

Desempenho agrônômico do cártamo em função das doses de adubação com enxofre

Vinicius Parisoto Silva^{1*}; Nayara Parisoto Boiago¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}vsparisoto@hotmail.com

Resumo: O cultivo do *Carthamus tinctorius* L. (cártamo) possui grande importância devido a tolerância a seca e variações climáticas, proporcionando alto nível de produtividade de óleo, deste modo, vem sendo utilizado na alimentação animal e humana. O trabalho objetivou avaliar o desempenho agrônômico e produtividade do cártamo em função da adubação com doses de enxofre. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no CEDETEC do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz – FAG na cidade Cascavel, Paraná no período de outubro de 2020 a maio de 2021. O delineamento empregado foi blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro blocos. Nos tratamentos, sulfato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ foi aplicado na adubação do solo junto com a semeadura, sendo quatro doses, 15, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, respectivamente, mais a testemunha sem aplicação. Os parâmetros avaliados foram diâmetro do caule, teor de clorofila, biomassa seca e altura das plantas. Os resultados obtidos foram submetidos à análise descritiva, teste de normalidade a 5% de probabilidade, pelo software Minitab. Resultados não significativos da adubação com doses de enxofre foram observados para diâmetro do caule, teor de clorofila, biomassa seca e altura de plantas. Sendo assim, a adubação sulfatada não influenciou no desenvolvimento do cártamo.

Palavras-chave: *Carthamus tinctorius* L.; sulfato de amônio; produtividade.

Agronomic performance of safflower under different of sulphur fertilization doses

Abstract: The cultivation of *Carthamus tinctorius* L. (safflower) has great importance due to tolerance to drought and climatic variations, providing a high level of oil productivity, thus, it has been used in animal and human food. The work aimed to evaluate the effect of the application of sulfur doses on the safflower culture on development and productivity parameters. The experiment was conducted in a greenhouse at the CEDETEC of the University Center of the Assis Gurgacz Foundation - FAG in the city Cascavel, Paraná from October 2020 to May 2021. The design used was randomized blocks with five treatments and four blocks. In the treatments, ammonium sulfate $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ was applied in the fertilization of the soil along with the sowing, being the control and four doses, these will be 15, 30, 60 and 120 kg ha⁻¹ of ammonium sulfate, respectively. The evaluated parameters were stem diameter, chlorophyll content, dry biomass and plant height. The results obtained will be submitted to descriptive analysis, normality test, at 5% probability, using the Minitab software. Unproven effects of fertilization with sulfur doses were observed stem diameter, chlorophyll content, dry biomass and plant height. Thus, the sulfated fertilization did not influence the development of safflower.

Keywords: *Carthamus tinctorius* L.; ammonium sulfate; yield.

Introdução

O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) é uma oleaginosa da família Asteraceae, utilizado na alimentação animal e humana, apresenta alta produtividade de óleo, sendo esse, matéria prima para produção de biocombustíveis (MOVAHHEDY-DEHNAVY *et al.*, 2009). A cultura do cártamo ganha importância devido a tolerância a seca e variações de temperaturas, podendo se adaptar facilmente a diversas regiões do Brasil (GERHARDT, 2014). Porém, a ausência de conhecimentos técnicos com relação ao seu cultivo é a principal causa do atraso na expansão dessa cultura no país.

O cártamo possui um sistema radicular profundo, fazendo com que ele absorva água e nutrientes nas áreas mais densas do solo (DORDAS e SIOULAS, 2008). Em países como a Índia, terras de baixa fertilidade natural ou com escasso uso de nutrientes são utilizadas para o plantio do cártamo.

Com o intuito de inserir o cártamo como uma cultura alternativa no momento do plantio, pesquisas estão sendo realizadas na área de melhoria genética e práticas agrônômicas visando maiores rendimentos de grãos e óleo (MOVAHHEDY-DEHNAVY *et al.*, 2009). Uma das práticas estudadas é a variação de adubação com nutrientes sulfatados, como o enxofre.

