

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CARLOS JORGE DA SILVA

PROSPECÇÃO DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES NA CULTURA DO
CÁRTAMO

CURITIBA

2024

CARLOS JORGE DA SILVA

PROSPECÇÃO DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES NA CULTURA DO
CÁRTAMO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade

Orientador(a)/Professor(a): Prof.. Dr.
Renan Cantalice de Souza

CURITIBA

2023

PROSPECÇÃO DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES NA CULTURA DO CÁRTAMO

Carlos Jorge da Silva; Renan Cantalice de Souza

RESUMO

Objetivou-se verificar a possibilidade de uso de herbicidas pós-emergentes na cultura do cártamo. O experimento foi implantado em condição de casa de vegetação, no campo experimental do Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Campo Novo do Parecis (IFMT/CNP). No estudo utilizou-se 12 tratamentos de herbicidas, incluindo a testemunha. As aplicações foram realizadas aos 25 dias após a germinação com os ingredientes ativos etoxissulfuron, flumioxazina, nicosulfuron, piriobaque sódico, sulfentrazone e metsulfuron metílico, sendo alguns destes em diferentes doses.. Avaliaram-se a severidade dos danos aos 7, 14, 21 e 28 dias após as aplicações utilizando-se uma escala de nota de fitotoxicidades. Para as variáveis quantitativas, no final do ensaio, mensurou-se a altura de plantas, comprimento de raiz, número de folhas, masa fresca de raiz, massa seca de raiz, massa fresca de parte aérea e massa seca de parte aérea. Com exceção do etoxissulfuron, todos os ingredientes ativos, com devidos ajustes, poderão surgir como alternativas viáveis para manejar plantas daninhas de folhas largas na pós-emergência da cultura do cártamo.

Palavras-chave: seletividade. *Carthamus tinctorius*,

PROSPECTION OF POST-EMERGENT HERBICIDES IN SAFFLOWER
CROP

ABSTRACT

The objective was to verify the possibility of using post-emergent herbicides in safflower crops. The experiment was implemented under greenhouse conditions, in the experimental field of the Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Campo Novo do Parecis (IFMT/CNP). In this study was used 12 herbicide treatments, including the control. The applications were carried out at 25 day after germination with the active ingredients ethoxysulfuron, flumioxazine, nicosulfuron, pyriobaque sodium, sulfentrazone and methyl metsulfuron, some of these in different doses. The severity of the damage was evaluated at 7, 14, 21 and 28 days after applications using a phytotoxicity scale. For the quantitative variables, at the end of the test, plant height, root length, number of leaves, root fresh mass, root dry mass, aerial part fresh mass and aerial part dry mass were measured. With the exception of ethoxysulfuron, all active ingredients, with due adjustments, could emerge as viable alternatives for managing broad-leaved weeds in the post-emergence of safflower crops.

Keywords: selectivity; *Carthamus tinctorius*,

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	4
2 REVISÃO DE LITERATURA	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	13
5 CONCLUSÕES.....	18
6 REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

Na maior parte das áreas agricultáveis do cerrado brasileiro predomina-se um longo período de estiagem que normalmente se estende de meados de abril até o final de setembro, época que coincide com a implantação de culturas de segunda safra tardia.

Quando a colheita da cultura principal ou de verão, geralmente a soja, ocorre entre o mês de janeiro e a primeira quinzena de fevereiro, os produtores, normalmente, realizam a semeadura de uma cultura de segunda safra, tendo o milho como a principal espécie cultivada nesta época do ano devido às condições climáticas ainda serem propícias.

Em grande parte das áreas do cerrado, quando a colheita da cultura de verão ocorre tardiamente, torna-se inviável a semeadura de espécies tradicionais, onde se destacam, além do milho, o algodão e o girassol. Por coincidir com a estação de baixa disponibilidade hídrica e se tratando de uma atividade de alto risco, os agricultores muitas vezes optam por deixar estas áreas em pousio. Para se ter uma noção exata deste cenário, dados fornecidos pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2022), apontam que somente no Estado de Mato Grosso, em áreas previamente cultivadas com soja e levando em consideração as culturas utilizadas em sucessão, houve mais de três milhões de hectares em pousio ou sem cultivo, devido à falta de alternativas que viabilizassem o cultivo comercial durante este período de “safrinha tardia”.

