

**POTENCIAL DO EXTRATO VEGETAL DE GIRASSOL MEXICANO COMO  
ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL NA PRODUÇÃO DE ALFACE CRESPA**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n2-048>

**Data de submissão:** 05/01/2025

**Data de publicação:** 05/02/2025

**Saimon da Silva Santos**  
Graduando em Engenharia Agronômica  
UEMASUL/Campus Imperatriz  
E-mail: santos\_saimon@outlook.com

**Jonathan dos Santos Viana**  
Doutor em Agronomia (Ciência do Solo)  
UEMASUL/Campus Imperatriz  
E-mail: jonathan.viana@uemasul.edu.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4734-9843>

**Wilson Araújo da Silva**  
Doutor em Agronomia  
UEMASUL/Campus Imperatriz  
E-mail: wilson@uemasul.edu.br

**Cristiane Matos da Silva**  
Doutora em Ciência e Tecnologia Ambiental  
UEMASUL/Campus Imperatriz  
E-mail: cristiane.silva@uemasul.edu.br

**Kalyne Pereira Miranda Nascimento**  
Mestra em Agricultura e Ambiente  
UEMASUL/Campus Imperatriz  
E-mail: kalyneengenheiraag@hotmail.com

**Daniel Carlos Machado**  
Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo)  
UNESP/Campus Jaboticabal  
E-mail: daniel.c.machado@unesp.br

**Thatyane Pereira de Sousa**  
Doutora em Agronomia  
UEMASU/Campus Imperatriz  
E-mail: thatyane.sousa@uemasul.edu.br

**Patrícia Ferreira Cunha Sousa**  
Doutora em Agronomia, Genética e Melhoramento de Plantas  
UEMASUL/ Campus Imperatriz  
E-mail: patricia.sousa@uemasul.edu.br

## RESUMO

A alface é uma das hortaliças mais cultivadas e consumidas nacionalmente, reconhecida por seu ciclo de cultivo curto, elevado valor nutricional e significativa relevância econômica. Entretanto, a produção dessa cultura frequentemente recorre ao uso de insumos químicos, o que pode resultar em impactos ambientais adversos e no aumento dos custos de produção. Dessa forma, o objetivo neste presente estudo foi de avaliar o comportamento produtivo da alface crespa submetida a doses crescentes de extrato vegetal de girassol-mexicano. O experimento foi desenvolvido no Cinturão Verde de Imperatriz, adotando um delineamento em blocos ao acaso, com tratamentos, que consistiram em doses crescentes de extrato de girassol mexicano, sendo estes: 0 g; 50 g; 100 g; 150 g; 200 g e 250 g 4 L-1 em 4 repetições. Foram observados efeitos significativos do incremento das doses de extratos de girassol mexicano nas características diâmetro de cabeça, altura da planta e massa fresca aérea. Sendo a dose de 50 e 100 g 4 L-1 mais expressiva nesses comportamentos. Conclui-se que a aplicação moderada de extrato vegetal à base de folhas e talos de girassol-mexicano reduziu a dependência de fertilizantes químicos, destacando-se como uma alternativa sustentável e viável economicamente para a agricultura.

**Palavras-chave:** *Lactuca Sativa L.* Adubo Verde. *Tithonia Diversifolia L.* Agricultura Sustentável. Biofertilizante.

## 1 INTRODUÇÃO

A busca por práticas agrícolas sustentáveis e eficientes tem impulsionado o uso de adubação verde em diversas culturas (FAO, 2019). Nesse contexto, o girassol mexicano (*Tithonia diversifolia* L.) destaca-se como uma alternativa promissora devido ao seu elevado teor de nutrientes e capacidade de enriquecimento do solo.

A *Tithonia diversifolia* L. é uma planta amplamente reconhecida por seu potencial como adubo verde, devido ao seu rápido crescimento, alta produção de biomassa e significativo teor de nutrientes essenciais ao solo, como nitrogênio, fósforo e potássio. Originária da América Central, esta planta tem sido explorada em sistemas agrícolas sustentáveis como uma alternativa natural para melhorar a fertilidade do solo e reduzir o uso de fertilizantes químicos.

Essa espécie apresenta uma excelente capacidade de rebrota, mesmo quando submetida a cortes próximos ao solo. Nos primeiros 60 dias após a rebrota, seu crescimento é relativamente lento, com uma taxa de 1,0 cm.dia-1. No entanto, entre 60 e 100 dias, essa taxa aumenta para 2,5 cm.dia-1, atingindo 3,5 cm.dia-1 após os 100 dias (Silva et al., 2018). Em relação à produtividade, a espécie pode produzir entre 30 e 70 ton.ha-1 de massa verde e de 3,9 a 9,0 ton.ha-1 de massa seca, com essas variações dependendo de diversos fatores (Reis et al., 2015).

