

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS – UFGD**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DO CÁRTAMO (*Carthamus  
tinctorius* L.) EM FUNÇÃO DO CONTROLE QUÍMICO DA  
MANCHA DE ALTERNARIA E DA ADUBAÇÃO COM  
NITROGÊNIO E ENXOFRE**

**JERUSA RECH**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2015**

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DO CÁRTAMO  
(*Carthamus tinctorius* L.) EM FUNÇÃO DO CONTROLE  
QUÍMICO DA MANCHA DE ALTERNARIA E DA  
ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO E ENXOFRE**

JERUSA RECH  
Engenheira Agrônoma

ORIENTADOR: PROF. DR. LUIZ CARLOS FERREIRA DE SOUZA

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2015

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

|           |  |
|-----------|--|
| R29<br>6d | <p>Rech, Jerusa.<br/>Desempenho agroeconômico do cártamo (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) em função do controle químico da mancha de alternaria e da adubação com nitrogênio e enxofre.<br/>. / Jerusa Rech. – Dourados, MS : UFGD, 2015.<br/>45f.</p> <p>Orientador: Luiz Carlos Ferreira de Souza.<br/>Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1.<br/><i>lternaria</i> spp. 2. Oleaginosas. 3. Biodiesel. I. Título.</p> <p>CDD – 633.85</p> |
|-----------|--|

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.**

**©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.**

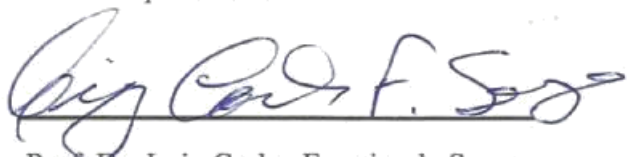
**DESEMPENHO AGRONÔMICO DO CÁRTAMO  
(*Carthamus tinctorius* L.) EM FUNÇÃO DO CONTROLE  
QUÍMICO DA MANCHA DE ALTERNARIA E DA  
ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO E ENXOFRE**

por

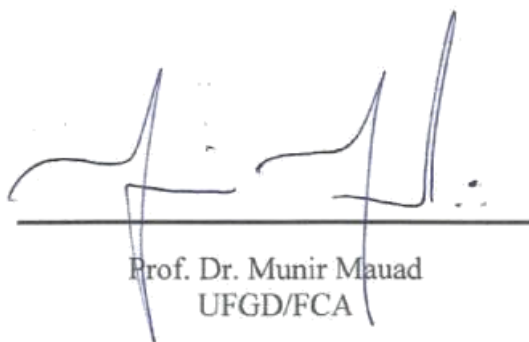
Jerusa Rech

Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de  
DOUTORA EM AGRONOMIA

Aprovada em: 06/04/2015



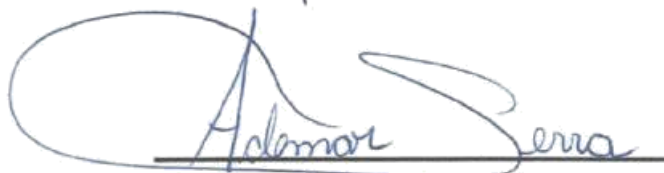
Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza  
Orientador UFGD/ FCA



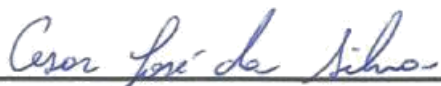
Prof. Dr. Munir Mauad  
UFGD/FCA



Prof. Dra. Claudia Andréa Lima  
Cardoso  
UEMS



Dr. Ademar Pereira Serra  
EMBRAPA/ CNPQC



Pesquisador Dr. César José da Silva  
EMBRAPA/CPAO

*A Deus e  
Nossa Senhora de Lourdes*

*Aos meus pais*

*Taíza e Rogério*

*Aos meus irmãos*

*Tarcila e Raineri*

*Ao meu namorado*

*Diego*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar meu caminho e todas as minhas decisões.

Aos meus pais Rogério e Taíza, pelo carinho, amor, dedicação e apoio que sempre me deram nas minhas decisões, pelas alegrias que me proporcionam. Sem vocês jamais conseguiria, essa conquista também é de vocês.

Aos meus irmãos Tarcila e Raineri, minha cunhada Estela e ao meu sobrinho Gustavo que mesmo com a distância sempre me deram carinho, amizade e apoio.

Ao Diego meu namorado pelo carinho, amor e companheirismo, para enfrentar todas as barreiras dessa trajetória. Obrigado por estar ao meu lado em todos os momentos. A Marise Andreatta, Mateus Andreatta, Vicente Andreatta e Albina Andreatta por me apoiarem e ser também minha família.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza que ao longo desses anos de convivência foi mais que um orientador, foi um amigo incentivador que sempre apoiou em todos os momentos, principalmente nas dificuldades encontradas ao longo do percurso. Muito obrigada pelo apoio essencial para que chegasse até aqui.

A Prof<sup>ª</sup>. Dra. Lilian Maria Arruda Bacchi, ao Prof. Dr. Munir Maud, a Prof<sup>ª</sup> Dra. Marlene Estevão Marchetti, a Prof<sup>ª</sup> Dra. Cláudia Andréa Lima Cardoso, aos pesquisadores da Embrapa Dr. César José da Silva e Dr. Ademar Perreira Serra pela colaboração e participação na banca de defesa.

A uma grande amiga que ganhei nesses anos de convivência Simone Bottega, pela amizade, cumplicidade, paciência e ajuda fundamental e pelos bons momentos de descontração.

Aos técnicos dos laboratórios no qual realizei meus trabalhos Elda Silva, João Machado, Camila Farah, Giza Gressler, Carla Gordin e Bruno Pontim pelo carinho que todos tiveram comigo e pela essencial ajuda na realização das análises laboratoriais. E a todos os funcionários de campo da fazenda.

Aos demais colegas e professores da Faculdade de Ciências Agrárias.

Ao CNPq e CAPES pela bolsa concedida.

A Lúcia secretária do Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

A Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade de realização desta pesquisa.

“A mente que se abre a  
uma nova ideia jamais  
voltará ao seu tamanho  
original”

Albert Einstein

## SUMÁRIO

|  | <b>PÁGINA</b> |
|--|---------------|
| RESUMO.....  | VIII          |
| ABSTRACT .....   | IX            |
| INTRODUÇÃO GERAL.....  | 1             |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....   | 4             |
| CAPÍTULO I. CONTROLE QUÍMICO DA MANCHA DE ALTERNARIA NAS<br>CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO CÁRTAMO E NA QUALIDADE DOS<br>GRÃOS ..... | 5             |
| Resumo.....  | 5             |
| Abstract.....  | 6             |
| Introdução.....  | 7             |
| Material e métodos.....  | 9             |
| Resultados e discussão.....  | 13            |
| Conclusões.....  | 19            |
| Referências bibliográficas.....  | 20            |
| CAPÍTULO II. AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E DESEMPENHO AGRONÔMICO<br>DO CÁRTAMO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO DE NITROGÊNIO E<br>ENXOFRE.....       | 24            |
| Resumo.....  | 24            |
| Abstract.....  | 25            |
| Introdução.....  | 26            |
| Material e métodos.....  | 29            |
| Resultados e discussão.....  | 33            |
| Conclusões.....  | 42            |
| Referências bibliográficas.....  | 43            |



## **Desempenho agrônômico do cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) em função do controle químico da mancha de alternaria e da adubação com nitrogênio e enxofre**

Autor: Jerusa Rech

Orientador: Luiz Carlos Ferreira de Souza

**Resumo:** A cultura do cártamo apresenta-se como uma opção de cultivo para a Região Centro-Oeste, pois contém alto teor de óleo, considerado saudável, e por ser viável seu cultivo no período de outono/inverno. Na tentativa de apresentar alguns resultados que possam servir de base para o estabelecimento da cultura, foram implantados experimentos para o desenvolvimento desse trabalho com o objetivo de avaliar o uso de diferentes grupos químicos de fungicidas no controle da mancha de alternaria e a avaliação da cultura em termos nutricionais com o uso de adubação de nitrogênio e enxofre. Os experimentos foram realizados na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, localizada no município de Dourados – MS, no período de março a julho de 2014. No experimento com fungicidas para controle da mancha de alternaria, o delineamento utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial (3x3) mais a testemunha, sendo três o número de aplicações e três fungicidas (azoxistrobina, mancozeb e azoxistrobina/ciproconazol), com três repetições. No experimento com adubação de nitrogênio e enxofre o delineamento utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial (5x4) com cinco doses de enxofre (zero, 20, 40, 60, 80 kg ha<sup>-1</sup>) e quatro doses de nitrogênio (zero, 40, 80, 120 kg ha<sup>-1</sup>) com três repetições. Para os diferentes grupos químicos de fungicidas utilizados não foram observadas alterações para as características número de ramos, número de capítulos por planta, número de grãos por capítulo (granados e chochos), massa seca, massa de mil grãos, teor de nitrogênio e proteína nos grãos. A produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), o teor de óleo (%) e o rendimento de óleo (kg ha<sup>-1</sup>), foram influenciados pela interação número de aplicações x fungicidas, destacando-se como maior produtividade e rendimento de óleo por hectare, duas aplicações do fungicida azoxistrobina com 772,67 kg ha<sup>-1</sup> e 272,18 kg ha<sup>-1</sup>. Efeitos significativos da adubação com nitrogênio e enxofre foram apresentados para as características agrônômicas, massa seca e massa de mil grãos, produtividade de grãos e rendimento de óleo e para os teores de nitrogênio e enxofre foliar. As maiores produtividades e rendimento de óleo foram obtidos com a aplicação de 0 kg ha<sup>-1</sup> de N, independentemente da dose de S aplicada com 879,77 kg ha<sup>-1</sup> e 251,58 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

**Palavras-chave:** *Alternaria* spp., oleaginosas, biodiesel.

## **Agronomic characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) due to the chemical control of *Alternaria* spot and fertilization with nitrogen and sulfur**

Autor: Jerusa Rech

Orientador: Luiz Carlos Ferreira de Souza

**Abstract:** The safflower presents culture as a growing option for the Centro-Oeste, as it has high oil content, considered healthy, and be viable cultivation in the autumn / winter period. In an attempt to present some results that could be the basis for the establishment of culture experiments were implemented to develop this work in order to evaluate the use of different chemical groups of fungicides in controlling alternaria spot and evaluation of culture nutritional terms with the use of nitrogen and sulfur fertilization. The experiments were conducted at the Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (Experimental Farm of the Faculty of Agrarian Sciences (FCA – UFGD), in Dourados - MS, from March to July 2014. For experiment with fungicides the experimental adopted was a randomized block, arranged in a factorial design (3x3) + 1 (a control without application), totaling ten treatments, represented by the fungicides azoxystrobin, mancozeb and azoxystrobin/cyproconazole, with one, two and three applications each. For experiment with nitrogen and sulfur the experimental adopted was randomized block in arranged in a factorial design (5x4) with five levels of sulfur (zero, 20, 40, 80 kg ha<sup>-1</sup>) in combination with four levels of nitrogen (zero, 40, 80, 120 kg ha<sup>-1</sup>) with three replications. For different chemical groups of fungicides used no changes were observed for the characteristics number of branches, number of chapters per plant, number of grains per chapter (granados and voids), dry matter, thousand grain weight, nitrogen content and protein in grains. Productivity (kg ha<sup>-1</sup>), the oil content (%) and oil yield (kg ha<sup>-1</sup>), were influenced by the interaction number of applications x fungicides, especially as more productivity two azoxystrobin fungicide applications 772.67 kg ha<sup>-1</sup> and also with the highest oil yield with 272.18 kg ha<sup>-1</sup>. Significant effects of fertilization with nitrogen and sulfur were introduced for agronomic traits, dry matter and mass of thousand grains, grain yield and oil yield and nitrogen content and foliar sulfur. Higher yields and oil yields were obtained with the application of 0 kg ha<sup>-1</sup> N, regardless of the S dose applied with 879,77 kg ha<sup>-1</sup> e 251,58 kg ha<sup>-1</sup> respectively.

**Keywords:** *Alternaria* spp., oilseeds, biodiesel.

## INTRODUÇÃO GERAL

A atual conjuntura mundial, no que diz respeito à procura de fontes de energia limpas e renováveis e ao aumento na demanda por biocombustíveis, tem sido o principal motivo para o crescimento das pesquisas sobre energias alternativas. Essas impulsionam o desenvolvimento e a procura por sistemas e tecnologias mais eficientes com a diversificação de suas fontes de suprimento como culturas alternativas.

Um dos fatores relacionados ao progresso nas pesquisas com fontes alternativas é caracterizado pela instabilidade relacionada ao petróleo, ocasionada tanto pelos elevados preços quanto ao possível esgotamento das suas fontes. Outro fator refere-se à crescente preocupação mundial com o desenvolvimento sustentável, principalmente com a necessidade de redução da emissão dos gases poluentes, que além do benefício em si ao meio ambiente, pode ser utilizado como fonte de ganhos no mercado, com o comércio dos chamados “créditos de carbono”, em que uma parcela dos gases não emitidos por um país, pode ser comercializada na forma de créditos para outros países ou empresas que não consigam reduzir suas emissões a taxas convencionadas.

Pressionados por essa demanda, diferentes países procuram participar do novo e promissor mercado de energias alternativas. Para um mercado ainda em formação, países como o Brasil e outros latino-americanos são vistos como potenciais fornecedores da energia limpa, na medida em que suas condições climáticas e geográficas favorecem a agricultura e a diversificação de matérias-primas, enquanto que economias asiáticas são vistas como grandes consumidoras, devido ao seu crescimento econômico e carência de recursos energéticos.