Na planta, a maior parte do enxofre faz parte dos aminoácidos essenciais e outros compostos orgânicos que compõem todas as proteínas, tendo função estrutural e, além disso, o enxofre também influencia diversos processos fisiológicos importantes, como a fotossíntese, respiração (PRADO, 2008).

Segundo Kumar e Sharma (2013), a deficiência do enxofre pode ocasionar plantas raquíticas com caule fino, coloração verde pálida e, em casos de deficiência grave, apresenta folha amarelada, consequentemente, perda de vigor e de produtividade na cultura.

Uma planta oleaginosa como o cártamo remove entre 20 e 30 kg por hectare de enxofre durante o ciclo, sendo assim, a deficiência desse nutriente é considerada um fator limitante para a produtividade (BOOTH e WALKER, 1992).

A resposta das culturas a adubação sulfatada difere de uma a outra. Na cultura do nabo forrageiro, por exemplo, houve aumento de produtividade da matéria seca da parte aérea, já na cultura da soja, nesse caso, a produtividade média de grãos não foi afetada, porém houve um grande desenvolvimento radicular em profundidade (RHEINHEIMER *et al.*, 2005)

Rheinheimer *et al.* (2007) verificou que a aplicação de doses de enxofre no solo proporcionou incremento de matéria seca na cultura da canola. Da mesma forma, Furtini Neto

et al. (2000) notou que para um bom crescimento da parte aérea e adequada nutrição do feijoeiro, a aplicação de doses de sulfato de cálcio no solo antes do plantio é necessária. Já a cultura da soja responde à aplicação de fontes solúveis de enxofre, como superfosfato simples e gesso agrícola, mas a resposta normalmente se limita a solos pobres neste nutriente (BROCH, 2011).

Sendo assim, devido à baixa quantidade de informações e a dificuldade de implementação da espécie no Brasil, o presente trabalho teve como objetivo estudar o desempenho agrônômico e produtividade do cártamo em função da adubação com doses de enxofre.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nos meses de outubro a junho de 2021 na Fazenda Escola do Centro Universitário Assis Gurgacz, no município de Cascavel no estado do Paraná, localizado nas coordenadas geográficas 24°94'23" S, 53°51'06" O e altitude de 693 metros. O clima da região segundo a classificação climática de Köppen é caracterizado como Cfa, clima temperado úmido com verão quente (APARECIDO *et al.*, 2016). Já o solo da área e que foi utilizado no experimento é caracterizado como Latossolo Vermelho Distroférrico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo um vaso para cada parcela, totalizando vinte parcelas. Para realizar a análise destrutiva, as parcelas foram replicadas, somando ao todo quarenta parcelas. O cultivo foi realizado em estufa, utilizando vasos de 10 litros preenchidos com solo, 10 sementes foram semeadas manualmente a dois centímetros de profundidade, e após o crescimento, três plantas foram escolhidas para proceder com a avaliação.

O fornecimento de água ocorreu diariamente, com base na umidade do solo. O solo utilizado será amostrado e a adubação será feita conforme o necessário, seguindo o manual de adubação e calagem para o estado do Paraná (PAVINATO *et al.*, 2017).

Os tratamentos consistiram em uma adubação sulfatada, utilizando sulfato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ como fonte de enxofre para as plantas e as doses utilizadas foram de 0, 15, 30, 60 e 120 kg ha⁻¹ (OSORIO, 2006), conforme a Tabela 1. As doses foram proporcionalizadas para a área do vaso e aplicadas no sulco da semeadura.

Os tratos culturais foram feitos conforme necessário. No primeiro momento após a germinação e o estabelecimento das plantas, um desbaste foi realizado para selecionar as plantas

que foram avaliadas e, posteriormente, a retirada de possíveis plantas invasoras que possam aparecer no local.

Tabela 1 – Quantidade de enxofre em porcentagem para cada dose de sulfato de amônio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ aplicado em seu respectivo tratamento.

Tratamento	Dose kg ha^{-1}	%S
T1	Controle	0
T2	15	3,6
T3	30	7,2
T4	60	14,4
T5	120	28,8

Fonte: Os autores, 2020.