O acúmulo de massa seca e verde nos vegetais está relacionado ao avanço pelos diferentes estádios fenológicos, um processo que ocorre devido à multiplicação e expansão celular. Gualberto et al. (2011) relataram produções de 3,5; 7,6 e 16,0 ton ha-1 de massa seca nos estádios de pré-floração, floração e pós-floração, respectivamente, sendo que esses estádios corresponderam a 103, 137 e 544 dias de rebrota. Calsavara et al. (2015) observaram produções de 8,1 e 5,6 ton ha-1 de massa seca nos estádios de emborrachamento e pré-floração, respectivamente. Silva et al. (2018) encontraram produções que variaram entre 14 e 28 ton/ha de massa seca para 100 e 145 dias de rebrota, respectivamente.

Além disso, Padovan, Siqueira e Guimarães (2021) destacam que o uso de adubos verdes, como o girassol mexicano, tem se mostrado eficaz na melhoria da fertilidade do solo, no aumento da eficiência do uso de nutrientes e na promoção de práticas agrícolas sustentáveis, especialmente em cultivos de hortaliças.

A utilização do girassol mexicano na agricultura é particularmente importante em regiões onde a qualidade do solo é baixa ou onde o custo de insumos químicos representa um desafio econômico para os produtores. Rodrigues e Gama-Rodrigues (2018) destacam que o girassol mexicano é uma alternativa viável para a adubação verde devido à sua elevada produção de biomassa e ao alto teor de nutrientes essenciais, contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade do solo em

sistemas agrícolas sustentáveis. Sua capacidade de decomposição rápida e liberação de nutrientes favorece o desenvolvimento das culturas, além de promover benefícios ecológicos, como a redução da erosão e o aumento da matéria orgânica no solo.

Teixeira e Silva (2020) apontam que o uso do girassol mexicano como adubo verde é uma prática promissória para sistemas agrícolas, promovendo não apenas o aumento da fertilidade do solo, mas também a redução de custos com fertilizantes químicos, tornando a produção mais acessível e ambientalmente sustentável.

Compreender os efeitos de diferentes dosagens dessa adubação na cultura da alface crespa (*Lactuca sativa L.*) pode fornecer dados valiosos para maximizar a produtividade e minimizar custos, beneficiando produtores e promovendo práticas mais ecológicas.

Neste contexto, objetivou nesse presente estudo avaliar os efeitos de dosagens de adubação verde com girassol mexicano (*Tithonia diversifolia*) no desenvolvimento e produtividade da alface crespa (*Lactuca sativa L.*) cultivada em Imperatriz - MA.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O estudo foi realizado em ambiente de campo, na Hortícola Sr. Massao - Cinturão Verde, localizado em Imperatriz, Maranhão, Brasil ( $5^{\circ} 31' 32''$  S;  $47^{\circ} 26' 35''$  W). O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Aw, tropical com precipitação média anual de 1.221 mm e temperatura média anual de 27,1 °C.

O solo da área experimental apresenta textura variando de média a arenosa, condição que limita sua capacidade de retenção de água e contribui para os baixos níveis de matéria orgânica. Essas propriedades aumentam a vulnerabilidade do solo à erosão hídrica.

### 2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O experimento foi delineado em blocos ao acaso, com 6 tratamentos em 4 repetições. Os tratamentos consistiram em 5 dosagens do extrato vegetal do girassol mexicano (*Tithonia diversifolia L.*), sendo estas: T0: Controle (Sem aplicação do extrato de girassol); T1: 50 g. 4 L<sup>-1</sup>; T2: 100 g. 4 L<sup>-1</sup>; T3: 150 g. 4 L<sup>-1</sup>; T4: 200 g. 4 L<sup>-1</sup> e T5: 250 g. 4 L<sup>-1</sup>.

### 2.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A área experimental possui histórico de cultivo de hortaliças folhosas, caracterizando-se por uma uniformidade quanto à coloração do solo e à topografia, sem a presença de manchas ou

irregularidades evidentes no solo. As mudas da cultivar de alface BRS Leila foram obtidas diretamente do produtor responsável pela área experimental, apresentando de 4 a 5 folhas definitivas, correspondendo ao estágio fenológico ideal para o transplante.