O Brasil se distingue por ser um país continental de clima tropical e subtropical, com condições edafoclimáticas favorável ao cultivo de uma grande diversidade de matérias-primas para a produção de biodiesel. Atualmente, destacam-se no cenário nacional a soja, o algodão, o girassol, o dendê, o amendoim e a mamona. Essa produção encontra-se voltada principalmente para as culturas de primavera/verão, faltando opções de oleaginosas para a chamada entressafra (outono/inverno). Cultivos de oleaginosas no período de entressafra poderiam aumentar a produção nacional de biodiesel, além de exercer papel importante no sistema de rotação com controle de pragas e doenças.

Há algum tempo o foco da produção agrícola no país tem sido o aumento no rendimento das culturas sem a necessidade de abertura de novas áreas. Isso só foi

possível através de pesquisas realizadas com melhoramento genético das plantas, com a inserção de novas culturas no sistema produtivo e com a utilização adequada da adubação.

Nessa perspectiva, o cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) destaca-se como fonte promissora para a extração de biodiesel. O gênero *Carthamus* pertencente à família Asteraceae, é originário do Egito e passou a ser utilizado como óleo a partir do século XVIII para iluminação de ruas na Itália, França e Inglaterra (DAJUE E MUNDEL, 1996). Surge como uma cultura pouco conhecida e pesquisada no país, porém muito cultivada mundialmente, sendo uma das mais importantes culturas produtoras de óleo em países como Índia, México e Argentina (MOVAHHEDY-DEHNAVY et al., 2009). Essa oleaginosa adapta-se bem em condições adversas por suas características morfológicas (GIAYETTO, 1999), sendo bastante resistente ao frio e suportando temperaturas negativas nas primeiras fases do ciclo vegetativo (OELKE et al., 1992).

O Brasil enfrenta desafios no cultivo do cártamo tais como: ausência de sementes certificadas e melhoradas geneticamente, bem como problemas como manchas foliares causadas pelo fungo *Alternaria* spp., o qual é o principal patógeno da cultura. Há relatos de redução de rendimentos em torno de 75% da produção de cártamo, devido a sua baixa resistência a doenças (OGUT e OGUZ, 2006).

Os sintomas observados na mancha de alternaria são manchas necróticas circulares no início, evoluindo para manchas irregulares e circulares com anéis concêntricos. O fungo tem sido encontrado como organismo saprófita ou parasita de plantas, sendo descrito como tendo um crescimento lento e baixa esporulação em meios de cultura convencionais. (SILVA, 1999).

Outro ponto importante ao se avaliar uma cultura no sistema de produção é o equilíbrio nutricional da planta. Ao se inserir uma nova cultura em um sistema de rotação já estabelecido é necessário que se faça observações quanto às necessidades nutricionais para o bom desenvolvimento da cultura a ser estabelecida visto que é necessário também avaliar as condições em que as culturas sucessoras serão implantadas.

O manejo eficiente dos nutrientes é essencial para alcançar altas produtividades na cultura do cártamo (MUNDEL et al., 2004). Entretanto, a fonte e a quantidade de fertilizantes a serem utilizadas na cultura são fatores dependem do objetivo da

produção, do local onde está sendo produzido e das culturas antecessoras que fazem parte do sistema de rotação (BERGLUND et al., 2007).

No Brasil ainda não há registros de cultivares para a cultura do cártamo. Os trabalhos relacionados à cultura são recentes e pouco conclusivos no que diz respeito ao manejo da cultura com relação ao uso eficiente de fertilizantes e no controle efetivo de doenças como a mancha de alternaria. Nesse sentido, objetivou-se nesse trabalho avaliar a eficiência de diferentes grupos químicos de fungicidas no controle da mancha de alternaria, e o desempenho agrônômico do cártamo em função da adubação com nitrogênio e enxofre.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGLUND, D.R.; RIVELAND, N.; BERGMAN, J. **Safflower production** (Revised). North Dakota State University, North Dakota. 2007. Disponível em: <<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/crops/a870w.htm>>. Acesso em: 18 nov. 2014.

GIAYETTO, O. Comportamento de cultivares de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) em la region de Rio Cuarto, Córdoba (Argentina). **Revista de Investigación Agrária, Produccion y Proteccion Vegetales**, Buenos Aires, v.14, p.1-2, 1999.

MOVAHHEDY-DEHNAVY, M.; SANAVY, S.A.M.M.; BIDGOLI, A.M. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water déficit stress. **Industrial Crops and Products**. v. 30, n. 1, p. 82 -92. 2009.

MUNDEL, H.H.; MORRISON, R.J.; BLACKSHAW, R.E.; ROTH, B. **Safflower Production on the Canadian Prairies: Revisited in 2004**. Agriculture and Agri-Food Canada. Lethbridge/Alberta Disponível em : [http://safflower.wsu.edu/SafflowerProduction\\_Canada.pdf](http://safflower.wsu.edu/SafflowerProduction_Canada.pdf). Acesso em 22 nov.2014.

OELKE, E. A.; OPLINGER, E.S.; TEYNOR, T.M.; PUTNAM, D.H.; DOLL, J.D.; KELLING, K.A.; DURGAN, B.R.; NOETZEL, D.M. **Safflower**. Alternative field crops Manual, Wisconsin: Cooperative Extension.1992. Disponível em:<<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/safflower>>. Acesso em: 24 out, 2014.

OGUT H.; OGUZ H., **Biodiesel: Third Millennium Fuel**. Nobel Publication, n. 745, p. 55-60. 2006.

SILVA C.M.M. DE S.; MELO, I.S. Requisitos nutricionais para o fungo *Alternaria alternata*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.3, p. 499-503, 1999.

## **CAPÍTULO I – CONTROLE QUÍMICO DA MANCHA DE ALTERNARIA NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO CÁRTAMO E QUALIDADE DOS GRÃOS**

**RESUMO:** – O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) uma oleaginosa da família Asteraceae. O teor de óleo da cultura pode variar de 20 a 47% de óleo, com grande aceitação no mercado alimentício. No entanto um dos principais problemas da cultura é a mancha de alternaria, que pode ocasionar perdas na produtividade em até 100%. O objetivo da realização desse trabalho foi avaliar o desempenho de diferentes grupos químicos de fungicidas no controle da mancha de alternaria na cultura do cártamo, visando às características agronômicas da cultura e a qualidade dos grãos. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA – UFGD), localizada no município de Dourados - MS, no período de março a julho de 2014. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, arrançados em esquema fatorial (3x3) +1 testemunha sem aplicação, totalizando dez tratamentos, representados pelos fungicidas azoxistrobina, mancozeb e azoxistrobina/ciproconazol, sendo cada fungicida com uma, duas e três aplicações. Os diferentes fungicidas aplicados e o número de aplicações não interferiu em características como ramificação de plantas, número de capítulos por planta, número de grãos por capítulo (granados e chochos), massa seca de plantas, massa de mil grãos, teor de nitrogênio nos grãos e teor de proteína. A produtividade, o teor de óleo e o rendimento de óleo, foram influenciados pela interação número de aplicações x fungicidas, destacando-se como maior produtividade e rendimento de óleo por hectare com duas aplicações do fungicida azoxistrobina com 772,67 kg ha<sup>-1</sup> e 272,18 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

**Palavras-chave:** *Carthamus tinctorius* L., fungicidas, oleaginosas.

## CHEMICAL CONTROL OF ALTERNARIA SPOT ON THE AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF THE SAFFLOWER AND QUALITY OF GRAIN

**ABSTRACT** - Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is an oil of the Asteraceae family. The crop oil percentage content can range from 20 to 47%, with great acceptance in the nutritional market. However, one of the main problems of the crop is the alternaria stain, which may cause losses in productivity by up to 100%. The aim of this study was to evaluate the performance of different chemical groups of fungicides in controlling alternaria spot in safflower, targeting the agronomic characteristics of the crop and grain quality. The experiment was conducted at the Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (Experimental Farm of the Faculty of Agrarian Sciences (FCA - UFGD), in Dourados - MS, from March to July, 2014. The experimental adopted was a randomized block, arranged in a factorial design (3x3) + 1 (a control without application), totaling ten treatments, represented by the fungicides azoxystrobin, mancozeb and azoxystrobin/cyproconazole, with one, two and three applications each. The different fungicides applied and the number of applications did not interfere with characteristics like plant branching, number of chapters per plant, number of grains per chapter (granulated and void), dry mass of plants, the weight of a thousand grains, the percentage of nitrogen and protein in the grain. The productivity, oil percentage, were influenced by the interaction fungicides versus number of applications, distinguishing themselves as higher productivity and oil yield per hectare with two azoxystrobin fungicide applications with 772,67 kg ha<sup>-1</sup> and 272,18 kg ha<sup>-1</sup> respectively.

**Keywords:** *Carthamus tinctorius* L., fungicides, oilseeds.



## INTRODUÇÃO

O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), uma cultura oleaginosa da família Asteraceae, é pouco conhecido e pesquisado no país, porém é cultivado mundialmente, sendo uma das mais importantes culturas produtoras de óleo em países como Índia, México e Argentina (MOVAHHEDY-DEHNAVY et al., 2009). A importância dessa cultura na produção de óleos tem aumentado nos últimos anos, especialmente com o interesse na produção de biocombustíveis (DORDAS E SIOULAS, 2008), no entanto, devido à qualidade do óleo tem-se observado grande aceitação no setor alimentício.

No Brasil, a cultura do cártamo torna-se uma opção para ser utilizada no período de entressafra por ter um ciclo que varia de 110 a 140 dias, adaptando-se a regiões de clima seco e frio, como o inverno no Centro-Oeste (SILVA, 2013). Entretanto, não há cultivares registradas no País, o que requer maior atenção para problemas fitossanitários que possam ocasionar danos à cultura do cártamo e para as demais culturas que fazem parte do sistema de rotação.

A principal doença encontrada na cultura é a mancha de alternaria, causada principalmente pela *Alternaria carthami* (CHOWDHURY, 1944), entretanto foram encontrados registros de outras espécies de *Alternaria* na cultura, como *Alternaria alternata*, *Alternaria helianthi* e *Alternaria solani*. Estima-se que possam ocorrer perdas de produtividade de até 100% dependendo da intensidade do ataque (RIVAS e MATARAZZO, 2009).

Doenças causadas pelas espécies de *Alternaria* estão entre as mais comuns em muitos hospedeiros, e provocam danos em folhas, caules, flores e frutos. A mancha de alternaria se caracteriza pela redução da área fotossintética, devido à formação de manchas foliares e a desfolha precoce (AGRIOS, 2004).

Os sintomas iniciais observados nas folhas são pequenas pontuações necróticas com cerca de 3 a 5 mm de diâmetro, de coloração variável de castanho a negra, de formato arredondado a angular, com halo clorótico. As lesões características se assemelham a um alvo. Os sintomas se manifestam inicialmente nas folhas mais baixas, expandindo-se posteriormente para toda a planta (LEITE, 2005).

O controle da mancha de alternaria pode ser feito pelo uso de variedades resistentes, uso de sementes certificadas ou tratadas e pelo controle químico com fungicidas adequados. Esse controle é realizado por fungicidas de diferentes grupos químicos como: estrobilurinas, triazóis, carboxamida, anilino-piridilamina, dicarboximida e alquileno-bis (TOFOLI et al., 2013).

Tem-se correlacionado a produtividade dos grãos com a área foliar verde ou sadia durante o enchimento de grãos (NAVARINI e BALARDIN, 2012). A atuação dos fungicidas para controle de doenças foliares visa à proteção da área foliar da planta com a manutenção da

atividade fotossintética por um período mais longo. Devido a essa característica associa-se o controle de doenças com a redução das perdas de produtividade.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência dos fungicidas de diferentes grupos químicos e modo de ação, azoxistrobina, mancozeb e azoxistrobina/ciproconazol no controle da mancha de alternaria, visando às características agronômicas da cultura do cártamo e à qualidade do óleo dos grãos para a Região de Dourados/MS.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Descrição do local e solo

O experimento foi desenvolvido no ano de 2014, na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, no município de Dourados – MS, com as coordenadas geográficas: latitude 22°13'16" S, longitude de 54°48'2" W com altitude de 430 metros.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (SANTOS et al., 2013), de textura argilosa e apresentando os seguintes atributos químicos (Tabela 1). Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é o tipo Cwa (mesotérmico úmido, com verão chuvoso).

TABELA 1. Atributos químicos do solo, determinadas em amostras de solo coletadas na camada 0-20 cm, antes da implantação do experimento. Dourados – MS, 2014.

| pH               | P                   | K     | Al    | Ca    | Mg                                 | H+Al  | SB    | T     | V    |
|------------------|---------------------|-------|-------|-------|------------------------------------|-------|-------|-------|------|
| H <sub>2</sub> O | mg dm <sup>-3</sup> | ..... | ..... | ..... | mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> | ..... | ..... | ..... | (%)  |
| 6,15             | 10,50               | 3,0   | 0     | 64,24 | 20,44                              | 22,0  | 87,65 | 109,7 | 79,9 |

As temperaturas máximas e mínimas foram obtidas da Estação Meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste para região de Dourados, MS. A precipitação pluvial foi obtida por meio de dados coletados na Fazenda Experimental da UFGD, em Dourados, MS (Figura 1).

