

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**PERÍODO DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS E
SELETIVIDADE A HERBICIDAS NA CULTURA DO CRAMBE
(*Crambe abyssinica* Hochst)**

RODOLPHO FREIRE MARQUES

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL**

2012

**PERÍODO DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS E
SELETIVIDADE A HERBICIDAS NA CULTURA DO CRAMBE
(*Crambe abyssinica* Hoechst)**

RODOLPHO FREIRE MARQUES

Engenheiro Agrônomo

ORIENTADOR: PROF. DR. LUIZ CARLOS FERREIRA DE SOUZA

Dissertação 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 Mestre.

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL**

2012

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

633.8
M357p Marques, Rodolpho Freire.
Período de interferência de plantas daninhas e seletividade a herbicidas na cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) / Rodolpho Freire Marques – Dourados-MS : UFGD, 2012.
70 f.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza.

Dissertação (Mestrado em Agronomia)
Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Crambe. 2. Planta oleaginosa. 3. Fitotoxicidade. I. Título.

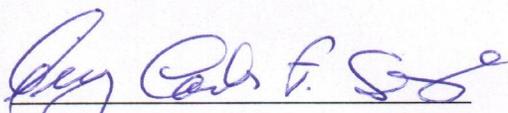
**PERÍODO DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS E
SELETIVIDADE A HERBICIDAS NA CULTURA DO CRAMBE
(*Crambe abyssinica* Hoechst)**

por

RODOLPHO FREIRE MARQUES

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

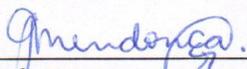
Aprovada em: 22 / 08 / 2012



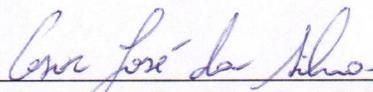
Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza
Orientador – FCA – UFGD



Prof. Dr. Tarcisio de Oliveira Valente
Membro Titular – FCA – UFGD



Prof.ª Dr.ª Cristiane Gonçalves de Mendonça
Membro Titular – Unidade
Universitária de Aquidauana - UEMS



Pesquisador Dr. Cesar José da Silva
Membro Titular – CPAO - Embrapa

A DEUS por mais essa conquista, por todas bênçãos concedidas.

*A minha família por sempre estar presente, torcendo, incentivando e
acreditando que esse sonho iria se concretizar.*

*Aos meus pais Vilma F. de A. Bispo e Sidnei M. Bispo pelo carinho e
conforto.*

E a todos que tenho em pensamento que fizeram parte dessa etapa vencida.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida. E por sempre estar presente na minha vida, por mais uma etapa vencida e a realização de um sonho.

A minha família que sempre esteve ao meu lado em minha vida, sempre me incentivando, dando força, carinho e ajudando nos momentos difíceis. Valeu pela torcida e é para todos vocês que agradeço por mais esta conquista.

Aos meus pais, pela educação e valores transmitidos e que não mediram esforços para me apoiar e auxiliar.

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza, pelo apoio, colaboração, conhecimento, amizade e orientação durante a realização desta pesquisa. Aos professores Tarcisio Valente, Munir Mauad, Cristiane G. de Mendonça e o pesquisador Cesar J. da Silva, pelas revisões e correções.

A Carla Regina Baptista Gordin, pela dedicação, incentivo, pelos dias dedicados à execução desse trabalho e, pelo companheirismo na profissão.

A Universidade Federal da Grande Dourados e ao Programa de Pós – Graduação pela oportunidade da realização do curso, e a todos os professores que dele fazem parte, sou muito grato pelo compartilhamento do conhecimento transmitido.

Aos amigos que me ajudaram e contribuíram com o desenvolvimento desse trabalho.

Por tanto não é possível citar os nomes de todas as pessoas que fizeram parte desta fase da minha vida e que muito me ajudaram. Mas agradeço a todos que de uma forma ou de outra estiveram presente nesta jornada, contribuindo com esse momento, o meu sincero MUITO OBRIGADO e que Deus lhes abençoe!

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO GERAL	x
ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO GERAL.....	14
CAPÍTULO I - PERÍODO DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO CRAMBE (<i>Crambe abyssinica</i> Hoechst)	
INTRODUÇÃO	24
MATERIAL E MÉTODOS	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
CAPÍTULO II - SELETIVIDADE A HERBICIDAS NA CULTURA DO CRAMBE	
INTRODUÇÃO	50
MATERIAL E MÉTODOS	53
RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS.....	68

LISTA DE TABELAS

PÁGINA

CAPÍTULO I

- Tabela 1 – Descrição dos tratamentos experimentais. Fazenda Experimental/UFGD. Dourados-MS. 2011. 28
- Tabela 2 – Descrição da comunidade infestante identificada durante o ciclo do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) classificada segundo a família, espécie e nome popular e a densidade média. Fazenda Experimental/UFGD. Dourados-MS. 2011. 32
- Tabela 3 – Parâmetros determinados para as equações sigmóides ajustadas aos dados de produção, em função dos períodos de convivência ou controle das plantas daninhas. Fazenda Experimental/UFGD. Dourados - MS. 2011. 40

CAPÍTULO II

- Tabela 1 – Herbicidas e doses utilizados para o estudo de seletividade na cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst). Fazenda Experimental/UFGD. Dourados - MS. 2010/2011. 54

Tabela 2 – Dados climatológicos no momento da aplicação dos tratamentos na cultura do crambe (<i>Crambe abyssinica</i> Hoechst). Fazenda Experimental/UFGD. Dourados - MS. 2010/2011.	55
Tabela 3 – Resultado médio de fitotoxicidade visual na cultura do crambe (<i>Crambe abyssinica</i> Hoechst) submetida a diferentes herbicidas e doses em diferentes datas de avaliação. Fazenda Experimental/UFGD. Dourados, MS, 2010.	58
Tabela 4 – Resultado médio de fitotoxicidade visual na cultura do crambe (<i>Crambe abyssinica</i> Hoechst) submetida a diferentes herbicidas e doses, em diferentes datas de avaliação. Fazenda Experimental/UFGD. Dourados, MS, 2011.	59
Tabela 5 – Produtividade (kg ha^{-1}), massa seca (g planta^{-1}), altura (cm) e massa de mil grãos (g) da cultura do crambe (<i>Crambe abyssinica</i> Hoechst) submetida a diferentes herbicidas e doses. Fazenda Experimental/UFGD. Dourados, MS, 2010.	61
Tabela 6 – Produtividade (kg ha^{-1}), massa seca (g planta^{-1}), altura (cm) e massa de mil grãos (g) da cultura do crambe (<i>Crambe abyssinica</i> Hoechst) submetida a diferentes herbicidas e doses. Fazenda Experimental/UFGD. Dourados, MS, 2011.	62

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

CAPÍTULO I

- Figura 1 – Densidade total das plantas daninhas (m^2) que constituíram a comunidade infestante em resposta aos dias de convivência com a cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst). Fazenda Experimental/UFGD. Dourados-MS. 2011. 34
- Figura 2 – Massa seca total ($g m^{-2}$) das plantas daninhas que constituíram a comunidade infestante em resposta aos dias de convivência com a cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst). Fazenda Experimental/UFGD. Dourados-MS. 2011. 35
- Figura 3 – Massa Seca ($g planta^{-1}$) das plantas de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) ajustada pela regressão não-linear, para interferência inicialmente com e sem convivência, em função do dias após a emergência (DAE). Fazenda Experimental/UFGD. Dourados-MS. 2011. 37
- Figura 4 – Altura das plantas (cm) de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), ajustada pela regressão não-linear, para interferência inicialmente com e sem convivência, em função de dias após a emergência (DAE). Fazenda Experimental/UFGD. Dourados-MS. 2011..... 38
- Figura 5 – Produtividade de grãos de crambe ($kg ha^{-1}$) em dois modelos de interferência de plantas daninhas, sem convivência (com controle) e com convivência (sem controle), sobre a cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), dados ajustados pelo modelo sigmóide. Fazenda Experimental/UFGD. Dourados-MS. 2011. 40

Figura 6 – Efeito da massa seca (g m^{-2}) das plantas daninhas sobre a produtividade (kg ha^{-1}) da cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) em resposta aos períodos de convivência. Fazenda Experimental/UFGD. Dourados – MS. 2011. 42

**PERÍODO DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS E
SELETIVIDADE A HERBICIDAS NA CULTURA DO CRAMBE
(*Crambe abyssinica* Hoechst)**

Autor: Rodolpho Freire Marques

Orientador: Luiz Carlos Ferreira de Souza

RESUMO GERAL - O crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) pode ser uma cultura oleaginosa promissora para produção de matéria-prima para a obtenção de biodiesel, pois contém um percentual entre 26 e 38% de óleo nos grãos e alto teor de ácido erúico, um ácido graxo de cadeia longa que tem alto valor industrial. Originário da Etiópia e domesticado na região do Mediterrâneo, o crambe pertence à família das Brassicaceae, com boa tolerância a variações climáticas, baixo custo de produção e precocidade, uma das principais vantagens da cultura, floresce aos 35 dias e pode ser colhida aos 85-90 dias. Por se tratar de uma cultura nova no país e ter um mercado ainda pouco expressivo, não possui um sistema de produção estabelecido e são quase inexistentes as informações a respeito dos tratos culturais, principalmente sobre o período de convivência das plantas daninhas e a cultura, e a recomendação de herbicidas para o controle químico das mesmas. Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho determinar os períodos de interferência das plantas daninhas e estudar o efeito dessa competição na produtividade, como também avaliar a seletividade de herbicidas e de doses aplicados na cultura do crambe. Foram realizados dois experimentos em condições de campo nos anos de 2010 e 2011, na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, localizada em Dourados, MS. No primeiro experimento foi estudado os períodos de controle e de convivência após a emergência da cultura: 0 – 10, 0 – 20, 0 – 30, 0 – 40 e 0 – 50 dias após a emergência (DAE), sendo que a testemunha foi representada pelos períodos de convivência (sujo) e de controle (limpo) de 0 – 90 DAE, realizando-se a colheita, ao final desse período. Para a determinação dos períodos de interferência das plantas daninhas, os dados dos rendimentos obtidos nos diferentes períodos, em ambos os modelos de interferência, foram ajustados a um modelo de regressão não linear, admitindo-se 5% de redução na produção de grãos. No segundo experimento foi estudada a seletividade dos herbicidas aplicados na cultura do crambe, sendo que os tratamentos utilizados foram: em pré-emergência o S-Metolachlor (0; 600; 1200 g ha⁻¹) e em pós-emergência o Fomesafen (0; 112; 225 g ha⁻¹), Fomesafen + Fluazifop-P-Butil

(0; 112 + 100; 225 + 200 g ha⁻¹), Bentazon (0; 350; 700 g ha⁻¹) e Bentazon + Imazomox (0; 300 + 14; 600 + 28 g ha⁻¹), aplicados quando as plantas apresentavam entre quatro e seis folhas. Utilizou-se um pulverizador costal, pressurizado a CO₂ com volume de calda de pulverização de 150 L ha⁻¹. As avaliações visuais de fitotoxicidade foram realizadas aos 7, 14, e 21 dias após a aplicação (DAA). As notas visuais seguiram uma escala de percentual, em que 0 (zero) correspondeu a nenhuma injúria demonstrada pelas plantas e 100 (cem) a morte total das plantas. Os resultados foram submetidos a análise de variância, sendo considerados seletivos os herbicidas que não apresentaram efeito significativo, em nível de 5% para o teste F, em relação a suas testemunhas. Nas condições em que os experimentos foram realizados concluiu-se que a comunidade infestante identificada na cultura do crambe foi composta por 21 espécies, verificando-se perdas de até 80% na presença das plantas daninhas ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura. A interferência imposta pela convivência com as plantas daninhas refletiu negativamente em todos os parâmetros de desenvolvimento das plantas de crambe, revelando que o período anterior à interferência (PAI) tolerado pela cultura foi de 10 DAE e o período total de prevenção à interferência (PTPI) de 40 DAE, resultando num período crítico de prevenção à interferência (PCPI) de 10 a 40 DAE. As doses e os herbicidas estudados não foram seletivos a cultura do crambe.

Palavras-chave: Períodos de controle, convivência, comunidade infestante, fitotoxicidade, oleaginosa.

**PERIOD OF INTERFERENCE OF WEEDS AND HERBICIDE SELECTIVITY
IN THE CRAMBE CROP (*Crambe abyssinica* Hoechst)**

Author: Rodolpho Freire Marques

Leader: Luiz Carlos Ferreira de Souza

ABSTRACT - The crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) has shown a promising oil crop for the production of raw material for the production of biodiesel, because it contains a percentage between 26 and 38% grain oil and high erucic acid, a fatty acid long chain that has a high industrial value. Originally from Ethiopia and domesticated in the Mediterranean, the crambe belongs to the family Brassicaceae, is a rustic plant, with good tolerance to variations in climate, low cost production and precocity, one of the main advantages of culture that flowers at 35 days and can be harvested at days 85-90. Because it is a new culture in the country and have a market still very expressive, does not have a production system established and are almost nonexistent information about the cultivation, especially on weed interference imposed culture and use of chemical herbicides to control them. Therefore, the aim with this work to determine the periods of weed interference and to study the effect of competition on productivity, but also to evaluate the selectivity of doses and herbicides applied in the crambe crop. Two experiments were conducted under field conditions in the years 2010 and 2011 at the Experimental Farm of Agricultural Sciences University of Grande Dourados, located in Dourados, MS. In the first experiment was studied the initial periods of control and coping after crop emergence in the periods 0-10, 0-20, 0-30, 0-40 and 0-50 days after emergence (DAE), and the witness was represented by the coexistence periods (dirty) and control (clean) from 0 to 90 DAE, performing at the end of this period, the harvest. For the determination of periods of weed interference, the data yields obtained in different periods, in both models of interference were fitted to a nonlinear regression model, assuming 5% reduction in yield. The second experiment studied the selectivity of the herbicides applied in the crambe crop, the treatments were used: in pre-emergence S-Metolachlor (0, 600, 1200 g ha⁻¹) and post-emergence Fomesafen (0, 112, 225 g ha⁻¹), Fomesafen + Fluazifop-P-Butyl (0, 112 + 100, was 225 + 200 g ha⁻¹), Bentazon (0, 350, 700 g ha⁻¹) and Bentazon + Imazomox (0, 300 14 +, 600 + 28 g ha⁻¹), applied when plants had between four and six leaves. Was used a sprayer system, pressurized CO₂ to solution volume of 150 L ha⁻¹. The visual phytotoxicity assessments

were performed at 7, 14, and 21 days after application (DAA). The visual grades followed a percentage scale, where 0 (zero) corresponds to no injury demonstrated by plants and 100 (one hundred) plant death. The results were analyzed statistically by analysis of variance, as selective herbicides that had no significant effect on the 5% level for the F test in relation to witnesses. In conditions where the experiments were performed it was concluded that the weed community identified in the crambe crop was composed of 21 species, verifying losses of up to 80% in the weeds along the development cycle of culture. The interference imposed by living with weeds reflected negatively on all parameters of development of crambe plants, revealing that the period previous to interference (PPI) tolerated after crambe plant emergence was 10 DAE and the total period of interference prevention (TPIP) of 40 DAE, resulting in a critical period of interference prevention (CPIP), 10 to 40 DAE. The herbicides applied were not selective the crambe crop.