O experimento foi implantado no dia 15/11/2024, numa área de 58,5 m<sup>2</sup>, com 4 canteiros tendo dimensões de 1,0 m x 9 m cada, totalizando 6 parcelas de 1,5 m<sup>2</sup>. Cada parcela foi composta por 5 linhas da cultura, adotando espaçamento de 0,25 m x 0,25 m, com 20 plantas por parcela. As duas linhas de cultivo das laterais, bem como 0,25 m de cada extremidade das linhas centrais foram consideradas como bordadura, não sendo utilizadas para as avaliações das plantas da área útil da parcela.

Foram realizadas capinas manuais, e limpeza da área com uso de enxadas e rastelos. O solo foi revolvido durante uma semana e exposto à radiação solar, afim de reduzir a população da praga de solo, nematoide. O preparo do extrato vegetal foi realizado com a coleta de folhas frescas de girassol mexicano presentes próxima a localidade de implantação do experimento. Após a coleta, procedeu com a lavagem do material em água corrente. Posteriormente, seguiu-se com pesagem das folhas em balança com precisão de 0,001 g, e após realizou-se a Trituração do material em liquidificador doméstico, adicionando as dosagens estabelecidas para um volume fixo de água de 4 L.

A aplicação das diferentes dosagens do extrato de girassol mexicano foi realizada diretamente sobre o solo, sem o processo de peneiragem, com o objetivo de maximizar a interação do material com o solo e potencializar as reações do produto no ambiente edáfico. Apenas após 1 dia da adição do extrato ao solo, procedeu-se o transplantio das mudas, e logo após 7 dias do transplantio realizou-se uma adubação mineral com uso da formulado comercial 10 – 10 -10, na dosagem de 56 g planta<sup>-1</sup> em uma única aplicação.

Os tratos culturais realizados durante a condução da cultura de alface incluíram a aplicação diária de 4 mm de água por meio de um sistema de irrigação do tipo "tripa", dividida em duas aplicações ao longo do dia. Durante o ciclo da alface em campo, não foram observadas incidências de pragas ou patógenos, o que dispensou a necessidade de uso de defensivos agrícolas.

## 2.4 VARIÁVEIS ANALISADAS

No período de 34 dias após transplantio das mudas, foram colhidas plantas da área experimental com o objetivo de avaliar características agronômicas da cultura. Para isso, foram coletadas 5 plantas das áreas úteis de cada parcela e posteriormente avaliadas quanto aos parâmetros estabelecidos.

Foram realizadas as seguintes determinações: diâmetro de cabeça, massa fresca aérea, caule e de raiz, além do número de folhas, altura de plantas, diâmetro do caule, comprimento de raiz e produtividade. O diâmetro da cabeça foi realizado *“in loco”*, por meio da mensuração com uso de régua graduada. A determinação de massa fresca aérea, caule e de raiz foram realizadas por meio da pesagem em balança semi-analítica, no Laboratório de Pesagem da UEMASUL/CCA, sendo essa medida expressa em g planta<sup>-1</sup>. O número de folhas foi mensurado por meio da contagem de folhas totais por planta. A altura de plantas determinada por meio do uso de régua graduada, valores expressos em cm. O diâmetro do caule, foi determinado com uso de paquímetro digital, valores expressos em mm. Comprimento de raiz, por meio da utilização de régua graduada. E a produtividade, expressa em kg ha<sup>-1</sup>, foi estimada com base na massa fresca da planta de alface, e extrapolada para hectare.

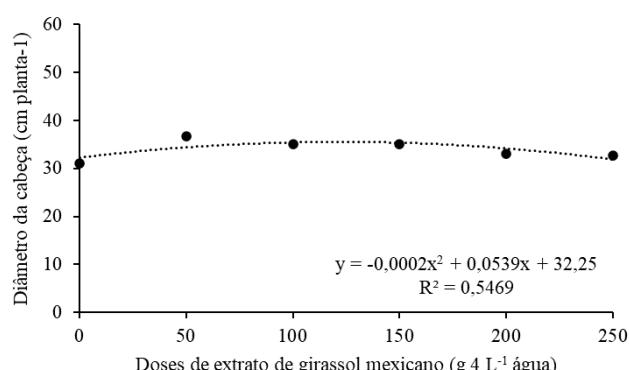
## 2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram testados quanto à normalidade dos erros (Royston, 1995) e homogeneidade de variância (Gastwirth et al., 2009), sendo submetidos à análise de regressão polinomial realizada para doses de extratos de girassol mexicano quando significativas, utilizando o software Agroestat, versão 1.0.

## 3 RESULTADOS

Observou-se pela regressão polinomial de 2º grau, um incremento de 17,96% e 11,66% para diâmetro de cabeça de alface crespa na dose de 50 g.4 L<sup>-1</sup>, em comparação as doses extremas, de 0 e 250 g.4 L<sup>-1</sup>, respectivamente.