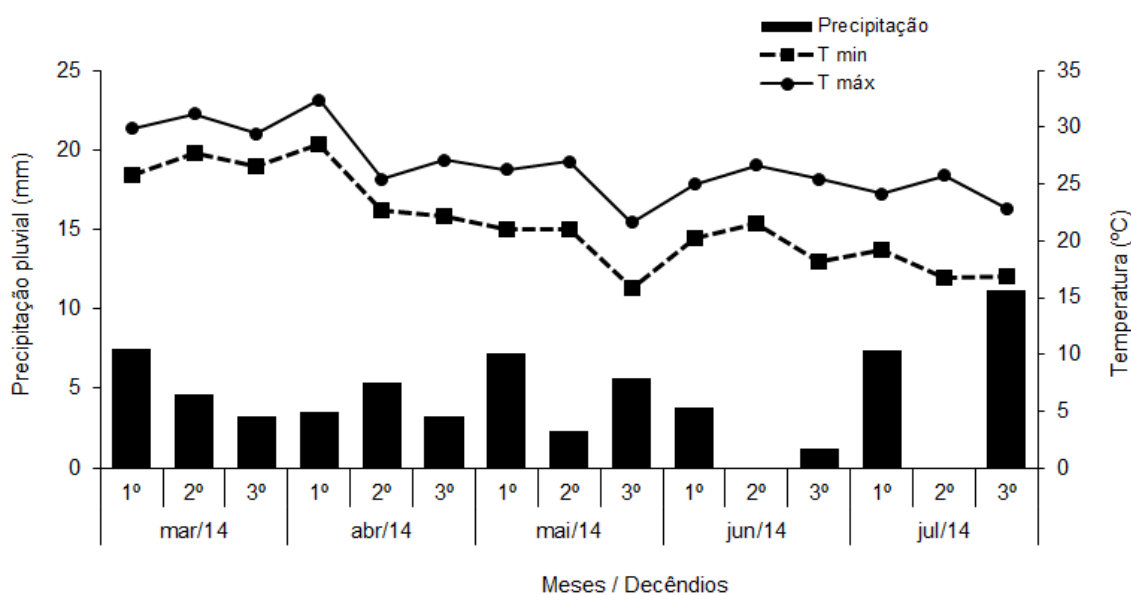


FIGURA 1. Precipitação pluvial, temperaturas máximas e mínimas por decêndio no período de março a julho de 2014. Dourados, MS.

### **Histórico da área**

A área na qual se encontrava o experimento era anteriormente ocupada pela cultura do milho. Após a colheita do milho a área foi submetida a uma aração e duas gradagens niveladora para destorroamento e incorporação dos restos culturais. Um dia antes do plantio foi realizada a coleta de solo para a análise e posteriormente à segunda gradagem niveladora, para uniformizar a área por completo. As plantas daninhas da área foram controladas por capina manual quando julgado necessário para evitar a mato-competição com a cultura do cártamo.

### **Implantação do experimento**

As sementes foram fornecidas por produtores rurais do município de Sete Quedas no Mato Grosso do Sul, foram consideradas rústicas por apresentarem grande variabilidade genética, onde apresentavam as principais diferenças na altura, formato da folha e início da floração. A semeadura foi realizada no dia 17/03/2014, com semeadora adubadora, modelo Semeato, equipada com sete linhas. A parcela foi constituída por sete linhas espaçadas entre si de 0,45 m (3,15 m) com 6 m de comprimento, com um total da área da parcela de 18,9 m<sup>2</sup> e densidade de oito plantas por metro. A colheita foi realizada manualmente no dia 16/07/2014, com ciclo da cultura de 122 dias, onde foram colhidas as duas linhas centrais, com total de 5,4 m<sup>2</sup> da área total da parcela e trilhadas em trilhadora elétrica estacionária.

### **Escolha e aplicação dos fungicidas**

A escolha dos fungicidas se deu por diferentes razões. Em experimento realizado no ano de 2011 na Fazenda Experimental da UFGD, onde foram usados diferentes grupos de fungicidas, obteve destaque com maior produtividade em kg há<sup>-1</sup> e com maior teor de óleo, o fungicida azoxistrobina, com uma aplicação no início do aparecimento dos sintomas (RECH, 2012). O uso do fungicida mancozeb é recomendado em países como México para controle da mancha de alternaria, sendo considerado muito eficiente (CORONADO, 2010). Em relação ao fungicida azoxistrobina/ciproconazol, pode-se citar que a utilização em larga escala na cultura da soja no país serve como parâmetro para sua análise em relação ao controle da mancha de alternaria em cártamo.

Os fungicidas foram aplicados com pulverizador costal pressurizado (CO<sub>2</sub>), equipado com barra de três metros e seis bicos de aplicação tipo XR Teejet 110.02 VS,

espaçados 0,50 m. O volume de calda aplicado foi de 300 L ha<sup>-1</sup>. Utilizaram-se as maiores doses recomendadas pelos fabricantes para controle da mancha de alternaria (Tabela 2). A primeira aplicação ocorreu, preventivamente, no dia 24/04/2014 aos 33 dias após a emergência em que a cultura encontrava-se no estágio de desenvolvimento conhecido como fase de roseta (desenvolvimento das folhas próximo ao solo). A segunda aplicação ocorreu no dia 13/05/2014, aos 52 dias após a emergência no estágio de desenvolvimento em que a cultura encontrava-se na fase de alongação (desenvolvimento do caule e ganho de altura da planta). A terceira aplicação ocorreu no dia 29/05/2014, aos 68 dias após a emergência, pouco após o início do florescimento.

As características técnicas dos fungicidas são apresentadas na tabela 2.

TABELA 2. Características técnicas dos produtos utilizados no experimento de campo. Dourados/MS, 2014.

| Ingrediente ativo          | Nome Comercial | Gramas de i.a            | Formulação | Dose (g ou L/ha) |
|----------------------------|----------------|--------------------------|------------|------------------|
| Azoxistrobina              | Amsitar WG     | 500 g kg <sup>-1</sup>   | WG         | 128 g            |
| Mancozeb                   | Dithane NT     | 80 g kg <sup>-1</sup>    | WP         | 2500g            |
| Azoxistrobina/ciproconazol | Priori Xtra    | 200/80 g L <sup>-1</sup> | SC         | 0,25L            |

WG: granulado dispersível    WP: pó molhável    SC: suspensão concentrada

### Características avaliadas:

No período de colheita foram coletadas 10 plantas ao acaso dentro de cada parcela para a determinação da altura de plantas, número de ramificações por planta, número de capítulos por planta e número de grãos por capítulo.

Na fase de florescimento (100 dias após a semeadura), foram coletadas três plantas por parcela para a determinação da massa seca de plantas. Estas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas e pesadas em balança de precisão com três casas decimais.

A produtividade foi medida após a trilha e limpeza dos grãos, colhidos dentro da área útil de cada parcela, sendo 5,4 m<sup>2</sup>. A massa foi determinada em balança de precisão com duas casas decimais, com os valores expressos em kg ha<sup>-1</sup>, corrigindo-se o grau de umidade para 12,0% pelo método da estufa (BRASIL, 2009).

Após a medida da produtividade foi efetuada a contagem de oito sub-amostras de 100 grãos por parcela. As amostras foram pesadas em balança de precisão com três casas decimais, corrigindo-se o grau de umidade para 12,0%. A massa de 1000 grãos foi determinada de acordo com as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

Para a determinação nos grãos do teor de N ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e proteína (%), os grãos foram moídos em moinho de facas. Em seguida foi realizada a digestão sulfúrica (MALAVOLTA et al., 1997) determinada pelo método Kejldahl. O teor de proteína no grão foi obtido através de uma conversão nos dados de N multiplicando-os por 6,25.

A determinação do teor de óleo foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal da UFGD, no aparelho para determinação de óleos e graxas, pelo método conhecido como Soxhlet desenvolvido por Franz von Soxhlet (1879). O rendimento de óleo por hectare foi calculado pela porcentagem do teor de óleo multiplicando pela produtividade.

### **Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com tratamentos arranjados em esquema fatorial  $(3 \times 3) + 1$ , sendo três o números de aplicações com três fungicidas, azoxistrobina, mancozeb, azoxistrobina/ciproconazol, mais a testemunha em que não houve aplicações, com total de 10 tratamentos. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando detectado efeito significativo do ambiente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando o programa computacional de análises estatísticas SISVAR (FERREIRA, 1998), e as tabelas foram produzidas por meio do programa computacional Excel 2007.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo ( $p \leq 0,01$ ) para fungicidas nas variáveis, massa de mil grãos, teor de nitrogênio nos grãos e teor de proteína. Para o número de aplicações, os efeitos significativos foram observados nas variáveis, teor de nitrogênio nos grãos e teor de proteína. Houve efeito da interação de fungicidas x número de aplicações nas variáveis, produtividade, teor de óleo e rendimento de óleo (Tabela 3).

TABELA 3. Resumo das análises de variância em função dos fungicidas, número de aplicações e da interação fungicidas x número de aplicações para controle da mancha de alternaria. Dourados – MS, 2014.

| Variáveis                                      | Quadrados médios     |                        |                        |                      |       | Média Geral |
|--|----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|-------|-------------|
|  | Bloco                | Fungicida              | Aplicação              | Fun x Aplic          | CV(%) |             |
| Nº ramos/planta                                | 0,69 <sup>ns</sup>   | 0,37 <sup>ns</sup>     | 1,36 <sup>ns</sup>     | 0,29 <sup>ns</sup>   | 3,89  | 12,00       |
| Nº capítulos /planta                           | 12,25 <sup>ns</sup>  | 2,32 <sup>ns</sup>     | 5,58 <sup>ns</sup>     | 2,10 <sup>ns</sup>   | 21,43 | 12,00       |
| Nº grãos granados/planta                       | 5349,1 <sup>ns</sup> | 2141,85 <sup>ns</sup>  | 162,03 <sup>ns</sup>   | 288,55 <sup>ns</sup> | 14,84 | 28,00       |
| Nº grãos chochos/planta                        | 20,03 <sup>ns</sup>  | 63,70 <sup>ns</sup>    | 20,19 <sup>ns</sup>    | 5,79 <sup>ns</sup>   | 22,53 | 1,00        |
| Massa seca/planta                              | 1,83 <sup>ns</sup>   | 179,16 <sup>ns</sup>   | 74,46 <sup>ns</sup>    | 38,49 <sup>ns</sup>  | 17,78 | 54,24       |
| Massa 1000 grãos                               | 4,71 <sup>ns</sup>   | 23,20*                 | 1,17 <sup>ns</sup>     | 2,46 <sup>ns</sup>   | 2,99  | 37,97       |
| Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )           | 238,73 <sup>ns</sup> | 15053,00 <sup>ns</sup> | 34000,33 <sup>ns</sup> | 28659,96*            | 5,45  | 625,20      |
| Teor de óleo (%)                               | 2,06 <sup>ns</sup>   | 17,50 <sup>ns</sup>    | 17,09 <sup>ns</sup>    | 7,66*                | 4,69  | 33,00       |
| Rendimento de óleo (kg ha <sup>-1</sup> )      | 139,29 <sup>ns</sup> | 1923,48 <sup>ns</sup>  | 11886,12 <sup>ns</sup> | 2978,84**            | 7,86  | 208,01      |
| Teor de Nitrogênio grãos (g kg <sup>-1</sup> ) | 0,47 <sup>ns</sup>   | 0,5624*                | 0,5836*                | 0,22 <sup>ns</sup>   | 9,48  | 3,35        |
| Teor de Proteína (%)                           | 18,46 <sup>ns</sup>  | 21,97*                 | 22,80*                 | 8,76 <sup>ns</sup>   | 9,48  | 20,97       |

ns – não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

\*significativo pelo teste F a 5% de probabilidade. Dados transformados por raiz quadrada (x+1).

\*\* significativo a 1% de probabilidade.

Para as variáveis número de ramos e número de capítulos por planta não foram observadas diferenças significativas com relação aos tratamentos com fungicidas e ao número de aplicações, obtendo-se uma média de 12 ramos e 12 capítulos por planta (Tabela 3). A ramificação da cultura do cártamo é considerada uma característica genética da planta, que pode ser influenciada por fatores como densidade e espaçamento (DAJUE e MUNDEL, 1996; BIDGOLI et al., 2005). O número de capítulos por planta é considerado uma característica importante quando relacionada com a produtividade, no entanto é influenciado pelo período reprodutivo da cultura, podendo ser afetado pela época de semeadura e pelo espaçamento entre linhas (MOHAMADZADEH et al.,

2011), e pela adubação Tunçturk e Çiftçi (2004) obtiveram entre 11 a 20, número de capítulos por planta.

Não houve efeito significativo para os tratamentos em relação ao número de grãos granados e chochos. Obteve-se uma média de 28 grãos granados por capítulo por planta e um grão chocho por capítulo por planta (Tabela 3). O número de grãos por capítulo está correlacionado com a temperatura e a polinização. Com a variação desses fatores pode resultar em períodos vegetativos curtos que reduzem o acúmulo de carboidratos e minerais e o fornecimento de material para os grãos (MOHAMADZADEH et al., 2011).

Para a característica altura de plantas não foi realizada análise estatística, pois as plantas não apresentam um padrão de crescimento sendo observada grande diferença com relação à altura. A média geral obtida para o experimento foi de  $96,6 \pm 3,77$  cm. Em trabalho realizado por Rech (2012) com o uso de fungicidas obteve-se altura média de 85,5 cm, já para Mohamadzadeh et al. (2011) e Tunçturk e Çiftçi (2004) os resultados obtidos para a altura de plantas foram entre 77,8 e 96,8 cm e 72,7 e 112,0 cm, respectivamente.

Para a massa seca de plantas não foram observadas diferenças significativas dos tratamentos. Os valores médios obtidos foram de  $55,37 \pm 9,34$  g. Observou-se no decorrer do experimento uma manutenção da área foliar mesmo com a presença de pontuações características da mancha de alternaria, inclusive na testemunha, outra observação feita é com relação a variação no tamanho das plantas dentro de uma mesma parcela, o que já foi relatado por Dajue e Mundel (1996). Os autores afirmam que as plantas de cártamo podem variar de tamanho de acordo com a cultivar utilizada, mas também podem ocorrer diferenças dentro da mesma cultivar.