Keywords: Periods of control, coexistence, weed, phytotoxicity, oilseed.

INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente existe um crescente interesse mundial por fontes alternativas de energia, principalmente aquelas que contribuem para reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa, característica das fontes tradicionais de energia fóssil (TRZECIAK et al., 2008). Com isso, a busca por alternativas mais sustentáveis para a produção de energia é um dos grandes desafios mundiais, levando à realização de estudos na área de biocombustíveis, que inclui o etanol proveniente de milho (*Zea mays*) e da cana-de-açúcar (*Saccharum spp* L.) e o biodiesel produzido a partir de matéria-prima animal ou vegetal.

O biodiesel é um combustível biodegradável, oriundo de fontes renováveis, obtido comumente a partir da reação química de óleos ou gorduras com um álcool, na presença de um catalisador, da qual resulta um novo éster e um álcool (DELATORRE et al., 2011). Crestana (2005) ainda define o biodiesel como um éster monoalquílico de ácidos graxos de cadeia longa, derivado de lipídios naturais. Pode ser obtido através de três processos: craqueamento, esterificação e transesterificação, sendo o último, atualmente, o processo mais utilizado para a produção de biodiesel e cujo objetivo é modificar a estrutura molecular do óleo vegetal, tornando-a praticamente idêntica a do óleo diesel e, por consequência, com propriedades físico-químicas similares (TRZECIAK et al., 2008).

Esse biocombustível possui objetivos ambientais e sociais e está associado à fixação do homem nas áreas rurais, geração de emprego, renda e minimização da emissão de gases que contribuem para as mudanças climáticas globais. Estrategicamente, a produção de biodiesel visa também à diversificação da matriz energética, principalmente dos países importadores de diesel mineral (NETO, 2005).

A produção de biodiesel nacional encontra-se, porém, alicerçada em culturas anuais, principalmente de ciclo primavera/verão, faltando alternativas para o outono/inverno a fim de dar continuidade à produção de biodiesel. As espécies escolhidas devem ter propósitos comerciais e de manutenção ou recuperação do ambiente e para a obtenção de máxima eficiência da capacidade produtiva do solo, o planejamento de rotação deve considerar, além das espécies comerciais, aquelas destinadas à cobertura do solo, que produzam grandes quantidades de biomassa,

cultivadas quer em condição solteira ou em consórcio com culturas comerciais (JASPER et al., 2010).

A busca por espécies alternativas para compor os sistemas de produção é de fundamental importância, principalmente para serem semeadas no período da safrinha, época em que grandes áreas ficam em pousio, possibilitando a produção de matéria-prima para a indústria, além de fazer com que o produtor tenha uma possibilidade a mais de geração de renda, contribuindo para o estabelecimento da rotação de culturas com a soja e milho semeados no verão. Assim, a otimização do uso da terra e do maquinário, faz com que a agricultura para geração de energia seja exercida com custos fixos parcialmente amortizados (ROSCOE & DELMONTES, 2008). Além disso, os milhões de hectares de que dispõe nosso país poderiam ser destinados ao cultivo de culturas oleaginosas anuais para produção de biodiesel sem a necessidade de abertura de novas áreas.

Para a produção de biodiesel utilizando-se de espécies vegetais é imprescindível a considerar alguns fatores, como: teor e qualidade de óleo, produção por unidade de área, adaptação a diferentes sistemas produtivos, ciclo da cultura e adaptação regional. A lista de espécies potenciais é superior a cem, das quais pelo menos dez apresentam boa potencialidade para domesticação e futura exploração comercial. Existem algumas espécies que ainda requerem maior estudo e desenvolvimento de melhores tecnologias de produção e de industrialização. Porém, outras estão aptas, apenas à espera de projetos que invistam na sua expansão (TRZECIAK et al., 2008).

Com intuito de se tornar uma fonte oleaginosa para produção de biodiesel e por não ser recomendado para o consumo humano, sendo destinado à indústria química, iniciou-se estudo com a cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst), planta pertencente à família Brassicaceae (antiga Crucífera), a mesma da colza (*Brassica napus*) e do nabo forrageiro (*Raphanus sativus*). É originário da Etiópia, região de transição entre temperada e quente com precipitação moderada, entretanto, durante sua domesticação foi adaptado às regiões secas e frias do Mediterrâneo (KNIGHTS, 2002).

Ainda pouco conhecido no Brasil, o crambe é tradicionalmente produzido nos Estados Unidos e Europa. A planta é robusta, de porte ereto, de ciclo anual e possui folhas grandes e largas. Sua altura varia de 0,60 a 0,90 m, podendo ser até mais alta, dependendo da época e da densidade de plantio (FALASCA et al., 2010). Suas flores são amarelas ou brancas e os frutos, produzidos em grande número, inicialmente são verdes, tornando-se amarelos com a maturação. São compostos por uma única semente

que possui alto teor de óleo, com percentual total entre 26 e 38% (PAULOSE et al., 2010).

Essa cultura tem despertado interesse dos produtores de soja porque todo seu cultivo é mecanizado e, principalmente, por ser uma cultura de inverno, tornando-se uma alternativa para a safrinha, semeada após a colheita da soja. Além disso, apresenta baixo custo de produção (ROSCOE & DELMONTES, 2008). O crambe tem apresentado excelentes resultados técnicos em Mato Grosso do Sul. Pesquisas realizadas na Fundação MS (PITOL et al., 2010), apontaram para uma produção entre 1000 e 1500 kg ha⁻¹, sendo que Vollmann & Ruckenbauer (1993) obtiveram, em seus trabalhos realizados na Áustria, produtividade que variou de 972 a 3328 kg ha⁻¹.

O óleo extraído das sementes do crambe se distingue de outros óleos pelo alto teor de ácido erúico, entre 50 e 60% (ZANETTI et al., 2004), sendo classificado como um ácido graxo de cadeia longa, utilizado como lubrificante industrial, na fabricação de tintas, plásticos, nylon, colas, entre outros (AIR, 1997). O farelo pode ser utilizado como suplementos proteicos para bovinos, contendo de 25 a 35% de proteína, quando se incluem as capsula e entre 46 e 58% nas sementes (CARLSON et al., 1996; WANG et al., 2000). No entanto, não é recomendado para alimentação de animais não ruminantes, devido conterem glucosinatos, os quais podem ser desdobrados no trato digestivo formando compostos que podem causar danos no fígado e nos rins dos animais.

É uma cultura tolerante à seca, principalmente a partir do seu desenvolvimento vegetativo, quando não tolera períodos chuvosos ou de alta umidade relativa do ar. Quanto à temperatura, é tolerante ao frio, exceto no florescimento, onde a ocorrência de geadas causa abortamento das flores. Nas condições climáticas brasileiras, comporta-se como cultura de outono/inverno (NEVES et al., 2007; PITOL, 2008; RUAS et al., 2010).

O crambe foi por muitos anos utilizados apenas como alternativa de cobertura do solo na rotação de culturas para o plantio direto no período de inverno, mas tendo em vista a possibilidade de ser uma cultura voltada à produção de biodiesel, devido os bons teores de óleo, aliado a rusticidade da planta, em virtude da sua superioridade em relação à soja e às demais culturas na produção de óleos vegetais, o interesse pela cultura foi resgatado (PITOL, 2008).

Apesar disso, um dos problemas dessa cultura oleaginosa é o sistema de produção ainda não estabelecido, que não possui informações a respeito sobre adubações e principalmente o controle das plantas daninhas, que causam sérios danos

desde estádios iniciais até aos estádios finais do seu desenvolvimento. Muitas são as definições ou conceitos para o significado de plantas daninhas, mas todos levam a indesejabilidade da planta, dentro desta definição ampla. Segundo Fisher (1973), planta daninha pode ser definida como toda planta cujas vantagens não têm sido ainda descobertas ou como uma planta que interfere nos objetivos do homem. Grassi et al. (2005) definem plantas invasoras como sendo as espécies vegetais, tanto silvestre quanto exóticas, que germinam, desenvolvem-se e reproduzem-se espontaneamente, comportando-se de forma indesejável e geralmente em áreas de grande interesse econômico, sem que seu cultivo seja de interesse. Lorenzi (2000) também enquadra como tal a “tiguera” de culturas que vegetam espontaneamente em lavouras subsequentes. Assim, uma planta de soja pode ser considerada planta daninha em um plantio de crumbe.

Devido às características associadas de rusticidade, capacidade de sobrevivência em condições adversas, habilidade de produzir elevado número de sementes com adaptações que facilitam a dispersão pelo vento, água e animais e dormência de sementes pronunciada, faz com que aumentem a dificuldade do controle, tornando-as um dos mais importantes fatores responsáveis pela redução da produção de lavouras comerciais. Além de onerar o custo de produção, a presença das plantas daninhas dificulta substancialmente a condução da cultura (LORENZI, 2000).

As plantas daninhas são altamente nocivas as culturas por competirem diretamente com a cultura por água, luz, CO₂, nutrientes e espaço, afetando o desenvolvimento da cultura, principalmente na fase inicial. Além de promoverem decréscimo na qualidade e quantidade do produto colhido, também podem provocar dificuldades durante a realização da colheita e, indiretamente, são hospedeiras de pragas e doenças (LORENZI, 2000).

O período em que as plantas daninhas competem com a espécie cultivada é muito importante para se definir o sistema de manejo adotado para combatê-las. Quanto maior o tempo de competição das plantas daninhas com a espécie cultivada, maior é a interferência causada no desenvolvimento da espécie pela comunidade infestante (FERREIRA et al., 2005).

Em função de variações no manejo cultural, as espécies da comunidade infestante, bem como suas densidades, poderão ser alteradas. Estas alterações estão intimamente relacionadas com as características das plantas daninhas de se adaptarem facilmente em ambientes modificados pelo homem. Assim, o conhecimento do

comportamento da comunidade infestante em função de alterações no manejo fitotécnico poderá ser usado de forma positiva no sistema de manejo de plantas daninhas, que visa dar condições para a cultura expressar seu potencial produtivo, com a utilização de métodos de controle de forma integrada.

Os levantamentos fitossociológicos de plantas daninhas podem ser instrumentos úteis para descrever, estimar e simular os impactos causados pela interferência de plantas daninhas na cultura, podendo contribuir para a escolha das decisões de manejo e, conseqüentemente, reduzir o uso de herbicidas. Essa redução possui a finalidade de minimizar os custos de produção, os impactos ambientais e o processo de seleção biótipos resistentes aos herbicidas. Ainda fornecem inferências sobre o impacto das tecnologias utilizadas no sistema de produção (ERASMO et al., 2004).

Dentro dos métodos de controle de plantas daninhas pode-se citar a prevenção, e os controles cultural, físico, biológico, mecânico e químico. Entre os diferentes sistemas de controle adotados, a utilização de herbicidas destaca-se, em razão da sua maior eficiência, facilidade e rendimento. Contudo, o seu sucesso depende de uma série de princípios técnicos, como a identificação das espécies daninhas a serem controladas, bem como a densidade e o uso adequado de herbicida. Para a cultura do crambe, no entanto, o uso de herbicidas ainda revela-se um problema no que diz respeito ao pouco conhecimento sobre o comportamento dessa espécie oleaginosa quanto à seletividade, resistência e efeitos fitotóxicos, fatores esses que devem ser considerados para a utilização dos herbicidas.