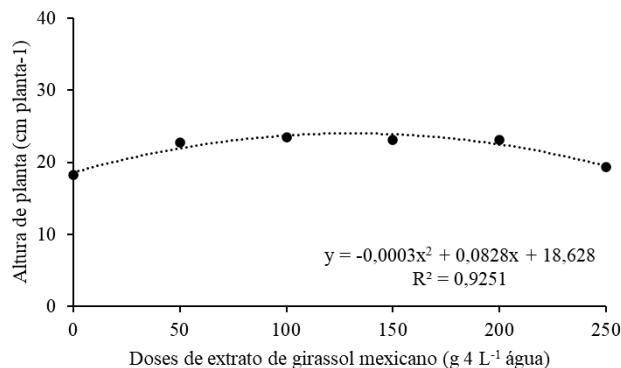
**Figura 1.** Diâmetro de cabeça de alface sob efeito da aplicação de doses crescentes de extrato de girassol-mexicano. \*\*significativo ( $p < 0,01$ ).



**Fonte:** Santos et al. (2024).

A utilização de diferentes doses de extrato vegetal de girassol mexicano sobre o solo influenciou no incremento de altura de plantas de alface crespa, quando aplicada a dose de 50 g.4 L<sup>-1</sup>, alcançando valor médio de 22,82 cm planta<sup>-1</sup>, valor este superior 24,90% em relação ao tratamento controle, 0 g.4 L<sup>-1</sup> (Figura 2).

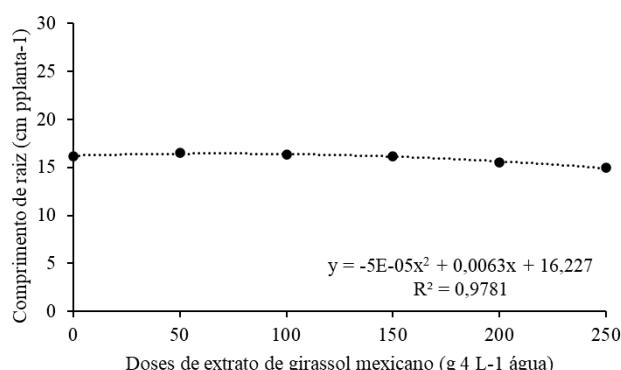
**Figura 2.** Altura de planta de alface sob efeito da aplicação de doses crescentes de extrato de girassol-mexicano. \*\*significativo ( $p < 0,01$ ).



**Fonte:** Santos et al. (2024).

Os efeitos de doses de extratos de girassol mexicano sobre a variável comprimento de raiz estão apresentados na Figura 3. O modelo de regressão apresentou bom ajuste, explicando 97% das ocorrências para as doses crescentes de extrato. O máximo comprimento de raiz foi obtido na dose de 50 g.4 L<sup>-1</sup>, proporcionando um incremento de 11,89% em relação ao tratamento controle, 0 g.4 L<sup>-1</sup>. Esse aumento indica uma maior disponibilidade de nutrientes fornecidos pelo extrato vegetal em subsuperfície, que culminou na divisão celular, além de favorecer maior área de contato com a solução do solo (Figueira, 2013).

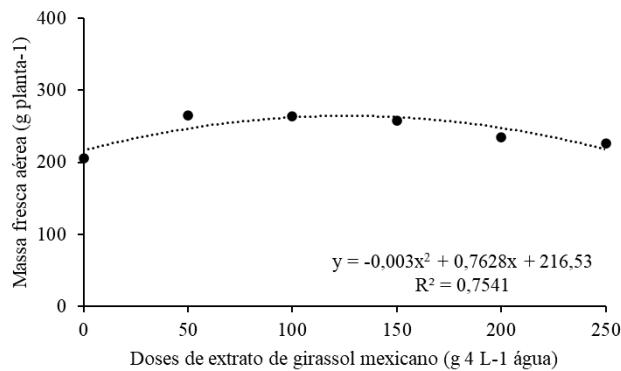
**Figura 3.** Comprimento de raiz de alface sob efeito da aplicação de doses crescentes de extrato de girassol-mexicano. \*\*significativo ( $p < 0,01$ ).



**Fonte:** Santos et al. (2024).

Para a massa fresca aérea foi observado que a dose de  $50 \text{ g.L}^{-1}$  resultou no maior ganho, com um valor médio de 327,8 g por planta, representando um aumento percentual de 15,83% em comparação ao tratamento controle ( $0 \text{ g.L}^{-1}$ ), que obteve 283 g por planta (Figura 4).