Para a massa de mil grãos, houve diferenças significativas, no entanto a testemunha não diferiu do melhor resultado obtido (Tabela 4). Esta ocorrência pode ser atribuída ao fato do nível de infestação da doença não ter limitado a formação a ao acúmulo de massa dos frutos. Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com os citados na literatura como Tunçturk e Çiftçi (2004) foram entre 33,0 e 45,4g, Çamas et al., (2007) e Bidgoli et al. (2005), trabalhando com cártamo na Turquia, encontraram um peso médio de 35g e variações entre 30 e 50g para a massa de mil grãos, respectivamente. Lucas et al. (2008), avaliando fungicidas em milho para a redução dos grãos ardidos e incidência de fungos com o uso de estrobilurina e triazol e mistura dos



dois, também não obteve diferenças entre os tratamentos e a testemunha para a massa de mil grãos.

TABELA 4. Valores médios para a massa de mil grãos de cártamo em função dos fungicidas aplicados. Dourados – MS, 2014.

| Fungicidas                 | Massa mil grãos (g) |
|----------------------------|---------------------|
| Azoxistrobina              | 39,26 a             |
| Mancozeb                   | 38,54ab             |
| Azoxistrobina/Ciproconazol | 35,63b              |
| Testemunha                 | 38,46ab             |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para os teores de proteína as diferenças significativas ocorreram tanto para os fungicidas aplicados como para o número de aplicações (Tabela 5). Para o número de aplicações a diferença foi observada com apenas uma aplicação em que os fungicidas azoxistrobina, azoxistrobina/ciproconazol e a testemunha não diferem entre si, assim como o fungicida azoxistrobina/ciproconazol não difere do mancozeb. Com relação aos fungicidas apenas o mancozeb apresentou diferença obtendo-se o maior teor de proteína com duas aplicações (Tabela 5).

Os teores de proteína na cultura do cártamo podem variar de 15 a 25% de acordo com a cultivar utilizada, pois essa característica está diretamente relacionada com a porcentagem de casca da semente (DAJUE e MUNDEL, 1996).

TABELA 5. Valores médios para o teor de proteína nos grãos de cártamo em função dos fungicidas e do número de aplicações. Dourados – MS, 2014.

| Fungicidas                 | Teor de proteína (%) |         |         |
|----------------------------|----------------------|---------|---------|
|                            | Nº de aplicação      |         |         |
|                            | 1                    | 2       | 3       |
| Azoxistrobina              | 21,58Aa              | 22,17Aa | 20,12Aa |
| Mancozeb                   | 16,62Bb              | 23,92Aa | 19,54Ab |
| Azoxistrobina/Ciproconazol | 19,54ABa             | 22,17Aa | 20,42Aa |
| Testemunha                 | 23,62Aa              | 23,62Aa | 23,62Aa |

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve efeito significativo para a interação dos fungicidas x número de aplicações nos teores de óleo (Tabela 6). Com uma aplicação não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Com duas aplicações os fungicidas azoxistrobina, mancozeb, azoxistrobina/ciproconal não diferiram entre si, assim como

azoxistrobina e mancozeb não diferiram da testemunha. Com três aplicações o fungicida azoxistrobina/ciproconal foi superior aos demais.

Com relação aos fungicidas a azoxistrobina, obteve-se maior teor de óleo com duas aplicações. O fungicida mancozeb não diferiu quanto ao número de aplicações. Para o fungicida azoxistrobina/ciproconazol os teores de óleo foram superiores com duas e três aplicações. Na testemunha não foram observadas diferenças significativas com relação ao número de aplicações.

O cártamo possui estruturas armazenadoras de óleo (oleosomes), que já estão presentes no estágio inicial do desenvolvimento do embrião. Entre 15 a 18 dias após o florescimento da cultura, o citoplasma das células torna-se denso pelas estruturas armazenadoras de óleo com 15% de óleo. A partir da maturação das sementes com aproximadamente 28 dias após o florescimento as estruturas armazenadoras de óleo preenchem praticamente todos os espaços livres nas células e atingem um teor de óleo de 32% (ICHIHARA, 1982).

De acordo com Rech (2012) trabalhando com fungicidas em cártamo na região de Dourados obteve interação entre os fungicidas utilizados e o número de aplicações obtendo teores entre 22,28 a 32,39%. Para Dajue e Mundel (1996) os teores de óleo podem variar de 20 a 47% dependendo da característica genética da cultura e que também é influenciada pelo ambiente (WILCOX E GUODONG, 1997). Yau (2007) obteve valores médios de rendimento de óleo em 28,4% e Arslan (2007) avaliando diferente cultivares obteve valores médios de 29,0 a 35,3%.

TABELA 6. Valores médios para o teor de óleo (%) nos grãos de cártamo em função da interação fungicidas x número de aplicações. Dourados – MS, 2014.

| Fungicidas                 | Teor de óleo (%) |          |         |
|----------------------------|------------------|----------|---------|
|                            | Nº de aplicação  |          |         |
|                            | 1                | 2        | 3       |
| Azoxistrobina              | 31,91Ab          | 35,22ABa | 30,43Bb |
| Mancozeb                   | 31,24Aa          | 32,91ABa | 31,20Ba |
| Azoxistrobina/Ciproconazol | 32,05Ab          | 36,40Aa  | 36,47Aa |
| Testemunha                 | 32,50Aa          | 32,50Ba  | 32,50Ba |

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na produtividade de grãos da cultura verificaram-se diferenças significativas para a interação entre fungicidas aplicados x número de aplicações (Tabela 7). O

fungicida azoxistrobina apresentou melhor produtividade com duas aplicações. O fungicida mancozeb obteve maior produtividade com três aplicações. Para o fungicida azoxistrobina/ciproconazol obtiveram-se as melhores produtividades com três aplicações.

TABELA 7. Valores médios para a produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de cártamo em função da interação fungicidas x número de aplicações. Dourados – MS, 2014.

| Fungicidas                 | Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) |          |          |
|----------------------------|---------------------------------------|----------|----------|
|                            | Nº de aplicação                       |          |          |
|                            | 1                                     | 2        | 3        |
| Azoxistrobina              | 587,27Ac                              | 772,67Aa | 674,29Ab |
| Mancozeb                   | 467,07Bc                              | 610,81Bb | 689,83Aa |
| Azoxistrobina/Ciproconazol | 446,62Bb                              | 653,63Ba | 704,29Aa |
| Testemunha                 | 645,53Aa                              | 645,53Ba | 645,53Aa |

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação ao número de aplicações os resultados obtidos para uma aplicação mostram que o fungicida azoxistrobina e a testemunha foram superiores aos demais fungicidas. Com duas aplicações o fungicida azoxistrobina foi superior em relação aos demais tratamentos. Para três aplicações não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos.

O fungicida azoxistrobina com duas aplicações obteve produtividade superior aos demais tratamentos com duas aplicações. Com menor número de aplicações reduz-se os custos de aplicação e diminui a possibilidade de resistência do fungo ao produto.

O modo de ação da azoxistrobina, se dá pela atuação preventiva, inibindo a germinação de esporos e os estágios iniciais do desenvolvimento dos fungos, bem como possui ação curativa e erradicante, atuando em estágios de pós-germinação do ciclo de vida de grande número de fungos, além de conferir ação anti-esporulante. A movimentação do produto ocorre de maneira equilibrada, ao ser absorvido, o produto difunde-se, de forma translaminar para alcançar o sistema vascular e se translocar pelo xilema (BARLETT et al., 2002).

Mohamadzadeh et al. (2011) obteve produtividades entre 790 e 1414  $\text{kg ha}^{-1}$  em estudos realizados com época de plantio e espaçamento.

Para os rendimentos de óleo foram observados efeitos significativos para a interação de fungicidas x número de aplicações (Tabela 8). Para o fungicida azoxistrobina o maior rendimento de óleo foi obtido com duas aplicações. Com o fungicida mancozeb os melhores resultados foram com duas e três aplicações. No fungicida azoxistrobina/ciproconazol, os melhores rendimentos foram com duas e três aplicações, porém uma e duas aplicações não diferiram entre si. Para a testemunha não houve efeito do número de aplicações.

Com relação ao número de aplicações houve efeito significativo para uma aplicação, com os melhores rendimentos obtidos pela azoxistrobina e testemunha. Com duas aplicações os melhores rendimentos foram obtidos para a azoxistrobina e azoxistronina/ciproconazol, no entanto este não diferiu do fungicida mancozeb e da testemunha. Para três aplicações o melhor rendimento foi obtido para azoxistrobina/ciproconazol.

Yau (2007) obteve rendimentos de óleo variando entre 160 a 430 kg ha<sup>-1</sup> em semeaduras realizadas no inverno e na primavera. Tunçturk e Çiftçi (2004) em experimento realizado com três doses de fósforo, quatro doses de nitrogênio e três espaçamentos obtiveram valores de rendimento de óleo de 17,5 a 88,5 kg ha<sup>-1</sup>.

TABELA 8. Valores médios para o rendimento de óleo (kg ha<sup>-1</sup>) de cártamo em função da interação fungicidas x número de aplicações. Dourados – MS, 2014.

| Fungicidas                 | Rendimento de óleo (kg ha <sup>-1</sup> ) |           |          |
|----------------------------|---|-----------|----------|
|                            | Nº de aplicação                           |           |          |
|                            | 1   | 2         | 3        |
| Azoxistrobina              | 187,59Ab                                  | 272,18Aa  | 205,12Bb |
| Mancozeb                   | 145,93Bb                                  | 201,05Ba  | 215,16Ba |
| Azoxistrobina/Ciproconazol | 144,66Bb                                  | 238,09ABa | 256,81Aa |
| Testemunha                 | 209,83Aa                                  | 209,83Ba  | 209,83Ba |

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÃO

O número de aplicações e os fungicidas utilizados não interferem em características como número de ramos, número de capítulos por planta, número grãos por capítulo (granados e chochos), massa seca de plantas, massa de mil grãos, teor de N e proteína nos grãos.

Com duas aplicações do fungicida azoxistrobina foi obtida a maior produtividade da cultura com  $772,67 \text{ kg ha}^{-1}$  e o maior rendimento de óleo com  $272,18 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Os maiores teores de óleo foram obtidos para o fungicida azoxistrobina/ciproconazol com três aplicações, apresentando um teor de 36,47%.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 5. ed. California: Elsevier Academic Press, 2004. 948p.

ARSLAN, B. The determination of oil content and fatty acid compositions of domestic and exotic safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes and their interactions. **Journal of Agronomy**, v. 6, n. 3, p. 415 – 420, 2007.

BARLETT, D.W.; CLOUGH, J.M.; GODWIN, J.R.; HALL, A.A.; HAMER, M.; PARR-DOBZANSKI, B. The strobilium fungicides. **Pest management Science**, Londres, v.58, p. 649- 662, 2002.

BIDGOLI, A. M.; GHOLAM, A. A.; MOHAMMAD, J. M. Path analysis of the relationships between seed yield and some morphological and phenological traits in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Euphytica**, v. 148, p. 261-268, 2005.

BONETI, J.I.; KATSURAYAMA, Y.; SANHUEZA, R.M.V. Características e Controle da Sarna na Produção Integrada de Maçã. 2014. Disponível em: <[http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/maca/Caracteristicas\\_e\\_Controlo\\_da\\_Sarna.pdf](http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/maca/Caracteristicas_e_Controlo_da_Sarna.pdf)>. Acesso em: 17 jan. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. 1. ed. Brasília: SNDA/DNDV CLAV, 2009. 395p.

ÇAMAS, N.; ÇIRAK, C.; ESENDEL, E. Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown in northern Turkey conditions. **Journal of Faculty of Agriculture**. Japan, v. 22, n. 1, p. 98 – 104, 2007.

CARMONA, M.; GALLY, M.; SAUTUA, F.; ABELLO, A.; LOPEZ, P. Uso de mezclas de azoxistrobina y triazoles para controlar enfermedades de fin de ciclo de la soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 37, n. 2, p. 134-139, 2011.

CHOWDHURY, S. An *Alternaria* Journal of safflower. **Journal Indian Botanic Society**, India, v. 23, p. 59-65, 1944.

DAJUE, L.; MUNDEL, H.H. **Safflower: *Carthamus tinctorius* L.** 1 ed. Rome: Internacional Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), 1996. 83p.

DAVET, P.; PÉRÈS, A.; REGNAULT, Y.; TOURVIEILLE, D.; PENAUD, A. **Les maladies du tournesol**, Paris: CETIM, 1991, p.72.

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.

GIAYETTO, O. Comportamento de cultivares de cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) em la region de Rio Cuarto, Córdoba (Argentina). **Revista de Investigación Agrária, Produccion y Proteccion Vegetales**, Argentina, v.14, p.1-2, 1999.

GOES, R.H.T.B.; LIMA, H.L. Técnicas laboratoriais na análise de alimentos. 1. ed. Dourados/MS: UFGD, 2010. 30 p.

GULLINO, M.L.; TINIVELLA, F.; GARIBALDI, A.; KEMMITT, G.M.; BACCI, L.; SHEPPARD, B. Mancozeb – Past, Present and Future. **Plant Disease**, Italy, v. 94, n. 9, p. 1076 – 1087, 2010.

ICHIHARA, K. Formation of Oleosomes in Maturing Safflower Seeds. **Agricultural and Biological Chemistry**, Japan, n. 46, v. 7, p. 1767 – 1773, 1982.

JOHNSON R.C.; BERGMAN J.W.; FLYNN C.R. Oil and meal characteristics of core and non-core safflower accessions from the USDA collection. **Genetic Resourch Crop Evololution**. Netherlands, v. 46, p. 611- 618, 1999.

KÖEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of strobilurin fungicide F 500 on plants. **Biochemical Society Transactions**, London, v. 22, p. 65, 1994.

KOUTROUBAS, S.D.; PAPAKOSTA, D.K.; DOITSINIS, A. Cultivar and seasonal effects on the contribution of pre-anthesis assimilates to safflower yield. **Field Crops Research**. Greece, v. 90, p. 263–274, 2004.

