



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS**
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

MIKAELA COUTINHO DE SOUSA

**O EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO MINERAL E ADUBAÇÃO
ORGÂNICA NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA DO GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.)
EM SISTEMA INTEGRADO LAVOURA PECUÁRIA**

PALMAS – TO

2025

MIKAELA COUTINHO DE SOUSA

**O EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO MINERAL E ADUBAÇÃO
ORGÂNICA NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA DO GIRASSOL (*Helianthus annuus* L.)
EM SISTEMA INTEGRADO LAVOURA PECUÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior de Bacharelado
em Engenharia Agrônômica da Unidade do
Instituto Federal do Tocantins, como exigência à
obtenção do título de Bacharelado (a) em
Engenharia Agrônômica.

Orientador (a): Prof. Drº. Edvaldo Vieira Pacheco
Sant`Ana.

**PALMAS-TO
2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação(CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

S725e Sousa, Mikaela Coutinho de

O efeito residual da adubação mineral e adubação orgânica na produção de biomassa do Girassol (*Helianthus annuus* L.) em sistema integrado lavoura pecuária / Mikaela Coutinho de Sousa. – Palmas, TO, 2025.
48 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2025.

Orientador: Edvaldo Vieira Pacheco Sant'ana

1. Teor de Clorofila. 2. Esterco bovino. 3. Desempenho vegetativo. I. Sant'ana, Edvaldo Vieira Pacheco. II. Título.

CDD 630



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS – TO
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR BACHARELADO EM ENGENHARIA A AGRÔNOMICA

MIKAELA COUTINHO DE SOUSA

**O EFEITO DA ADUBAÇÃO MINERAL E ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO
DE BIOMASSA DO GIRASSOL (*HELIANTHUS ANNUUS* L.) EM SISTEMA
INTEGRADO LAVOURA PECUÁRIA.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso
Superior Bacharelado em Engenharia
Agrônômica do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins - *Campus* Palmas - TO, como
exigência à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Agrônômica.
Aprovado em: 04 de agosto de 2025

BANCA AVALIADORA

Prof. Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant'Ana
IFTO - Campus Palmas - TO.

Profa. Dra. Vanessa David Domingos Valença
IFTO - Campus Palmas - TO.

Prof. Dr. Sérgio Alves de Souza
IFTO - Campus Palmas - TO.

Palmas - TO, 04 de agosto de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Edvaldo Vieira Pacheco Santana Coordenador**, em 04/08/2025, às 17:41, conforme horário oficial de Brasília com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Sergio Alves de Souza, Servidor**, em 04/08/2025, às 18:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vanessa David Domingos Valença, Servidor**, em 22/08/2025, às 17:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **2852621** e o código CRC **D945A7DE**.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS

Campus Palmas 310 Sul, Av. LO 5, s/n, esquina com a Avenida NS 10 - Plano Diretor Sul — CEP 77021090
Palmas/TO - portal.iftto.edu.br — reitoria@iftto.edu.br

Referência: Processo nº 23236.015795/2025-59

SEI nº 2852621

À minha família: meus pais, Marinalva Coutinho e Francisco de Sousa, aos meus irmãos, Renata, Renan, Rafaela, Ramon, Romulo e Rony

AGRADECIMENTOS

A Deus toda honra e toda glória seja dada a Ele, por ter me sustentado até aqui, por todas as vezes que Ele me carregou no colo, quando durante essa jornada me faltava forças para continuar, esteve comigo em todos os momentos, sou imensamente grata por tamanho cuidado e amor.

À minha família, minha base e alicerce minha mãe Marinalva Coutinho, que mesmo de longe foi minha maior força, seu amor, zelo e oração me manteve de pé em todos os momentos, ao meu pai, Francisco de Sousa, que sempre foi meu maior incentivador, seu incentivo, sua serenidade, amor e cuidado foram essenciais para cada passo dado até aqui.

Às minhas irmãs Renata Coutinho e Rafaela Coutinho, vocês foram cruciais em todo tempo, acreditaram em mim bem mais que eu, renunciaram seus sonhos e objetivos para viver os meus, aos meus irmãos Renan Coutinho, Ramon Coutinho, Romulo Coutinho e Rony Coutinho, muito obrigado por toda força, cada gesto de apoio e encorajamento

Ao meu orientador, Profº Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant'Ana, foi muito mais que orientador, foi guia, foi exemplo, foi presença em todo tempo, obrigado por toda disponibilidade e aprendizado prestado a mim durante todo esse processo, você foi essencial para que esse trabalho tornasse possível.

Ao Instituto Federal do Tocantins (IFTO) *campus* Palmas, aos professores e colaboradores que fizeram parte da minha formação.

Aos meus familiares e amigos da minha amada cidade natal Porto Franco – MA que mesmo à distância, nunca deixaram de estar presentes com suas palavras de apoio e carinho.

À Stefany Rodrigues, minha dupla e amiga da faculdade, por cada passo dado ao meu lado, pelos incentivos e por tornar essa caminhada mais leve, aos meus amigos Cícero da Silva, Eduardo Brasileiro obrigado por compartilharem comigo não apenas momentos de estudo, mas também os de risos e desespero. Minhas parceiras de projetos Fernanda Mascarenhas e Maria Sofia, pela parceria constante pela troca de conhecimento e pelo compromisso com o que construímos juntas.

Todos aqueles que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta jornada acadêmica, muito obrigada.

Tudo tem o seu tempo determinado e há tempo para
todo propósito debaixo do céu.

Eclesiastes 3:01

RESUMO

O girassol é uma cultura de ampla capacidade de adaptação às diversas condições de latitude, longitude e fotoperíodo. Nos últimos anos, vem se apresentando como opção de rotação e sucessão de culturas nas regiões produtoras de grãos, principalmente após a soja na região Centro-Oeste. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito residual da adubação mineral e adubação orgânica na produção de biomassa do girassol (*Helianthus annuus. L*) em sistema integrado lavoura pecuária. O experimento foi implantado e conduzido no Instituto Federal do Tocantins Campus Palmas. Foi utilizado em delineamento experimental em blocos casualizados com cinco tratamentos, com quatro repetições. Os dados foram obtidos através de análise de variância (ANOVA) e comparação entre médias pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Foram avaliadas as características índices do teor de clorofila dos dias 30, 44, 65 e 94 após a semeadura, massa fresca e massa seca da parte aérea da planta, altura da planta, números de folhas. Os resultados das análises de variância (ANOVA) confirmam a ausência de diferença significativa entre os tratamentos. Isso indica que, independentemente da prática de manejo, da adubação utilizada, e do material genético o desempenho vegetativo e o acúmulo de biomassa do girassol não foram influenciados de forma diferenciada sob as condições experimentais adotadas. Entretanto, observa-se que os tratamentos 4 e 5, correspondentes à adubação com esterco bovino curtido, apresentaram valores numéricos superiores para diversas variáveis avaliadas. Embora essas diferenças não tenham atingido significância estatística, os dados sugerem uma tendência positiva associada ao uso de adubação orgânica, possivelmente devido à liberação mais gradual de nutrientes e à melhoria nas propriedades físicas e biológicas do solo.

Palavras-chaves: Teor de clorofila, esterco bovino, desempenho vegetativo.

ABSTRACT

Sunflower is a crop with broad adaptability to diverse latitude, longitude, and photoperiod conditions. In recent years, it has emerged as an option for crop rotation and succession in grain-producing regions, particularly after soybean in the CentralWest region. The objective of this study was to evaluate the residual effect of mineral and organic fertilizers on sunflower (*Helianthus annuus*. L) biomass production in an integrated crop-livestock system. The experiment was implemented and conducted at the Instituto Federal do Tocantins, Palmas Campus. It was designed in a randomized block design with five treatments and four replicates. Data were obtained through analysis of variance (ANOVA) and comparison of means using the Tukey test at 5% probability. The following characteristics were evaluated: chlorophyll content on days 30, 44, 65, and 94 after sowing, fresh and dry mass of the aerial part of the plant, plant height, and number of leaves. The results of the analysis of variance (ANOVA) confirm the absence of significant differences between treatments. This indicates that, regardless of management practices, fertilizers used, and genetic material, sunflower vegetative performance and biomass accumulation were not significantly influenced under the experimental conditions. However, it is observed that treatments 4 and 5, corresponding to fertilization with cured cattle manure, presented higher numerical values for several variables evaluated. Although these differences did not reach statistical significance, the data suggest a positive trend associated with the use of organic fertilizers, possibly due to the more gradual release of nutrients and the improvement in soil physical and biological properties.