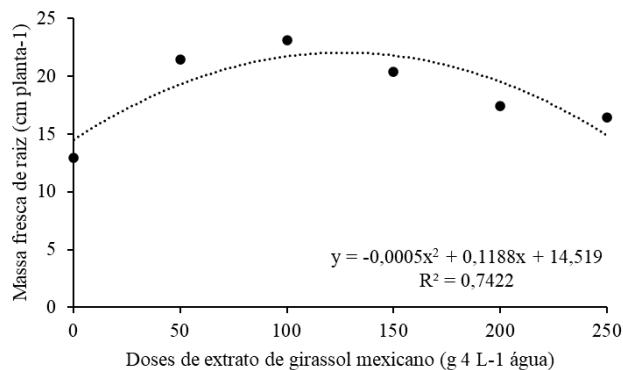
**Figura 4.** Massa fresca aérea de alface sob efeito da aplicação de doses crescentes de extrato de girassol-mexicano. \*\*significativo ( $p < 0,01$ ).



**Fonte:** Santos et al. (2024).

O extrato aquoso de folhas de girassol mexicano apresentou impacto significativo na massa fresca de raiz da alface crespa (Figura 5). O tratamento com a dose de  $50 \text{ g.L}^{-1}$  destacou-se, alcançando uma massa média de 20,35 g, o que corresponde a um incremento de 37,55% em relação ao tratamento controle, que apresentou uma média de 14,8 g.

**Figura 5.** Massa fresca de raiz de alface sob efeito da aplicação de doses crescentes de extrato de girassol-mexicano. \*\*significativo ( $p < 0,01$ ).

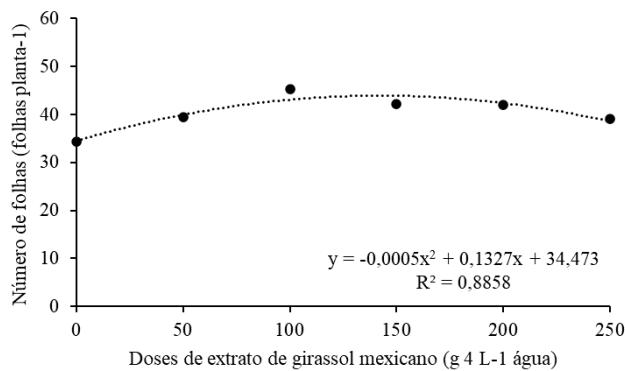


**Fonte:** Santos et al. (2024).

A Figura 6 apresenta o número de folhas de alface crespa em função das doses de extrato vegetal de girassol mexicano. O tratamento com  $100 \text{ g.L}^{-1}$  destacou-se, proporcionando um número médio de 45,25 folhas por planta, representando um incremento de 23,35% em comparação ao

tratamento controle, que apresentou uma média de 34,25 folhas por planta. Esses resultados sugerem que o uso do extrato vegetal aumenta a capacidade fotossintética das plantas, promovendo maior desenvolvimento foliar e, consequentemente, um desempenho fisiológico aprimorado.

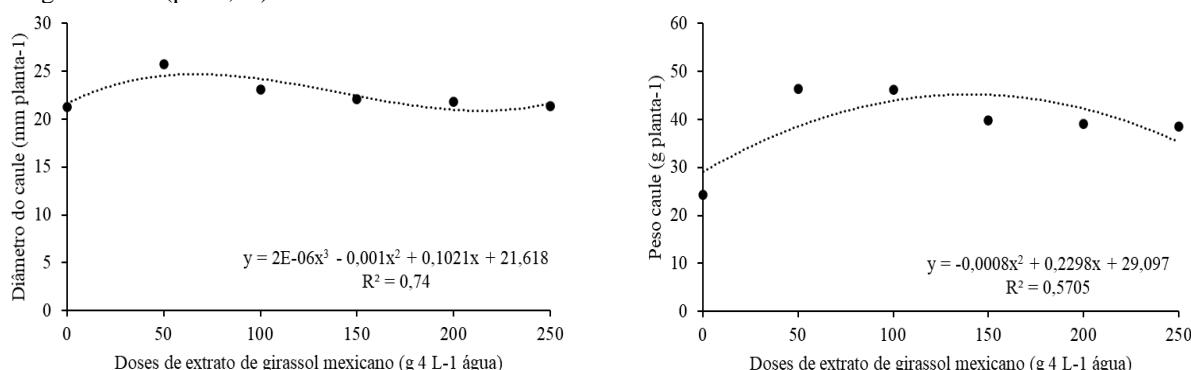
**Figura 6.** Número de folhas de alface sob efeito da aplicação de doses crescentes de extrato de girassol-mexicano. \*\*significativo ( $p < 0,01$ ).