LEITE, R.M.V.B.C. Doenças do Girassol. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; RESENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. 4. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda, 2005. v. 2, p. 385 - 400.

LUCAS, B.V.; JULIATTI, F.C.; DUARTE, R.P.; FREITAS, P.T. Avaliação de fungicidas na parte aérea na redução dos grãos ardidos e incidência de fungos. Uberlândia. 2008. Disponível em:<  
<http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/viewFile/4031/3004>>.  
Acesso em 15 jan, 2015.

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

MARINI, P. Qualidade fisiológica de sementes e crescimento de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas ao nitrogênio. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31. n. 1. p. 222 – 227, 2009.

MOHAMADZADEH, M.; SEYED, S. A.; NOROF, M. S.; NASERI, R. The effects of planting date and row spacing on yield, yield components and associated traits in winter safflower under rain fed conditions. **American-Eurasian Journal Agricultural & Environmental Science**, Iran, v.10, n. 2, p. 200 -206, 2011.

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

NAVARINI, L.; BALARDIN, R.S. Doenças foliares e o controle por fungicidas na produtividade e qualidade de grãos de trigo, **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, n. 4, p. 294-299, 2012.

OELKE, E. A.; OPLINGER, E.S.; TEYNOR, T.M.; PUTNAM, D.H.; DOLL, J.D.; KELLING, K.A.; DURGAN, B.R.; NOETZEL, D.M. **Safflower Alternative field crops Manual**, Wisconsin: Cooperative Extension.1992. Disponível em:<<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/safflower>>. Acesso em: 24 out, 2014.

PANIZZI, M.C.C.; MANDARINO, J.M.G. Produtos protéicos do girassol. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. **Girassol no Brasil**. Londrina, Embrapa Soja, 2005, p. 51 – 68.

PARREIRA, D.F.; NEVES, W.S.; ZAMBOLIM, L. Resistência de fungos a fungicidas inibidores de quinona. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Maranhão, v. 3, n. 2, p. 24 – 34, 2009.

RECH, J. Desempenho agrônômico do cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) em função da época de semeadura e do controle químico da mancha de alternaria. 2012. 47f. Dissertação (Mestrado Produção Vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

RIVAS, J.; MATARAZZO, R. **Producción de cartamo: Consideraciones Generales**. Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (Boletín de Divulgación), n.20, 2009.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. (ed.). 2013. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. edição revisada e ampliada. Brasília: Embrapa, 353 p.

SILVA, C.J. **Caracterização Agrônômica e divergência genética de acessos de cártamo**. 2013. 51 f. Tese (Doutorado em Agricultura). Universidade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho’, Botucatu – SP.

SYNGENTA. **Priori Xtra**. GUIA DE PRODUTOS. Set, 2014. Disponível em: <<file:///E:/Arquivos%20do%20Usu%C3%A1rio/Downloads/PRIORI%20XTRA.pdf>>. Acesso em: 17 janeiro 2015.

TOFOLI, J.G.; MELO, P.C.T.; DOMINGUES, R.J.; FERRARI, J.T. Controle da requeima e pinta preta da batata por fungicidas: conceitos, evolução e uso integrado, **Biológico**, São Paulo, v.75, n.1, p. 41-52, jan./jun. 2013.

TUNÇTURK, M.; ÇIFTÇI, V. Relationships among traits using correlation and path coefficient analysis in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) sown different fertilization levels and row spacing. **Asian Journal of Plant Sciences**, Turkey, v. 3, n. 6, p. 683-686, 2004.



VELASCO, L.; FERNANDEZ, J.M. Breeding for oil quality in safflower. In: INTERNATIONAL SAFFLOWER CONFERENCE, 5., 2001, Williston. Safflower: a multipurpose species with unexploited potential and world adaptability. Sidney, Montana: North Dakota State University, **Anais**...2001.

WILCOX, J.R.; GUODONG, Z. Relationship between seed yield and seed protein in determinate and indeterminate soybean populations. **Crop Science**, Madison, v. 37, p. 361-364, 1997.

YAU, S. Winter versus spring sowing of rain-fed safflower in a semi-arid, high-elevation Mediterranean environment. **European Journal of Agronomy**. Lebanon, v. 26, p. 249 – 256, 2007.

## **CAPÍTULO II: AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO CÁRTAMO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO DE NITROGÊNIO E ENXOFRE**

**RESUMO:** O estudo da adubação na cultura do cártamo se faz essencial para o conhecimento das necessidades nutricionais da cultura, tendo em vista que o manejo correto da adubação interfere diretamente nos rendimentos. O objetivo desse trabalho foi de avaliar o desempenho agrônômico do cártamo e a avaliação dos teores de nutrientes em função da adubação com nitrogênio e enxofre. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, no município de Dourados – MS, no período de março a julho de 2014. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados arranjos em esquema fatorial (5x4) com cinco doses de enxofre (zero, 20, 40, 60, 80 kg ha<sup>-1</sup>) e quatro doses de nitrogênio (zero, 40, 80, 120 kg ha<sup>-1</sup>). A adubação foi realizada 40 dias após a emergência das plantas, abrindo-se sulcos ao lado da linha de semeadura. As fontes utilizadas foram enxofre elementar e uréia. Efeitos significativos da adubação com nitrogênio e enxofre foram apresentados para as características agrônômicas, massa seca e massa de mil grãos, produtividade de grãos e rendimento de óleo por hectare e para os teores foliares de nitrogênio e enxofre. As maiores produtividades e rendimento de óleo foram obtidos com a aplicação de 0 kg ha<sup>-1</sup> de N, independentemente da dose de S aplicada.

**Palavras-chave:** *Carthamus tinctorius* L., nutrientes, rendimento.

## EVALUATION OF SAFFLOWER PRODUCTION OF COMPONENTS FOR EACH OF NITROGEN FERTILIZER AND SULPHUR

**ABSTRACT:** The study of fertilization in safflower culture is essential for the knowledge of the nutritional needs of the crop, considering that the accurate fertilization interfere directly in yields. The aim of this study was to evaluate the agronomic performance of safflower and evaluation of nutrient content depending on fertilization with nitrogen and sulfur. The experiment was conducted at the Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias (Experimental Farm of the Faculty of Agrarian Sciences (FCA - UFGD), in Dourados - MS, from March to July, 2014. The experimental adopted was randomized block in arranged in a factorial design (5x4) with five levels of sulfur (zero, 20, 40, 80 kg ha<sup>-1</sup>) in combination with four levels of nitrogen (zero, 40, 80, 120 kg ha<sup>-1</sup>) with three replications. Fertilizer was conducted 40 days after emergence, in the rosette stage to a close, with the application of nitrogen and sulfur sources for urea and elemental sulfur, respectively, with the opening of groove side of the line to sowing. Significant effects of fertilization with nitrogen and sulfur were introduced for agronomic traits, dry matter and mass of thousand grains, grain yield and oil yield and nitrogen content and foliar sulfur. Higher yields and oil yields were obtained with the application of 0 kg ha<sup>-1</sup> N, regardless of the S dose applied.

**Keywords:** *Carthamus tinctorius* L., nutrients, yield

## INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta solo, clima, disponibilidade hídrica e topografia favoráveis ao cultivo de diversas culturas em todas as regiões do país, o que o torna um dos grandes produtores mundiais de grãos. No entanto, pela vasta extensão territorial, existem diferenças de clima e solo, o que ocasiona, dentre outros fatores, deficiências nutricionais nas plantas. Essas deficiências são corrigidas pelo uso de adubação e calagem, que proporcionam aumento considerável na produtividade.

Com o intuito de inserir novas culturas no sistema produtivo brasileiro, mais especificamente oleaginosas no período de outono/inverno, é necessário que se tenha um equilíbrio na adubação para atender a essas diversas culturas e garantir a produtividade e a qualidade dos produtos colhidos. As altas produtividades agrícolas dependem da fertilização com nutrientes minerais, a qual resulta em um aumento linear da produtividade na maioria das culturas agrícolas, quando correlacionadas com a quantidade de nutrientes que absorvem (TAIZ e ZEIGER, 2013).

O cártamo é uma cultura propícia a cultivo de inverno, possui um sistema radicular considerado bastante agressivo, que pode atingir até 3 m de profundidade dependendo do solo (DAJUE e MUNDEL, 1996). Essa característica confere ao cártamo a capacidade de absorver água e nutrientes abaixo da zona de enraizamento de outras culturas, o que aumenta consideravelmente a área de exploração do solo (TANAKA e MERRILL, 1998).

Em países tradicionalmente produtores de cártamo como a Índia, o cultivo do cártamo ocorre geralmente em terras consideradas de baixa fertilidade natural ou com escasso uso de fertilizantes (DORDAS e SIOULAS, 2008). Com o passar dos anos houve um aumento no consumo do óleo do cártamo, devido a fatores como aumento no uso de biocombustíveis (OGUT e OGUZ, 2006), e por ser considerado benéfico à saúde. Esses benefícios advêm do fato de essa oleaginosa ser rica em ácidos graxos poli-insaturados, que atuam na redução dos níveis de colesterol no sangue (YAU, 2009)

Em função disso, o interesse pela cultura nos países já produtores aumentou, a fim de ampliar a produtividade e a qualidade do óleo. Por outro lado, países ainda não produtores veem a inserção do cártamo como uma alternativa em um sistema de produção de grãos. Esse interesse levou ao aumento de pesquisas em melhoria genética e práticas agronômicas visando a maiores rendimentos de grãos e óleo (MOVAHHEDY-DEHNAVY et al., 2009).

Kulekci et al. (2009) consideram a adubação nitrogenada como determinante para a cultura do cártamo, devido a diversas funções que o nitrogênio exerce no crescimento e desenvolvimento da planta. A identificação dos fatores que afetam a utilização do nitrogênio no cártamo é importante para a introdução bem sucedida da cultura em um sistema de produção. O cártamo é considerado uma cultura alternativa de inverno em sistemas de rotação (KOUTROUBAS e PAPAKOSTA, 2004).

Koutroubas et al. (2008) afirmam que os componentes de produção, e por consequência a produtividade da cultura, são afetados por fatores culturais que incluem espaçamento, densidade de plantio, água disponível e adubação. Ainda de acordo com o autor, o nitrogênio interfere diretamente na produção, e associado à irrigação, promove um aumento no peso das sementes, no número de sementes por capítulos e uma redução na porcentagem de sementes chochas.

As deficiências visíveis ocasionadas pelo déficit de nitrogênio são: folhas amarelas (folhas velhas), dormência de gemas laterais, redução do perfilhamento, senescência precoce, folhas menores devido ao menor número de células. Já o excesso do nutriente pode ocasionar maior incidência de doenças e redução na frutificação (MALAVOLTA, 2006).

Existem ainda fatores internos que podem ser provocados pelo excesso ou falta de nitrogênio, como alteração no teor de clorofila, produção de outros pigmentos, núcleos e cloroplastos pequenos, redução da síntese de proteínas, alto conteúdo de açúcares e alta pressão osmótica (MALAVOLTA, 2006).

As adubações nitrogenadas devem levar em conta as necessidades das plantas e principalmente o quanto de N é removido pela cultura. Nas culturas graníferas a exportação de nutrientes representa cerca de 50% da absorção devido ao acúmulo de proteína nos grãos (CANTARELLA, 2007).

Assim como o nitrogênio, o enxofre também desempenha funções essenciais nas plantas, no entanto a adubação com S muitas vezes não é suprida adequadamente, sendo apenas fornecido como acompanhante de fontes de outros nutrientes (CÉSAR, 2012).

A deficiência do enxofre é considerada um fator limitante para a produtividade brasileira, principalmente na região dos Cerrados (HOROWITZ e MEURER, 2005). Essa deficiência ocorre devido à baixa fertilidade do solo e é associada a pequenos teores de matéria orgânica, assim como a exportação do S pelos grãos colhidos, da

lixiviação de sulfato e que se intensifica com a aplicação de calcário e fósforo (VITTI et al., 2007).

A deficiência do enxofre pode ocorrer em solos com textura levemente arenosa que foram atingidos por chuvas fortes ou excesso de irrigação, solos esgotados por intenso cultivo, solos em que o material de origem seja de baixo teor de enxofre, ou ainda, solos ácidos com pH abaixo de 6,0 (KUMAR e SHARMA, 2013).

De acordo com Kumar e Sharma (2013), a cultura do cártamo responde à adubação com enxofre. A deficiência do nutriente pode ocasionar perda de vigor e de rendimento da cultura. Os sintomas da deficiência de S em cártamo são plantas raquíticas com caule fino, coloração verde pálida e a folha amarelada. Essa mudança na coloração da folha é a única alteração observada na hipótese de a deficiência ser grave, embora não ocorra nenhum tipo de necrose ou queima, ainda que a deficiência possa mover-se para baixo e atingir mais folhas. Nos estágios iniciais da cultura a deficiência de enxofre pode ser confundida com a deficiência de nitrogênio e ferro (KUMAR e SHARMA, 2013).

Dado o exposto acima e por não dispor de trabalhos relacionados à adubação da cultura do cártamo para a Região Centro-Oeste, objetivou-se com esse trabalho avaliar o estado nutricional da cultura bem como seu desempenho agrônomo em função da adubação com nitrogênio e enxofre em doses isoladas e em combinação.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Descrição do local e solo

O experimento foi desenvolvido no ano de 2014, na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, no município de Dourados – MS, com as coordenadas geográficas: latitude 22°13'16" S, longitude de 54°48'2" W com altitude de 430 metros.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (SANTOS et al., 2013), de textura argilosa e apresentando os atributos químicos listadas na tabela 1. Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é o tipo Cwa (mesotérmico úmido, com verão chuvoso).