Diante da importância da busca por culturas alternativas para a produção de biodiesel, surge então a necessidade de novos estudos relacionados ao crambe. Por se tratar de uma cultura nova no país e ter um mercado ainda pouco expressivo, são inexistentes as informações sobre o manejo fitotécnico, como o controle das plantas daninhas, que tem se revelado um sério problema para a cultura. Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho identificar os períodos de interferência das plantas daninhas, bem como os herbicidas seletivos à cultura e as doses a serem utilizadas para o controle das mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIR. *Crambe abyssinica*, a comprehensive program – Workshop – Part 4 – Utilization. Summary information. AIR 3, 1997. Disponível em: <<http://www.biomatnet.org/secure/Air/F709.htm>>. Acesso em: out. de 2011. article/viewFile/21/11>. Acesso em: mar. de 2012.
- CARLSON, K. D.; GARDNER, J. C.; ANDERSON, V. L.; HANZEL, J. J. Crambe: new crop success. In: JANICK, J. (ed.). **Progress in new crops**. Alexandria: ASHS Press, p. 306-322, 1996.
- CRESTANA. S. **Matérias-primas para produção do biodiesel: priorizando alternativas**. In: PALESTRA EMBRAPA, São Paulo, 2005.
- DELATORRE, A. B.; RODRIGUES, P. M.; Aguiar, C. J.; ANDRADE, V. V. V.; ARÊDES, A.; PEREZ, V. H. Produção de biodiesel: considerações sobre as diferentes matérias-primas e rotas tecnológicas de processos. **Perspectivas online**, v. 1, n. 1, p. 21-47, 2011. Disponível em: < <http://www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/CBS>>
- ERASMO, E. A. L.; PINHEIRO, L. L. A.; COSTA, N. V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 195-201, 2004.
- FALASCA, S. L.; LAMAS, M.C.; CARBALLO, S.M.; ANSCHAU, A. Crambe abyssinica: An almost unknown crop with a promissory future to produce biodiesel in Argentina. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 35, n. 11, p. 5808-5812, 2010.
- FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; ALCÂNTARA, E. N. de; MOTTA, M. S. Efeito de herbicidas de pré-emergência sobre o desenvolvimento inicial de espécies arbóreas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, p. 133-145, 2005.
- FISHER, H. H. Conceito de erva daninha. In: WARREN, G. F.; WILLIAM, R. D.; SACCO, J. da C.; LAMAR, R. V.; ALBERT, C. A. **Curso intensivo de controle de ervas daninhas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1973. p. 5 - 10.
- GRASSI, R. F.; RESENDE, U. M.; SILVA, W.; MACEDO, M. L. R.; BUTERA. A. P.; TULLI, E. O.; SAFFRAN, F. P.; SAFFRAN, J. M. Estudos fotoquímicos e avaliação alelopática de *Memora peregrina* – Bignoniaceae, uma espécie invasora de pastagens em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Química**, v. 20, n. 2, p. 199-203, 2005.
- JASPER, S. P.; BIAGGIONI, M. A. M.; SILVA, P. R. A. Comparação do custo de produção do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) com outras culturas oleaginosas em sistema de plantio direto. **Revista Energia na Agricultura**. v. 25, n. 4, p. 141-153, 2010.
- KNIGHTS, E. G. **Crambe: A North Dakota case study**. Dakota, v. 02/05, p. 25, 2005.

- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 5. ed., Nova Odessa: Plantarum, 2000. 339 p.
- NETO, J. N. N. Instituto Brasil PNUMA. **Informativo do Comitê Brasileiro do programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**, Nº 81, 2005.
- NEVES, M. B.; TRZECIAK, M. B.; VINHOLES, P. S.; TILLMAN, A. C.; VILLELA, F. A. Qualidade fisiológica de sementes de crambe produzidos em Mato Grosso do Sul. In: Simpósio Estadual de Agroenergia, 2007, Pelotas, RS. **Resumos...** Anais do Simpósio Estadual de Agroenergia. Pelotas, RS : EMBRAPA, p. 97-98, 2007.
- PAULOSE, B.; KANDASAMY, S.; DHANKHER, O. P. Expression profiling of *Crambe abyssinica* under arsenate stress identifies genes and gene networks involved in arsenic metabolism and detoxification. **BMC Plant Biology**, v. 10, n. 108, p. 1-12, 2010.
- PITOL, C. Cultura do crambe. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno**. Maracaju, MS, 2008. p. 85-88. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br>>. Acesso em: dez. de 2011.
- PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e Produção: crambe**. Maracaju: Fundação MS, 2010. 60 p.
- ROSCOE, R.; DELMONTES, A. M. A. **Crambe é nova opção para biodiesel**. Agriannual 2009. São Paulo: Instituto FNP, p. 40-41, 2008.
- RUAS, R. A. A.; NASCIMENTO, G. B.; BERGAMO, E. P.; DAUR Jr, R. H., ARRUDA, R. G. Embebição e germinação de sementes de crambe (*Crambe abyssinica*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 1, p. 61-65, 2010.
- TRZECIAK, M. B.; NEVES, M. B.; VINHOLES, P. S.; VILLELA F. A. Utilização de sementes de espécies oleaginosas para produção de biodiesel. **Informativo ABRATES**, v. 18, n. 1, 2, 3, p. 30-38, 2008.
- VOLLMANN, J.; RUCKENBAUER, P. Agronomic performance and oil quality of crambe as affected by genotype and environment. **Die Bodenkultur**, v. 44, n. 1, p. 335 - 343, 1993.
- WANG, Y. P.; TANG, J. S.; CHU, C. Q.; TIAN, J. A preliminary study on the introduction and cultivation of *Crambe abyssinica* in China, an oil plant for industrial uses. **Industrial Crops and Products**, v. 12, p. 47-52, 2000.
- ZANETTI, F.; VAMERALI, T.; BONA, S.; MOSCA, G. **Can We “Cultivate” Erucic Acid in Southern Europe?**. Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali, Agripolis. Padova, Italy, 2004.

CAPÍTULO I

PERÍODO DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO CRAMBE (*Crambe abyssinica* Hochst)

Período de interferência de plantas daninhas na cultura do crambe

Autor: Rodolpho Freire Marques

Orientador: Luiz Carlos Ferreira de Souza

RESUMO – Por se tratar de uma cultura nova no país e ter um mercado ainda pouco expressivo, são quase inexistentes na literatura informações recentes sobre a interferência das plantas daninhas na cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst), principalmente estudos envolvendo a definição do período crítico de interferência das plantas daninhas nesta cultura. Sendo assim objetivou-se com este trabalho identificar os períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do crambe e avaliar o efeito dessa competição das plantas daninhas na sua produtividade. O experimento foi realizado em condições de campo, no ano de 2011, na Fazenda Experimental da faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, MS. Os períodos iniciais de controle ou de convivência após a emergência da cultura foram de 0 a 10, 0 a 20, 0 a 30, 0 a 40 e 0 a 50 dias após a emergência (DAE). A testemunha foi representada pelo período de convivência sem capina (sujo) ou capinada (limpo) de 0 – 90 DAE, realizando-se, ao final desse período, a colheita. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, com 12 tratamentos, com quatro repetições. Para a determinação dos períodos de interferência das plantas daninhas, os dados dos rendimentos obtidos nos diferentes períodos, em ambos os modelos de interferência foram ajustados a um modelo de regressão não linear, admitindo-se 5% de redução na produção de grãos. A comunidade infestante identificada na cultura do crambe foi composta por 21 espécies, destacando-se: *Cenchrus echinatus* L., *Bidens pilosa*, *Gnaphalium spicatum* Lam., *Amaranthus sp* L., verificando-se perdas de até 80% na presença das plantas daninhas ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura. A interferência imposta pela convivência com as plantas daninhas refletiu negativamente em todos os parâmetros de desenvolvimento das plantas de crambe, revelando que o período anterior à interferência (PAI) tolerado pela a cultura foi de 10 DAE e o período total de prevenção à interferência (PTPI) de 40 DAE, resultando num período crítico de prevenção à interferência (PCPI) de 10 a 40 DAE.

Palavras-chave: *Crambe abyssinica* Hoechst, comunidade infestante, oleaginosa, matocompetição.

Period of interference of weeds in the crambe crop

Author: Rodolpho Freire Marques

Leader: Luiz Carlos Ferreira de Souza

ABSTRACT - Since this is a new culture in the country and have a market still very expressive, are almost nonexistent in the literature recent information on weed interference in the crambe crop (*Crambe abyssinica* Hochst), especially studies involving the definition of critical period of weed interference in maize. Thus the objective was to work with this identify periods of weed interference on crop crambe and evaluate the effect of weed competition on productivity. The experiment was conducted under field conditions, in the year 2011 at the Experimental Farm of the Faculty of Agrarian Sciences, Federal University of Grande Dourados (UFGD) in Dourados, MS. The initial periods of control or coping after crop emergence were 0-10, 0-20, 0-30, 0-40 and 0-50 days after emergence (DAE). The witness was represented by the period of cohabitation without weeding (dirty) or weeded (cleared) from 0 to 90 DAE, performing at the end of this period, the harvest. The experimental design was randomized blocks, with 12 treatments, with four replications. For the determination of periods of weed interference, the data yields obtained in different periods, in both interference models were fitted to a nonlinear regression model, assuming 5% reduction in yield. The weed community identified in the crambe crop was composed of 21 species, including: *Cenchrus echinatus* L., *Bidens pilosa*, *Gnaphalium spicatum* Lam, *Amaranthus sp* L., verifying losses of up to 80% in the presence of weeds to throughout the development cycle of culture. The interference imposed by living with weeds reflected negatively on all parameters of development of crambe plants, revealing that the period previous to interference (PPI) tolerated by the crop was 10 DAE and the total period of interference prevention (PTPI) 40 DAE, resulting in a critical period of interference prevention (CPIC), 10 to 40 DAE.

Keywords: *Crambe abyssinica* Hochst, weeds, oilseed, weed competition.

INTRODUÇÃO

Na cultura do crambe, como em qualquer outro cultivo agrícola, o controle de plantas daninhas será de extrema importância ao sucesso da atividade, pois desempenham papel fundamental no estabelecimento da lavoura. O crambe é uma planta de crescimento inicial lento (ENDRES e SCHATZ, 1993), sendo extremamente sensível à competição causada pelas plantas daninhas.

Planta daninha é qualquer espécie vegetal que cresce onde não é desejada, sendo que interferem no crescimento e desenvolvimento dos cultivos agrícolas, reduzindo-lhes a produção (LORENZI, 2006). As definições de planta daninha são muitas, mas todas se baseiam na indesejabilidade em relação ao interesse agrícola, sendo elas responsáveis por mais perdas ou danos na agricultura do que as pragas e doenças. Sendo assim, as plantas daninhas causam sérios prejuízos à cultura, pois além da interferência direta através da competição durante a convivência, são hospedeiras intermediárias de pragas e doenças, causam dificuldades durante a colheita e depreciam a qualidade do produto.

Os programas de manejo integrado de plantas daninhas são importantes no sentido da racionalização do seu controle em culturas agrícolas. Para a implementação desses programas é imprescindível estudar os períodos de convivência possíveis entre as plantas daninhas e a planta cultivada (SPADOTTO et al., 1994) e quantificar os efeitos dessa interferência nos períodos de convivência.

O grau de interferência normalmente é medido em relação à produção da planta cultivada e pode ser definido como a redução percentual da produção econômica de determinada cultura, provocada pela interferência da comunidade infestante (PITELLI, 1985). O mesmo depende de diversos fatores e de suas interações, concernentes à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição) e à própria cultura (espécie ou cultivar, espaçamento na entrelinha e densidade de semeadura), dependendo também da época e da duração do período de convivência mútua, sendo extremamente variáveis com as condições edafoclimáticas e culturais.

As variações destes fatores resultam em alterações nos valores dos períodos considerados críticos na convivência ou no controle das plantas daninhas na cultura, o que justifica a repetição deste tipo de pesquisa em cada micro-região produtora, considerando os aspectos de cultivar, solo, clima, topografia, espaçamento utilizado,

banco de sementes de plantas daninhas do solo, época de semeadura, dentre outros (PITELLI & DURIGAN, 1984).

Na maioria das culturas agrícolas o período de interferência mais estudado é a partir da semeadura ou da emergência, durante o qual a cultura deve ser mantida livre de competição, para que a produção não seja afetada quantitativamente e/ou qualitativamente. Segundo Pitelli (1985), as plantas daninhas que emergirem neste período, em determinada época do ciclo da cultura, terão atingido tal estágio de desenvolvimento que promoverão uma interferência sobre a planta cultivada capaz de reduzir sua capacidade de produção econômica. Pitelli e Durigan (1984) chamam este período de período total de prevenção da interferência (PTPI). Na prática, este deve ser o período que as capinas ou o poder residual dos herbicidas deve cobrir (PITELLI, 1985).

Outro período bastante estudado é aquele a partir da emergência ou do plantio em que a cultura pode conviver com a comunidade infestante, antes que a interferência se estabeleça de maneira definitiva e reduza significativamente a produtividade da lavoura. Este período é chamado, por Pitelli e Durigan (1984), de período anterior à interferência (PAI). Pitelli (1985) pondera que seu limite superior retrata a época em que a interferência compromete irreversivelmente a produção econômica da cultura, sendo, teoricamente, época ideal para o primeiro controle da infestação.

É citado por Pitelli e Durigan (1984) um terceiro período, chamado de período crítico de prevenção a interferência (PCPI), que situa-se no final do PAI e do PTPI juntamente. Segundo Pitelli (1985), a aplicação prática do PCPI visa o controle da comunidade infestante antes que a infestação se instale de maneira definitiva até o momento em que as plantas daninhas que vierem a emergir posteriormente não concorram mais com a cultura.

O conhecimento dos períodos críticos de competição das plantas daninhas é importante para o manejo integrado de plantas daninhas de qualquer cultura, uma vez que permite, através do estabelecimento de um conjunto de informações regionais, definir as épocas mais adequadas do controle da infestação, para não causar prejuízos na produtividade da cultura.

A determinação do período crítico de competição não é simples e requer métodos específicos, porém clássicos, de pesquisas com plantas daninhas. Há carência de trabalhos dessa natureza envolvendo a cultura do crambe, sobretudo comparando a competitividade da cultura com as plantas daninhas.

Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho determinar o período em que a cultura do crambe pode permanecer em convivência comum a comunidade infestante sem interferência negativa em sua produção final (PAI), o período a partir do plantio em que a cultura deve permanecer livre da presença das plantas daninhas para que não ocorram perdas significativas de produtividade (PTPI) e o período em que, efetivamente, os métodos de controle devem ser realizados para minimizar as perdas de produtividade (PCPI), quantificando a redução da produtividade quando a interferência das plantas daninhas se estabelece durante todo o ciclo da cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo, no ano de 2011, na Fazenda Experimental da faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados - MS, localizada a latitude 22° 11' 55" S, longitude 54° 56' 07" W e 452 metros de altitude. O clima da região, baseado na classificação internacional de Köppen, é do tipo Cwa, com precipitação média de 1427 mm. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 1999) de textura muito argilosa (80% de argila, 14% de silte e 6% de areia), originalmente sob vegetação de Cerrado.

