01 jan. 202.

ABRAFRIGO. Associação Brasileira de Frigoríficos. **Exportação Brasileira de Carnes Bovinas e Derivados**. Disponível em: <https://www.abrafrigo.com.br/wp-content/uploads/2023/12/ABRAFRIGO-Exporta%C3%A7%C3%A3o-Carne-Bovina-Jan_2022-a-Dez_2023.pdf> Acesso em 01 jan. 202.

ANDA. **Consumo de Fertilizantes no Brasil - Dados de 2023**. Associação Nacional para Difusão de Adubos. Disponível em: <https://anda.org.br/wp-content/uploads/2024/12/Principais_Indicadores_2024.pdf> Acesso em 27 dez. 2024.

BARROS, E. C.; NICOLOSO, R.; OLIVEIRA, P. A.; CORREA, J. C. Potencial agrônômico dos dejetos suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2019. 52 p.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Plano Nacional de Fertilizantes: uma estratégia para os fertilizantes no Brasil**. Brasília: SDIC/MGI, 2023. 197 p. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/confert/pnf/pnf-v-08-06-12-23.pdf>> Acesso em 11 jan. 2025.

BORGES, F. E.; COSTA, A. R.; SCHMIDT FILHO, E.; BIDO, G. S.; MANNIGEL, A. R. Rendimento de milho safrinha adubado com resíduo orgânico. **Centro Científico Conhecer**, v. 17, n. 34, p. 462-469, 2020.

BULEGON, L. G.; CASTAGNARA, D. D.; ZOZ, T.; OLIVEIRA, P. S. R.; SOUZA, F. H. Análise econômica na cultura do milho utilizando adubação orgânica em substituição à mineral ensaios e ciência ciências biológicas, agrárias e da saúde. *Ensaio e Ciência*, v. 16, n. 2, p. 81-91, 2012.

CAMPO, M. C .C; SILVA, V. A; CAVALCANTE, I. H. L; BECKMANN, M. Z. Produtividade e características agrônômicas de cultivares de milho safrinha sob plantio direto no Estado de Goiás. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambiental**, v. 8, n. 1, p.77-84, 2010.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta Geographica**, v. 18, n. 6, p. 40-55, 2014.

CARVALHO, M. W. L.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; ANDRADE JUNIOR, A. S.; SOUSA, C. A. F. Morfofisiologia do milho irrigado com e sem déficit hídrico sob diferentes arranjos de plantas na região meio-norte do Piauí. **Revista Cultura Agrônômica**, v. 31, n. 1, p. 41-54, 2022.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de grãos**, Brasília, safra 2023/2024, 12º Levantamento, v. 11, n. 1, 2024.

CORREIA, J. C.; MIELE, M. A cama de aves e os aspectos agrônômicos, ambientais e econômicos. In: PALHARES, J. C.; KUNZ, A. (Org.). Manejo ambiental na avicultura Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p. 125-152.

COSTA, M. S. S. M.; PIVETTA, L. A.; COSTA, L. A. M.; PIVETTA, L. G.; CASTOLDI, G.; STEINER, F. Atributos físicos de solo e produtividade do milho sob sistemas de manejo e adubações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 810-815, 2011.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 29, n. 1, p. 1-12, 2011.

GUARESCHI, R. F.; SILVA, A.; SILVA JUNIOR, H. R.; PERIN, A.; GAZOLLA, P. R. Adubação orgânica na produção de biomassa de milho em latossolo de cerrado. **Global Science and Technology**, v. 06, n. 02, p. 66-73, 2013.

GOMES, J. A.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, A. L.; VIDIGAL FILHO, P. S.; SAGRILO, E.; MORA, F. Adubações orgânica e mineral, produtividade do milho e características físicas e químicas de um Argissolo Vermelho-Amarelo. **Acta Sci. Agron**, v. 27, n. 3, p. 521- 529, 2005.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos. **SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/resultados-definitivos>>. Acesso em: 6 dez. 2024.

INEP. Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados Históricos Anuais**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>> Acesso em 02 fev. 2025

KONZEN, E. A. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aviário. Sete Lagoas, MG: **Embrapa Milho e Sorgo**, Circular técnica, n. 31, 2003.

MATA, J. F.; SILVA, J. C. da; RIBEIRO, J. F.; AFFÉRI, F. S.; VIEIRA, L. M. Produção de milho híbrido sob doses de esterco bovino. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 3, 2010.

MATUMBA F. A.; MANUEL G. A.; MATEUS A. S. Adubos orgânicos e organominerais como alternativa sustentável para a cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Angolana de Ciências**, v. 2, n.1, p. 230-251, 2020.

PEREIRA JUNIOR, E. B.; HAFLE, O. M.; OLIVEIRA, F, T. de.; OLIVEIRA, F. H. T. de.; GOMES, E. M. Produção e qualidade de milho-verde com diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. **Revista Verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 7, n. 2, p 277-282, 2012.

PINA, I. J.; SILVA-NETO, C. M.; ANDERSSON, F. S.; PULIDO, C. D. R.; SOUZA, J. D. Transição agroecológica no município de Goiás/GO: um estudo sobre os aspectos produtivos e socioambientais em assentamentos rurais de reforma agrária. **Agroecol**, v. 13, n. 2, p. 1-10, 2018.