**Fonte:** Santos et al. (2024).

A Figura 7 evidencia o diâmetro e peso médio do caule de alface crespa submetidas às doses de extrato vegetal de girassol mexicano. O maior diâmetro e peso foram observados na dose de 50 g.4 L<sup>-1</sup>, com valores de 25,76 mm e 46,31 g planta-1, respectivamente.

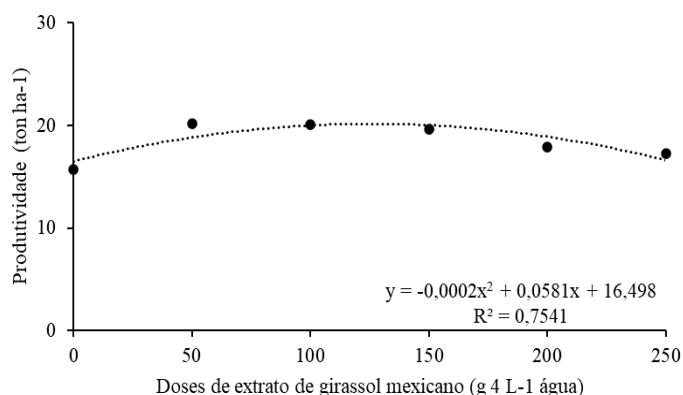
**Figura 7.** Diâmetro e peso de caule de alface sob efeito da aplicação de doses crescentes de extrato de girassol-mexicano. \*\*significativo ( $p < 0,01$ ).



**Fonte:** Santos et al. (2024).

A Figura 8 exibe a produtividade de alface submetida à aplicação de extrato de girassol mexicano via solo. Os resultados evidenciam uma diferença estatisticamente significativa na variável avaliada ( $p < 0,01$ ).

**Figura 8.** Produtividade da alface sob efeito da aplicação de doses crescentes de extrato de girassol mexicano. \*\*significativo ( $p < 0,01$ ).



**Fonte:** Santos et al. (2024).

#### 4 DISCUSSÃO

A resposta otimizada para variável diâmetro do caule observada para a dose de 50 g.4 L<sup>-1</sup>, pode ser atribuída à capacidade das folhas e talos em fornecer macronutrientes essenciais, como N, K e Ca. Essa estabilidade após a aplicação de 50 g.4 L<sup>-1</sup> pode estar associada à saturação da capacidade de absorção de nutrientes pelas plantas ou ao equilíbrio nutricional do solo (Jiménez et al., 2001).

Resultados semelhantes foram observados por Akinde et al. (2017), que destacam os efeitos benéficos de doses moderadas de adubação verde no diâmetro de hortaliças, corroborando os achados deste estudo. Por outro lado, o baixo R<sup>2</sup> sugere que fatores externos, como condições edafoclimáticas ou outras variáveis experimentais, podem ter influenciado o desenvolvimento do diâmetro das plantas (Teixeira et al., 2015). Ajustes na frequência de aplicação ou na concentração podem melhorar a eficiência do extrato.

A altura da planta foi positivamente influenciada por doses moderadas de extrato de girassol mexicano, alcançando uma média de 23,5 cm por planta na dose de 100 g.4 L<sup>-1</sup> (Figura 2). Esse comportamento pode ser atribuído à liberação equilibrada de nutrientes pelo extrato, promovendo um crescimento vegetativo eficiente (Padovan et al., 2018). No entanto, doses superiores podem ter provocado desequilíbrio nutricional ou efeito fitotóxico, resultando na redução da altura.

O alto R<sup>2</sup> evidencia que as doses de girassol mexicano tiveram impacto direto na altura da alface, o que reforça a eficiência da adubação verde quando utilizada em níveis adequados (Rodrigues e Gama-Rodrigues, 2020). Estudos adicionais podem explorar aplicações fracionadas para evitar os efeitos negativos das doses mais altas.

Os resultados indicam que o comprimento da raiz da alface não apresentou grandes variações em função das doses aplicadas de extrato de girassol mexicano (Figura 3). Esse comportamento é elucidado pela ausência de uma influência direta do extrato no estímulo ao crescimento radicular, ou

pelo fato de o solo já fornecer condições adequadas para o desenvolvimento das raízes, atendendo às necessidades fisiológicas da planta (Gachengo et al., 1999).