Os parâmetros avaliados foram diâmetro do caule, altura de plantas, teor de clorofila e biomassa seca. No final do estágio vegetativo, aproximadamente 50 dias após a emergência, o teor de clorofila foi avaliado, duas folhas por planta, sendo uma folha jovem do terço médio e uma folha jovem do terço superior da planta. A avaliação foi realizada com o auxílio do clorofilômetro Falker e os resultados expressos em porcentagem, seguido de quantificações destrutivas de clorofilas a e b.

Para mensurar a biomassa seca, uma análise destrutiva foi realizada, no qual essas plantas foram colocadas em sacos de papel e posteriormente levadas ao laboratório, onde estes sacos foram colocados em uma estufa durante 48 horas, a temperatura média de 65°C . O peso foi obtido com auxílio de uma balança de precisão com quatro casas decimais. A altura das plantas foi medida com uma régua graduada e expresso em centímetros.

Os resultados foram submetidos à análise descritiva, teste de normalidade de Anderson Darling e, posteriormente, submetidos à análise de variância (ANOVA). Todas as análises consideraram 5% de significância e foram realizadas pelo software Minitab (MINITAB, 2016).

Resultados e Discussões

Na Tabela 2 estão apresentadas o resumo da análise descritiva e análise de variância dos parâmetros diâmetro, altura, índice de clorofila e massa seca. Observa-se que todos os parâmetros, exceto a massa seca, possuem o coeficiente de variação menor que 20%.

Tabela 2 - Resumo da análise descritiva e análise de variância do diâmetro, altura, índice de clorofila (I. C.) e massa seca (M. S.) de plantas de cártamo submetidas a doses de enxofre; 0, 15,30, 60 e 120 kg ha^{-1} .

	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	I.C.	M.S. (gramas)
Média	7,00	59,37	39,08	7,67
C.V.(%)	11,38	14,05	13,20	25,44
Anderson-Darling	0,051 ^{ns}	0,558 ^{ns}	0,471 ^{ns}	0,027*
p-valor da ANOVA	0,057 ^{ns}	0,164 ^{ns}	0,450 ^{ns}	0,629 ^{ns}

ns = não significativo ao nível de 5% de probabilidade. * = p-valor significativo ($p \geq 0,05$)

Segundo Banzatto e Kronka (2006), o coeficiente de variação nos experimentos agrícolas de campo é esperado entre 10 e 20%. Do mesmo modo, Storck et al. (2011) relatam que a distribuição dos valores do coeficiente de variação possibilita estabelecer faixas que orientem o pesquisador sobre a precisão do experimento.

O diâmetro, altura e índice de clorofila foram considerados normais segundo o p-valor de Anderson-Darling. Já para a massa seca houve a necessidade de transformar o grupo de dados. Considerando o p-valor da ANOVA, todos os tratamentos são iguais entre si para os parâmetros de diâmetro, altura, índice de clorofila e massa seca.

Nota-se que na Tabela 3 estão dispostas as médias dos parâmetros avaliados, portanto, não apresentando diferença estatística para doses de enxofre, conforme mostra o p-valor da ANOVA.

Tabela 3 - Médias de diâmetro, altura, índice de clorofila e massa seca de plantas de cártamo submetidos a doses de enxofre; 0, 15, 30, 60 e 120kg ha⁻¹.

Doses kg ha ⁻¹	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	I. C.	M.S. (gramas)
0 kg ha ⁻¹	6,71	60,88	37,45	0,12
15 kg ha ⁻¹	7,47	61,67	38,02	0,09
30 kg ha ⁻¹	7,06	58,50	39,56	0,16
60 kg ha ⁻¹	7,10	63,00	41,92	0,10
120 kg ha ⁻¹	6,47	53,38	38,17	0,53

Não foram notadas diferenças significativas para o diâmetro e altura das plantas em relação aos tratamentos com doses de enxofre. Rech (2015) estudando adubação de nitrogênio e enxofre na cultura do cártamo, obteve altura média de plantas de 90,5 cm, acima do observado nesse trabalho. Sampaio (2016) em um trabalho realizado a campo, analisando variações de adubações, densidades e épocas do plantio no cártamo, obteve plantas com a média de 98 cm de altura e 9,49 mm de diâmetro do caule. De acordo com Pes e Arenhardt (2015), alguns fatores podem influenciar diretamente nesse processo de absorção do enxofre pela planta, como a época de semeadura, temperatura e umidade.