Keywords: Chlorophyll content, cattle manure, vegetative performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Demarcação	21
Figura 2 - Aração do solo	22
Figura 3 – Adubação mineral e orgânica	24
Figura 4 - Semeadura das plantas de Girassol.....	25
Figura 5 - Coleta de dados	27
Figura 6 - Clorofilômetro (Minota SPAD 504) e (Paquímetro digital)	28
Figura 7 - Estufa de ventilação forçada	29
Figura 8 - Comportamento das plantas quando começaram a florescer, 44 ...	31
Figura 9 - Comportamento das plantas aos dias 30, 44, 65, 94 dias	33
Figura 10 - Doenças fitossanitária e ataque de patógeno	36
Figura 11- Incidência de plantas daninhas	37
Figura 12 - Parcelas perdidas	40

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Gráfico de Balanço hídrico	26
Tabela 2 - Valores de teor relativo de clorofila (TRC) aos 30, 44, 65 e 94 dias após semeadura (DAS)	32
Tabela 3 - Massa fresca (MF) e massa seca (MS) aos 45 e 85 dias após a Semeadura (DAS).....	34
Tabela 3 - Massa fresca das folhas (MF), números das folhas (NF), altura da planta (AP) aos 62 dias após a semeadura (DAS)	38

LISTA DE SIGLAS

AP: Altura da planta

CM: Centímetro

CV: Coeficiente de variação

DAS: Dias após a semeadura

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

G: Gramas

ILP: Integração Lavoura Pecuária

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia

MF: Massa fresca

MS: Massa seca

NF: Número de folhas

NS: Não significativo

PF: Peso das folhas

Q: Quantidade

TRC: Teor relativo de clorofila

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 Girassol	15
2.2 Adubação orgânica.....	16
2.3 Adubação mineral.....	17
2.4 Integração Lavoura Pecuária	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Adubação mineral e adubação orgânica.....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1 Teor Relativo de Clorofila.....	29
4.2 Massa fresca e massa seca total da parte aérea da planta.....	34
4.3 Massa fresca das folhas, número de folhas e altura da planta	38
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	43
APÊNDICE DA EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	48

1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma cultura que possui ampla adaptabilidade às diversas condições edafoclimáticas. A planta é pouco influenciada por parâmetros como latitude, altitude e fotoperíodo, apresentando importantes características agronômicas como maior resistência à seca, ao frio e ao calor do que a maior parte das espécies normalmente cultivadas (SILVA 2011).

É uma planta com diversas utilidades. A flor amarela está na alimentação animal, na produção de mel, velas, é matéria-prima para a produção de biocombustíveis como o biodiesel, é uma oleaginosa de destaque no Brasil devido a produção de óleo comestível de alta qualidade (WALZBURIECH, 2024).

Atualmente o girassol é cultivado em todo o mundo devido às suas diversas aplicações, suas sementes são usadas na produção de óleo de girassol, comumente utilizado na culinária, e como fonte de alimento para humanos e animais (BRASIL ESCOLA 2025). Considerando as culturas de grãos, o óleo de girassol é o terceiro mais consumido no mundo e um dos mais apreciados na culinária, com grande aceitação em sistemas integrados de produção (LEITE, 2024).

A versatilidade é outro grande trunfo dessa cultura, onde tudo, desde raízes até flores, pode ser aproveitado (RIBEIRO *et al.*, 2024). Sua capacidade de adaptação a diferentes regiões, têm a capacidade de manter sua eficácia mesmo em diferentes condições ou aplicações, resistindo a secas e geadas, faz do girassol uma escolha robusta e versátil (NASCIMENTO *et al.*, 2024).

Por um lado, o girassol é bem conhecido por seu potencial fitorremediador, portanto, sua boa tolerância a poluentes, aliada a uma maior capacidade de acumulação e, degradação, possa contribuir para uma remoção eficiente de poluentes do solo e da água, por outro lado, o girassol possui o potencial para desenvolver sistemas de bioenergia que permitam sinergias entre a produção de alimentos e energia. Como o girassol possui diversos mercados potenciais, é uma boa escolha para produtores de pequena e grande escala (MIRANDA *et al.*, 2014).

Simultaneamente, o girassol tem se mostrado uma alternativa promissora para o desenvolvimento de bioenergia, sendo fonte de óleo com elevado rendimento por hectare e alto teor de ácidos graxos poli-insaturados, adequados à produção de biodiesel (NUSSIO *et al.*, 2021).

O sistema de cultivo consórcio de girassol com pecuária pode ser viável, principalmente para fornecimento de matéria seca para cobertura ou ainda matéria verde para o sistema de manejo integração lavoura pecuária (SILVA *et al.*, 2015)

A biomassa residual do girassol, como talos e folhas, pode ser aproveitada na produção de biogás e bioetanol, ampliando sua utilidade energética e promovendo o reaproveitamento de resíduos vegetais (MDPI, 2023), pode inclusive integrar sistemas de produção sustentáveis otimizando a eficiência no uso dos recursos naturais e reduzindo a dependência de fontes fósseis (SILVA *et al.*, 2022).

Além de reduzir o volume de resíduos agrícolas, essa valorização energética contribui para a diversificação das fontes renováveis, atendendo aos princípios da economia circular e da sustentabilidade no meio rural (MDPI, 2023).

Esses atributos fazem do girassol uma opção estratégica para produtores de diversas escalas. Pequenos agricultores podem se beneficiar de sua versatilidade em sistemas integrados, como a Integração Lavoura-Pecuária (ILP), combinando fitorremediação, alimentação animal e geração de energia. Já grandes produtores podem incorporar a cultura como parte de rotinas de rotação e recuperação de solo, maximizando o uso da área sem prejudicar a produtividade (DOMAZETOVSKA *et al.*, 2023).

A cultura tem um potencial grande como fornecedora de bioenergia de segunda geração, especialmente em sistemas integrados de produção, onde o aproveitamento completo da planta é fundamental para a rentabilidade e o equilíbrio ambiental da propriedade (EMBRAPA, 2023).

Além disso, o girassol destaca por sua alta eficiência na conversão de biomassa em energia limpa, com rendimento considerável de óleo por hectare, o que o torna competitivo frente a outras oleaginosas utilizadas para biodiesel (DOMAZETOVSKA *et*

al., 2023). Essa multifuncionalidade fortalece seu papel em sistemas agrícolas sustentáveis, especialmente quando aliado a práticas conservacionistas como o plantio direto e a rotação de culturas (MDPI, 2023).

Estudos conduzidos por Amabile e Fernandes (2008) apresentam o girassol como uma alternativa viável para sistemas de produção no Cerrado, destacando sua adaptabilidade, tolerância à seca e múltiplas aplicações desde óleo para consumo humano até adubo verde após a colheita.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito residual da adubação mineral e adubação orgânica na produção de biomassa do girassol (*Helianthus annuus* L.) sob sistema integrado lavoura pecuária.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Girassol

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual, pertencente a ordem Asterales e família Asteraceae. O gênero deriva do grego helios, que significa sol, e de anthus, que significa flor, ou "flor do sol", que gira seguindo o movimento do sol. É um gênero complexo, compreendendo 49 espécies e 19 subespécies, sendo 12 espécies anuais e 37 perenes. (NUNES, [s.d])

O sistema radicular é pivotante, crescendo mais rapidamente que a parte aérea da planta, no começo do desenvolvimento, sendo formado por um eixo principal e raízes secundárias abundantes, capazes de explorar um grande volume de solo e seus recursos hídricos. No estágio cotiledonar já atinge de quatro a oito centímetros de comprimento, com seis a dez raízes secundárias. Durante a fase de 4 a 5 pares de folhas pode chegar a uma profundidade de 50 a 70 centímetros, atingindo o máximo do crescimento na floração, quando atinge até quatro metros de profundidade em solos arenosos (NUNES, [s.d]).