TABELA 1. Atributos químicos do solo, determinadas em amostras de solo coletadas na camada 0-20 cm, antes da implantação do experimento. Dourados – MS, 2014.

| pH               | MO                | P                              | S     | K     | Al    | Ca    | Mg                                       | H+Al  | SB    | T      | V(%)  |
|------------------|-------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|--|-------|-------|--------|-------|
| H <sub>2</sub> O | g dm <sup>3</sup> | .....mg dm <sup>-3</sup> ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ..... | ..... | ..... | .....  | ..... |
| 6,7              | 28,38             | 28,60                          | 5,72  | 0,62  | 0     | 50,0  | 22,00                                    | 31,58 | 78,17 | 109,75 | 71,20 |

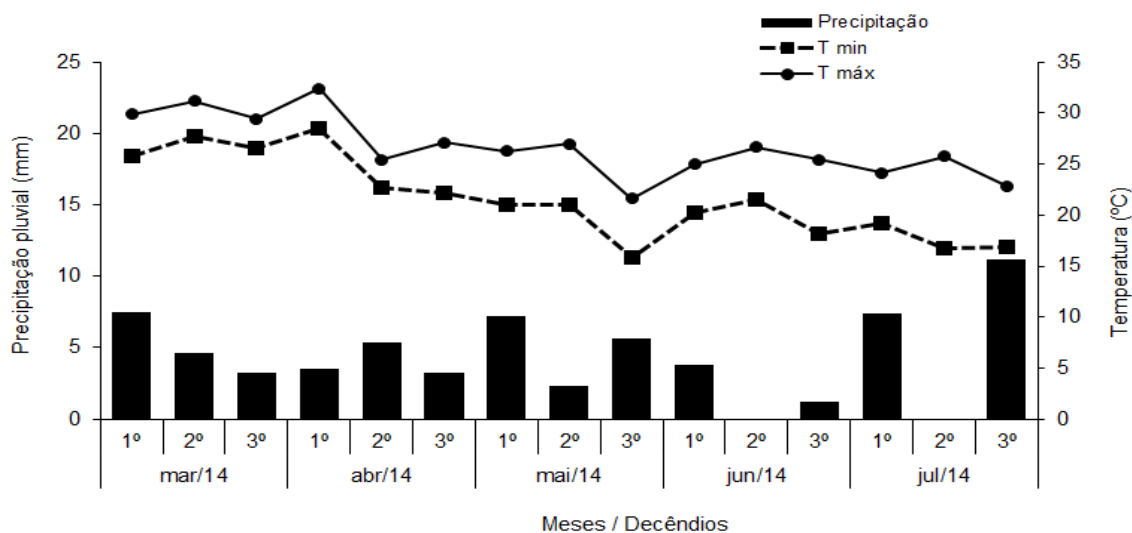


FIGURA 1. Precipitação pluvial, temperaturas máximas e mínimas por decêndio no período de março a julho de 2014.

As temperaturas máximas e mínimas foram obtidas da Estação Meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste para região de Dourados, MS e os dados referentes à precipitação pluvial foram obtidos na Fazenda Experimental da UFGD, Dourados, MS.

### **Histórico da área**

Anteriormente a implantação do experimento, a área encontrava-se em pousio. A preparação do solo ocorreu de maneira convencional, com o uso de uma gradagem para destorroamento do solo e uma gradagem niveladora antes da semeadura. Após a preparação do solo foi realizada a coleta para análise.

### **Implantação do experimento**

A semeadura foi mecanizada realizada com semeadora adubadora, modelo Semeato, equipada com sete linhas, no dia 17/03/2014. A adubação em cobertura foi realizada manualmente 40 dias após a emergência, abrindo-se sulcos ao lado da linha semeada, onde a cultura encontrava-se no fim do estágio de roseta início do estágio de alongação, utilizando como fonte de enxofre e nitrogênio, os fertilizantes enxofre elementar (100% S) e a uréia (45% N). A colheita foi realizada no dia 16/07/2014, manualmente com auxílio de uma foice para corte. O ciclo da cultura totalizou 122 dias. Foram colhidas as três linhas centrais, com total de 8,1 m<sup>2</sup> da área total da parcela e trilhadadas em trilhadora elétrica estacionária.

### **Características Avaliadas**

No período de colheita foram coletadas 10 plantas ao acaso dentro de cada parcela para a determinação da altura de plantas, número de ramificações por planta, número de capítulos por planta e número de grãos por capítulo.

Na fase de florescimento (70 dias após a semeadura), foram coletadas a parte aérea de três plantas por parcela para a determinação da massa seca de plantas. Estas foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas e pesadas em balança de precisão com três casas decimais.

A produtividade foi medida após a trilha e limpeza dos grãos, colhidos dentro da área útil de cada parcela, sendo 8,1 m<sup>2</sup>. A massa foi determinada em balança de precisão com duas casas decimais, com os valores expressos em kg ha<sup>-1</sup>, corrigindo-se o grau de umidade para 12,0% pelo método da estufa (BRASIL, 2009).

Após a medida da produtividade foi efetuada a contagem de oito sub-amostras de 100 grãos por parcela. As amostras foram pesadas em balança de precisão com três casas decimais, corrigindo-se o grau de umidade para 12,0%. A massa de 1000 grãos foi determinada de acordo com as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).



Para a determinação do teor de N ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e proteína (%) nos grãos, esses foram moídos em moinho de facas. Em seguida foi realizada a digestão sulfúrica (MALAVOLTA et al., 1997) determinada pelo método Kejldahl. O teor de proteína no grão foi obtido através de uma conversão nos dados de N multiplicando-os por 6,25.

Para a determinação do teor de enxofre na parte aérea e nos grãos, o material vegetal (0,3 g) foi moído e colocado em tubo de ensaio, com adição de 6 ml de ácido nitroperclórico (2:1), aquecendo a solução a  $210^\circ$  até a digestão completa do material. Nesse extrato são adicionados 30 ml de água destilada. Retira-se 10 ml do extrato e adiciona-se 1 ml de ácido clorídrico (0,6 mol/l), 0,5 g de cloreto de bário. A leitura dos teores de enxofre é realizada no espectrofotômetro a  $420 \mu\text{m}$  (comprimento de onda).

A determinação do teor de óleo foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal da UFGD, no aparelho para determinação de óleos e graxas, pelo método conhecido como Soxhlet desenvolvido por Franz von Soxhlet (1879). O rendimento de óleo por hectare foi calculado pela porcentagem do teor de óleo multiplicando pela produtividade.

Na determinação dos ácidos graxos, foram pesados aproximadamente 150 mg de óleo, adicionados 5,0 mL de solução de NaOMe (0,25 mol/L) em metanol - dietil éter (1:1) e agitada por 2 minutos. Após foram adicionados 3,0 mL de iso-octano e 15,0 mL de solução de cloreto de sódio saturado. A mistura foi agitada vigorosamente por 15 segundos e após a separação das fases, foram coletados 2,5  $\mu\text{L}$  da fase superior contendo os ésteres metílicos de ácidos graxos para análise no cromatógrafo a gás (BANNON et al., 1982). A composição em ácidos graxos foi determinada por cromatografia gasosa, utilizando-se cromatógrafo a gás com detector de ionização de chama. Para a eluição foi empregada uma coluna capilar de sílica fundida de 100 m x 0,25 mm x 0,20  $\mu\text{m}$ . A temperatura do forno foi programada para iniciar em  $100^\circ \text{C}$  e foi mantida assim por 1 minuto, quando foi elevada a  $170^\circ \text{C}$  a  $6,5^\circ \text{C}/\text{minuto}$ . Posteriormente, outra elevação de 170 a  $215^\circ \text{C}$  foi realizada a  $2,75^\circ \text{C}/\text{minuto}$  e a temperatura foi mantida por 12 minutos. Finalmente, uma última elevação foi realizada de 215 para  $230^\circ \text{C}$  a  $40^\circ \text{C}/\text{minuto}$ . As temperaturas do injetor e detector foram de  $270$  e  $280^\circ \text{C}$ , respectivamente. As amostras de 0,5  $\mu\text{L}$  foram injetadas em modo “split”, utilizando-se nitrogênio como gás carreador a uma velocidade de arraste de 1 mL/min. A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada por comparação com

os tempos de retenção dos compostos da amostra com os padrões (Sigma) eluídos nas mesmas condições das amostras.

### **Delineamento Experimental**

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, arranjados em esquema fatorial (5x4). Os tratamentos foram constituídos por cinco doses de enxofre (S) (0, 20, 40, 60, 80 kg ha<sup>-1</sup>) e quatro doses de nitrogênio (N) (0, 40, 80, 120 kg ha<sup>-1</sup>), com três repetições. As parcelas foram constituídas por sete linhas, espaçadas entre si de 0,45 m (3,15 m) com 6 m de comprimento, sendo a área total de cada parcela de 18,9 m<sup>2</sup> e densidade de oito plantas por metro.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando detectado significância foram submetidos a análises de regressão, usando o programa computacional de análises estatísticas SAEG 9.1 (RIBEIRO JUNIOR, 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para as características altura de plantas, n° de capítulos/planta, ramificação, sementes granadas/capítulo, sementes chochas/capítulo, teor de óleo e teor de proteína, não apresentaram efeitos significativos ( $p \leq 0,05$ ) para as doses isoladas de nitrogênio e enxofre, assim como para a interação nitrogênio x enxofre. Para a massa seca de plantas, massa de mil grãos, produtividade e rendimento de óleo, houve efeito significativo para a interação das doses de nitrogênio e enxofre (Tabela 2).

TABELA 2. Resumo da análise de variância em função das doses de nitrogênio e enxofre e nitrogênio x enxofre. Dourados – MS, 2014.

| Fontes de variação                        | Quadrados médios     |                      |                      | CV (%) |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
|   | Doses de N           | Doses de S           | Doses de N*S         |        |
| Altura de plantas                         | 26,537 <sup>ns</sup> | 90,645 <sup>ns</sup> | 46,12 <sup>ns</sup>  | 7,63   |
| N° de capítulos/planta                    | 4,466 <sup>ns</sup>  | 5,625 <sup>ns</sup>  | 8,647 <sup>ns</sup>  | 20,47  |
| Ramificação                               | 1,711 <sup>ns</sup>  | 11,458 <sup>ns</sup> | 6,002 <sup>ns</sup>  | 20,85  |
| Sementes granadas/capítulo                | 25,751 <sup>ns</sup> | 29,647 <sup>ns</sup> | 19,075 <sup>ns</sup> | 18,23  |
| Sementes chochas/capítulo                 | 4,299 <sup>ns</sup>  | 1,114 <sup>ns</sup>  | 1,007 <sup>ns</sup>  | 58,91  |
| Massa seca                                | 196,275**            | 377,109**            | 261,858**            | 9,02   |
| Massa de 1000 grãos                       | 1,459*               | 5,215**              | 2,649**              | 1,99   |
| Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )      | 75321,31**           | 29269,11**           | 32574,51**           | 8,23   |
| Teor de óleo (%)                          | 0,203 <sup>ns</sup>  | 5,704 <sup>ns</sup>  | 2,227 <sup>ns</sup>  | 7,20   |
| Rendimento de óleo (kg ha <sup>-1</sup> ) | 6034,66**            | 3216,62*             | 2609,07**            | 12,09  |
| Proteína nos grãos (%)                    | 34,925 <sup>ns</sup> | 47,035 <sup>ns</sup> | 22,568 <sup>ns</sup> | 23,24  |

\*significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

\*\* significativo pelo teste F a 1 % de probabilidade.

ns - não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Não se obteve diferenças significativas para a altura de plantas em relação aos tratamentos com nitrogênio e enxofre. A altura média obtida foi de 90,5±4,38 cm. A altura de plantas é uma característica que pode ser influenciada pela época de semeadura, espaçamento e densidade de plantio. Outro fator que pode influenciar nessa característica é a temperatura e a umidade, observando que baixas temperaturas e alta umidade produzem plantas mais altas. Mohamadzadeh et al. (2011) estudando efeitos de espaçamento e densidades para a cultura do cártamo, obtiveram altura média de plantas de 87,2 cm.

Assim como para a altura de plantas, na ramificação não se observou diferenças significativas para os tratamentos com adubação. A média obtida foi de  $13 \pm 4,24$  cm. A ramificação da planta é influenciada por características de cultivo, como densidade, espaçamento, o que modifica a arquitetura da planta.

Não houve diferença significativa para o número de capítulos por planta em relação as doses de enxofre e nitrogênio avaliadas isoladamente e para a interação entre elas. A média obtida foi de  $13 \pm 2,12$ .

A característica número de sementes por capítulos foi avaliada dividindo as sementes em granadas e chochas. A média de sementes granadas foi de  $31,10 \pm 4,39$  e para as sementes chochas  $2,31 \pm 1,17$ . O número de grãos por capítulo está relacionado com o período de florescimento da cultura e da temperatura correspondente a esse período. O florescimento coincidiu com as menores temperaturas mínimas durante todo o experimento, em torno de  $14^\circ$  a  $15^\circ\text{C}$ . Mohamadzadeh et al. (2011), obtiveram a média de 26 grãos por capítulo, com a temperatura por volta de  $14^\circ\text{C}$ .

Não houve efeito significativo para os teores de óleo e proteína nos grãos. Os valores médios obtidos foram  $28,74 \pm 3,25$  e  $19,98 \pm 0,71$ , para óleo e proteína, respectivamente. Dordas e Sioulas (2008) não obtiveram diferenças significativas para os teores de óleo em função da adubação nitrogenada sobre condições de irrigação. As sementes de cártamo possuem estruturas armazenadoras de óleo, chamadas de oleosomes, que já estão presentes no estágio inicial do desenvolvimento do embrião. Entre 15 a 18 dias após o florescimento da cultura, o citoplasma da célula torna-se denso pelas estruturas armazenadoras de óleo com 15% de óleo. A partir da maturação das sementes com aproximadamente 28 dias após o florescimento as estruturas armazenadoras de óleo ocupam praticamente todos os espaços livres da célula e essas atingem um teor em torno de 32%. Depois da estrutura armazenadora de óleo, os corpos proteicos são os mais encontrados. Esses corpos se desenvolvem nos vacúolos e nas interfaces entre os vacúolos e o citoplasma (ICHIHARA, 1982). Os teores de proteína na cultura do cártamo variam entre 15 a 20% (RAHAMATALA et al., 2002). Lucas et al. (2013) trabalhando com adubação nitrogenada e sulfatada em canola, também não observaram diferenças significativas para os teores de óleo e proteína nos grãos.