O diâmetro do caule é uma característica muito importante na cultura do cártamo, um caule mais espesso, facilita o manejo, tratos culturais e colheita, proporcionando também maior resistência á ventos fortes e acamamento (FERREIRA, 2016). O diâmetro menor do caule das plantas, nesse caso, pode estar relacionando ao crescimento limitado das raízes em casa de vegetação, variações de temperatura e época de plantio.

Em relação ao índice de clorofila total por planta para as doses de enxofre, os teores mantiveram-se semelhantes entre si, para Primo (2012) o aumento do índice total de clorofila é importante quando acompanhado por um aumento na produção de matéria seca, formando uma

interação entre os componentes de produção. Dordas e Sioulas (2008) ao testarem doses de nitrogênio no cártamo, constataram que o aumento no índice de clorofila é acompanhado por maiores taxas de fotossíntese, conseqüentemente, maior capacidade de adquirir fotoassimilados, elevando a produtividade da planta. Dessa forma, como no presente trabalho não houve diferença, entende-se que as doses de enxofre utilizadas não foram suficientes para alterar os compostos da planta, ocasionando um equilíbrio, sem expressar resultados significativos.

Em relação ao teor de massa seca de cártamo, Marschner (1997) assegura que a aplicação de fertilizante sulfatado sem que haja aumento na produção de matéria seca, é caracterizado como “consumo de luxo”, onde o acúmulo de nutrientes é maior do que a necessidade da planta.

Diferente desse trabalho, Rech (2015) ao aplicar 30 kg ha⁻¹ de enxofre no cártamo, obteve a maior massa com 61,0 gramas de massa seca por planta. Anicésio (2018) ao testar doses de nitrogênio e potássio em plantas de cártamo, obteve um aumento de 37% quando comparado à maior dose de potássio com a ausência desse nutriente.

Em relação à resposta das culturas à adubação sulfatada, Primo *et al.* (2012) não obtiveram aumento da produtividade da soja ao aplicar diferentes doses de enxofre. Na cultura do milho, Domingues *et al.* (2004) concluíram que as doses de enxofre aplicadas ao solo influenciaram positivamente a concentração do elemento nas folhas.

Os fatores relativos como a participação das reservas nativas de enxofre e o enxofre presente na fração orgânica do solo, podem afetar a regulação da disponibilidade deste nutriente às plantas pelos processos de mineralização e imobilização (PRIMO *et al.*, 2012). Sendo assim, o sucesso da adubação sulfatada depende, principalmente do diagnóstico da fertilidade do solo e da nutrição da planta, sendo extremamente necessário a análise física, química e foliar que vão expressar a absorção do elemento pela planta (STIPP *et al.*, 2010).

Ainda é importante ressaltar que as condições na casa de vegetação deixaram o ambiente susceptível a presença de fungos nas capsulas, ocasionando o não enchimento dos grãos e morte das plantas. O experimento teve que ser repetido, com o processo de irrigação controlado. Porém, mesmo na casa de vegetação, o ciclo da planta foi prolongado devido as temperaturas baixas no final do ciclo. Sugere-se a realização do experimento a campo, com aumento da concentração de enxofre e influência no teor de óleo do grão do cártamo.

Conclusão

Características como diâmetro do caule, altura de plantas, índice de clorofila total e massa seca, não apresentaram resultados significativos para adubação com doses de enxofre na cultura do cártamo em casa de vegetação.