O girassol desempenha um papel importante na reconstrução da cobertura vegetal em ambientes degradados, contribuindo para a restauração da estrutura do solo e a reativação de processos biológicos. Segundo Silva *et al.* (2023), sua rápida produção

de biomassa favorece a formação de palhada densa, ajudando a controlar a erosão e a aumentar o estoque de matéria orgânica superficial.

Segundo Amabile e Carvalho (2010), consequentemente, o girassol se mostra uma excelente cultura de quebra de ciclo agrônomo, fornecendo serviços ecossistêmicos que suplementam seus benefícios energéticos. Dessa forma, sua introdução em sistemas integrados lavoura-pecuária agrega valor ecológico e agrônomo, incentivando práticas regenerativas que fortalecem a sustentabilidade em contextos tropicais e subtropicais brasileiros.

No contexto nacional, o Brasil tem se destacado pelo crescimento expressivo na produção de girassol, impulsionado pela busca por alimentos saudáveis e pela expansão do setor de biocombustíveis. A expansão do mercado de girassol no Brasil reflete não apenas a demanda crescente por produtos saudáveis e sustentáveis, mas também a busca por alternativas energéticas mais limpas e renováveis (DAMETO, 2024).

O mercado de óleo de girassol está projetado para atingir milhões de dólares até 2028. De acordo com a produção mundial, o girassol ultrapassa 20 milhões de toneladas anuais de grãos (MORPURGO, 2023). Em todo o mundo, as indústrias de alimentos, energia e química utilizam óleo derivado de sementes. No entanto, um dos motivos que impulsionam o crescimento do mercado é o quão amplamente ele é usado no negócio de alimentos (MORPURGO, 2023).

2.2 Adubação orgânica

A adubação orgânica é uma prática que visa melhorar a qualidade do solo, tornando mais fértil e propício para o crescimento saudável das plantas. É uma técnica que valoriza a utilização de materiais orgânicos, como compostagem e esterco (Vilar, 2025).

A diversidade de adubos orgânicos disponíveis no mercado permite que agricultores escolham o tipo mais adequado às necessidades específicas de suas culturas e condições do solo (AGRO ESTADÃO 2025).

A adubação é um processo fundamental na agricultura, e a escolha do produto certo pode impactar diretamente a produtividade e a sustentabilidade das lavouras (SOUZA *et al.*, 2020).

Além dos benefícios diretos para as plantas, os adubos orgânicos contribuem para a saúde a longo prazo do solo, promovendo a biodiversidade microbiana e melhorando a sua estrutura física. Isso resulta em solos mais resiliente, capazes de suportar melhor as variações climáticas e reduzir a dependência de insumos químicos (AGRO ESTADÃO 2025).

Segundo o artigo da Ecocert (2022), adubos orgânicos provenientes da decomposição de resíduos como restos de alimentos, esterco e aparas de grama promovem saúde, economia e melhoria da qualidade do solo.

Conforme descrito por pesquisadores da (Embrapa, 2004), o esterco bovino tem uma composição muito variável, dependendo da idade, da alimentação dos animais e do manejo empregado. No manejo exclusivamente no pasto, o teor de nutriente do esterco é menor que aquele em que ocorre suplementação com concentrados.

O uso de esterco bovino pode acarretar riscos agrônômicos e legais. É possível a presença de sementes viáveis de plantas daninhas, bem como de resíduos de herbicidas e inseticidas oriundos de aplicações prévias nos animais ou pastagens. Tais contaminações podem inviabilizar a certificação da propriedade para a produção orgânica (EMBRAPA, 2021).

2.3 Adubação mineral

A adubação mineral tornou-se uma das principais estratégias na nutrição vegetal devido à rápida disponibilização de nutrientes e eficiência na fertilização de larga escala. Os adubos minerais são derivados de rochas e processados em fábrica, contendo uma alta concentração de nutrientes essenciais. Estes nutrientes, como ureia, nitrogênio, potássio e fosfatados, são prontamente absorvidos pelo solo, satisfazendo de imediato as necessidades da planta (CARRIJO, 2024).

A adubação nitrogenada tem grande influência na produtividade e na qualidade dos grãos das culturas, pois parte do nitrogênio é direcionado à síntese de proteínas,

uma vez que estas fazem parte da composição do glúten nos cereais (FAGERIA *et al.*, 2006).

Bem como, o nitrogênio interfere diretamente no processo de fotossíntese das plantas, sendo constituinte da molécula de clorofila e apresentando efeito na qualidade das forragens, portanto a adubação nitrogenada é uma boa prática de manejo para os produtores que visam altas produtividades (MACEDO *et al.*, 2012).

Segundo Malavolta (2006), o fósforo (P) também é responsável pelo estímulo ao enraizamento e à floração. Por outro lado, ressalta a importância do fornecimento de potássio (K) por meio da adubação, uma vez que este nutriente está relacionado à abertura e fechamento dos estômatos, exercendo influência na qualidade da produção.

Outro fator indispensável é que este macronutriente atua na formação de açúcares, sendo transportado para os órgãos de reserva das plantas, suprimindo assim os teores de carboidratos (MALAVOLTA, 2006)

Atualmente, a agricultura brasileira tem se caracterizado pela produtividade, eficiência, rentabilidade e sustentabilidade. Neste contexto, o uso de micronutrientes nos programas de adubação para as mais variadas culturas e condições de solo e clima passou a ser recomendado com mais frequência (EMBRAPA, 2021).

2.4 Integração Lavoura Pecuária

A Integração Lavoura-Pecuária (ILP) é uma estratégia que integra diferentes sistemas produtivos agrícolas e pecuários dentro da mesma área, a integração e sinergia entre os componentes gera benefícios promovendo a sustentabilidade do sistema produtivo e da propriedade, proporcionando formas de adaptações ao produtor em cima de grandes dificuldades encontradas no campo (GALHARTE *et al.*, 2010).

A ILP consiste em manejar, alternada ou simultaneamente, culturas agrícolas e pastagens dentro da mesma gleba. Ao combinar rotação de culturas anuais, forrageiras e, muitas vezes, o sistema plantio direto (SPD) com palha, a ILP possibilita intensificar o uso da terra, elevar a produtividade e restaurar áreas degradadas sobretudo no Cerrado, onde a demanda por sistemas sustentáveis é maior (EMBRAPA, 2023).

A pecuária bovina é a que mais contribui para a degradação do meio ambiente, devido ao grande número de animais e consequente geração de resíduos. (NOGUEIRA, 2012). A recuperação ou reformas de pastagens degradadas é um dos principais objetivos da integração, onde a produção de grãos numa área degradada de pastagem ajuda na amortização de custos de recuperação da mesma. Além disso, a correção química e a adubação dos solos, exigidos pelas lavouras, recupera a fertilidade perdidas na pastagem (EMBRAPA, 2023)

De acordo com (MACEDO, 2009), os principais pontos que chamam a atenção relacionado a sustentabilidade da produção agrícola são, o uso do solo utilizando a agricultura tradicional, com preparo contínuo do solo, e a degradação das pastagens.

Estudos conduzidos por COSTA *et al.*, 2015, também demonstram que a ILP melhora aspectos biológicos do solo. O aumento da biomassa das raízes de forrageiras aumenta a porosidade e capacidade de infiltração, enquanto a palhada protege o solo da compactação um fator limitante em sistemas com apenas lavoura ou pecuária intensiva.

Essa integração, associada ao sistema plantio direto, tem proporcionado muitos benefícios ao produtor e ao ambiente, como: agregação de valores; redução nos custos produtivos em vários fatores, controle de pragas, doenças e plantas invasoras e recuperação das propriedades produtivas do solo; promovendo a recuperação/renovação de pastagens degradadas e recuperação de lavouras degradadas, promovendo um uso eficiente do solo (GALHARTE *et al.*, 2010).