Tendo em vista que a “janela” de produção do milho “safrinha”, nessas regiões, encerra-se no final de fevereiro, abrem-se oportunidades para outras culturas que ofereçam uma margem segurança para os agricultores e o cártamo se adequa perfeitamente às condições climáticas predominantes nas estações de outono e inverno no bioma do cerrado, por apresentar maior tolerância ao déficit hídrico e apresentar ciclo relativamente curto.

Apesar de todas estas vantagens citadas, o cártamo apresenta crescimento inicial lento tornando-o ineficiente na competição com plantas daninhas e por isso requer bom controle das mesmas para obtenção de níveis satisfatórios de produtividade (BERGMAN et al., 1979; BLACKSHAW et al., 1990; HELM et al., 1985), sendo que reduções maiores do que 70% têm sido documentadas em função dos processos de interferências das plantas daninhas na cultura.

O uso de herbicidas é uma alternativa para o controle destas plantas, hoje é o método mais econômico e eficiente principalmente em grandes áreas. No entanto, para se utilizar do controle químico, um fator de grande importância é o conhecimento da segurança na aplicação de diferentes herbicidas, ou seja, a seletividade da cultura. Tais informações são bastante restritas a nível mundial e não existem poucos trabalhos sobre seletividade de herbicidas em cártamo descritos na literatura nacional.

Apesar de grande expectativa na expansão da cultura no cerrado brasileiro, ainda existem poucos estudos de controle químico de plantas daninhas em cártamo, sendo que não existem herbicidas registrados para esta atividade no Brasil. Portanto, diante da possibilidade de uso controle químico de plantas daninhas que não causem intoxicação ao cártamo e evite a persistência no solo, de forma a não comprometer a próxima cultura, uma vez que o cártamo deve, futuramente, se consolidar como uma excelente alternativa para plantio em “safrinha”.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O cártamo é conhecido como “açafroa” ou “açafrao bastardo”, dentre outras denominações. É originário da Ásia e África com prováveis centros de origem: Índia, Afeganistão e Etiópia. Esta cultura é conhecida desde a antiguidade e era bastante utilizada como fonte de corante, extraído das flores, para tingir tecidos ou alimentos. Nas Américas, é cultivado desde o início do século XX, quando foi introduzida nos Estados Unidos (ASHRI E KNOWLES, 1960; DAJUE E MÜNDEL, 1996).

Atualmente vem sendo explorada principalmente devido ao seu potencial para a produção de óleo, cujos teores nas sementes, em algumas cultivares, podem atingir mais de 45%. O óleo de cártamo, além de ser utilizado na alimentação humana, também apresenta potencialidades como matéria prima para produção de biodiesel e na fabricação de tintas e vernizes (MÜNDEL et al., 2004).

O cártamo pertence à família das Asteraceas, gênero *Carthamus* e a espécie *Carthamus tinctorius* L. É uma planta anual, herbácea, de caule ereto e bastante ramificado. O sistema radicular é bastante desenvolvido, pivotante e pode atingir até 300 cm de profundidade, o que torna a cultura bastante tolerante à condição de baixa disponibilidade hídrica (DAJUE E MÜNDEL, 1996).

O cártamo é uma espécie diplóide com um número de cromossomos de $2n = 24$ (EKIN, 2005). Quanto ao modo de reprodução, ocorre predominante a autofecundação, geralmente, com uma taxa superior a 90%, embora no seu germoplasma podem ser encontrados acessos com uma taxa de cruzamento em torno de 50%. (DAJUE E MÜNDEL, 1996).

Em relação ao melhoramento do cártamo, as cultivares existentes, geralmente, são classificadas pela composição do óleo. Aquelas que compõem o grupo oleico, apresetam de 70 a 75% da constituição do referido ácido graxo. O segundo grupo, linoleico, possuem mais de 70% deste ácido conforme descrevem Gracia et al. (2010).