Estudos, como o de Rodrigues et al. (2019), indicam que, em solos com boas condições estruturais, o impacto de adubos orgânicos no sistema radicular tende a ser menos expressivo. Por outro lado, é relevante considerar que os compostos bioativos presentes no extrato de girassol mexicano podem estar mais diretamente associados ao desenvolvimento da parte aérea da planta, em vez do crescimento radicular, conforme observado em pesquisas semelhantes (Teixeira et al., 2015).

A tendência observada na Figura 4 sugere que doses moderadas de extrato de girassol mexicano são mais benéficas para o ganho de massa fresca aérea da alface. A redução da massa fresca após a dose de 150 g.4 L<sup>-1</sup> água pode estar associada ao efeito alelopático, comum em altas concentrações de extratos vegetais, que podem inibir o crescimento.

Esse resultado evidencia o papel do extrato vegetal na promoção do crescimento radicular, possivelmente devido à presença de compostos bioativos e nutrientes que favorecem o desenvolvimento das raízes (Rodrigues et al., 2020).

Estudos, como o de Miranda et al. (2015), destacam que compostos fenólicos presentes no girassol mexicano, quando em altas concentrações, podem interferir negativamente no desenvolvimento radicular, atuando como reguladores do crescimento ou promovendo efeitos tóxicos sobre os tecidos radiculares.

O incremento no número de folhas até a dose de 100 g.4 L<sup>-1</sup> reforça o potencial do extrato de girassol mexicano como promotor de crescimento, possivelmente devido à presença de nutrientes e hormônios vegetais. No entanto, a redução em doses mais altas, acima de 101 g.4 L<sup>-1</sup>, podem ser atribuídas à saturação do solo com compostos secundários. De acordo com Rodrigues et al. (2020), doses excessivas de extratos vegetais podem provocar desequilíbrios fisiológicos, impactando diretamente a produção foliar.

O comportamento do diâmetro do caule evidenciado para dose de 50 g.4 L<sup>-1</sup>, é evidenciado pelo fornecimento de nutrientes prontamente absorvíveis na solução do solo, que têm impacto direto na maior resistência da planta de alface, bem como no acúmulo de fitoassimilados. O aumento do peso do caule até a dose de 50 e 100 g.4 L<sup>-1</sup> de água está associado ao sistema radicular da planta em absorver os nutrientes essenciais fornecidos pela aplicação do extrato de girassol mexicano, que promove o fortalecimento da estrutura das plantas e translocação de seiva bruta para órgãos que estão em desenvolvimento.

A maior produtividade foi observada nas doses de 50 g e 100 g.4 L<sup>-1</sup>, com valores de 20,18 e 20,11 ton.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Esse resultado é corroborado principalmente pelo comportamento

das variáveis nas referidas dosagens, nas quais foram observados melhores desempenhos para o diâmetro da cabeça, altura da planta, comprimento e massa fresca da raiz, massa fresca aérea, número de folhas, diâmetro e peso do caule nas doses de 50 g e 100 g.4 L<sup>-1</sup>, que culminou diretamente no incremento de produtividade da cultura da alface crespa.

Além disso, a aplicação dessas dosagens em solo de textura arenosa favoreceu a agregação do solo por meio da mineralização da matéria orgânica, aumentando a capacidade de troca catiônica e, consequentemente, a absorção radicular de nutrientes. Isso resultou em incremento da produtividade final.

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou que o extrato vegetal de girassol mexicano é uma alternativa viável e sustentável para melhorar o crescimento e desenvolvimento da alface crespa em solos arenosos. As doses de 50 e 100 g.4 L<sup>-1</sup> destacaram-se, promovendo incrementos significativos nas variáveis estudadas em relação ao tratamento controle.

O uso de extratos vegetais como biofertilizantes pode reduzir a dependência de insumos químicos, aumentando a sustentabilidade agrícola. Além disso, os efeitos positivos em doses intermediárias sugerem maior eficiência na absorção de nutrientes essenciais, mesmo em solos com baixa capacidade de retenção.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL) do Centro de Ciências Agrárias - CCA pela infraestrutura que possibilitou a realização das avaliações do experimento. Também expressamos nossa profunda gratidão ao Sr. Massao Takaoka pela parceria estabelecida na implantação e condução do experimento em sua propriedade, localizada no Cinturão Verde de Imperatriz – MA.

## REFERÊNCIAS

AKINDE, T. E., AYENI, L. S., ADESODUN, J.K. (2017). Use of *Thitonia diversifolia* as a green manure for soil fertility improvement in Nigeria. *Journal of soil science and environmental management*, 8(3), 58-65. <https://doi.org/10.5897/JSSEM2017.0645>.