Outros estudos apontam para ganhos significativos como o caso da Epagri (2001) demonstrou que sistemas ILP reduzem a ciclagem de pragas e doenças por meio da diversificação de culturas e da cobertura do solo, o que diminui a necessidade de aplicação de defensivos.

Pesquisas em São Paulo evidenciaram que a adoção de ILP com espécies forrageiras perenes e controle adaptativo do pastejo propícia a longo prazo benefícios nos atributos químicos, físicos e enzimáticos (MDPI, 2024).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal do Tocantins (IFTO) *Campus* Palmas no município de Palmas no Tocantins, está localizado na região central de Palmas, o solo da área experimental é classificado como latossolo vermelho amarelo distrófico (OLIVEIRA *et al.*, 2023), o qual já possui dois anos de condução de trabalho de experimentação agrícola de integração lavoura pecuária com o uso da adubação orgânica (esterco bovino e resíduos de culturas de milho, de capim marandu e mineral, adubos comerciais de NPK (4-30-16) e úrea.

A área experimental demarcada totalizou 10,0 m de largura por 37,5 m de comprimento. Esse espaço foi sistematicamente subdividido em 20 unidades experimentais, cada qual medindo 4,0 m de largura por 2,4 m de comprimento, resultando em 9,6 m² de área útil por parcela (figura 3). Para garantir padronização na coleta de dados, segurança operacional e minimizar efeitos de bordadura, implantou um corredor técnico de 1,5 m entre as parcelas.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 5 tratamentos e 4 repetições cada, perfazendo 20 unidades experimentais (parcelas).

> Tratamento 01: sem adubação

> Tratamento 02: adubação de base (NPK) de 500 kg/ha⁻¹ e 100 Kg/ha de nitrogênio em cobertura.

> Tratamento 03: adubação de base (NPK) de 500 kg/ha⁻¹

> Tratamento 04: adubação de base de 20 t/ha⁻¹ (19,2 kg/parcela) de esterco bovino curtido e 100 kg de Nitrogênio em cobertura.

> Tratamento 05: adubação de base de 20 t/ha⁻¹ (19,2 kg/ parcela) de esterco bovino curtido.

Figura 1- Demarcação das parcelas



Fonte: Autoria própria (2025)

Esse distanciamento assegurou o isolamento eficiente dos tratamentos, reduzindo riscos de contaminação entre repetições e conferindo maior rigor metodológico ao delineamento experimental adotado.

O estudo foi implantado entre janeiro de (2025) a maio de (2025), abrangendo integralmente o ciclo fenológico da espécie em condições de campo.

A preparação do solo foi conduzida com um motocultivador que contém enxadas rotativas (Figura 2), equipamento de tração leve ideal para áreas experimentais de pequena escala, dada sua precisão de manobra em espaços restritos. O preparo do solo visou aprimorar as propriedades físicas da camada superficial, promovendo a desagregação de torrões, o aumento da porosidade e a incorporação uniforme de resíduos vegetais remanescentes da cultura anterior.

Figura 2 - Aração do solo



Fonte: Autoria própria (2025)

Essa intervenção reduziu selamento superficial a compactação e estabeleceu condições favoráveis para a emergência e o desenvolvimento inicial das plântulas, assegurando um leito de semeadura homogêneo.

3.1 Adubação mineral e adubação orgânica

A adubação mineral de base foi realizada com a fórmula NPK (4-14-8) na dosagem equivalente a 500 kg ha^{-1} . Considerando o tamanho individual de cada parcela experimental, com dimensões de 4,0 metros de largura por 2,4 metros de comprimento (totalizando $9,6 \text{ m}^2$ por parcela), a quantidade proporcional de adubo mineral aplicada por unidade foi de 480g de NPK (4,14,8).

Essa aplicação foi realizada especificamente nos tratamentos 2 e 3, conforme o delineamento experimental adotado em blocos ao acaso. A adubação foi feita a lanço (figura 3), ou seja, distribuída manualmente de maneira uniforme sobre a superfície do solo em cada parcela, antes da semeadura. Essa técnica, comumente empregada em experimentos de pequeno porte, visa garantir uma distribuição homogênea dos nutrientes na área útil, favorecendo o contato com as sementes e o posterior aproveitamento pelas plantas durante a fase inicial de desenvolvimento.

A escolha pela aplicação a lanço foi atribuído devido à praticidade operacional e à compatibilidade com o sistema de plantio direto adotado, uma vez que o solo não foi revolvido após a incorporação dos insumos. A adubação foi realizada antes do plantio, e depois de 50 dias após sua semeadura, em solo previamente gradado, para otimizar a absorção dos nutrientes e minimizar possíveis perdas por volatilização ou lixiviação, especialmente no caso do nitrogênio.

Nos tratamentos 4 e 5, substituiu a adubação mineral pela aplicação de esterco bovino curtido, como fonte orgânica de nutrientes. A dose utilizada foi equivalente a 20 t ha^{-1} , que, ajustada à área de cada parcela ($9,6 \text{ m}^2$), resultou na aplicação de $19,2 \text{ kg}$ de esterco por parcela (figura 4). Essa prática teve como objetivo avaliar o efeito comparativo entre fontes de adubação mineral e orgânica sobre o desempenho do girassol, no contexto de um sistema integrado lavoura pecuária.

Figura 3 - Adubação mineral e orgânica



Fonte: Autoria própria (2025)

A-Pesagem adubo fertilizantes NPK (480g); B- adubação mineral á lanço antes da semeadura; C- Pesagem do esterco bovino (19,2 kg); D- Adubação orgânica á lanço antes da semeadura; E- Uréia (106g), F- Adubação á lanço após 50 dias da semeadura

Foram utilizadas sementes da espécie *Helianthus annuus* L. (girassol comum), as sementes apresentavam 98% de pureza e germinação mínima de 70% (GERMIVERDE SEMENTES, 2024). A sementeira (figura 4) foi realizada manualmente em três linhas paralelas, contendo 10 sementes por linha, totalizando 30 sementes por parcela, aderiu um espaçamento linear de 40 cm entre as linhas, valor compatível com as exigências fisiológicas da cultura avaliada, por proporcionar melhor distribuição de luz solar, eficiência fotossintética, adequada aeração do dossel e redução da competição interespecífica por recursos edáficos. Essa configuração permite uma boa avaliação do desempenho inicial das plântulas em condições controladas, além de facilitar o manejo e a coleta de dados, especialmente em ensaios experimentais de pequeno porte.

Figura 4 - Semeadura da planta de Girassol (*Helianthus annuus* L.)