O preparo do solo foi realizado de forma convencional com uma gradagem pesada e uma gradagem leve, sendo essa realizada antes da semeadura. A adubação de semeadura foi feita com base nos resultados da análise química do solo para o estabelecimento de cultura de outono inverno para a região, utilizando-se 200 kg ha⁻¹ da formulação comercial 08-20-20, aplicada no sulco de semeadura.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 12 tratamentos, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída por 7 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas em 0,45 m entre si. A área útil foi constituída pelas 5 linhas centrais desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades.

Foi utilizada a cultivar de crambe FMS Brilhante, de ciclo precoce, com cerca de 90 dias entre a emergência e a maturação, e a altura média de 0,85 m (PITOL, 2010). A semeadura foi realizada por meio de semeadora do modelo Semeato SMH 15/17, utilizando-se 12 kg de sementes por hectare, com uma densidade de 22 sementes por metro, no espaçamento de 0,45 m entre linhas. A emergência das plântulas ocorreu, em média, seis dias após a semeadura.

Os tratamentos testados (Tabela 1) foram constituídos de seis períodos crescentes de convivência e controle das plantas daninhas, considerados a partir da emergência e divididos em dois grupos. No primeiro grupo, a cultura permaneceu na presença das plantas daninhas (períodos de convivência) até os 10, 20, 30, 40 e 50 dias após a emergência (DAE) e a testemunha permaneceu na presença das plantas daninhas (sujo) durante todo o desenvolvimento da cultura. Após cada período, as plantas daninhas foram removidas das parcelas por meio de capinas manuais, até a colheita,

realizada aos 92 DAE. No segundo grupo, a cultura permaneceu na ausência de plantas daninhas (períodos de controle) desde a emergência até os 10, 20, 30, 40 e 50 dias. A testemunha permaneceu na ausência de plantas daninhas (limpo) durante todo o seu ciclo de desenvolvimento.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos experimentais. Fazenda Experimental/UFGD. Dourados-MS. 2011.

Tratamentos	Períodos de convivência	Períodos de convivência
	(Dias após emergência da cultura)	(Dias após emergência da cultura)
1	0	-----
2	0 - 10	-----
3	0 - 20	-----
4	0 - 30	-----
5	0 - 40	-----
6	0 - 50	-----
7	-----	10 - 90
8	-----	20 - 90
9	-----	30 - 90
10	-----	40 - 90
11	-----	50 - 90
12	-----	90

A remoção das plantas daninhas ao final de cada período de convivência inicial, bem como a manutenção destas parcelas livres da presença das plantas daninhas até o final do ciclo da cultura foi realizado mediante a utilização de capina manual, que eram interrompidas à medida que se atingia o final de cada período. Nas parcelas em que houve competição das plantas daninhas com a cultura, foi realizado estudo fitossociológico da comunidade infestante ao final de cada período de convivência para

caracterização da mesma. Para isso, foram efetuadas amostragens aleatórias dentro da área útil de cada parcela, utilizando um quadro vazado com dimensões de 0,5 x 0,5 m (área interna de 0,25 m²), onde as plantas daninhas coletadas foram identificadas e separadas por espécie, determinando-se a densidade de cada população de planta daninha e o acúmulo de massa seca, por meio de secagem em estufa com renovação forçada de ar a 65 °C por 72 h. Os dados obtidos referentes à comunidade infestante, assim como a densidade e a massa seca acumulada foram calculados para número de plantas por m² e gramas de matéria seca por m², respectivamente. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, no caso de significância, as médias foram submetidas à análise de regressão a 5% de probabilidade, por meio do programa computacional SISVAR.

Para a determinação dos períodos de interferência das plantas daninhas, os dados dos rendimentos obtidos nos diferentes períodos, em ambos os modelos de interferência, foram ajustados a um modelo de regressão não linear proposta por Kozłowski et al. (2002), por meio do programa Sigmaplot (versão 3.0), usando a equação logística descrita abaixo:

$$Y = a + \frac{b}{\left[1 + \left(\frac{X}{c} \right)^d \right]}$$

Em que:

Y = rendimento de grãos;

X = dias após a emergência do crambe;

a = rendimento mínimo, no início do ensaio para inicialmente limpo e no final do ensaio para inicialmente sujo;

b = diferença entre o rendimento máximo e o mínimo;

c = número de dias em que ocorreu 50% de redução no rendimento máximo; e

d = declividade da curva.

Os limites dos períodos de interferência foram determinados tolerando-se perdas máximas de produtividade de 5 % em relação à produtividade máxima e mínima obtida nas parcelas mantidas com controle e sem o controle das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura. O início do período crítico de prevenção da interferência (PCPI), identificado pelo final do período anterior à interferência (PAI) no modelo inicialmente sem controle, foi calculado subtraindo-se a diferença mínima significativa (DMS a 5% de probabilidade) da média do rendimento máximo. O final do período crítico de prevenção da interferência, coincidente com o final do período total de prevenção da interferência (PTPI) no modelo inicialmente com controle, foi calculado subtraindo-se a diferença mínima significativa (DMS a 5% de probabilidade) da média do rendimento máximo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comunidade de plantas daninhas identificada no final de cada período de convivência infestando a cultura do crambe foi composta por 21 espécies, distribuídas em 14 famílias. As plantas daninhas foram classificadas de acordo com Lorenzi (2006), segundo a família, a espécie, nomes comuns, como podem ser observados na Tabela 2. Verifica-se que as plantas daninhas identificadas neste trabalho são as mesmas citadas por vários autores infestando e manifestando-se importantes competidoras em outras culturas, como soja (CARVALHO e VELINE, 2001), milho (SARTORATO et al., 1987), girassol (BRIGHENTI, 2003) e feijão (KOZLOWSKI et al., 2002).

Houve predominância das dicotiledôneas, com 16 espécies, correspondendo a 76,2% da comunidade de plantas daninhas. Esses resultados são comuns em função da época de cultivo da cultura, visto que as espécies pertencentes à classe monocotiledônea têm menor emergência nos períodos mais frios do ano, ao contrário das espécies dicotiledôneas.

As famílias Asteraceae e Poaceae apresentaram maior número de espécies, observando-se quatro espécies para ambas. Nessas famílias, as espécies *Bidens pilosa* L. e *Cenchrus echinatus* L., respectivamente, provavelmente devido suas estruturas de fixação de suas sementes que lhes permitem alta eficiência de dispersão (LORENZI, 2006). O capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.), o caruru (*Amaranthus sp*), o picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e a macela (*Gnaphalium spicatum* Lam.) apresentaram, nessa ordem, as maiores densidades de indivíduos durante os períodos com convivência, mantendo-se altos índices de infestação quando comparados às demais plantas daninhas que se encontravam na área.

Tabela 2 – Descrição da comunidade infestante identificada durante o ciclo do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) classificada segundo a família, espécie e nome popular e a densidade média. Fazenda Experimental/UFMG. Dourados-MS. 2011.

Família	Espécie	Nome popular	Densidade média planta m ⁻²
Amaranthaceae	<i>Amaranthus sp</i> L.	Caruru, bredo	10,4
Apiaceae	<i>Apium leptophyllum</i>	Aipo-bravo, mastruço, gertrudes	0,2
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão-preto, picão	8,95
	<i>Gnaphalium spicatum</i> Lam.	Macela, macela-branca	6,6
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Serralha, chicória-brava	3,4
	<i>Tridax procumbens</i> L.	Erva-de-touro	0,2
Brassicaceae	<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Nabiça	0,4
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	Trapoeraba	2,25
Convolvulaceae	<i>Ipomoea triloba</i> L.	Corda-de-viola	0,6
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Amendoim-bravo, leiteiro, leiteira	2,8
	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millps.	Erva-de-santa-luzia	0,2
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	Cordão-de-frade	1,6
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Guaxuma	1,8
Nyctaginaceae	<i>Boerhavia diffusa</i> L.	Pega-pinto, amarra-pinto	0,2
Poaceae	<i>Avena strigosa</i> Schreb.	Aveia preta	3,4
	<i>Brachiaria plantaginea</i> (Link) Hitchc.	Capim-marmelada	0,2
	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Capim-carrapicho	12,2
	<i>Digitaria insularis</i> L. Fedde	Capim-amargoso	0,6
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus tenellus</i> Roxb.	Quebra-pedra	0,2
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Beldroega	0,4
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Poaia	0,6

Analisando-se os dados referentes à densidade das plantas daninhas que compuseram a comunidade infestante (Figura 1) e observando-se os períodos de convivência, verificou-se um aumento na ocorrência das plantas daninhas no decorrer do ciclo da cultura, onde os maiores valores de densidade (69,7 plantas m⁻²) foram atingidos aos 51 DAE com posterior decréscimo até 90 DAE (55 plantas m⁻²), quando a cultura atingiu sua maturação fisiológica. Nas maiores densidades e com o passar dos períodos de convivência, as plantas daninhas apresentaram diferentes tamanhos e estádios de desenvolvimento, devido aos vários fluxos de emergência que se sucederam na área experimental durante o ciclo da cultura. Esse fato revela um problema comum na experimentação com plantas daninhas, que é a desuniformidade em relação as plantas encontradas, como também uma certa desuniformidade na distribuição da infestação, como a ocorrência de reboleiras.

Embora a cultura do crambe tenha se mostrado competitiva em relação às plantas daninhas, apresentou menor desenvolvimento quando em convivência com a comunidade infestante durante todo o seu ciclo, o que permitiu que as mesmas competissem intensamente pelos recursos limitantes do meio, principalmente água, luz e nutrientes, diminuindo sua disponibilidade para as plantas de crambe e reduzindo, assim, o desenvolvimento da cultura. Quanto maior a densidade da comunidade infestante maior é a competição pelos recursos do meio e maiores os danos sofridos pela cultura, ressaltando-se que a competição foi mais intensa em função das plantas daninhas serem adaptadas às condições adversas, como a reduzida intensidade luminosa e déficit hídrico que ocorrem no período de inverno, favorecendo adequadas condições de desenvolvimento inicial das plântulas da comunidade infestante (SILVA & DURIGAN, 2006). Outro aspecto importante refere-se à possibilidade de liberarem substâncias alelopáticas que interferem no ciclo da espécie cultivada.

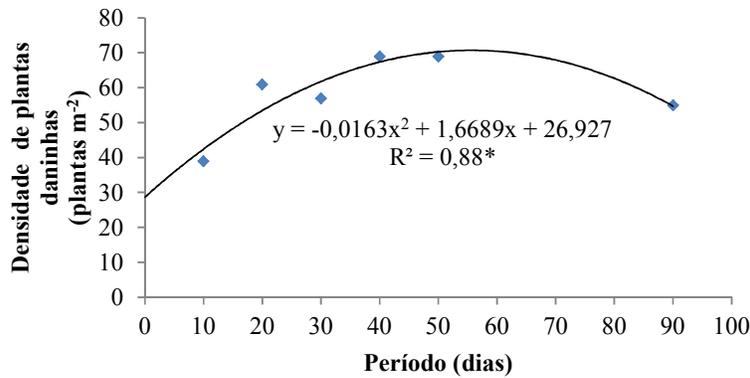


Figura 1 – Densidade total das plantas daninhas (m²) que constituíram a comunidade infestante em resposta aos dias de convivência com a cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst). Fazenda Experimental/UFGD. Dourados-MS. 2011.

De acordo com Radosevich et al. (1997), à medida que aumentam a densidade e o desenvolvimento das plantas daninhas, especialmente daquelas que germinaram e emergiram no início do ciclo de uma cultura, intensifica-se a competição interespecífica e intraespecífica, de modo que as plantas daninhas mais altas e desenvolvidas tornem-se dominantes, ao passo que as menores sejam suprimidas ou morram, justificando a redução da densidade das mesmas no final do ciclo da cultura.

Outro fator para esse comportamento seria a própria cultura, no ápice do seu desenvolvimento vegetativo, exercer um controle cultural, sombreando as entrelinhas, sucumbindo o desenvolvimento das plantas daninhas e impedindo outros ciclos germinativos do banco de sementes das mesmas (PITTELI, 2008). É importante ressaltar que a interferência é um fenômeno recíproco, ou seja, a própria cultura tem potencial para limitar o desenvolvimento das plantas daninhas (KUVA et al., 2001), principalmente por meio do sombreamento nas entre-linhas.

Alguns autores ainda associam essa diminuição na densidade das plantas daninhas à alelopatia exercida pela cultura, pois as plantas da família Brassicaceae têm a propriedade de supressão da comunidade infestante pela produção de altas concentrações de um metabólito secundário denominado glucosinolato, cujo produto de sua hidrólise dá origem a diferentes aleloquímicos (EBERLEIN et al., 1998; OERLEMANS et al., 2006). Outras plantas da mesma família com efeito alelopático comprovado são o nabo-forrageiro (*Raphanus sativus* L. var *oleiferus*) e a canola

(*Brassica napus* L. var. oleifera) (NEVES, 2005; TOKURA & NOBREGA, 2006; MORAES, 2009). A redução na germinação e conseqüentemente da densidade das plantas daninhas podem ser resultantes da decomposição dos glucosinolatos, os quais afetam a germinação das sementes, uma vez que se apresentando em baixas concentrações atrasam o processo germinativo, mas mantém as sementes viáveis, porém, quando em altas concentrações podem penetrar em grandes quantidades nas sementes, reagindo com as enzimas de maneira irreversível, tornando assim as sementes inviáveis (PETERSEN et al., 2001).