A ênfase principal no melhoramento do cártamo está voltada, principalmente, ao aumento de produção grãos. No entanto, para atender às exigências de condições locais específicas, dos sistemas de cultivo e de requisitos do mercado, os objetivos têm sido direcionados para produzir cultivares resistentes a doenças e pragas, e com alto teor e qualidade de óleo que é o principal foco da cultura na atualidade (EKIN, 2005).

Para o manejo de plantas invasoras na cultura, são encontrados algumas referências na literatura. A trifluralin é o principal herbicida utilizado na cultura nos Estados Unidos (HELM et al., 1985), no entanto este herbicida necessita de incorporação no solo o que é inviável em áreas de plantio direto. No Canadá somente os herbicidas trifluralin e ethalfluralin são registrados para uso no cártamo, entretanto, eles não controlam eficientemente plantas daninhas da família *Cruciferae* (ALBERTA, 1991). Os herbicidas chlorsulfuron, metsulfuron e thifensulfuron aplicados em pós emergência podem controlar seletivamente muitas plantas daninhas de folhas largas no cártamo (ANDERSON, 1987; BLACKSHAW et al., 1990), embora não possuam registro para aplicação na cultura.

Um outro importante fator a se considerar, é que a interferência de plantas daninhas pode resultar em perda de produtividade, menor qualidade do produto e aumento do custo de produção da cultura do cártamo. Em geral esta cultura é ineficiente na competição com plantas daninhas e requer bom controle das mesmas para obtenção de elevados níveis de produtividade (BERGMAN et al., 1979; BLACKSHAW et al., 1990; HELM et al., 1985), sendo que reduções maiores do que 70% têm sido documentadas em função dos processos de interferências das plantas daninhas na cultura (BLACKSHAW, 1990).

O uso de herbicidas é uma alternativa para o controle destas plantas, hoje é o método mais econômico e eficiente principalmente em grandes áreas. No entanto, para se utilizar do controle químico, um fator de grande importância é o conhecimento da segurança na aplicação de diferentes herbicidas, ou seja, a seletividade dos mesmos para a cultura. Tais informações são bastante restritas a nível mundial e não existem trabalhos sobre seletividade de herbicidas em cártamo descritos na literatura nacional.

Na literatura são encontrados resultados do controle de plantas daninhas em cártamo. O trifluralin é o principal herbicida utilizado na cultura nos Estados Unidos (HELM et al., 1985), no entanto este herbicida necessita de incorporação no solo o que inviável em áreas de plantio direto. No Canadá somente os herbicidas trifluralin e ethalfluralin são registrados para uso na cultura, entretanto, eles não controlam eficientemente plantas daninhas da família *Cruciferae* (ALBERTA, 1991). Os herbicidas chlorsulfuron, metsulfuron e thifensulfuron aplicados em pós emergência podem controlar seletivamente muitas plantas daninhas de folhas largas no cártamo

(ANDERSON, 1987; BLACKSHAW et al., 1990), embora não possuam registro para aplicação na cultura.

Apesar de grande expectativa na expansão da cultura no Brasil, ainda existem poucos estudos de controle químico de plantas daninhas em cártamo, sendo que não existem herbicidas registrados para esta atividade no Brasil. Portanto, diante da possibilidade de uso controle químico de plantas daninhas que não causem intoxicação ao cártamo e evite a persistência no solo, de forma a não comprometer a próxima cultura, uma vez que essa cultura deve se consolidar como uma excelente alternativa para plantio em “safrinha”.

Além da competição com plantas daninhas, outro fator limitante ao desenvolvimento e produtividade do cártamo é a compactação do solo. Esta situação é bastante recorrente em áreas cujos solos são submetidos ao manejo de preparo inadequado que causa resistência mecânica à penetração de raiz e reduz a disponibilidade de água e de nutrientes para as plantas, comprometendo assim, seu desempenho agrônômico. Esta condição, possivelmente, impossibilitará que a cultura do cártamo expresse todo seu potencial, devido sua interferência direta no seu principal mecanismo de tolerância da cultura ao período de baixa disponibilidade hídrica, o crescimento radicular.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, foram realizadas avaliações de herbicidas em pós-emergência na cultura do cártamo. Os testes foram realizados em casa de vegetação (Figura 1) do campo experimental do Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Campo Novo do Parecis (IFMT/CNP) localizada à margem da Rodovia MT 235, km 12. A região encontra-se a 572 metros de altitude e coordenadas geográficas: 13° 40' 31" de latitude sul; 57° 53' 31" de longitude Oeste. . A temperatura média do local é de 25°C