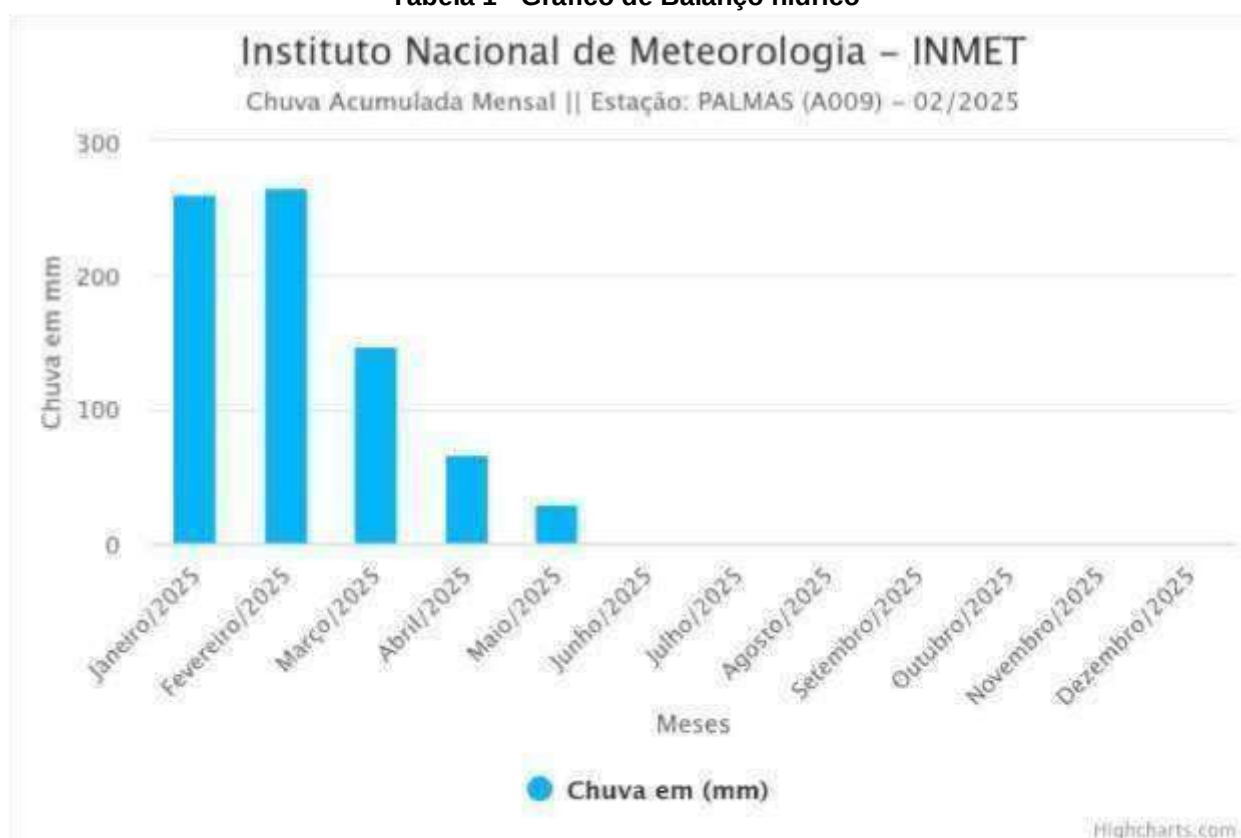


Fonte: Autoria própria (2025)

O sistema utilizado do experimento coincidiu propositalmente com a janela pluviométrica regional (gráfico 1) período em que a distribuição e o acúmulo de chuvas satisfazem, de modo consistente, a demanda evapotranspirativa da cultura do girassol

(*Helianthus annuus* L.). A regularidade hídrica observada ao longo do ciclo tornou dispensável qualquer infraestrutura suplementar de irrigação, assegurando balanço hídrico favorável ao estande inicial, à manutenção vegetativa e ao pleno desenvolvimento das plantas.

Tabela 1 - Gráfico de Balanço hídrico



3.2 Características Avaliadas

Durante o desenvolvimento da cultura, foram realizadas coletas e observações periódicas nas parcelas, com o objetivo de avaliar o efeito residual da biomassa sobre os seguintes parâmetros:

Altura de plantas (cm), número de folhas por planta, massa fresca e seca da parte aérea (g), Teor relativo de clorofila (TRC) em unidade SPAD.

Figura 5 - Coleta de dados



Fonte: Autoria própria (2025)

Os dados referentes à produção de massa seca, altura e teor de clorofila foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando houve significância estatística, as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey, com nível de significância de $p \leq 0.05$ de probabilidade, com o objetivo de identificar quais tratamentos apresentaram diferenças estatísticas entre si. Seguindo a metodologia descrita por Pimentel Gomes (2023), foram realizadas as análises em planilha eletrônica do Microsoft Excel 2021.

Utilizando uma régua de 60 cm, paquímetro e um clorofilômetro (SPAD 504 modelo Minolta) foram analisadas características das parcelas, como: número de folhas; altura da planta e TRC (teor relativo de clorofila) (figura 6).

Figura 6 - Clorofilômetro (Minota SPAD 504) e (Paquímetro digital)



Fonte: Autoria própria (2025)

A massa fresca refere ao peso da planta imediatamente após a colheita, incluindo todo o conteúdo hídrico presente nos tecidos vegetais, enquanto a massa seca é obtida após a secagem do material vegetal em estufa ventilada, geralmente a 65–70 °C, até peso constante. Essa distinção permite calcular o teor de água da planta, indicador crucial em estudos sobre estresse hídrico, eficiência no uso da água e desenvolvimento fisiológico da cultura (TAIZ *et al.*, 2017).

Figura 7 - Estufa de ventilação forçada



Fonte: Autoria própria (2025)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Teor Relativo de Clorofila

De acordo com Lessa et al. (2001) o clorofilômetro é uma técnica eficaz na estimativa indireta do teor de nitrogênio (N) nas folhas, uma vez que há forte correlação entre os níveis desse nutriente e a concentração de clorofila nos tecidos vegetais. Os mesmos reforçam que o uso do clorofilômetro possibilita diagnósticos rápidos e eficientes, contribuindo para o manejo mais racional da adubação nitrogenada em diferentes sistemas de cultivo e, principalmente, por ser um medidor portátil de clorofila, permite leituras instantâneas do teor relativo de clorofila na folha sem destruí-la.

De efeito estatisticamente significativo dos tratamentos aplicados sobre essa variável fisiológica os dados foram submetidos (tabela 2) à análise de variância (ANOVA), em todas as épocas avaliadas, evidenciando a inexistência, o que indica que

a natureza da adubação seja mineral ou orgânica não interferiu de forma diferenciada na síntese de clorofila nas folhas do girassol sob as condições experimentais.

De acordo com os resultados a ausência de significância pode ser atribuída a uma série de fatores, o girassol é uma espécie reconhecidamente adaptável, com alta capacidade de regulação interna dos níveis de clorofila e de eficiência no uso de nitrogênio principal nutriente associado à clorofilogênese (TAIZ *et al.*, 2017), essa plasticidade fisiológica pode ter reduzido possíveis variações decorrentes das diferentes fontes de adubação utilizadas, outro aspecto a ser considerado é que as doses aplicadas, tanto de NPK quanto de esterco bovino, embora compatíveis com recomendações técnicas (EMBRAPA, 2021), talvez não tenham gerado contrastes nutricionais suficientemente expressivos para refletirem alterações mensuráveis no teor de clorofila.

Fatores como homogeneidade do solo, condições climáticas estáveis e ausência de estresse abiótico acentuado durante o ciclo da cultura podem ter contribuído para a uniformidade dos dados obtidos (LESSA *et al.*, 2001).

Resultados semelhantes foram observados por Dutra *et al.* (2012) que avaliando o desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água também não constataram diferença estatística significativa das diferentes disponibilidades hídricas para o índice de clorofila SPAD.

De acordo com Salla *et al.* (2007) a determinação dos teores de clorofila da folha é importante porque a atividade fotossintética da planta depende parcialmente da capacidade da folha em absorver luz.

Figura 8 - Comportamento de cada tratamento quando começaram a florescer, 44 após a semeadura.

Tratamento 1



Tratamento 2



Tratamento 3



Tratamento 4



Tratamento 5



Fonte: Autoria própria (2025)

Diante desses fatores, destaca-se a necessidade de estratégias experimentais mais robustas e de um controle mais rigoroso das variáveis ambientais. Um aspecto que merece atenção é o material genético utilizado, que possivelmente não contribuiu para a expressão diferenciada dos tratamentos (figura 8), seja por baixa reação às fontes de adubação aplicadas ou por possuir características adaptativas que mascararam os efeitos nutricionais esperados.

A seleção de genótipos mais reativo ou contrastantes quanto à eficiência nutricional pode ser decisiva para futuros estudos. Além disso, ajustes nas doses e nos métodos de aplicação dos insumos são recomendados, com o intuito de aprimorar a precisão dos resultados e a confiabilidade das inferências estatísticas.

Tabela 2 - Valores de teor relativo de clorofila (TRC) aos 30, 44, 65 e 94 dias após semeadura (DAS) do Girassol (*Helianthus annuus* L.)