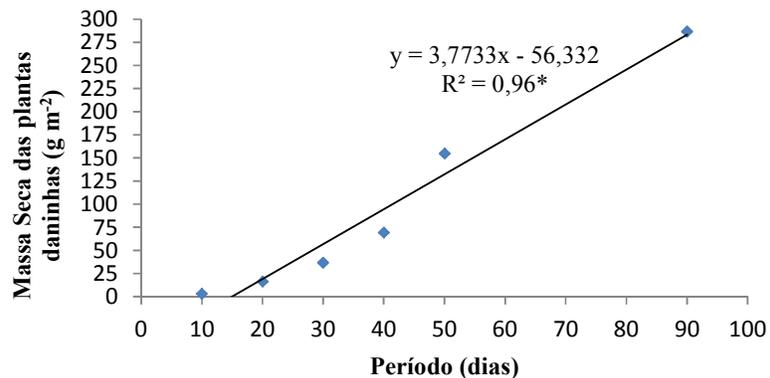


Figura 2 – Massa seca total (g m⁻²) das plantas daninhas que constituíram a comunidade infestante em resposta aos dias de convivência com a cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst). Fazenda Experimental/UFGD. Dourados-MS. 2011.

O aumento no acúmulo de massa seca das plantas daninhas observado na figura 2, mostra que embora a germinação de suas sementes tenha sido restringida depois de determinada fase do ciclo da cultura, as plantas que haviam se estabelecido tiveram bom crescimento, buscando intensificar a absorção de luz e melhorar o desempenho fotossintético, crescendo acima do dossel da cultura, tornando-se, assim, mais competitivas que a cultura do crambe. A massa seca acumulada pelas plantas daninhas possui relação inversamente proporcional a todas as variáveis avaliadas na cultura do crambe (altura, massa seca por planta e produtividade), demonstrando tratar-se de uma

variável importante, no que se refere ao grau de interferência imposto à cultura, o que se assemelha a resultados obtidos em outros trabalhos, em diferentes combinações de culturas e níveis de infestação (KUVA et al., 2001; KOZLOWSKI et al., 2002; FLECK et al., 2003; FREITAS et al., 2009; SILVA et al., 2009).

Andrade et al., (2009) estudando os possíveis efeitos da interferência da espécie *Cyperus rotundus* L. sobre as espécies cultivadas pertencentes a família Brassicaceae (*Brassica campestris*, *Brassica rapa*, *Brassica oleracea* var. botrytis, *Brassica oleracea* var. capitata, *Brassica oleracea* var. itálica, *Raphanus sativus* e utilizando as espécies controle *Lactuca sativa* e *Lycopersicon esculentum*, verificaram que as espécies da família estudada sofreram maiores interferências em relação as espécies controles, resultando em queda do acúmulo de massa seca e crescimento, corroborando com os resultados encontrados para a cultura do crambe no presente estudo. Essa quantidade expressiva do acúmulo de massa seca das plantas daninhas é um fator importante que permitirá a produção de grande quantidade de sementes para a manutenção das mesmas através do banco de sementes no solo, que germinarão quando as condições forem ideais. Meschede et al. (2004) estudando soja e Nepomuceno (2007) estudando amendoim, também verificaram o mesmo quanto as plantas daninhas encontradas nessas culturas.

Os efeitos da interferência das plantas daninhas sobre o acúmulo de massa seca das plantas de crambe manifestou-se a partir dos 20 DAE, apresentando reduções de até 80%. O maior valor de acúmulo de massa seca encontrado para as plantas de crambe ocorreu aos 90 DAE no tratamento livre da convivência com as plantas daninhas durante todo o ciclo, sendo o valor médio de 11,3 g por planta. No tratamento com convivência com as plantas daninhas houve redução da massa seca das plantas de crambe ao longo das avaliações, com valor mínimo de 2,5 g obtido aos 85 DAE (Figura 3).

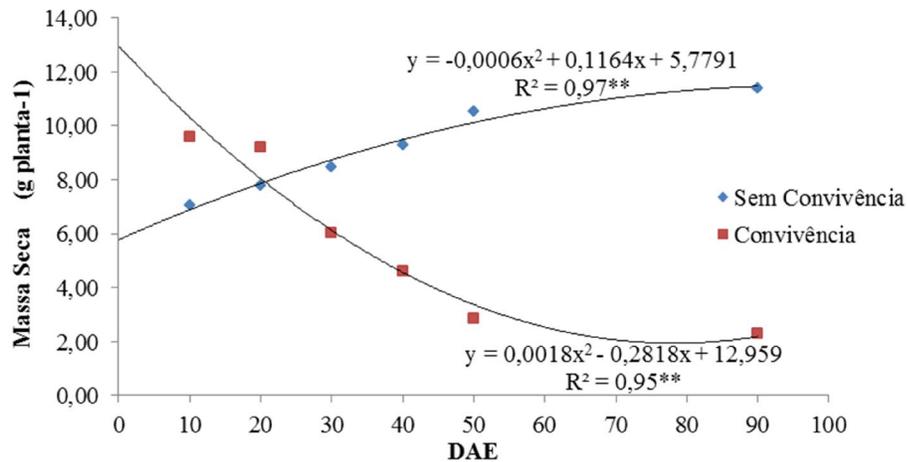


Figura 3 – Massa Seca (g planta⁻¹) das plantas de crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) ajustada pela regressão não-linear, para interferência inicialmente com e sem convivência, em função de dias após a emergência (DAE). Fazenda Experimental/UFGD. Dourados-MS. 2011.

Comparando-se os dados de altura das plantas de crambe mantidas em convivência com as plantas daninhas com o tratamento livre da convivência das mesmas, verificaram-se reduções na altura das plantas a medida que os períodos de convivência com as plantas daninhas aumentaram (Figura 4). Quando houve interferência das plantas daninhas até o final do ciclo da cultura, registrou-se redução de 30% da altura das plantas, mostrando que a competição imposta pelas plantas daninhas também foi prejudicial à cultura em relação a esse parâmetro.

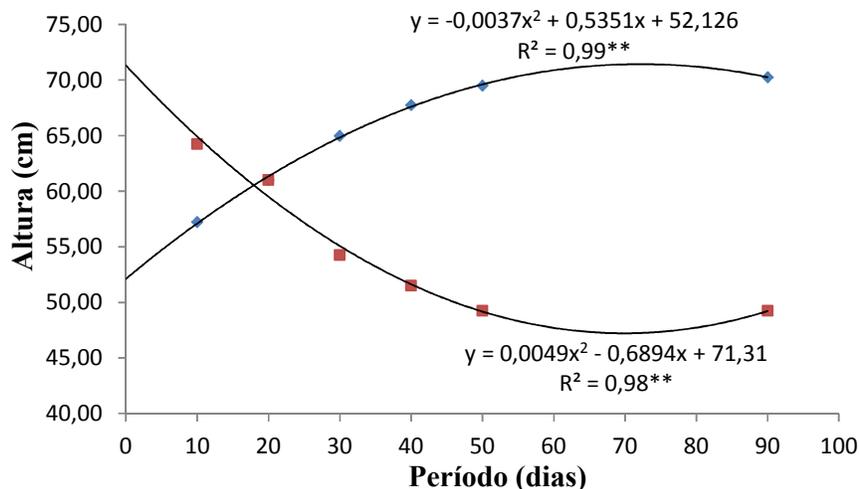


Figura 4 – Altura das plantas (cm) de crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst), ajustada pela regressão não-linear, para interferência inicialmente com e sem convivência, em função de dias após a emergência (DAE). Fazenda Experimental/UFGD. Dourados-MS. 2011.

De acordo com Fleck et al. (2003), as plantas param de crescer quando o seu espaço é restringido pelas concorrentes, dessa forma, nos períodos mais longos de convivência com as plantas daninhas a cultura cresce muito pouco. É possível afirmar que as plantas submetidas aos tratamentos com convivência tiveram seus parâmetros de crescimento diminuídos de forma significativa porque sofreram maior competição em relação às plantas do tratamento com controle, o qual apresentou maior altura de plantas e acúmulo de massa seca. Assim, as plantas tiveram menor disponibilidade de espaço e isso pode ter proporcionado menor crescimento. Ainda pode-se associar ao fato da altura das plantas de crambe ter diminuído conforme as plantas daninhas cresciam e se desenvolviam, e possivelmente, proporcionou aumento da quantidade de exsudatos liberados pelas raízes das plantas daninhas, sendo esses compostos alelopáticos responsáveis pela interferência direta sobre a cultura, causando menor desenvolvimento das plantas.

Com os resultados obtidos neste experimento, em relação aos parâmetros de crescimento, ficou evidente que a presença das plantas daninhas confere desvantagens competitivas às plantas de crambe, devido ao fato de um maior número de plantas utilizarem os mesmos recursos do meio. Os efeitos decorrentes dessa interferência são

irreversíveis, não havendo recuperação do desenvolvimento e da produtividade depois da retirada do estresse causado pela presença das plantas daninhas.

Observou-se menores produtividades da cultura do crambe submetida a competição a partir dos 10 DAE até o final do ciclo da cultura nos tratamentos em que os períodos de convivência com as plantas daninhas eram aumentados progressivamente, verificando-se uma produtividade de 215 kg ha⁻¹. Nos períodos sem a convivência das plantas daninhas observou-se efeito contrário, apresentando produtividade de 1046 kg ha⁻¹ (Figura 5).

Com base nessas informações, verifica-se que a interferência imposta pela convivência das plantas daninhas com a cultura resultou em uma drástica redução no rendimento dos grãos de crambe de 80%. Stražil (2010), estudando a incidência de plantas daninhas na cultura do crambe, observou que o número de plantas daninhas também causaram impactos significativamente negativos sobre a produtividade de grãos de crambe, dados esses condizentes com os encontrados neste trabalho.

Sonnenberg & Silva (2005) estudando a interferência das plantas daninhas em *Brassica oleracea*, encontraram resultados semelhantes, onde as reduções da produção nos tratamentos com interferência resultaram em perdas que variaram entre 63,3% a 71,6% em relação aos outros tratamentos livres da interferência.

Partindo do pressuposto de que pequenas perdas de rendimento por interferência de plantas daninhas na cultura do crambe não compensariam economicamente o uso de algum método de controle, os períodos críticos de convivência e controle das plantas daninhas foram ajustados em função dos níveis arbitrários de 5% de tolerância na redução da produção da cultura, determinados a partir das curvas ajustadas pela equação de regressão (Figura 5). Os parâmetros obtidos no modelo para as equações são apresentados na Tabela 3.

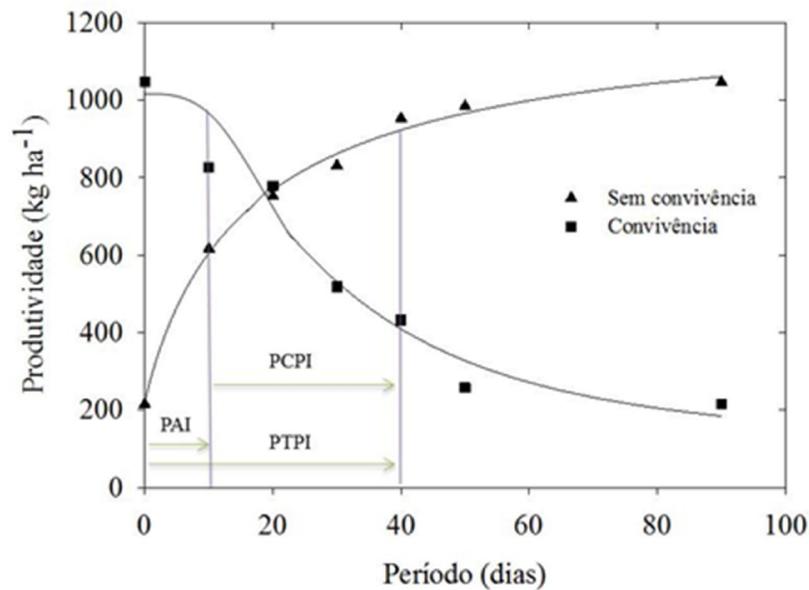


Figura 5 – Produtividade de grãos de crambe (kg ha^{-1}) em dois modelos de interferência de plantas daninhas, sem convivência (com controle) e com convivência (sem controle), sobre a cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoehst). Fazenda Experimental/UFGD. Dourados-MS. 2011.

Tabela 3 – Parâmetros determinados para as equações sigmóides ajustadas aos dados de produção, em função dos períodos de convivência ou controle das plantas daninhas. Fazenda Experimental/UFGD. Dourados-MS. 2011.

Tratamento	Parâmetros				R ²	F	Probabilidade
	a	b	c	d			
Sem Controle	216,3595	1020,26	16,7906	-0,935	0,98	176,4323**	0,0007
Com Controle	91,7234	922,91	28,5409	1,907	0,93	29,2064**	0,0100

a: rendimento mínimo, no início do ensaio para inicialmente limpo e no final do ensaio para inicialmente sujo; b: diferença entre o rendimento máximo e o mínimo; c: número de dias em que ocorreu 50% de redução no rendimento máximo; e d: declividade da curva; R²: coeficiente de determinação.

Tolerando reduções máximas de 5%, a produtividade do crambe passou a ser afetada negativamente a partir dos 10 DAE em convivência com as plantas daninhas, sendo necessário o controle da comunidade infestante até os 40 DAE para que a produção atingisse os 95% da produtividade máxima da cultura (Figura 5). Assim, as plantas daninhas presentes antes ou após esse intervalo de tempo não alteram o

rendimento da cultura, ao passo que aquelas presentes durante esse intervalo devem ser controladas, ou seja, o intervalo entre os 10 e 40 DAE caracterizam-se como período crítico de prevenção à interferência (PCPI). Na prática, o PCPI é o período que as capinas ou efeito residual dos herbicidas devem abranger, pois as plantas daninhas que emergirem após esse período não atingirão um estágio de desenvolvimento suficiente para promover interferência e reduções significativas a produtividade da cultura (PITELLI, 1985).