Figura 1- Disposição das unidades experimentais em casa-de-vegetação após a implantação dos testes para herbicidas em pós -emergência do cártamo



O experimento foi implantado no dia 27/08/2023 adotando-se o delineamento inteiramente casualizado, com 12 tratamentos e quatro repetições (Tabela 1). O genótipo utilizado foi uma linhagem pertencente ao germoplasma do Instituto Mato-Grossense do Algodão (IMAmt) que foi semeado em vasos com capacidade para 15 Litros de substrato constituído de um solo de textura argilosa (62,28%) coletado na área experimental do IFMT e posteriormente adubado na dose correspondente a 250 kg há⁻¹ da formulação 10-30-20 afim de atender as condições de fertilidade para pleno desenvolvimento das plantas.

Tabela 1– Tratamentos com herbicidas na pós-emergência da cultura do cártamo

Ingrediente ativo (i.a)	Dose de i.a em gramas ou ml ha ⁻¹
sulfentrazone	50,00
sulfentrazone	75,00
sulfentrazone	100,00
flumioxazina	20,00
flumioxazina	25,00
metsulfurom metílico	3,00
metsulfurom metílico	4,80
nicossulfurom	37,50
piritiobaque sódico	42,00
piritiobaque sódico	50,40
etoxissulfurom	24,00
Testemunha	-

. Em cada tratamento foram utilizados quatro vasos (repetições) contendo, inicialmente, dez sementes, dispostas a uma profundidade de três centímetros e em seguida adicionou-se uma camada de palha sobre os vasos (Figura 2 A), com intuito de evitar perdas excessiva de umidade. Logo após o estabelecimento das plantas (Figura 2 B), aos 20 dias após a germinação realizou-se o desbaste deixando-se cinco plantas por vaso e, na ocasião, realizou-se aplicação de nitrogênio em cobertura, numa dose equivalente a 50 kg ha⁻¹ utilizando a ureia como fonte do nutriente. A partir da semeadura, o suprimento hídrico se deu por meio de um sistema de irrigação por aspersão. Nos primeiros 20 dias houve um fornecimento diário de uma lâmina de 10 mm e após este período, o turno de rega era feito a cada dois dias aplicando-se uma lâmina de 30 mm e, sempre que necessário, uma suplementação no dia seguinte.

Figura 2- Implantação dos testes e adição de cobertura morta sobre as parcelas (à esquerda); momento de realização do desbaste de plantas e suprimento de nitrogênio em cobertura (à direita)



As aplicações ocorreram aos 30 dias após a semeadura (25 dias após a emergência) com a utilização de um pulverizador costal, pressurizado a base de CO₂, munido de uma barra com seis bicos de pontas leque de jato plano, anti-deriva amarelo, modelo B/11002-AD com ângulo de pulverização de 110^o, espaçados de 50 cm, regulado para uma vazão de 180 litros de calda por hectare.

Aos 7, 14, 21 e 28 dias após as aplicações, avaliou-se a severidade dos danos causados pelo herbicida por meio da escala de ALAM (1974).

Quadro 2 – Escala adaptada de Allam (1974), utilizada para a determinação do nível de fitotoxicidade em plantas de cártamo

Escala de notas	Descrição do dano
7	Sem danos visíveis nas plantas
6	Danos leves
5	Danos moderados
4	Danos acentuados sem morte de plantas
3	Danos severos com morte de plantas e redução de rendimento
2	Danos muito severos com morte de plantas e redução de rendimento
1	Morte total das plantas

Aos 58 dias após a implantação do experimento realizou-se as análises finais. As plantas foram retiradas cuidadosamente dos vasos eliminando-se o excesso de solo quando avaliou-se as seguintes variáveis::

Altura de plantas- AP (em centímetros): Obtida da média de duas plantas por parcela, medindo-se do colo até o ápice com uso de uma trena;

Comprimento de raiz- CR (em centímetros): Obtido da média de duas plantas por parcela, medindo-se do colo até o ápice com uso de uma trena;

Número de folhas por planta – NFP: Variável obtida por contagem e expressa pela média de duas plantas por parcela;

Massa fresca de raiz – MFR (em gramas): Com a utilização de uma balança de precisão em todas as pesagens, obteve-se a soma da massa de duas plantas por parcela após retirada do excesso de solo; lavagem em água corrente e o corte realizado no colo ;

Massa seca de raiz – MSR (em gramas): Após o procedimento anterior, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e submetidas a uma temperatura de 65^o C durante 48 horas em uma estufa de ar forçado e em seguida foi obtida a massa de duas plantas por parcela.