Referências

- ANICÉSIO, E. C. A. D.; BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A.; PACHECO, A. B. Nitrogen and potassium in safflower: chlorophyll index, biometric characteristics and water use efficiency. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 2, p. 424-433, 2018.
- APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S., RICHETTI, J., SOUZA, P. S., JOHANN, J. A. Koppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: Funep, 2006. 237 p.
- BOOTH, E. J.; Walker K. C. The effect of site and foliar sulfur on oilseed rape: comparison of sulfur responsive and non-responsive seasons. **Phyton**, v. 32, p. 9–13, 1992.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, p. 346, 2009.
- BROCH, D. L.; PAVINATO, P. S.; POSSENTTI, J. S.; MARTIN, T. N.; QUIQUI, E. M. D. Produtividade da soja no cerrado influenciada pelas fontes de enxofre. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n. 3, p. 791-796, 2011.
- DAJUE, L.; MUNDEL, H.H. **Safflower: *Carthamus tinctorius* L.** 1 ed. Rome: Internacional Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), 1996. 83 p.
- DOMINGUES, M. R.; BUZZETTI, S.; ALVES, M. C.; SASSAKI, N. Doses de enxofre e de zinco na cultura do milho em dois sistemas de cultivo na recuperação de uma pastagem degradada. **Científica**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 147-151, 2004.
- DORDAS, C. A.; SIOULAS, C. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. **Industrial Crops and Products**, Greece, v. 27, p. 75-85, 2008.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Distrito Federal: EMBRAPA, 2013. 353p.
- FERREIRA, P. P. **Desempenho agrônômico do cártamo submetido à compactação do solo e adubação nitrogenada em latossolo vermelho**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- FURTINI NETO, A.E; FERNANDES, L.A; FAQUIM, V; DA SILVA, I.R; ACCIOLY, A.M.A. Resposta de cultivares de feijoeiro ao enxofre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p.567-573, 2000.

GERHARDT, I. F. S. **Divergência genética entre acessos de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.)**. 2014. 35 p. Dissertação (Mestrado), Faculdade agrônômica UNESP, Botucatu.

KUMAR, P.; SHARMA, M.K. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). In: KUMAR, P.; SHARMA, M.K. Nutrient deficiencies of field crops: guide to diagnosis and management, Boston: **CABI**, p. 249-255, 2013.

MARSCHNER, H. Diagnosis of Deficiency and Toxicity of Mineral Nutrients. In: **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2. San Diego: Academic Press INC, 1997, p. 461 – 479.

MINITAB. **Getting started with Minitab 17**. Minitab, p. 82. 2016.

MOVAHHEDY-DEHNAVY, M.; MODARRES-SANAVY, S. A. M.; MOKHTASSI-BIDGOLI, A. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. **Industrial Crops and Products**, v. 30, p. 82 – 92, 2009.

OSORIO, B. D. **Dinâmica de enxofre no sistema solo e resposta das culturas à adubação sulfatada**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

PAVINATO, P. S.; PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V.; MOREIRA, A.; MOTTA, A. C. V. **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná**, 2017.

PES, L. Z.; ARENHARDT, M. H. **Fisiologia Vegetal**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2015. 81 p.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. p. 121-137.

RHEINHEIMER, D. S.; ALVAREZ, J. W.; OSORIO, B. D.; SILVA, L. S. Resposta de culturas à aplicação de enxofre e a teores de sulfato num solo de textura arenosa sob plantio direto. **Ciência Rural**, p. 562-569, 2005.

RHEINHEIMER, D.S.; RASCHE, J.W.A.; OSÓRIO FILHO, B.D.; SILVA, L.S. Resposta à aplicação e recuperação de enxofre em cultivos de casa de vegetação em solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica. **Ciência Rural**, v. 37, p. 363-371, 2007.

PRIMO, J. P.; DA SILVA, C. A. T.; FERNANDES, F. C. S. Efeito da adubação com enxofre na cultura da soja. **Revista Cultivando o Saber**, v. 5, n. 3, p. 74-80, 2012.

RECH, J. **Desempenho agrônômico do cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) em função do controle químico da mancha de alternaria e da adubação com nitrogênio e enxofre**. 2015. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.

SAMPAIO, M. C. **Safflower growing under range of fertilizing, densities and planting season**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) - Universidade Estadual do Oeste do Parana, Cascavel.

STIPP, S.R.; CASARIN, V.; **A importância do enxofre na agricultura brasileira**. Boletim; Informações Agrônomicas n. 129. 2010.

STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. 3 ed. Santa Maria: UFSM, 2011. 198 p.