Em termos de manejo de plantas daninhas, o período anterior à interferência (PAI) torna-se um dos períodos de maior importância do ciclo cultural, a partir do qual a produtividade é significativamente afetada (MESCHEDÉ et al., 2004) e, segundo Pitelli (1985), a duração do PTPI pode ser influenciada principalmente pela intensidade e pela velocidade em que ocorre o sombreamento das entrelinhas pela cultura. Assim, quanto maior a intensidade e velocidade de sombreamento, menor tende a ser o PTPI.

As plantas daninhas mais tardias, que surgiram após os 40 DAE, não influenciaram na produtividade do crambe, no entanto, podem ocasionar prejuízos à etapa de colheita, dificultando a operação e aumentando os custos de pós-colheita.

Esses dados evidenciam a necessidade de práticas culturais que possibilitem vantagens competitivas para a cultura do crambe em detrimento a comunidade de plantas daninhas, aproveitando as próprias características da cultura de forma eficiente, como redução no espaçamento das entrelinhas e o aumento do espaçamento entre as plantas (para uma mesma população) e realização de adubações equilibradas e em épocas corretas, no intuito de favorecer rápido desenvolvimento vegetativo, de maneira que diminua a incidência de luz que atinge o solo, proporcionando um ambiente desfavorável para o desenvolvimento das plantas daninhas.

Houve relação negativa entre o acúmulo de massa seca das plantas daninhas e a produção de grãos de crambe, com redução exponencial da mesma com o aumento da massa seca das plantas daninhas quando a cultura permaneceu por períodos crescentes de convivência com a comunidade infestante (Figura 6).

Durante esse período, a taxa média de acúmulo de massa seca pelas plantas daninhas foi de $2,2 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, o que implicou em uma redução na produção de grãos de crambe de $13,14 \text{ kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Sendo que para cada quilo de massa seca acumulada por m^2 pelas plantas daninhas, verificou-se uma redução na produção de grãos de crambe de 597 kg ha^{-1} .

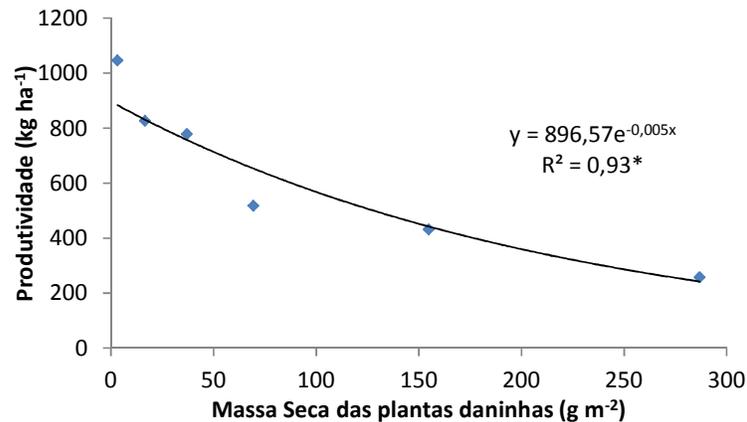


Figura 6 – Efeito da massa seca (g m^{-2}) das plantas daninhas sobre a produtividade (kg ha^{-1}) da cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) em resposta aos períodos de convivência. Fazenda Experimental/UFGD. Dourados – MS. 2011.

A convivência das plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura do crambe resultou em sérios prejuízos, sem considerar as interferências indiretas causadas durante o processo de colheita. A cultura evidenciou uma baixa capacidade competitiva comparando-se o acúmulo de massa seca das plantas daninhas, acarretando em um menor desenvolvimento da cultura e em acentuada redução na produção de grãos.

Estes resultados estão de acordo com os relatados por Endres & Schatz (1993), que observaram que o controle de plantas daninhas é um fator crítico para o sistema produtivo de grãos de crambe, pois não possui grande capacidade competitiva com as plantas daninhas durante o seu desenvolvimento vegetativo inicial, devendo-se realizar o controle no período de 3 a 4 semanas necessários para o fechamento do dossel, a fim de garantir produtividade máxima. Assim, há a necessidade de um período de controle inicial que proporcione vantagens competitivas ao desenvolvimento da cultura e sua posterior complementação pelo sombreamento imposto pela cultura.

CONCLUSÕES

As espécies de plantas daninhas de maior ocorrência na cultura do crambe foram *Cenchrus echinatus* L., *Amaranthus sp* L., *Gnaphalium spicatum* Lam. e *Bidens pilosa* L.

O controle das plantas daninhas deve ser realizado de 10 a 40 dias após a emergência, a fim de evitar perdas maiores que 5% na produção de grãos de crambe.

A presença da comunidade infestante ao longo do ciclo da cultura do crambe causa grande interferência no seu desenvolvimento podendo proporcionar perdas de até 80% na produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, H. M.; BITTENCOURT, A. H. C.; VESTENA, S. Potencial alelopático de *Cyperus rotundus* L. sobre espécies cultivadas. **Ciência agrotecnica**, v. 33, Edição especial, p. 1984-1990, 2009.
- BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C.; GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S.; VOLL, E. Cadastramento fitossociológico de plantas daninhas na cultura de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 5, p. 651-657, 2003.
- CARVALHO, F. T.; VELINI, E. D. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura da soja: I - Cultivar IAC - 11. **Planta daninha**, v. 19, n. 3, p. 317-322, 2001.
- EBERLEIN, C. V.; MORRA, M. J.; GUTTIERI, M. J.; BROWN, P. D.; BROWN, J. Glucosinolate production by five field-crown *Brassica napus* cultivars used as green manures. **Weed Technology**, v. 12, n. 4, p. 712-718, 1998.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412 p.
- ENDRES, G.; SCHATZ, B. **Crambe Production**, 1993 Disponível em: <<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/crops/a1010w.htm#weed>>. Acesso em 25 jan 2010.
- FLECK, N. G.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; AGOSTINETTO, D.; RIZZARDI M. A. Velocidade de estabelecimento em cultivares de arroz irrigado como característica para aumentar a habilidade competitiva com plantas concorrentes. **Ciência Rural**, v. 33, n. 4, p. 635-640, 2003.
- FREITAS, F. C. L.; MEDEIROS, V. F. L. P.; GRANGEIRO, L. C.; SILVA, M. G. O.; NASCIMENTO, P. G. M. L.; NUNES, G. H. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta daninha**, v. 27, n. 2, p. 241-247, 2009.
- KOZLOWSKI, L. A.; RONZELLI JÚNIOR, P.; PURISSIMO, C.; DAROS, E.; KOEHLER, H. S. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum em sistema de semeadura direta. **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 213-220, 2002.
- KUVA, M. A.; GRAVENA, R.; PITELLI, R. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; ALVES, P. L. C. A. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da cana – de – açúcar. II – Capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, v. 19, n. 3, p.323-330, 2001.
- LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional**. 5. ed., Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006. 339 p.

- MESCHEDE, D. K.; OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; SCAPIM, C.A. Período anterior a interferência de plantas daninhas em soja: estudo de caso com baixo estande e testemunhas duplas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 239-246, 2004.
- MORAES, P. V. D. Alelopatia de espécies de cobertura na inibição de plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 3, p. 117, 2009.
- NEPOMUCENO, M. Efeito da época e local de semeadura na interferência das plantas daninhas na cultura do amendoim. Jaboticabal: UNESP, 2007. 84 p. **Dissertação – Mestrado**.
- NEVES, R. Potencial alelopático da cultura de canola (*Brassica napus* L. var. oleifera) na supressão de picão-preto (*Bidens sp.*) e soja. 2005. 77 p. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2005. Disponível em: <www.upf.br/ppgagro/download/ronaldoneves.pdf>.
- NÓBREGA, L. H. P.; LIMA, G. P.; MARTINS, G. I.; MENEGHETTI, A. M. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de soja (*Glycine max* L. Merrill) sob cobertura vegetal. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 461-465, 2009.
- OERLEMANS, K.; BARRETT, D. M.; SUADES, C. B.; VERKERK, R.; DEKKER, M. Thermal degradation of glucosinolates in red cabbage. **Food Chemical**, v. 95, n. 1, p.19-29, 2006.
- PETERSEN, J.; BELZ, R.; WALKER, F.; HURLE, K. Weed suppression by release of isothiocyanates from turnip-rap mulch. **Agronomy Journal**, v. 93, p. 37-43, 2001.
- PITELLI, R. A. Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 29, p. 16-27, 1985.
- PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15. 1984, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: SBHED. p. 37, 1984.
- PITOL, C. **Crambe: uma nova opção para produção de biodiesel**. Maracajú, Fundação MS, 2010. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.com.br>>. Acesso em: novembro de 2011.
- RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: Implications for vegetation management**. New York: John Wiley & sons, 1997. 263 p.
- SARTORATO, A.; RAVA, C. A.; YOKOYAMA, M. **Principais doenças e pragas do feijoeiro comum no Brasil**. Brasília: Embrapa-CNPAF, 1987. 53 p. (Embrapa Documentos, 5).
- SILVA, M. R. M.; DURIGAN, J. C. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. II - cultivar Caiapó. **Bragantia**, v. 68, n. 2, p. 373-379, 2009.

SILVA, M. R. M.; DURIGAN, J. C. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. I – Cultivar IAC 202. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 685-694, 2006.

SONNENBERG, P. E.; SILVA, N. F. Interferência de plantas daninhas na cultura de repolho transplantado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 1, p. 9-11, 2005.

SPADOTTO, C. A.; MARCONDES, D. A. S.; LUIZ, A. J. B.; SILVAS, C. A. R. Determinação do período crítico para prevenção da interferência de plantas daninhas na cultura de soja: uso do modelo "Broken – Stick". **Planta Daninha**, v. 12, n. 2, p. 59-62, 1994.

STRAŠIL, Z. Impact of some selected agricultural measures and site conditions on economically significant characteristics of crambe. **Scientia Agriculturae Bohemica**, Crop Research Institute, Prague-Ruzyně, Czech Republic, v. 41, n. 2, p.77-83, 2010.

TOKURA, L. K.; NÓBREGA, L. H. P. Alelopatia de cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 3, p. 378-384, 2006.

CAPÍTULO II

SELETIVIDADE A HERBICIDAS NA CULTURA DO CRAMBE

Seletividade a herbicidas na cultura do crambe

Autor: Rodolpho Freire Marques

Orientador: Luiz Carlos Ferreira de Souza

Resumo: O controle de plantas daninhas é uma prática que demanda tecnologia e poucas são as informações sobre a utilização de herbicidas na cultura do crambe. Não existem herbicidas registrados para essa cultura em função de ser recém introduzida no país, necessitando-se de estratégias de controle de plantas daninhas para torná-la viável. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a seletividade de herbicidas com potencial de uso na cultura do crambe, visando o controle das plantas daninhas. O experimento foi realizado em condições de campo nos anos de 2010 e 2011, na Fazenda Experimental da faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, localizada em Dourados, MS. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com os tratamentos disposto em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os herbicidas foram os fatores estudados nas parcelas (tratamentos principais) e as doses dos herbicidas foram os fatores estudados nas subparcelas (tratamentos secundários). Os tratamentos utilizados em g de ingrediente ativo foram: S-Metolachlor (0; 600; 1200 g ha⁻¹) em pré-emergência, Fomesafen (0; 112; 225 g ha⁻¹), Fomesafen + Fluazifop-P-Butil (0; 112 + 100; 225 + 200 g ha⁻¹), Bentazon (0; 350; 700 g ha⁻¹) e Bentazon + Imazomox (0; 300 + 14; 600 + 28 g ha⁻¹) em pós-emergência, aplicados quando as plantas apresentavam entre quatro e seis folhas. Utilizou-se um pulverizador costal, pressurizado a CO₂ e equipado com barra de aplicação com seis pontas Teejet XR 110.02 VS, com consumo de calda de 150 L ha⁻¹. As avaliações visuais de fitotoxicidade foram realizadas aos 7, 14, e 21 dias após a aplicação (DAA). As notas visuais seguiram uma escala percentual variando de 0 a 100, em que 0 (zero) correspondeu a nenhuma injúria demonstrada pelas plantas e 100 (cem) a morte total das plantas. Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de análise de variância, sendo considerados seletivos os herbicidas que não apresentaram efeito significativo, em nível de 5% para o teste F, em relação a suas testemunhas. Concluiu-se que as doses e os herbicidas estudados não foram seletivos a cultura do crambe.

Palavras-chaves: *Crambe abyssinica* Hoechst, fitotoxicidade, controle, oleaginosa.

Selectivity of herbicides in the crambe crop

Author: Rodolpho Freire Marques

Leader: Luiz Carlos Ferreira de Souza

ABSTRACT - The weed control is a technology and what requires very little information on the use of herbicides in the crambe. There are no registered herbicides for this crop due to be newly introduced in the country, requiring strategies to control weeds to make it viable. Therefore, the aim of this work was to evaluate the selectivity of herbicides with potential use in crop crambe, for the control of weeds. The experiment was conducted under field conditions in the years 2010 and 2011 at the Experimental Farm of the Faculty of Agrarian Sciences, Federal University of the Grande Dourados, located in Dourados, MS. The experimental design was a randomized complete block with treatments arranged in split plots with four replications. Herbicides were the factors studied plots (main treatments) and the herbicide rates were the factors studied in the subplots (secondary treatment). The treatments used in g active ingredient were: S-Metolachlor (0; 600; 1200 g ha⁻¹) in pre-emergence, Fomesafen (0; 112; 225 g ha⁻¹), Fomesafen + Fluazifop-P-Butil (0; 112 + 100; 225 + 200 g ha⁻¹), Bentazon (0; 350; 700 g ha⁻¹) e Bentazon + Imazomox (0; 300 + 14; 600 + 28 g ha⁻¹) in post-emergence applied when plants had between four and six leaves. We used a backpack sprayer, pressurized CO₂ and equipped with bar application with six points TeeJet XR 110 02VS with the spray solution volume of 150 L ha⁻¹. The visual phytotoxicity assessments were performed at 7, 14, and 21 days after application (DAA). The visual grades followed a percentage scale ranging from 0 to 100 where 0 (zero) corresponds to no injury and 100 shown in plants (one hundred) death of the whole plant. The results were analyzed statistically by analysis of variance, as selective herbicides that had no significant effect on the 5% level for the F test in relation to witnesses. It was concluded that the herbicides applied were not selective crambe crop.