REETZ, H. Here's how to estimate yields for corn and soybeans before harvest. **Better Crops With Plant Food**, v. 71, p. 18-19, 1987.

REIS, S. I.; FURTADO, M. B.; DOS SANTOS, K. R. O.; ALMEIDA, H. M. S.; AMORIM, D. J. **Produtividade do milho em resposta à adubação orgânica com esterco bovino e cama de frango**. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, p. 1-4, 2015. Disponível em: <<https://www.eventossolos.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/252.pdf>> Acesso em: 31 jul. 2024.

RODRIGUES, P. N. F.; ROLIM, M. M.; BEZERRA NETO, E.; PEDROSA, E. M. R.; OLIVEIRA, V. S. Crescimento e composição mineral do milho em função da compactação do solo e da aplicação de composto orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 94-99, 2009.

ROSSI, T. G. **Avaliação de genótipos de milho com potencialidade para a produção de milho verde**. 2022. 26 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria do Curso de Agronomia. Santa Teresa, 2021.

ROSA, A. P. S. A.; EMYGDIO, B. M.; BISPO, N. B. Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul: safras 2017/2018 e 2018/2019 / LXII Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Milho; XLV Reunião Técnica Anual da Pesquisa do Sorgo, Sertão, RS, 17 a 19 de julho de 2017. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

SANTOS, J. L. G.; GONDIM, A. R.deO.; LIMA NETO, J.V.; SILVA, E. A. da. Cultivo da cenoura submetida à aplicação de doses de biofertilizante. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Grupo Verde de Agroecologia e Abelhas**, v. 12, n. 1, p. 55-60, 2017.

SILVA, T. R.; MENEZES J. F. S.; SIMON, G. A.; ASSIS, L. A.; SANTOS, C. J. L.; GOMES, V. G. Cultivo do milho e disponibilidade de P sob adubação com cama de frango. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.9, 2011b, p.903–910. 2011.

SILVA, V. B.; A. P.; DIAS, B. O.; ARAUJO, J. L.; SANTOS, D.; FRANCO, R. P. Decomposição e SILVA liberação de N, P e K de esterco bovino e de cama de frango isolados ou misturados. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 38, p. 1537-1546, 2014.

SILVA, L. F. P.; ROSSET, J.S.; OZÓRIO, J. M. B.; CASTILHO, S. C. P.; MARRA, L. M. Desenvolvimento da cultura do milho e carbono orgânico total sob diferentes fontes de adubos. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, n. 4, p. 1509-1532, 2020.

SILVA, E. A. B. D. A climatologia histórica da Cidade de Goiás (GO): precipitações pluviométricas e temperaturas–1961 a 2019. 2021. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) – Câmpus Cora Coralina, Universidade Estadual de Goiás, Goiás, GO, 2021.

SORO, D. *et al.* Impact of organic fertilization on maize (*Zea mays*L.) production in a ferrallitic soil of centre –West Côte D'ivoire. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, v. 3, n. 6, 2015.

SOUZA, L. O.; GAI, V. F. Cama de aviário, compostagem de frango e ureia, na produtividade da cultura do milho. **Revista Cultivando o Saber**, v. 16, n. 1, p. 218-228, 2023.

USDA. Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. World Agricultural Supply and Demand Estimates. Disponível em: <<https://fas.usda.gov/data/production/commodity/0440000>> Acesso em 27 dez. 2024.

ANEXO I

Anexo 1. Tabela de análise química de fertilidade do solo da área do experimento, realizada pelo Laboratório “Terra Análises para Agropecuária”, antes da aplicação dos tratamentos e plantio do milho.

 TERRA ANÁLISES PARA AGROPECUÁRIA	TERRA ANÁLISES PARA AGROPECUÁRIA LTDA AVENIDA CARIRI 140, - JARDIM DIAMANTINA GOIANIA GO - CEP: 74.573-130 FONES: (62)3210-1173 (62)3210-1862 email: terra@laboratorioterra.com.br site: www.laboratorioterra.com.br
--	--

Nome : GABRIEL CAYMMI VILELA FERREIRA Propriedade : IFG - CAMPUS CIDADE DE GOIAS Cidade : Cultura : MILHO Solicitante : Material : AMOSTRA SOLO	Data Entrada : 14/08/2023 Data Saída : 21/08/2023
--	--

Análise de Solo		
Código : Solo 8231945 Amostra : AREA ENSAIO MILHO	Código : Amostra :	Código : Amostra :

pH (CaCl₂)	Un.	5.1	
Ca	cmolc/dm ³	3.2	
Mg	cmolc/dm ³	1.1	
Ca+Mg	cmolc/dm ³	4.3	
Al	cmolc/dm ³	0.00	
H+Al	cmolc/dm ³	2.7	
CTC	cmolc/dm ³	7.28	
P (Mehlich I)	mg/dm ³	1.2	
K	cmolc/dm ³	0.261	
K	mg/dm ³	110	
Mat. Org.	%	2.0	
Mat. Org.	g/kg	20.0	
Sat. Al (M%)	%	0	
Sat. Base (V%)	%	63	
Ca/Mg	-	2.9	
Ca/CTC	%	43.8	
Mg/CTC	%	15.1	
(H+Al)/CTC	%	37.0	
K/CTC	%	3.8	

Fonte: Laboratório Terra Análises para Agropecuária LTDA, 2023.