Massa fresca da parte aérea -MFA (em gramas): oriunda da soma da massa de duas plantas por parcela;

Massa seca da parte aérea – MSA (em gramas): Realizou-se o mesmo procedimento para massa seca de raiz.

Nos dados de severidade por serem expressos em escala de notas e não atenderem às pressuposições básicas da análise variância (anova) adotou-se uma análise descritiva . Por outro, lado os dados quantitativos foram submetidos à anova e as comparações entre os tratamentos por meio do teste de Student-Newman-Keuls (SNK) a 5%.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Como ocorre comumente com uso dos herbicidas inibidores da Protox, em menos de 24 horas já foi possível observar os danos característicos, tanto para sulfentrazone quanto para flumioxazina independentemente da dose aplicada. Na avaliação aos sete dias (Tabela 1), observou-se para estes ingredientes ativos que o grau de severidade era crescente à medida que aumentou-se a dose

Tabela 3. Escala adaptada de Allam, utilizada para a determinação do nível de fitotoxicidade em plantas de cártam aos 7, 14, 21 e 28 DAA dias após a aplicação dos herbicidas (DAA)

Tratamento	Escala de danos			
	7 DAA	14 DAA	21 DAA	28 DAA
sulfentrazone 50 g i.a ha ⁻¹	6	6	7	7
sulfentrazone 75 g i.a ha ⁻¹	5	6	7	7
sulfentrazone 100 g i.a ha ⁻¹	4	5	7	7
flumioxazina 20 g i.a ha ⁻¹	5	5	6	7
flumioxazina 25 g i.a ha ⁻¹	4	5	6	7
metsulfurom metílico 3 g i.a ha ⁻¹	6	6	7	7
metsulfurom metílico 4,8 g i.a ha ⁻¹	6	6	6	7
nicossulfurom 37,5 g i.a ha ⁻¹	6	5	6	7
piritobaque sódico 42 g i.a ha ⁻¹	6	6	7	7
piritobaque sódico 50,4 g i.a ha ⁻¹	6	6	7	7
etoxissulfurom 24 g i.a ha ⁻¹	5	2	1	1
Testemunha	7	7	7	7

Com relação aos herbicidas inibidores da acetolactato sintase (ALS), na primeira avaliação observou-se uma leve clorose para os herbicidas metsulfurom metílico, nicossulfurom e peritobaque sódico a qual pode-se classificar como danos leves em todos os tratamentos envolvendo estas moléculas; enquanto o etoxissulfurom apresentou maior agressividade.

Dois semanas após a aplicação, o nicossulfurom e o etoxissulfurom, tiveram seu efeito mais acentuado passando para danos moderados e danos muito severos com morte de plantas e redução de rendimento, respectivamente. Nos demais tratamentos o quadro sintomológico foi mantido ou regrediu para um grau mais leve, principalmente para os inibidores da Protox, que por serem herbicidas de contato, não afetaram as folhas jovens

que surgiram após a aplicação. Enquanto para os inibidores da ALS, que transloucam-se pelo xilema e via floema, sua ação é mais lenta e pode afetar as estruturas formadas posteriormente, por isso os sintomas são mais persistentes ou mesmo mais acentuados como ocorreu para o etoxissulfurom que na terceira semana ocasionou a morte de todas as plantas tratadas.

Passados 21 dias, apenas as parcelas tratadas com flumioxazina, metsulfurom metílico (maior dose) e nicossulfurom ainda apresentavam alguns sintomas, classificados como leve. Por fim, aos 28 dias após a aplicação, com exceção do etoxissulfurom, não se constatou nenhum sintoma visível.