Keywords: *Crambe abyssinica* Hoechst, phytotoxicity, control, oilseed.

INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst - Brassicaceae), ainda pouco conhecido e pouco cultivado no Brasil, vem expandindo sua área, apresentando boas possibilidades de cultivo na região centro-sul de Mato Grosso do Sul, sendo também cultivado na região norte/nordeste do Paraná e sul de São Paulo. (PITOL, 2008). É uma planta originária da Etiópia, região de transição entre clima temperado e quente com precipitação moderada, entretanto, durante sua domesticação foi adaptado às regiões secas e frias do Mediterrâneo (KNIGHTS, 2002), comportando-se como cultura de outono/inverno em nossas condições (PITOL, 2010).

O crambe mostra-se uma boa opção para a rotação de culturas em cultivos de inverno, com a finalidade de produção de óleo destinado à indústria do biodiesel. Seu óleo é rico em ácido erúico (em média 55%), o que também lhe confere características para a indústria química, sendo utilizado na fabricação de lubrificantes, adjuvantes para aplicação de pesticidas e como agente deslizante em ligas plásticas (AIR, 1997).

A cultura do crambe está sujeita a uma série de fatores que influenciam o seu desenvolvimento e a sua produtividade. Um desses fatores é a incidência de plantas daninhas, que tem se revelado um sério problema, sendo responsável por grandes perdas, haja vista que para a manutenção de altas produtividades é determinante o manejo adequado das plantas daninhas (ENDRES & SCHATZ, 1993; STRAŠIL, 2010).

Dentre os diferentes sistemas de controle disponíveis, a utilização de controle químico através do uso de herbicidas deve ser realizada com uso de produtos seletivos para a cultura. Este método de controle se destaca em razão da sua maior eficácia em relação aos outros métodos possíveis de serem adotados, devido ao custo relativamente baixo quando comparado aos custos de mão-de-obra, maior rendimento e facilidade de controle de plantas daninhas na linha da cultura (VICTORIA FILHO, 2008).

Segundo Blanco (2002), herbicidas são compostos químicos utilizados para eliminar plantas, aplicados em doses convenientes diretamente sobre a vegetação para absorção foliar (tratamento em pós-emergência) ou no solo para absorção por tecidos formados após a germinação da semente antes da emergência da planta na superfície (tratamento em pré-emergência).

A escolha do produto e da dose deve estar relacionada diretamente com a máxima eficiência do controle, contudo o seu sucesso depende de uma série de princípios técnicos e criteriosos, dentre eles estão a identificação das espécies invasoras a serem controladas e a seletividade a cultura, sempre buscando maximizar as suas vantagens de uso, minimizando os seus riscos toxicológicos. Uma vez que tais produtos químicos podem provocar efeitos fitotóxicos, o conhecimento da seletividade do produto a cultura é de extrema importância para se ter confiança no momento de fazer a devida recomendação.

Segundo Velini et al. (1992), a seletividade é caracterizada como sendo a capacidade de um determinado herbicida eliminar as plantas daninhas que se encontram em uma certa cultura, sem reduzir a sua produtividade e a qualidade do produto final obtido. A determinação dessa seletividade não deve ser avaliada observando apenas os sintomas visuais de fitotoxicidade, pois existe a possibilidade de que certos produtos reduzam a produtividade da cultura sem manifestar sintomas visuais e outros que provocam injúrias acentuadas, mas que permitem à cultura recuperar-se e manifestar plenamente seu potencial produtivo (VELINI et al., 2000). Portanto, na avaliação da seletividade, além dos sintomas visuais de fitotoxicidade, é importante considerar os dados de produtividade da cultura (SBCPD, 1995), devido à fitotoxicidade ser resultante de uma complexa interação entre o herbicida, a planta e as condições ambientais (WELLER, 2000).

Os efeitos da fitotoxicidade podem ser muito variáveis, sobretudo em condições de seletividade marginal, podendo causar danos à cultura, devendo-se, portanto, ter muita cautela em extrapolar os resultados de pesquisa (GUIMARÃES et al., 2007). Lorenzi et al. (1994), por exemplo, relatou em trabalhos realizados com a cultura da cana-de-açúcar que níveis significativos de injúrias não causaram redução de produtividade, do mesmo modo que níveis não significativos de injúrias causaram redução de produtividade. Além disso, vários fatores podem influenciar o grau da fitotoxicidade, como a dose de herbicida a ser utilizado, tipo de aplicação, presença de adjuvante, tipo de solo, umidade do solo, estágio de cultura, condições climáticas no momento e após a aplicação e posicionamento do herbicida no perfil do solo (VARGAS & ROMAN, 2000).

O controle de plantas daninhas é uma prática que demanda tecnologia e, para cultura do crambe são escassas as informações a respeito do uso de herbicidas, não havendo produtos registrados para essa cultura (ANVISA, 2010).

Diante disso, há a necessidade de se identificar estratégias de controle de plantas daninhas para compor o sistema de produção do crambe. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a seletividade de herbicidas utilizados em outras culturas de folhas largas com potencial de uso na cultura do crambe, visando o controle químico das plantas daninhas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo, em dois anos consecutivos (2010 e 2011), na Fazenda Experimental da faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados/MS, localizada a latitude 22° 11' 55" S, longitude 54° 56' 07" W e 452 metros de altitude. O clima da região, baseado na classificação internacional de Köeppen, é do tipo Cwa, com precipitação média de 1427 mm. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (EMBRAPA, 1999) de textura muito argilosa (80% de argila, 14% de silte e 6% de areia), originalmente sob vegetação de Cerrado.

O preparo do solo foi realizado de forma convencional com uma gradagem pesada e uma gradagem leve, sendo essa realizada antes da semeadura. A adubação de semeadura foi feita com base nos resultados da análise química do solo para o estabelecimento de cultura de outono inverno para a região, utilizando-se 200 kg ha⁻¹ da formulação comercial 08-20-20, aplicada no sulco de semeadura.

Foi utilizada a cultivar de crambe FMS Brilhante, de ciclo precoce, com cerca de 90 dias entre a emergência e a maturação e a altura média de 0,85 m (PITOL, 2008). A semeadura foi realizada por meio de semeadora do modelo Semeato SMH 15/17, utilizando-se 12 kg de sementes por hectare, com uma densidade de 22 sementes por metro, no espaçamento de 0,45 m entre linhas. A emergência das plântulas ocorreu, em média, seis dias após a semeadura.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com os tratamentos disposto em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por cinco herbicidas e nas subparcelas por três doses para cada herbicida (Tabela 1). A parcela foi representada por uma área de 4m de largura por 15m de comprimento e as subparcelas, foram demarcadas dentro de cada parcela, representadas por sete linhas com a cultura do crambe, com quatro metros de comprimento, espaçadas entre si em 0,45 m. A área útil foi constituída pelas 5 linhas centrais desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades.

O equipamento utilizado para aplicação dos herbicidas foi um pulverizador costal, de pressão constante à base de CO₂ (35 lb pol⁻²), equipado com barra de aplicação com seis pontas Teejet XR 110.02 VS, o que proporcionou um volume de

aplicação de calda de 150 L ha⁻¹. Para o controle da deriva, foi utilizada uma lona plástica esticada nas laterais de cada subparcela pulverizada.

Foram escolhidos herbicidas registrados para culturas de folhas largas, como o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) os quais têm maior probabilidade de serem seletivos para a cultura do crambe. As doses dos herbicidas utilizadas foram as mesmas recomendadas para outras culturas de folhas largas registradas no MAPA, sendo também aplicada a metade da dose recomendada.

O herbicida pré-emergente foi aplicado logo após a semeadura e incorporado através de uma irrigação. Os herbicidas pós-emergentes foram aplicados aos 12 DAE (dias após a emergência). No momento da aplicação, as plantas encontravam-se com quatro a seis folhas. Todos os dados referente as condições ambientais em que foram aplicados os tratamentos estão descritos na Tabela 1 e as doses e os herbicidas testados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 1 – Herbicidas e doses utilizados para o estudo de seletividade na cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst). Fazenda Experimental/UFGD. Dourados – MS. 2010/2011.

Tratamento	Ingrediente ativo (i. a.)	Doses i. a. g ha ⁻¹	Modalidade de aplicação
1		0,0	
2	S - Metolachlor	0,6	Pré-emergente
3		1,2	
4		0,0	
5	Fomesafen	0,112	Pós-emergente
6		0,225	
7		0,0	
8	Fomesafen + Fluazifop - P - Butil	0,1 + 0,1	Pós-emergente
9		0,2 + 0,2	
10		0,0	
11	Bentazon	0,35	Pós-emergente
12		0,7	
13		0,0	
14	Bentazon + Imazomox	0,3 + 0,014	Pós-emergente
15		0,6 + 0,028	

Tabela 2 – Dados climatológicos no momento da aplicação dos tratamentos na cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst). Fazenda Experimental/UFGD. Dourados – MS. 2010/2011.

Época de aplicação	Dia	Temperatura do ar	Umidade do ar	Velocidade do vento
Pré-emergência	17/06/2010	26,5 °C	60%	3,0 km h ⁻¹
Pós-emergência	05/07/2010	22,5 °C	80%	1,5 km h ⁻¹
Pré-emergência	30/05/2011	28 °C	63%	4,0 km h ⁻¹
Pós-emergência	16/06/2011	26 °C	72%	2,5 km h ⁻¹

As avaliações visuais de fitotoxicidade na cultura do crambe foram realizadas aos 7, 14 e 21 dias após a aplicação (DAA) dos herbicidas pós-emergentes, e para o pré-emergente aos 21, 28, 35 DAA, por meio de uma escala percentual de notas, usando uma escala onde 0% corresponde à ausência de injúrias, 1 a 10% à leve descoloração, 11 a 20% à descoloração, 21 a 30% à descoloração pronunciada com rápida recuperação, 31 a 40% à descoloração pronunciada com recuperação, 41 a 60% à descoloração pronunciada com recuperação lenta, 61 a 70% à não recuperável, 71 a 80% à grandes perdas na densidade, 81 a 90% à plantas quase destruídas, 91 a 99% à pouco sobrevivência das plantas e 100% à morte total das plantas, de acordo com recomendações da Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas (SBCPD, 1995). Todas as subparcelas foram mantidas no limpo, utilizando-se capina manual, para que não houvesse interferência das plantas daninhas.

Sendo também avaliados os demais parâmetros descritos a seguir: Altura de plantas - determinada pela medição, por meio de régua graduada, a distância do colo ao ápice da planta, cujos resultados foram expressos em centímetros; Massa seca da parte aérea - obtida por meio de secagem das plantas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas. Os resultados foram expressos em gramas por planta; Produtividade - medida após a trilha e limpeza dos grãos colhidos dentro da área útil de cada subparcela. A massa dos grãos foi determinada em balança de precisão com duas casas decimais, com os valores expressos em kg ha^{-1} , corrigindo-se o grau de umidade para 13%; e Massa de 1000 grãos - determinada através da contagem de oito subamostras de 100 grãos por subparcela (BRASIL, 2009).

Os dados foram submetidos ao teste de análise de variância, sendo considerados seletivos os herbicidas que não apresentaram efeito significativo, ao nível de 5% para o teste F, em relação a suas testemunhas. Em caso de significância, as diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre os herbicidas e as doses estudadas. Os níveis visuais de fitotoxicidade verificados nos experimentos realizados para a cultura do crambe nos anos agrícolas de 2010 e 2011 apresentaram efeitos significativos para as doses aplicadas, como pode ser observado nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. Durante a condução dos experimentos observou-se que o herbicida S-Metolachlor, aplicado em pré-emergência, não provocou sintomas de fitotoxicidade sobre a cultura, em qualquer das doses ministradas, nos dois anos agrícolas (Tabelas 3 e 4). Em condições de injúrias às plantas, normalmente o sintoma causado por S-Metolachlor é o enrugamento foliar, onde as folhas apresentam-se em formato de “concha” e com aspecto retorcido, como descrito por Farinelli et al. (2005).

Todos os herbicidas aplicados em pós-emergência (Fomesafen, Fomesafen + Fluazifop-P-Butil, Bentazon, Bentazon + Imazomox) apresentaram-se não seletivos à cultura do crambe ao término do experimento por apresentarem notas máximas e sintomas não aceitáveis de fitotoxicidade (Tabelas 3 e 4), verificando-se a alta fitotoxicidade desses produtos à cultura de acordo com o aumento das doses e ao longo das épocas de avaliação.

No ano de 2010, as doses aplicadas de todos os herbicidas diferiram estatisticamente entre si, exceto para a mistura Fomesafen + Fluazifop-P-Butil, onde não foi observada diferença estatística entre as doses aplicadas do produto comercial (0,8 e 1,6 L ha⁻¹) aos 21 DAA (dias após a aplicação) e para a mistura Bentazon + Imazomox, cuja dose mais baixa (0,5 L ha⁻¹) aplicada não diferiu estatisticamente da dose “zero” (testemunha) aos 7 DAA. Os efeitos fitotóxicos dos herbicidas foram observados já aos 7 DAA, caracterizados por folhas com clorose, bordas queimadas e parcial ou totalmente necrosadas, sem que houvesse recuperação das plantas durante todo o ciclo da cultura. As plantas das áreas úteis dessas subparcelas foram consideradas mortas na ocasião da colheita (Tabela 3).

Tabela 3 – Resultados médios de fitotoxicidade visual na cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) submetida a diferentes herbicidas e doses em diferentes datas de avaliação. Fazenda Experimental/UFGD. Dourados - MS. 2010.