Tratamentos	30	44	65	94	Média
	(DAS)				
T1	15,78	14,58	15,88	4,58	12,70
T2	14,29	15,80	17,13	17,55	16,19
T3	23,98	22,68	24,00	18,13	22,19
T4	24,10	22,75	29,35	21,23	24,35
T5	24,43	22,75	28,35	36,18	27,92
Média	20,51	19,71	22,94	19,53	
F	ns	ns	ns	ns	
CV (%)	53,23	57,40	56,83	56,83	

T1= Testemunha, T2 = Adubação de base (mineral) e nitrogênio de cobertura, T3 Adubação mineral de base, T4 = Adubação de base (orgânica) esterco bovino e nitrogênio de cobertura, T5 Adubação de base significativo; g: gramas. (orgânica) esterco bovino curtido; DAS: dias após a semeadura; CV: coeficiente de variação; NS: não

Um alto teor de clorofila em geral é positivo, indicando boa saúde e potencial de produção. No entanto, um CV alto para o teor de clorofila pode ser um sinal de variabilidade espacial e requer uma avaliação mais detalhada da área de cultivo para identificar as causas e implementar as medidas corretivas necessárias.

Figura 9 - Comportamento das plantas aos dias 30, 44, 65, 94 dias



Fonte: Autoria própria (2025)

Comportamento da planta aos respectivos dias citado na tabela 1; A: aos 30 dias; B: aos 44 dias;

C: 65 dias; D: 94 dias

4.2 Massa fresca e massa seca total da parte aérea da planta

A determinação das variáveis da massa fresca e da massa seca total das plantas é um procedimento amplamente utilizado em estudos de fisiologia vegetal e experimentos agrônomicos, pois permite quantificar o acúmulo de biomassa, o conteúdo de água nos tecidos e a resposta das plantas a diferentes condições de manejo (MARTINS, 2020).

Tais medições são particularmente relevantes em experimentos que visam avaliar o impacto de práticas de manejo, como adubação, irrigação ou consórcios culturais, sobre o desempenho das plantas (TAIZ *et al.*, 2017). Em sistemas como a Integração Lavoura-Pecuária (ILP), por exemplo, a análise da biomassa fresca e seca auxilia na definição de estratégias que conciliem produtividade vegetal com sustentabilidade ecológica e retorno econômico (SANTOS *et al.*, 2021).

Tabela 3 - Massa fresca (MF) e massa seca (MS) aos 45 e 85 dias após a semeadura (DAS) do Girassol (*Helianthus annuus* L.).

Tratamentos (DAS) (g)	MF 45 (DAS) (g)	MF 85 (DAS) (g)	MS 45 (DAS) (g)	MS 85
T1	75,98	1,61	10,75	1,58
T2	134,83	56,42	31,50	16,42
T3	132,23	91,78	44,75	25,68
T4	149,53	98,85	46,38	25,68
T5	149,80	159,64	88,50	42,80
Média	128,47	81,66	44,38	23,85
F	ns	ns	ns	ns
CV (%)	69,71	109,34	84,40	117,26

DAS: dias após a semeadura; Nível de significância **1% *5%; ns: não significativo; CV: coeficiente de variação; g: gramas.

A (Tabela 3) apresenta os resultados da análise de variância (ANOVA) para as variáveis relacionadas à biomassa do girassol (*Helianthus annuus* L.), mensuradas aos

45 e 85 DAS. De acordo com os valores de F calculado para os tratamentos, nenhum deles apresentou diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$). Essa ausência de efeito significativo pode estar associada à elevada variabilidade experimental, como sugerem os altos coeficientes de variação (CV%), que variaram de 69,71% (massa fresca) a 117,26% (massa seca).

A análise de variabilidade nos dados, com coeficiente de variação (VC%) bastante elevados especialmente para MS aos 85 DAS, com 117,26%, o que indica alta dispersão dos valores e, possivelmente, baixa precisão experimental.

Alta variabilidade pode ter sido causada por diferenças no solo, estande irregular, manejo não uniforme e falhas na amostragem ou medição. Para reduzir essa dispersão, recomenda-se aumentar o número de repetições, usar blocos no delineamento, padronizar o cultivo e a colheita (principalmente na massa fresca e seca) e aplicar métodos estatísticos mais robustos, garantindo maior precisão e confiabilidade dos resultados.

No decorrer da condução da experimentação agrícola do presente trabalho ocorreram intercorrências como períodos de estiagem e ataques de pragas e doenças na cultura do girassol (figura 10), isso pode ter influenciado nos resultados obtidos.

Visando diminuir os efeitos de doenças fitossanitária, no experimento foi utilizado o óleo de neem como alternativa fitossanitária. Na agricultura orgânica é permitido, por não ser tóxico ao meio ambiente nem às pessoas, no entanto é infalível para insetos, pois causa morte por intoxicação aguda (CPT, 2024).

Figura 10 - Doenças fitossanitária e ataque de patógeno



Fonte: Autoria própria (2025)

A ocorrência de doenças fitossanitárias (Figura 9) durante o ciclo da cultura também contribuiu para o aumento da variabilidade, interferindo no desempenho vegetativo das plantas e, consequentemente, nas respostas aos tratamentos avaliados (CASTRO *et al.*, 2021).

No entanto fatores externos também podem influenciar, comprometendo a fotossíntese e a assimilação dos carboidratos para produção da massa seca, sendo um

desses fatores os micronutrientes que não fizeram parte do estudo, e a alta incidência de plantas daninhas (Figura 11) providas de sementes presentes no esterco bovino e na área de estudo, apresentando difícil controle, a competição com plantas invasoras pode reduzir a produtividade de girassol em até 58 % quando não há controle adequado (OLIVEIRA *et al.*, 2023)

Figura 11- Incidência de plantas daninhas



Fonte: Autoria própria (2025)

Durante o desenvolvimento do trabalho foram adotados tratos culturais com foco na sanidade e no controle de plantas daninhas. A capina manual foi empregada como método mecânico de controle das invasoras, visando reduzir a competição por água, luz e nutrientes nas fases iniciais da cultura, conforme preconizado por Silva *et al.* (2020), que destacam a importância dessa prática para o bom estabelecimento das plântulas.

4.3 Massa fresca das folhas, número de folhas e altura da planta

De acordo com Benicasa (2004) as variáveis como massa fresca das folhas, número de folhas e altura da planta são comumente utilizados para representar a expressão do crescimento foliar e estrutural das plantas, sendo indicativos diretos da eficiência do uso de nutrientes, da interceptação de luz e da resposta fisiológica às condições de cultivo (tabela 4)

Tabela 4 - Massa fresca das folhas (MF), números das folhas (NF), altura da planta (AP) aos 62 dias após a semeadura (DAS) do Girassol (*Helianthus annuus* L.).

	MF	NF	AP
Tratamento	(g)	(q)	(M)
T1	25,89	6,75	0,48
T2	34,73	9,25	0,61
T3	35,73	13,75	0,91
T4	42,32	16,25	0,93
T5	35,94	15,75	0,95
Média	34,92	12,35	0,77
F	ns	ns	ns
CV (%)	80,14	54,42	46,50

Nível de significância **1% e * 5%; ns: não significativo; CV: coeficiente de Variação; g: gramas; q: quantidade; cm: centímetro

Os resultados indicaram que, nas condições experimentais adotadas, os tratamentos aplicados não influenciaram significativamente o peso de folhas, a quantidade de folhas ou a altura das plantas de girassol.