Para altura de plantas e número médio de folhas de folhas fotossinteticamente ativas (Tabela 4), não observou-se diferença entre os tratamentos com os herbicidas e a testemunha, o que pode ser considerado um bom indicativo, uma vez que a não redução do porte das plantas e a maior quantidade de folhas pode influenciar positivamente na quantidade de estruturas reprodutivas e, conseqüentemente, na produtividade.

Tabela 4. Altura de plantas (AP), comprimento de raiz (CR), em centímetros, e número de folhas por planta de cártamo em função de diferentes ingredientes ativos de herbicidas aplicados em pós-emergência

Tratamento	AP	CR	NMF
sulfentrazone 50 g i.a ha ⁻¹	29,12 a	19,81 ab	22,37 a
sulfentrazone 75 g i.a ha ⁻¹	32,90 a	20,50 ab	21,63 a
sulfentrazone 100 g i.a ha ⁻¹	33,00 a	20,25 ab	22,63 a
flumioxazina 20 g i.a ha ⁻¹	30,25 a	18,75 ab	21,63 a
flumioxazina 25 g i.a ha ⁻¹	31,25 a	19,00 ab	21,13 a
metsulfurom metílico 3 g i.a ha ⁻¹	31,37 a	18,50 ab	21,88 a
metsulfurom metílico 4,8 g i.a ha ⁻¹	29,00 a	19,38 ab	23,87 a
nicossulfurom 37,5 g i.a ha ⁻¹	26,50 a	17,00 a	18,80 a
piritobaque sódico 42 g i.a ha ⁻¹	31,13 a	18,50 ab	22,13 a
piritobaque sódico 50,4 g i.a ha ⁻¹	26,00 a	19,00 ab	22,50 a
Testemunha	30,63 a	22,68 b	21,38 a
CV%	12,36	10,97	14,74

Comparação de médias realizadas pelo teste SNK a 5% de probabilidade

Com relação ao comprimento de raiz, o nicossulfurom foi o herbicida que mais influenciou nesta característica. Levando em consideração que o cártamo é uma cultura altamente sensível a excesso de umidade e diferentemente das culturas tradicionais como milho, algodão, gergelim, girassol que ocupam as primeiras áreas colhidas pela cultura de verão (soja), sua implantação deve ocorrer sempre no final

da “janela” de semeadura, naquelas áreas que em condições normais seriam destinadas a plantas de cobertura, ou simplesmente ao pousio. Neste cenário, uso de herbicidas que limitem a crescimento radicular deve ser visto com maior critério porque além da cultura está inserido numa condição de baixa disponibilidade hídrica, possivelmente os talhões de maior potencial produtivo já devem estar ocupados por culturas de maior importância econômica.

Estratégias que favoreçam um bom estabelecimento do cártamo, como a manutenção de matéria orgânica no sistema, mesmo em solos mais arenosos; utilização de rotação de cultura com plantas que possibilitem melhor estruturação e sua permanente cobertura para que não haja perdas de umidade e prejudique ainda mais a performance dessa oleaginosa. Outras práticas corretivas como gessagem e calagem também são necessárias a fim de manter as plantas com maior capacidade de tolerar o tratamento com os herbicidas sem maiores prejuízos à produtividade.

Por terem sido avaliados em condição controlada, com suprimento regular de umidade por meio da irrigação, as plantas tratadas com nicossulfurom, mesmo tendo seu sistema radicular reduzido, a altura de plantas não foi afetada quando comparada com os demais tratamentos, porém em condição de campo, caso não sejam adotadas práticas conservacionistas o uso desta molécula poderá ser prejudicial.

Outro aspecto a ser considerado, por se tratar de uma cultura de segunda safra, sua implantação ocorrerá em sucessão à cultura da soja e com isso surge outro grande desafio, controlar plantas voluntárias dentro da lavoura do cártamo, o que torne-se uma prática obrigatório devido as leis estaduais que institui o vazio sanitário e por isso, os herbicidas inibidores da ALS serão importantes “ferramentas” para esta finalidade a exemplo do que ocorre na cultura do algodão com uso do piritiobaque sódico e da cultura do milho, com a adoção do nicossulfurom e outros ingredientes ativos.