Foi realizada no experimento uma análise dos teores de ácidos graxos referentes aos tratamentos para fins de descrição (Tabela 3). Os principais ácidos graxos encontrados são linoléico, oléico, palmítico e esteárico. Os teores de ácidos graxos são

inerentes ao cultivar ou linhagem utilizada, não sendo alterado por fatores como ambiente e adubação (GECGEL et al., 2007). De acordo com Dajue e Mundel (1996) são três os genes que controlam a produção do ácido oléico, linoléico, esteárico (ol ol, li li, st st), respectivamente. São genes recessivos que atuam em loci. Outro fator observado pelos autores é que aumentos nos teores de ácido esteárico são acompanhados pela redução dos teores de ácido oleico e linoléico e que temperaturas mais frias reduzem os teores de ácido esteárico e oleico e aumentam os teores de ácido linoléico.

O óleo de cártamo considerado padrão em termos de ácidos graxos é constituído de 6 a 8% de ácido palmítico, 2 a 3% de ácido esteárico, 16 a 20% de ácido oleico e 71 a 75% de ácido linoléico (Velasco e Fernandez, 2001).

TABELA 3. Teores dos ácidos graxos no óleo de cártamo sob diferentes adubações de nitrogênio e enxofre. Dourados – MS, 2014.

| N (kg ha <sup>-1</sup> )   | S (kg ha <sup>-1</sup> ) |       |       |       |       |
|----------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                            | 0                        | 20    | 40    | 60    | 80    |
| Ácido cáprico (C10)        |                          |       |       |       |       |
| 0                          | 0,10                     | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  |
| 40                         | 0,10                     | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  |
| 80                         | 0,10                     | 0,10  | 0,10  | 0,11  | 0,10  |
| 120                        | 0,10                     | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,11  |
| Ácido láurico (C12)        |                          |       |       |       |       |
| 0                          | 0,11                     | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  |
| 40                         | 0,10                     | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  |
| 80                         | 0,10                     | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  |
| 120                        | 0,11                     | 0,10  | 0,10  | 0,10  | 0,10  |
| Ácido mirístico (C14)      |                          |       |       |       |       |
| 0                          | 0,54                     | 0,57  | 0,54  | 0,54  | 0,55  |
| 40                         | 0,55                     | 0,55  | 0,54  | 0,54  | 0,57  |
| 80                         | 0,52                     | 0,55  | 0,55  | 0,54  | 0,55  |
| 120                        | 0,55                     | 0,54  | 0,53  | 0,53  | 0,54  |
| Ácido palmítico (C16)      |                          |       |       |       |       |
| 0                          | 8,50                     | 8,40  | 8,62  | 8,70  | 8,75  |
| 40                         | 8,95                     | 8,86  | 8,90  | 8,81  | 8,91  |
| 80                         | 8,90                     | 8,48  | 8,60  | 8,67  | 8,80  |
| 120                        | 8,68                     | 8,50  | 8,70  | 8,90  | 8,89  |
| Ácido palmitoléico (C16:1) |                          |       |       |       |       |
| 0                          | 0,33                     | 0,34  | 0,34  | 0,34  | 0,34  |
| 40                         | 0,36                     | 0,33  | 0,35  | 0,35  | 0,34  |
| 80                         | 0,35                     | 0,32  | 0,34  | 0,34  | 0,34  |
| 120                        | 0,34                     | 0,33  | 0,34  | 0,33  | 0,33  |
| Ácido esteárico (C18)      |                          |       |       |       |       |
| 0                          | 2,77                     | 2,69  | 2,78  | 2,89  | 2,85  |
| 40                         | 2,88                     | 2,86  | 2,90  | 2,83  | 2,85  |
| 80                         | 2,82                     | 2,73  | 2,91  | 2,88  | 2,89  |
| 120                        | 2,90                     | 2,71  | 2,86  | 2,89  | 2,88  |
| Ácido oléico (C18:1)       |                          |       |       |       |       |
| 0                          | 18,31                    | 19,10 | 19,00 | 18,82 | 18,54 |
| 40                         | 18,45                    | 19,14 | 18,84 | 18,80 | 18,93 |
| 80                         | 18,69                    | 18,78 | 18,56 | 18,87 | 18,78 |
| 120                        | 18,99                    | 18,99 | 19,01 | 18,77 | 19,03 |
| Ácido linoléico (C18:2)    |                          |       |       |       |       |
| 0                          | 67,78                    | 67,21 | 67,04 | 66,94 | 67,25 |
| 40                         | 67,07                    | 66,54 | 66,77 | 66,91 | 66,64 |
| 80                         | 66,98                    | 67,43 | 67,32 | 66,88 | 66,95 |
| 120                        | 66,85                    | 67,27 | 66,87 | 66,82 | 66,60 |
| Ácido linolênico (C18:3)   |                          |       |       |       |       |
| 0                          | 1,56                     | 1,49  | 1,48  | 1,57  | 1,52  |
| 40                         | 1,54                     | 1,52  | 1,50  | 1,56  | 1,56  |
| 80                         | 1,54                     | 1,51  | 1,52  | 1,61  | 1,49  |
| 120                        | 1,48                     | 1,46  | 1,49  | 1,56  | 1,52  |

Para a matéria seca de plantas, na dose 0 kg ha<sup>-1</sup> de N e 30 kg ha<sup>-1</sup> de S obteve-se a maior massa com 61,0 g (Figura 2). Com o aumento das doses de nitrogênio houve uma redução na produção de matéria seca para a cultura do cártamo, sendo os menores valores de matéria seca obtidos com a adubação de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Possivelmente a adubação com nitrogênio não foi aproveitada pela cultura devido a fertilidade do solo ser considerada satisfatória. De acordo com Malavolta et al. (1997), os nutrientes minerais absorvidos pelo sistema radicular diretamente da solução do solo, limitam-se a concentrações que variam de 0,1 mg a 6 g por quilo de matéria seca. Marschner (1997), afirma que a aplicação de fertilizante sulfatado sem que haja aumento na produção de matéria seca é caracterizado como “consumo de luxo”, onde ocorre um acúmulo maior do que a necessidade da planta.

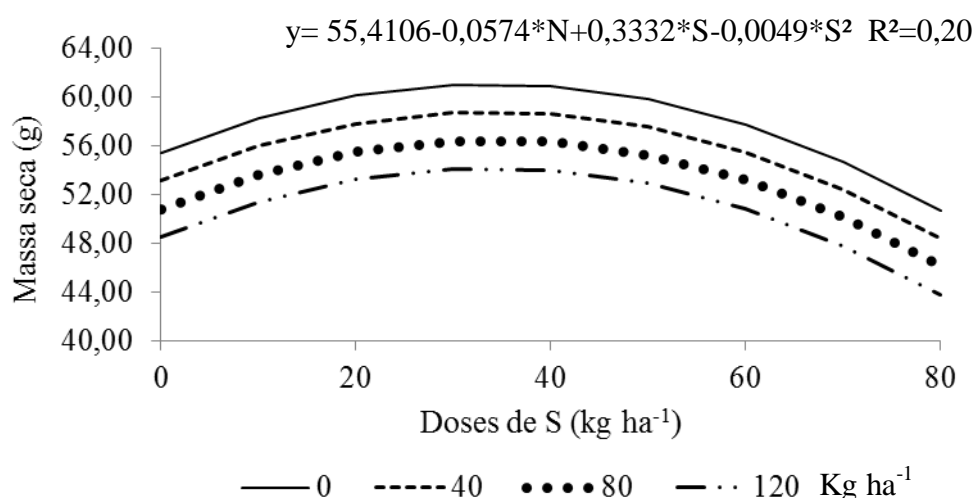


FIGURA 2. Massa seca de plantas de cartamo em função da adubação de nitrogênio, enxofre e nitrogênio x enxofre. Dourados – MS, 2014.

Para a massa de mil grãos, quanto maior de dose aplicada de nitrogênio, menor a interferência das doses de enxofre. Para as doses de 0 e 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, ocorreu um aumento mais acentuado da massa de mil grãos com o aumento das doses de S. Para as doses 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N o ganho na massa de mil grãos praticamente não ocorre com o aumento das doses de S (Figura 3).

Devido a participação do S e N na síntese de proteínas, o suprimento desses nutrientes nas plantas tem alta relação. Doses elevadas de N podem criar uma deficiência de S (JAMAL et al., 2010). Para esse caso a cultura do cartamo respondeu a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, atingindo a maior massa de mil grãos sem que houvesse interferência das doses de S. Possivelmente o S foi importante para aumentar a quantidade de grãos, enquanto o N, além da quantidade deve ter aumentando o tamanho e a massa do grão (SCHERER, 2001).

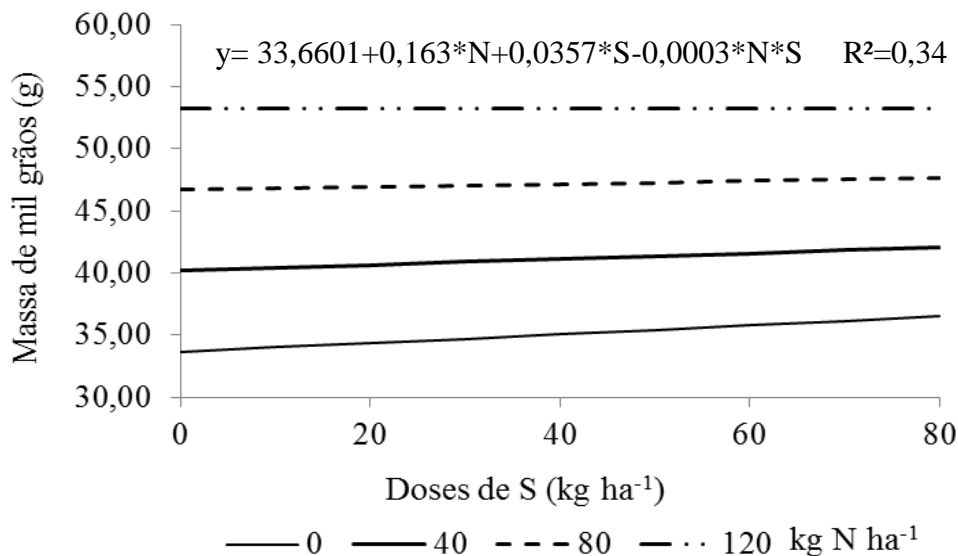


FIGURA 3. Massa de mil grãos de cartamo em função da adubação de nitrogênio, enxofre e nitrogênio x enxofre. Dourados – MS, 2014.

Para a produtividade da cultura, foram observadas interferência da adubação com N e S. A melhor produtividade foi obtida para a dose de 0 kg ha<sup>-1</sup> de N, independente das doses de S aplicada. Para as doses de 40, 80 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, ocorreu uma interação de forma negativa no rendimento até a dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de S. A partir dessa dose a produtividade voltou a subir até a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de S (Figura 4).

Para a produtividade possivelmente não se obteve resposta com a adubação devido à ótima fertilidade do solo onde o experimento foi implantado. Malhi e Gill (2007) relatam que para a cultura da canola, a exigência de S tende a aumentar com o incremento da quantidade de N aplicado. Deve-se sempre considerar o equilíbrio entre as concentrações de N e S no solo e na planta, pois doses mais altas de um desses elementos pode levar a menor disponibilidade do outro para as plantas, ocasionando menor rendimento (LUCAS et al., 2013).



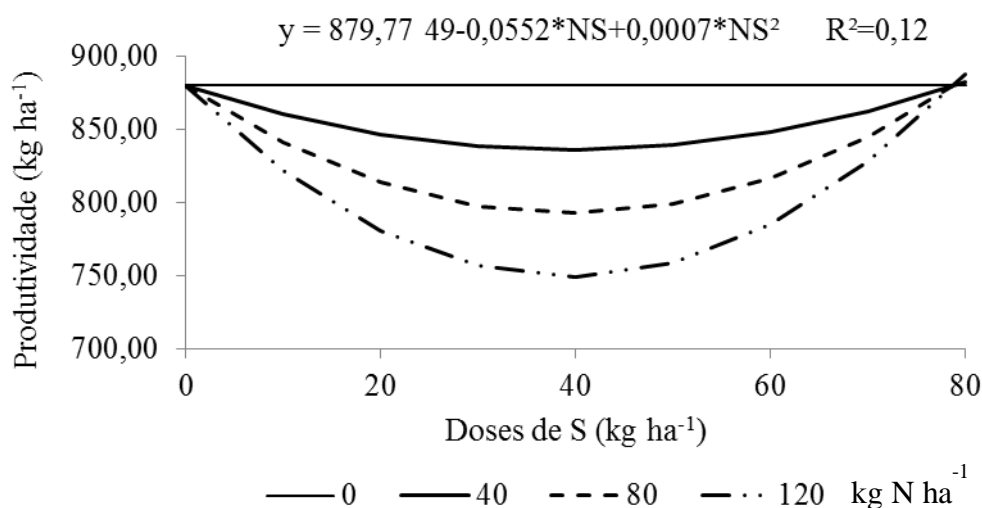


FIGURA 4. Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) de cártamo em função da adubação de nitrogênio, enxofre e nitrogênio x enxofre. Dourados – MS, 2014.