CALSAVARA, L.H.F.; RIBEIRO, R.S.; SILVEIRA, S.R.; DELAROTA, G.; FREITAS, D.S.; SACRAMENTO, J.P.; PACIULLO, D.S.C.; MADUREIRA, A.P.; MAURÍCIO, R.M. Cinética de fermentação in vitro da forrageira *Tithonia diversifolia*, p. 63-66. In: P. L. 3º CONGRESO NACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES. VIII CONGRESO INTERNACIONAL SISTEMAS AGROFORESTALES, 734 p., 2015

FIGUEIRA, A. L. O uso de extratos vegetais no cultivo de alface: Influência do girassol mexicano sobre a massa fresca aérea e diâmetro de cabeça. São Paulo: Editora Universitária, 2013. 210p.

FAO. (2019). Fertilidade do solo e sustentabilidade agrícola. Organização das Nações Unidas para alimentação e agricultura. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 21. dez. 2024.

GACHENCO, C. N., PALM, C. A., JAMA, B., & OTHIENO, C. (1999). *Thitonia* and *senna* green manures and inorganic fertilizers as phosphorus source for maize in western Kenya. *Agroforestry Systems*, 44(1), 21-36. <https://doi.org/10.1023/A:1006205319403>

GASTWIRTH, J. L. et al. The impact of Levene's test of equality of variances on statistical theory and practice. *Statistical Science*, v.24, p. 343-360, 2009.

GUALBERTO, R.; SOUZA JÚNIOR, O. F.; COSTA, N. R.; BRACCIALI, C. D.; GAION, L. A. Influência do espaçamento e do estágio de desenvolvimento da planta na produção de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (HEMSL.) Gray. *Nucleus*, v. 8, n. 1, abr., 2011.

JIMÉNEZ, J. J., THOMAS, R. J. (2001). Soil organic matter dynamics under *Thitonia diversifolia* and maize rotations in the tropics. *Soil biology and Biochemistry*, 33(11-12), 1601-1608. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(01\)00092-4](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(01)00092-4)

MIRANDA, M.A.F.M.; VARELA, R.M.; TORRES, A.; MOLINILLO, J.M.G.; GUALTIERI, S.C.J.; MACIAS, F.A. Phytotoxins from *Tithonia diversifolia*. *Journal of Natural Products*, Columbus, v.78, n.5, p.1083-1092, 2015.

PADOVAN, M. P.; SIQUEIRA, G. M.; GUIMARÃES, R. J. Utilização de adubos verdes em hortaliças. São Paulo: Editora Universitária, 2018. 123p.

PADOVAN, M. P.; SIQUEIRA, G. M.; GUIMARÃES, R. J. Utilização de adubação verde como alternativa para sustentabilidade agrícola. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 16, n. 1, p. 1-12, 2021.

RODRIGUES, F. A.; GAMA-RODRIGUES, A. C. Potencial de *Tithonia diversifolia* como adubo verde na produção de hortaliças. *Horticultura Brasileira*, v. 36, n. 2, p. 160–165, 2018. DOI: 10.1590/S0102-053620180202.

RODRIGUES, F. A.; GAMA-RODRIGUES, A. C. Impactos de extratos vegetais no crescimento de alface crespa. *Revista de Agricultura Sustentável*, v. 9, n. 2, p. 88 – 94, 2020.

REIS, M. M.; CRUZ, L. R.; COSTA, G. A.; BARROS, R. E.; SANTOS, L. D. T. Potencial forrageiro de *Tithonia diversifolia* na alimentação animal. *Caderno de Ciências Agrárias*, v. 7, n.1, jan./abr., Suplemento 1, p. 233-245, 2015.

ROYSTON, J. A remark on algorithm AS-181-The W test for normality (Algorithm R94). *Journal of Applied Statistics*, v.44, p. 547-551, 1995.

SILVA, A. M.S, DA SILVA, L. D., DA CRUZ, P. J. R., SANTOS, M. V., DE SOUZA, C. M. P., FARNESE, M. M.M., GANDINI, E. M. M. Produção e valor nutritivo da *Tithonia diversifolia* em período de estabelecimento. *Livestock Research for Rural Development*, v. 30, n. 9, 2018.

TEIXEIRA, M. B.; SILVA, R. S. Manejo do girassol mexicano em sistemas de cultivo sustentável. *Revista Científica de Agricultura Sustentável*, v. 9, n. 2, p. 88–94, 2020.

TEIXEIRA, M. B.; SILVA, R. S. Estudos sobre compostos fenólicos em girassol mexicano. *Revista Brasileira de Pesquisa Vegetal*, v. 18, n. 3, p. 45-58, 2015.