Muito embora o cártamo possa ser posicionado em condições mais restritivas e com menor pressão de plantas daninhas, o controle das espécies de folha larga é um grande desafio devido a limitação da seletividade da cultura, diferentemente do que ocorre com os principais gramínicidas (KRENCHINSK et al., 2019).

A massa fresca de raiz e massa seca de raiz não diferiram entre os tratamentos (Tabela 5). No entanto, plantas com mesma massa podem apresentar comprimento diferente, sendo que as de maior tamanho conseguem explorar maiores profundidades de solo e se beneficiarem de condições mais favoráveis para um bom desenvolvimento da planta, desde que o solo não apresente impedimentos químicos como alta saturação de alumínio, baixos teores de cálcio e enxofre ou limitações físicas como captação nas camadas mais profundas e até mesmo de fatores bióticos como infestação de nematóides.. Quaisquer destes fatores adversos individualmente ou ocorrendo simultaneamente poderão implicar em menor seletividade da cultura aos herbicidas em questão.

Tabela 5- Massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR), massa fresca da parte aérea (MFA) e massa seca da parte aérea (MSA) em gramas de plantas de cártamo submetidas a diferentes herbicidas em pós emergência

Tratamento	MFR	MSR	MFA	MSA
sulfentrazone 50 g i.a ha ⁻¹	6,44 a	2,41 a	31,03 bc	4,96 a
sulfentrazone 75 g i.a ha ⁻¹	6,42 a	2,48 a	33,43 c	5,06 a
sulfentrazone 100 g i.a ha ⁻¹	4,98 a	1,83 a	33,93 c	5,03 a
flumioxazina 20 g i.a ha ⁻¹	6,38 a	2,62 a	21,25 ad	4,05 ab
flumioxazina 25 g i.a ha ⁻¹	6,31 a	2,46 a	23,26 abd	4,52 a
metsulfurom metílico 3 g i.a ha ⁻¹	5,48 a	2,14 a	28,79 abc	4,75 a
metsulfurom metílico 4,8 g i.a ha ⁻¹	5,67 a	2,28 a	23,02 abd	4,13 ab
nicossulfurom 37,5 g i.a ha ⁻¹	5,92 a	2,53 a	18,93 d	4,15 ab
pirtiobaque sódico 42 g i.a ha ⁻¹	4,60 a	1,92 a	29,95 abc	4,99 a
pirtiobaque sódico 50,4 g i.a ha ⁻¹	4,40 a	1,83 a	21,05 ad	3,30 b
Testemunha	6,41 a	2,63 a	29,56 abc	4,92 a
CV%	15,64	16,98	15,43	13,06

O nicossulfurom e o pirtiobaque sódico na dose 50,4 g i.a ha⁻¹ proporcionaram as menores massa fresca da parte aérea, respectivamente. Por outro lado, os tratamentos a base de sulfentrazone proporcionaram maiores acúmulos. Porém, vale ressaltar que apenas a dose de 100 g ha⁻¹ possui registro de bula para dessecação das plantas daninhas em pré-colheita de algumas culturas como a soja, por exemplo.

Atualmente, mesmo nas culturas cujos herbicidas em questão possuem registro, há uma tendência cada vez maior de que as novas cultivares sejam cada vez menos tolerantes devido ao potencial produtivo mais elevados e ciclos ainda mais curtos, por isso qualquer estresse causado por herbicida pode comprometer sua performance. Em decorrência disso as empresas têm buscado formulações mais modernas que permitem aplicação de doses cada vez menores. Por outro lado, nesta condição o controle de plantas daninhas torna-se ainda mais desafiador e integrar outras práticas de manejo fica cada vez mais imprescindíveis.