Durante a execução do experimento, foi verificado que algumas parcelas (Figura 12), não apresentaram continuidade no desenvolvimento das plantas após a germinação. Embora a maioria das sementes tenha demonstrado capacidade de emergência, parte significativa das plântulas emergidas não conseguiu estabelecer

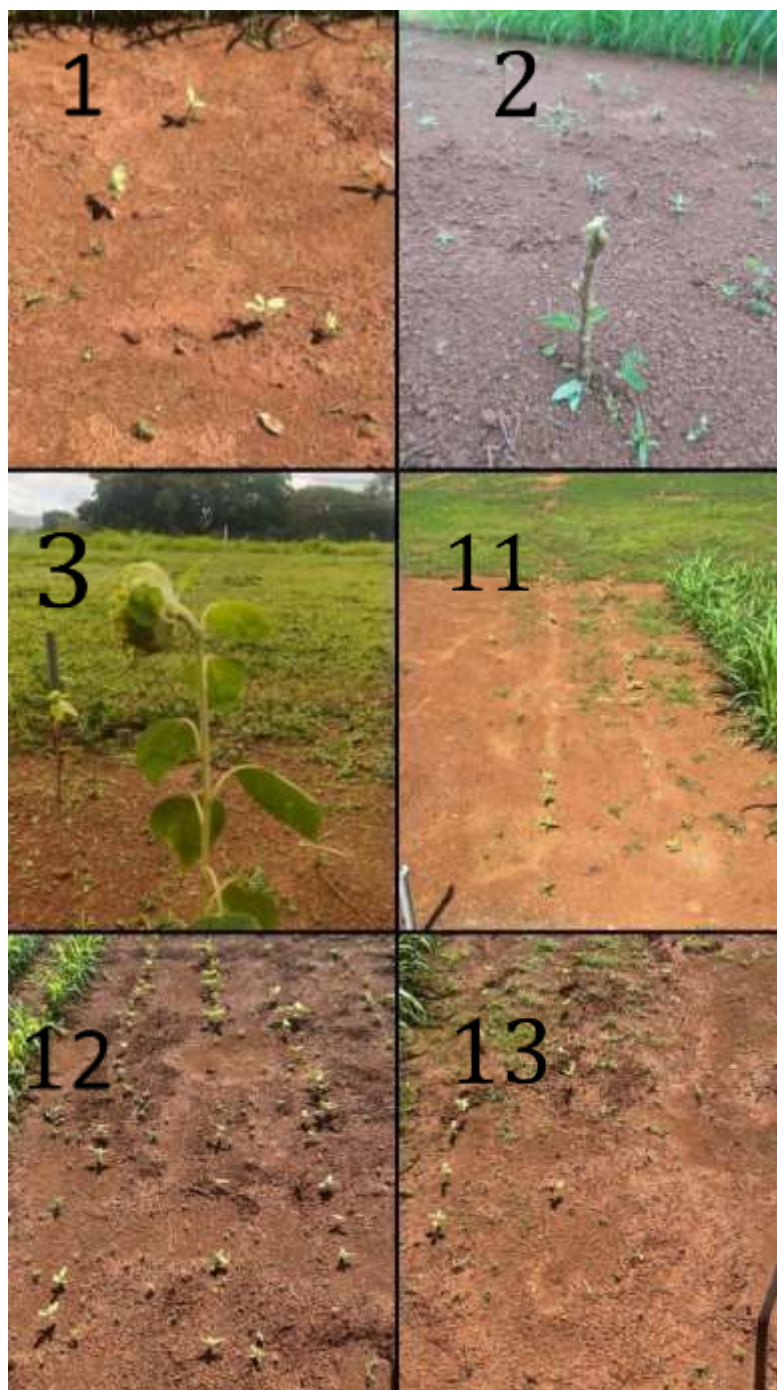
adequadamente, resultando na morte precoce e perda completa dessas unidades experimentais. Esse comportamento comprometeu o estande de plantas e afetou diretamente a consistência e representatividade estatística dos dados coletados.

A principal hipótese para essa falha está relacionada à baixa qualidade fisiológica e sanitária das sementes utilizadas. A presença de sementes com baixo vigor fisiológico reduz a capacidade das plântulas em superar os estresses iniciais do ambiente, como variações na umidade do solo, compactação, competição com plantas daninhas e ataque de patógenos de solo (MARCOS FILHO, 2015).

Adicionalmente, a possível infestação por microrganismos patogênicos, como fungos ou bactérias, pode ter contribuído para a ocorrência de tombamento ou podridões radiculares logo após a emergência, afetando negativamente o desempenho inicial das plantas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

A falha no estabelecimento inicial das plantas impacta não apenas a produtividade potencial, mas também compromete a uniformidade do experimento, prejudicando a comparação entre os tratamentos. Isso reforça a importância da utilização de sementes de alta qualidade, previamente testadas quanto ao seu vigor, sanidade e pureza, especialmente em estudos que buscam avaliar diferenças sutis entre práticas de manejo (VIEIRA *et al.*, 2010).

Figura 12 - Parcelas perdidas



Fonte: Autoria própria (2025)

1° parcela perdida; 2° parcela perdida; 3° parcela perdida

11° parcela perdidas; 12° parcela perdida; 13° parcela perdida.

A germinação mínima de 70% das sementes utilizadas pode ter contribuído para o estande irregular observado em algumas parcelas, principalmente nos primeiros estádios de desenvolvimento, pode ter influenciado negativamente a uniformidade das plantas, afetando variáveis como número de folhas, altura e acúmulo de biomassa (BRASIL, 2009; MARCOS FILHO, 2015).

A presença simultânea desses fatores bióticos, somada ao uso de sementes com baixa taxa de germinação e possível perda de vigor, reforça a necessidade de maior rigor no controle fitossanitário e na seleção de material propagativo com elevada qualidade fisiológica em estudos futuros (CASTRO *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Com isso, fatores externos também podem influenciar, comprometendo a fotossíntese e a assimilação dos carboidratos para produção da massa seca, sendo um desses fatores os micronutrientes que não fizeram parte do estudo, e a alta incidência de plantas daninhas provindas de sementes presentes no esterco bovino e na área de estudo, apresentando difícil controle (OLIVEIRA *et al.*, 2023).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos dados obtidos, conclui que sob as condições experimentais avaliadas, nenhum dos tratamentos aplicados (adubação mineral, orgânica ou ausência de adubação) promoveu efeito estatisticamente significativo sobre as variáveis morfológicas do girassol (*Helianthus annuus* L.) tais como massa fresca, massa seca, número de folhas, altura de planta e teor de clorofila.

O experimento enfrentou algumas limitações, dentre os fatores que podem ter limitado a obtenção de diferenças estatísticas significativas, destaca de forma evidente a qualidade fisiológica inferior das sementes utilizadas no experimento, foi observado um estande irregular e perdas expressivas de plântulas em várias parcelas prejudicando a uniformidade dos tratamentos.

Para reduzir essa limitação em estudos futuros, recomenda a utilização de sementes com alta taxa de germinação, previamente analisadas em laboratório quanto à viabilidade, sanidade e pureza.

Apesar disso, foi possível observar uma tendência de melhores resultados nos tratamentos 4 com adubação de esterco bovino e nitrogênio em cobertura e 5 com apenas adubação de esterco bovino, especialmente o tratamento 4 que foi que utilizado esterco bovino curtido, os quais apresentaram valores médios superiores nas variáveis analisadas, essas respostas pode estar associada à liberação gradual de nutriente melhoria na estrutura física do solo e ao aumento da atividade biológica proporcionada pela matéria orgânica resultando no potencial agrônomo e sustentável da adubação orgânica em sistemas integrado lavoura pecuária.

REFERÊNCIAS

AGRO ESTADÃO. *Quais os principais tipos de adubos orgânicos?* Agro Estadão – Sustentabilidade, 22 jan. 2025. Disponível em: <https://agro.estadao.com.br/sustentabilidade/quais-os-principais-tipos-de-adubosorganicos>. Acesso em: 05 jul. 2025

AMABILE, R. F.; CARVALHO, C. G. P. *Girassol como alternativa para o sistema de produção do Cerrado*. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. 38 p. (Documentos, 206). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/11207/1/doc206.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2025.

BRASIL ESCOLA. *Girassol*. UOL, disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/girassol.htm>. Acesso em: 02 jul. 2025.

BENICASA, M. M. P. *Análise de crescimento de plantas (noções básicas)*. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 42 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012.

CARRIJO, Mateus. *Guia de Adubação: Técnicas e Benefícios Essenciais*. Nagro, 27 fev. 2024. Disponível em: <https://nagro.com.br/blog/adubacao-5/>. Acesso em: 22 ago. 2025.