O rendimento de óleo na cultura do cártamo é baseado nos teores de óleo obtidos nas sementes e na produtividade. O melhor rendimento obtido foi para a dose 0 kg ha<sup>-1</sup> de N, independentemente da dose de S aplicada (Figura 5). Os resultados para o rendimento possuem o mesmo comportamento da produtividade.

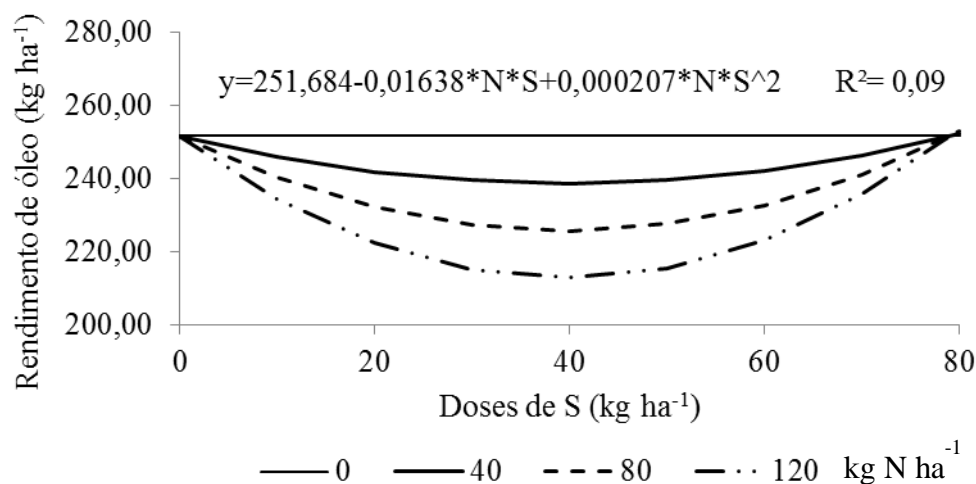


FIGURA 5. Rendimento de óleo (kg ha<sup>-1</sup>) de cártamo em função da adubação de nitrogênio, enxofre e nitrogênio x enxofre. Dourados – MS, 2014.

TABELA 4. Resumo da análise de variância dos teores de nitrogênio e enxofre foliar, nitrogênio e enxofre nos grãos e a exportação nos grãos de nitrogênio (N) e enxofre (S) em função das doses de nitrogênio e enxofre e nitrogênio x enxofre. Dourados – MS, 2014.

| Fontes de variação | Quadrados médios     |                      |                      | CV (%) |
|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------|
|                    | Doses de N           | Doses de S           | Doses de N*S         |        |
| Nitrogênio foliar  | 89,3986**            | 77,0293**            | 75,7253**            | 5,69   |
| Enxofre foliar     | 0,2017 <sup>ns</sup> | 1,2572**             | 0,3779**             | 9,52   |
| Nitrogênio grãos   | 0,0498 <sup>ns</sup> | 0,1989 <sup>ns</sup> | 0,3407 <sup>ns</sup> | 13,01  |
| Enxofre grãos      | 0,0409 <sup>ns</sup> | 0,0185 <sup>ns</sup> | 0,1085 <sup>ns</sup> | 9,20   |
| Exportação N       | 1,0614 <sup>ns</sup> | 0,4994 <sup>ns</sup> | 0,5901 <sup>ns</sup> | 15,32  |
| Exportação S       | 0,0930 <sup>ns</sup> | 0,0540 <sup>ns</sup> | 0,1289 <sup>ns</sup> | 13,33  |

\*\*significativo pelo teste F a 1% de probabilidade.

Para os teores foliares de N, observou-se que para a dose de 0 kg ha<sup>-1</sup> de S, o maior teor foliar foi obtido na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de N com 40,45 g kg<sup>-1</sup> (Figura 6).

Para todas as doses aplicadas de N, na medida em que aumentou-se as doses de S os teores de nitrogênio foliar foram diminuindo até a dose de 70 kg ha<sup>-1</sup> de S, onde os teores se igualaram.

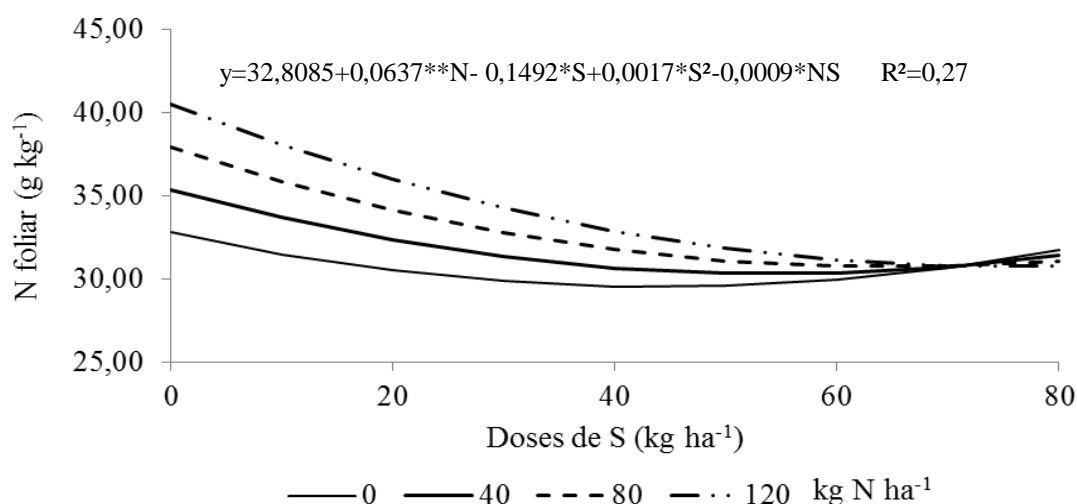


FIGURA 6. Teor de nitrogênio foliar (g kg<sup>-1</sup>) em cártamo em função da adubação com nitrogênio, enxofre e nitrogênio x enxofre. Dourados – MS, 2014.

Obteve-se melhor resultado para os teores de S foliar, na dose 0 kg ha<sup>-1</sup> de S, diferindo muito pouco com relação a dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de S. No entanto para todas as doses de N aplicadas as respostas observadas mantiveram a mesma tendência, sendo os teores de S foram diminuindo com a aplicação de S até a dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de S.

O S é um elemento com baixa translocação na planta e mesmo das folhas mais velhas para as folhas mais novas.

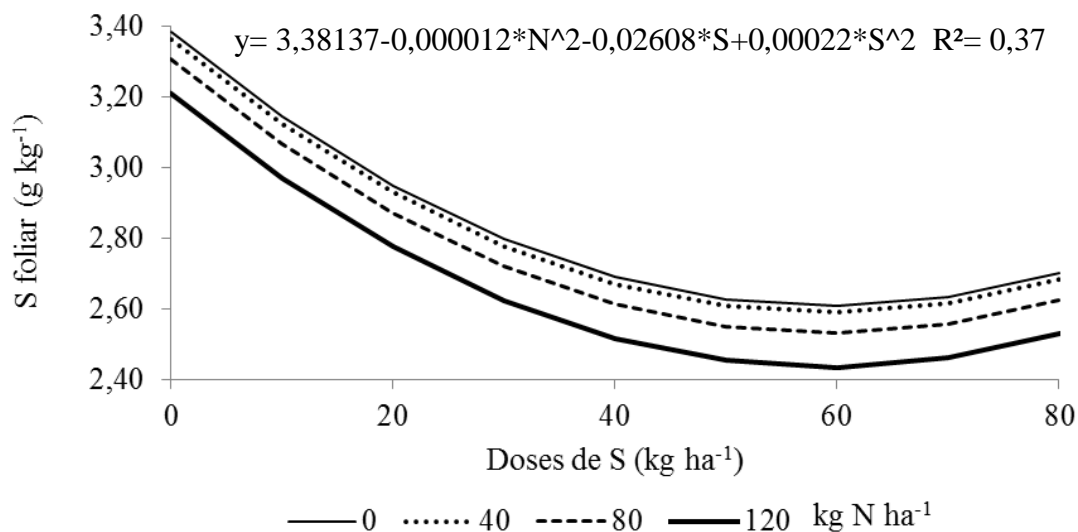


FIGURA 7. Teor de enxofre foliar ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em cartamo em função da adubação com nitrogênio, enxofre e nitrogênio x enxofre. Dourados – MS, 2014.

O S elementar não é prontamente disponível e sua utilização pelas plantas depende da oxidação a sulfato, realizada principalmente por microrganismos do solo. Malavolta (2006) cita que os teores foliares de S na soja podem variar de 2,5 a 3,0  $\text{g kg}^{-1}$ .

Para os teores de N e S nos grãos não se observou diferenças significativas, assim como a exportação desses nutrientes nos grãos. Obtendo-se uma média de  $3,16 \pm 0,09$  e  $0,92 \pm 0,10$  para N e S nos grãos e  $2,66 \pm 0,07$  e  $0,78 \pm 0,07$  para a exportação de nitrogênio e enxofre, respectivamente.

## CONCLUSÃO

Características como altura de plantas, número de capítulos por planta, ramificação da planta, número de sementes granadas e chochas, teor de óleo e proteína nos grãos, não houve efeito da adubação com nitrogênio e enxofre.

Para produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e rendimento de óleo ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) os melhores rendimentos foram obtidos para a dose  $0 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, independente das doses de S aplicadas.

O maior teor foliar de nitrogênio foi obtido na dose de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N com  $0 \text{ kg ha}^{-1}$  de S.

O maior teor foliar de S foi obtido na dose  $0 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e S.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANNON, C. D.; BREEN, G. J.; CRASKE, J. D.; HAI, N. T.; HARPER, N. L.; O'ROURKE, K. L. Analysis of fatty acid methyl esters with high accuracy and reliability. III: Literature review of and investigations into the development of rapid procedures for the methoxide-catalysed methanol of fats and oils. **Journal of Chromatography**, v. 247, p.71-89, 1982.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. 1. ed. Brasília: SNDA/DNDV CLAV, 2009. 395p.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.de; FONTES, R.L.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 375-470.

CÉSAR, F.R.C.F. **Efeito do enxofre elementar na eficiência de fosfatos naturais**. 2012. 90 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba – SP.

DAJUE, L.; MUNDEL, H.H. **Safflower: *Carthamus tinctorius* L.** 1 ed. Rome: Internacional Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), 1996. 83p.

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.

GECGEL, U.; DEMIRCI, M.; ESENDAL, E.; TASAN, M. Fatty Acid Composition of the Oil from Developing Seeds of Different Varieties of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of the American Oil Chemists' Society*. v. 84, n.1, p. 47 -54, jan, 2007.

HOROWITZ, N.; MEURER, E.J. Uso do enxofre elementar como fertilizante. **Informações Agronômicas**, Rio Grande do Sul, n.112, dez. 2005. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/FFF8D721C52010DD83257AA1006ACD50/\\$FILE/Page4-7-112.pdf](http://www.ipni.net/publication/iabrasil.nsf/0/FFF8D721C52010DD83257AA1006ACD50/$FILE/Page4-7-112.pdf)>. Acesso em: 19 jan. 2015.

ICHIHARA, K. Formation of Oleosomes in Maturing Safflower Seeds. **Agricultural and Biological Chemistry**, Japan, n. 46, v. 7, p. 1767 – 1773, 1982.

JAMAL, A.; MOON, Y.S.; ABDIN, M.Z. Sulphur: a general overview and interaction with nitrogen. **Australian Journal of Crop Science**, v.4, n.7, p. 523 – 529, 2010.

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, 2013. p. 249-255.

KOUTROUBAS, S.D.; PAPAKOSTA, D.K.; DOITSINIS, A. Cultivar and seasonal effects on the contribution of pre-anthesis assimilates to safflower yield. **Field Crops Research**, v. 90, p. 263–274, 2004.

KOUTROUBAS, S.D.; PAPAKOSTA, D.K.; DOITSINIS, A. Nitrogen utilization efficiency of safflower hybrids and open-pollinated varieties under Mediterranean conditions. **Field Crops Research**, v. 107, p. 56–61, 2008.

KULEKCI, M.; POLAT, T.; OZTURK, E. The determination of economically optimum nitrogen dose in safflower production under dry conditions. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 14, n.4, p. 341 – 346, 2009.

LUCAS, F.T.; COUTINHO, E.L.M.; PAES, J.M.V.; BARBOSA, J.C. Produtividade e qualidade de grãos de canola em função da adubação nitrogenada e sulfatada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, suplemento 1, p. 3205-3218, 2013.

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

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

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

MOHAMADZADEH, M.; SEYED, S. A.; NOROF, M. S.; NASERI, R. The effects of planting date and row spacing on yield, yield components and associated traits in winter safflower under rain fed conditions. **American-Eurasian Journal Agricultural & Environmental Science**, Iran, v.10, n. 2, p. 200 -206, 2011.

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.

OGUT H.; OGUZ H., **Biodiesel: Third Millennium Fuel**. Nobel Publication. n. 745, p. 55-60. 2006.

RIBEIRO JR., J.I. **Análises estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301p.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. (ed.). 2013. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. edição revisada e ampliada. Brasília: Embrapa, 353 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TANAKA, D.L.; MERRILL, S.D. Deep-rooted safflower cuts fertilizers losses. **Agricultural Research Magazine**. Mandan, v. 46, n. 4, p.17, 1998.

VITTI, G.C.; FAVARIN, J.L.; GALLO, L.A.; STEFANO PIEDADE, S.M.de.; FARIA, M.R.M. de.; CICARONE, F. Assimilação foliar de enxofre elementar pela soja **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 225-229, fev, 2007.

YAU, S.K. Seed rate effects on rainfed and irrigated safflower yield in Eastern Mediterranean. **The Open Agriculture Journal**, v. 3, p. 32-36, 2009.