Como a cultura do cártamo deve ser posicionada sempre em segunda safra tardia, haverá oportunidade de desinfestação das plantas daninhas e até mesmo da soja voluntária nestas áreas no período da pré-semeadura com adoção de herbicidas de amplo espectro associados com moléculas de ação residual. Tomadas estas providências, realizando-se semeadura no limpo, uso de produtos com efeito residual, as plantas daninhas serão mais facilmente controladas na pós-emergência da cultura, porque espera-se que os primeiros fluxos sejam controlados pelos pré-emergentes, caso seja identificada alguma alternativa

O nicossulfurom e o piritiobaque sódico ($50,4 \text{ g i.a ha}^{-1}$) proporcionaram menores acúmulos de matéria fresca da parte aérea, mesmo não apresentando sintomas severos de fitotoxicidade quando comparado aos demais tratamentos na etapa final das avaliações. Por outro lado, o sulfentrazone não afetou a MFA quando comparada com a testemunha. Para a matéria seca da parte aérea, o piritiobaque sódico ($50,4 \text{ g i.a ha}^{-1}$) foi o tratamento que mais afetou esta característica.

5 CONCLUSÕES

A Cultura do cártamo não possui seletividade ao herbicidas etoxissulfurom na dose comercial;

O nicossulfurom reduz o comprimento de raiz do cártamo por isso seu uso pode ser inviabilizado;

O metssulfurom metílico poderá ser uma opção viável para controle de plantas daninhas na pós-emergência do cártamo;

O piritiobaque sódico apresenta potencial de uso na cultura do cártamo na dose de 42 g ha⁻¹ do ingrediente ativo;

O sulfentrazone apesar de causar fitotoxicidade em plantas de cártamo, não afeta significativamente o desenvolvimento da cultura;

A flumixazina na dose de 20 g ha⁻¹ poderá contribuir para o manejo de plantas daninhas na cultura do cártamo embora cause injúrias nos tecidos tratados.

6 REFERÊNCIAS

- ALBERTA AGRICULTURE. 1991. Pages 4-114 in Guide to crop protection in Alberta. Agdex 606-1. **Alberta Agric.**, Edmonton, Alberta.
- ANDERSON, R. L. 1987. Broadleaf weed control in safflower (*Carthamus tinctorius*) with sulfonylurea herbicides. **Weed Technol.** 1:242-246.
- ASHRI, A.; KNOWLES, P. F. Cytogenetic of safflower *Carthamus tinctorius* L. species and their hybrids. **Agronomy Journal**, v. 52, n. 1, p. 11-17, 1960.
- BERGMAN, J. W.; HARTMAN, G. P.; BLACK, A. L.; BROWN, P. L.; RIVELAND, N. R. 1979. **Safflower production guidelines**. Capsule Info .Ser. No. 8, Mont.Agric. Exp.Stn. Bozeman, MT.
- BLACKSHAW, R. E.; DERKSEN, D. A.; MUENDEL, H. H. 1990. Herbicides for weed control in safflower (*Carthamus tinctorius*). **Can. J. Plant Sci.** 70:237-245.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, 2022, 30p.
- DAJUE, L; MÜNDEL, H. H. **Safflower (*Cartamus tinctorius*L.).Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crop** .IPGRI: International Plant Genetic Resource Institute. Rome, 1996. 81p.
- EKIN, Z. Ressurgence of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) utilization: A global view. **Journal Agronomic**, v.4, n.2 p.83-87, 2005.
- FERREIRA, D. F., Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2012.
- GRACIA, A. B.; MÁRQUEZ, J. P.; CAMARENA, M. G. G.; ESPINOZA, X. M. O.; CORONADO, L. M.; CERVANTES, J. M. **Guia para produzir cártamo em Sinaloa**. Fundación Produce, Sinaloa México, 2010, 22p.
- HELM, J. L.; RIVELAND, N.; SCHNEITER, A. A.; SOBOLIK, F.1985. **Safflower production**. North Dakota State Univ. Coop. Ext. Serv., Fargo.
- KRENCHINSK, F. H; PEREIRA, V.G.C; GIOVANELLI, B,F; MATTIUZZI, M, D;ALBRECHT, A, J, P; WAGNER, F, G. **Seletividade de herbicidas na cultura do cártamo**. Revista Brasileira de ciência de plantas daninhas. v. 18, n. 1.p 1-9, 2029.
- MUNDEL, H. H.; BLACKSHOW, R. E.; BYERS, J. R.; HUANG, H. C; JOHNSON, D. L; KEON, R. **Safflower production on the Canadian Prairies**. Lethbridge, Canada. 2004, 36p.