CAVALCANTE, M. J. B. et al. Doenças do girassol no Brasil. *Circular Técnica – Embrapa Soja*, n. 134, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/buscadepublicacoes/publicacao/1109869/doencasdogirassol-no-brasil>. Acesso em: 01 jul. 2025.

COSTA, N. R. et al. Qualidade física e carbono orgânico do solo em sistema integração lavoura-pecuária-floresta no Cerrado de Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, n. 5, p. 1549–1557, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/qJ4fTZRMjq3bZffzyDkFwGN>. Acesso em: 24 jun. 2025.

COSTA, J. L. M. et al. Doenças de raízes em culturas agrícolas: diagnóstico e manejo. *Revista Brasileira de Fitopatologia*, v. 46, n. 2, p. 101–109, 2021. .

DAMETO, Simone Cristina. *Como é o cultivo do girassol em lavouras comerciais no Brasil*. Agroadvance, 24 maio 2024 (atualizado em 12 jun. 2024). Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-cultivo-do-girassol-no-brasil/>. Acesso em: 13 jul. 2025.

DOMAZETOVSKA, S.; STREZOV, V.; FILKOSKI, R. V.; KAN, T. Exploração do potencial da pirólise de biomassa para produção renovável e sustentável de energia: estudo comparativo com sabugo de milho, poda de videira e girassol. *Sustainability*, v. 15, n. 18, p. 13552, 2023.

DUTRA, C. C. et al. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes níveis de capacidade de retenção de água. *Revista Ciência Rural*, v. 42, n. 17, p. 2900–2906, 2012.

ECOCERT. *Adubo com matéria orgânica: o que é, benefícios e dicas para usar na sua horta.* Ecocert, 20 dez. 2022. Disponível em: <https://www.ecocert.com/ptBR/artigo/5091819>. Acesso em: 16 jul. 2025. ecocert.com

EMBRAPA. BORG, Ana Lúcia; et al. *Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá.* 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Cap. 14, p. 283–285.

EMBRAPA. *O papel da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas.* Circular técnica. Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 15 jun. 2025.

EPAGRI – Estação Experimental de Canoinhas. *Integração lavoura-pecuária: fundamentos e efeitos na qualidade do solo e produtividade.* Canoinhas, SC: EPAGRI, 2001.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. Nitrogen use efficiency in lowland rice genotypes. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v. 32, n. 15–18, p. 2079–2089, 2001.

GALHARTE, C. A.; CRESTANA, S. et al. Avaliação do impacto ambiental da integração lavoura-pecuária: aspecto conservação ambiental no cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 11, p. 1202–1209, 2010.

GERMIVERDE SEMENTES. *Informações técnicas presentes no rótulo da embalagem de sementes de girassol comum, lote 104/24.* São Paulo: Germiverde Sementes, 2024. 1 embalagem (1 kg).

LEITE, R. M. V. B. de C. Manejo de doenças do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de (eds.). *Girassol no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, 2005. cap. 17, p. 501–546.

LESSA, D. C. et al. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 13, n. 2, p. 158–167, 2001.

MACEDO, A. F. Integração lavoura-pecuária: desafios e perspectivas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 1/2, p. 15–43, 2009.

MACEDO, C. H. O. et al. Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 13, p. 371–382, 2012.

MALAVOLTA, E. *Nutrição mineral de plantas*. 2. ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006.

MARCOS FILHO, J. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MARTINS, A. D. Avaliação do crescimento vegetal: métodos e aplicações. *Revista de Agricultura Científica*, v. 6, n. 2, p. 45–52, 2020.

MDPI. Biomassa de girassol para fitorremediação e recuperação energética: uma abordagem em escala piloto. *Energies*, v. 16, n. 9, p. 1–18, 2023.

MORPURGO, Carina Rossi. *Plantação de girassol bate recorde de 46.393 hectares em 2023.* *Revista Cultivar*, 21 jun. 2023. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/plantacaode-girassol-bate-recordede46393hectares-em-2023>. Acesso em: 09 jul. 2025. souagro.net

NASCIMENTO, A. L.; SILVA, J. M.; OLIVEIRA, T. R. *Girassol: oportunidades para o cultivo no Brasil.* *Campo & Negócios*, 6 fev. 2024. Disponível em: <https://camponegocios.com/girassoloportunidades-para-o-cultivo-no-brasil/>. Acesso em: 05 jul. 2025.

NOBRE, R. G.; OLIVEIRA, F. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L.; CAVALCANTE, L. F. Efeito da adubação orgânica na produção de girassol sob condições de clima semiárido. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Pombal, v. 5, n. 3, p. 94–99, 2010.

NUNES, José. Características das plantas de girassol. In: **Características das plantas de girassol.** [S. l.], 21 ago. 2025. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/culturas/girassol/informacoesdacultura/informacoesgerais/caracteristicas-das-plantas-de-girassol_438034.html. Acesso em: 21 ago. 2025.

NUSSIO, L. G. et al. Bioenergia na agricultura tropical. *Revista Brasileira de Energia Renovável*, v. 10, n. 2, p. 84–91, 2021.

OLIVEIRA, L. B. de et al. A resposta do milho a diferentes épocas e fonte de nitrogênio aplicado em cobertura. In: *ANAIS DA JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E EXTENSÃO*, 2023, Palmas, TO. Palmas: IFTO, 2023. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/identidade-327697/693926>. Acesso em: 18 jun. 2025.

PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B.; SILVEIRA, P. M. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura SPAD e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 491–496, out./dez. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/RPDm8PXLmJvGDFMrqGvmnqL/?lang=pt>. Acesso em: 24 jun. 2025.

SALLA, Luquecimara; RODRIGUES, José Cintra; MARENCO, Ricardo Antonio. Teores de clorofila em árvores tropicais determinados com o SPAD-502. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 159–161, jul. 2007.

SANTOS, I. A.; NOGUEIRA, L. A. H. Estudo energético do esterco bovino: seu valor de substituição e impacto da biodigestão anaeróbia. *Revista Agrogeoambiental*, Pouso Alegre, v. 4, n. 1, p. 41–49, abr. 2012. DOI: 10.18406/2316-1817v4n12012373.

SILVA, A. C.; SILVA, M. L.; GUIMARÃES, R. M. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes e seu impacto no estabelecimento inicial das culturas. *Revista Sementes*, v. 39, n. 1, p. 56–63, 2017.

SILVA, F. C. et al. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2012.

SILVA, R. A.; SOUSA, L. C.; MOURA, F. F. Potencial energético da biomassa residual de culturas agrícolas no Brasil. *Revista Energia & Meio Ambiente*, v. 13, n. 2, p. 75–88, 2022.

SOUZA, R. T. de; MENDES, J. L. T.; ARAÚJO, R. P. de. Adubação organomineral: alternativa sustentável para o aumento da produtividade agrícola. *Cadernos de Agroecologia*, v. 15, n. 2, p. 1–9, 2020. Disponível em: <https://cadernos.abaagroecologia.org.br>. Acesso em: 24 jun. 2025.

TAIZ, L. et al. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCar. Teste de Tukey. Centro de Ciências Agrárias. Disponível em: <https://www.cca.ufscar.br/pt-br/servicos/testedetkey>. Acesso em: 24 jun. 2025.

VANTAGENS e desvantagens da adubação orgânica e mineral. [S. l.], 8 out. 2020. Disponível em: <https://gaagrosolucoes.com.br/vantagens-edesvantagensdaadubacaoorganica-xmineral>. Acesso em: 12 jun. 2025.

VIEIRA, R. D. et al. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 32, n. 2, p. 33–41, 2010.

VILAR, Daniel. Adubação orgânica: Maximizando o pontecial do solo. **Portal Agriconline**, [S. l.], p. 1-1, 6 out. 2025.

WALZBURIECH, Daniela. *Como plantar girassol em espaços menores: especialista explica.* Globo Rural, 27 fev. 2024. Disponível em: <https://globorural.globo.com/vidanafazenda/como-plantar/noticia/2024/02/comoplantargirassol-em-espacosmenoresespecialista-explica.ghtml>. Acesso em: 21 jul. 2025.

APÊNDICE DA EXECUÇÃO DO