Herbicidas	Doses p. c. L ha ⁻¹	Fitotoxicidade %		
		7 dias	14 dias	21 dias
S - Metolachlor	0,0	0,0 A	0,0 A	0,0 A
	0,625	0,0 A	0,0 A	0,0 A
	1,25	0,0 A	0,0 A	0,0 A
Fomesafen	0,0	0,0 A	0,0 A	0,0 A
	0,45	36,25 B	48,75 B	71,25 B
	0,9	68,75 C	87,5 C	98,25 C
Fomesafen + Fluazifop-P-Butil	0,0	0,0 A	0,0 A	0,0 A
	0,8	58,75 B	80,0 B	95,0 B
	1,6	86,25 C	92,5 C	100,0 B
Bentazon	0,0	0,0 A	0,0 A	0,0 A
	0,6	23,75 B	51,25 B	67,5 B
	1,2	77,5 C	87,5 C	93,75 C
Bentazon + Imazomox	0,0	0,0 A	0,0 A	0,0 A
	0,5	9,25 A	25,0 B	63,75 B
	1,0	30,0 B	81,25 C	93,0 C

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna e para o mesmo herbicida não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A metade da dose do herbicida Bentazon + Imazomox mostrou-se seletivo a cultura aos 7 DAA, mas notou-se uma ligeira elevação dos danos apresentados pelas plantas a medida que foi realizando-se outras avaliações, como descoloração pronunciada das plantas gradualmente a medida que as plantas não se recuperaram mais. Já para o tratamento utilizando a dose recomenda não foi verificado o mesmo comportamento, que já aos 7 DAA apresentava sintomas de descoloração e a medida que foi realizando-se as outras avaliações observou-se plantas destruídas e diminuição do estande.

Tabela 4 – Resultados médios de fitotoxicidade visual na cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) submetida a diferentes herbicidas e doses em diferentes datas de avaliação. Fazenda Experimental/UFGD. Dourados - MS. 2011.

Herbicidas	Doses p. c. L ha ⁻¹	Fitotoxicidade %		
		7 dias	14 dias	21 dias
S - Metolachlor	0,0	0,0 A	0,0 A	0,0 A
	0,625	0,0 A	0,0 A	0,0 A
	1,25	0,0 A	0,0 A	0,0 A
Fomesafen	0,0	0,0 A	0,0 A	0,0 A
	0,45	95,0 B	98,0 B	100,0 B
	0,9	100,0 C	100,0 B	100,0 B
Fomesafen + Fluazifop-P-Butil	0,0	0,0 A	0,0 A	0,0 A
	0,8	100,0 B	100,0 B	100,0 B
	1,6	100,0 B	100,0 B	100,0 B
Bentazon	0,0	0,0 A	0,0 A	0,0 A
	0,6	91,25 B	98,0 B	100,0 B
	1,2	99,75 C	100,0 B	100,0 B
Bentazon + Imazomox	0,0	0,0 A	0,0 A	0,0 A
	0,5	95,75 B	98,25 B	100,0 B
	1,0	100,0 C	100,0 B	100,0 B

Médias seguidas de uma mesma letra na coluna e para o mesmo herbicida, não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Dentre os herbicidas testados, verificou-se que o Fomesafen e a mistura Fomesafen + Fluazifop-P-Butil na maior dose aplicada apresentaram, no primeiro ano de estudo, as maiores notas de fitotoxicidade que os demais herbicidas na última avaliação realizada, com percentuais de 98,3% e 100%, respectivamente. Dessa forma, embora todos os produtos aplicados tenham apresentado sintomas severos de fitotoxicidade, esses dois herbicidas foram considerados os mais prejudiciais. Resultados semelhantes foram encontrados para a cultura do nabo forrageiro, onde o

herbicida Bentazon causou morte total das plantas de nabo, planta também pertencente a família das Brassicaceae (Mascarenhas et al., 2010), corroborando com o resultado encontrado nessa pesquisa.

No ano agrícola de 2011 as doses dos herbicidas aplicados diferiram da testemunha para todos os herbicidas testados. No entanto, observou-se diferença estatística entre as doses média e máxima apenas aos 7 DAA para os herbicidas Fomesafen, Bentazon e Bentazon + Imazomox (Tabela 4). Nota-se que nesse ano houve menor tolerância da cultura em relação ao primeiro ano, verificando-se sintomas mais acentuados de fitotoxicidade que confirmam a não seletividade da cultura do crambe a esses herbicidas.

A diferença no índice de fitotoxicidade causada sobre a cultura pelos herbicidas utilizados nos dois experimentos pode estar associada à variação das condições ambientais de um ano para o outro (KARAM et al., 2004). Resultados obtidos por Thompson & Nissen (2002) indicaram um aumento da fitotoxicidade em milho, soja e trigo quanto à luminosidade anteriormente à aplicação do herbicida e à maior disponibilidade de água para a planta. Deve-se salientar que os sintomas fitotóxicos são agravados em função das condições ambientais no momento da aplicação, tornando-se mais agudos em altas temperaturas e alta luminosidade (DAYLAN et al., 1997), sendo esses dois fatores responsáveis por essa menor tolerância da cultura no ano de 2011 em relação ao experimento conduzido no ano de 2010.

As doses do herbicida S-Metolachlor diferiram estatisticamente da testemunha para a produtividade (2010 e 2011) e a altura das plantas (2010) do crambe. Entretanto, nas demais características avaliadas (massa seca de plantas e massa de mil grãos) as doses foram estatisticamente iguais à testemunha nos dois anos (Tabelas 5 e 6). Embora os resultados de fitotoxicidade tenham sido significativos para a cultura do crambe, observou-se que houve reduções maiores que 5% na produção da cultura para todas as doses, permitindo à classificação desse herbicida como não seletivo a cultura.

De maneira geral, os herbicidas aplicados em pós-emergência, nas doses aplicadas, provocaram redução significativa da produtividade, massa seca, altura e peso de mil grãos do crambe em relação as suas testemunhas, em consequências aos efeitos fitotóxicos dos herbicidas, em ambos os anos em que foram conduzidos os experimentos (Tabelas 5 e 6).

Em 2010 observou-se superioridade da testemunha em relação às doses aplicadas em todos os herbicidas pós-emergentes. As doses diferiram entre si a partir da

segunda avaliação para todos os herbicidas, exceto para a mistura Fomesafen + Fluazifop-P-Butil, em que as doses foram estatisticamente iguais em todas as avaliações e para Bentazon + Imazomox, em que as doses diferiram entre si também aos 7 DAA (Tabela 5). Para os herbicidas aplicados em 2011 verificou-se a morte das plantas em todas as doses aplicadas e, conseqüentemente, comprometimento da produção da cultura (Tabela 6). Esses resultados ratificam a intolerância da cultura do crambe aos herbicidas aplicados, conforme apresentado nas tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Produtividade (kg ha^{-1}), massa seca (g planta^{-1}), altura (cm) e massa de mil grãos (g) da cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) submetida a diferentes herbicidas e doses. Fazenda Experimental/UFGD. Dourados – MS. 2010.

Herbicidas	Doses p. c. L ha^{-1}	Produtividade (kg ha^{-1})	Massa seca (g planta^{-1})	Altura (cm)	Massa de mil grãos (g)
S - Metolachlor	0,0	1374,6 A	20,6 A	80,7 A	6,3 A
	0,625	1183,5 B	19,2 A	76,2 AB	6,4 A
	1,25	1173,1 B	18,9 A	72,7 B	5,8 A
Fomesafen	0,0	1254,4 A	19,48 A	74,5 A	6,1 A
	0,45	13,3 B	6,2 B	35,2 B	2,3 B
	0,9	0,0 B	0,0 C	0,0 C	0,0 C
Fomesafen + Fluazifop-P-Butil	0,0	1350,9 A	19,2 A	83,0 A	6,4 A
	0,8	0,0 B	0,0 B	0,0 B	0,0 B
	1,6	0,0 B	0,0 B	0,0 B	0,0 B
Bentazon	0,0	1242,5 A	19,7 A	82,0 A	6,3 A
	0,6	59,8 B	7,1 B	35,0 B	2,5 B
	1,2	0,0 B	0,0 C	0,0 C	0,0 C
Bentazon + Imazomox	0,0	1273,1 A	17,9 A	80,7 A	6,1 A
	0,5	169,5 B	5,7 B	36,7 B	4,6 B
	1,0	0,0 C	0,0 C	0,0 C	0,0 C

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e para o mesmo herbicida, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 6 – Produtividade (kg ha^{-1}), massa seca (g planta^{-1}), altura (cm) e massa de mil grãos (g) da cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) submetida a diferentes herbicidas e doses. Fazenda Experimental/UFGD. Dourados – MS. 2011.

Herbicidas	Doses p. c. L ha^{-1}	Produtividade (kg ha^{-1})	Massa seca (g planta^{-1})	Altura (cm)	Massa de mil grãos (g)
S - Metolachlor	0,0	1074,74 A	23,3 A	87,0 A	7,57 A
	0,625	881,93 B	23,0 A	86,5 A	7,23 A
	1,25	882,12 B	22,5 A	84,0 A	7,22 A
Fomesafen	0,0	1059,16 A	25,54 A	82,0 A	7,76 A
	0,45	0,0 B	0,0 B	0,0 B	0,0 B
	0,9	0,0 B	0,0 B	0,0 B	0,0 B
Fomesafen + Fluazifop-P-Butil	0,0	1057,45 A	23,5 A	82,25 A	7,38 A
	0,8	0,0 B	0,0 B	0,0 B	0,0 B
	1,6	0,0 B	0,0 B	0,0 B	0,0 B
Bentazon	0,0	1145,85 A	23,4 A	82,25 A	7,66 A
	0,6	0,0 B	0,0 B	0,0 B	0,0 B
	1,2	0,0 B	0,0 B	0,0 B	0,0 B
Bentazon + Imazomox	0,0	1096,73 A	24,1 A	87,0 A	7,17 A
	0,5	0,0 B	0,0 B	0,0 B	0,0 B
	1,0	0,0 B	0,0 B	0,0 B	0,0 B

Médias seguidas de mesma letra, na coluna e para o mesmo herbicida, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Estes resultados mostram que esta cultura é muito sensível a aplicação de herbicidas pós-emergentes, Stougaard e Moomaw (1991) avaliaram as injúrias da aplicação sequencial de imazethapyr ($0,033 \text{ kg i. a. ha}^{-1}$) + bentazon ($0,560 \text{ kg i. a. ha}^{-1}$) + sethoydym ($0,224 \text{ kg i. a. ha}^{-1}$) na cultura do crambe observaram de 55 a 83% de danos nas plantas submetidas a este tratamento.

Apesar do S-Metolachlor não se enquadrar como um herbicida seletivo a cultura devido as reduções maiores que 5% na produtividade, este herbicida tem potencial de ser utilizado para essa cultura devido a eficiência no controle das plantas daninhas durante a condução do experimento e por ser seletivo aos outros parâmetros avaliados.

Mascarenhas et al. (2010), estudando a seletividade de herbicidas para a cultura do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. - Brassicaceae), caracterizou o herbicida S-Metolachlor como seletivo a cultura. No entanto, esses autores realizaram somente avaliações visuais de fitotoxicidade e não quantificaram os efeitos desse herbicida na produção do nabo forrageiro, o que poderia classificá-lo como não seletivo a cultura.

Pesquisas realizadas na Inglaterra têm apontado certa tolerância da cultura do crambe aos herbicidas registrados para a cultura da mostarda (*Sinapsis alba* - Brassicaceae), provavelmente em função das duas culturas serem integrantes da mesma família (STRAŠIL, 2010). Sendo assim pode-se deduzir que os herbicidas que apresentam seletividade às plantas da família das Brassicaceae, provavelmente, podem ser seletivos para a cultura do crambe, partindo da hipótese de pertencerem à mesma família. Do mesmo modo, as similaridades morfológicas e fisiológicas entre a cultura e algumas espécies invasoras de cultivos anuais, como a nabiça (*Raphanus raphanistrum*), também da família Brassicaceae, causa dificuldade de encontrar herbicidas que controlem as plantas daninhas dicotiledôneas e ao mesmo tempo sejam seletivos a cultura.

CONCLUSÕES

O herbicida S-Metolachlor aplicado em pré-emergência e os herbicidas Fomesafen, Fomesafen + Fluazifop-P-Butil, Bentazon e Bentazon + Imazomox aplicado em pós-emergência não foram seletivos a cultura do crambe nas doses testadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIR. *Crambe abyssinica*, a comprehensive program – Workshop – Part 4 – Utilization. Summary information, 1997. Disponível em: <<http://www.biomatnet.org/secure/Air/F709.htm>>. Acesso em: out. de 2011.
- ANVISA. **Sistema de informação sobre agrotóxicos**. Brasília, 2010. Disponível em <<http://www4.anvisa.gov.br/agroANVISA/asp/default.asp>>. Acesso em: fev. 2010.
- BLANCO, F. M. G. **Persistência do herbicida sulfentrazone em solos cultivados com cana-de-açúcar e soja e seu efeito em culturas sucedâneas**. 2002. 114 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Júlio Mesquita Filho, Botucatu, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 395p., 2009.
- DAYLAN, F. E.; DUKE, S. O.; WEETE, J. D.; HANCOCK, H. G. Selectivity and mode of action of carfentrazone-ethyl, a novel phenyl triazolinone herbicide. **Pesticide Science**, v. 51, n. 1, p. 65-73, 1997.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412 p.
- ENDRES, G.; SCHATZ, B. **Crambe Production**, 1993 Disponível em: <<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/crops/a1010w.htm#weed>>. Acesso em: jan. 2011.
- FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; ALVAREZ, A. C. C.; SOUZA, S. A. de; ROSSI, C. V. S.; SILVA, M. M. da; RODRIGUES, J. D. Efeito da aplicação de diferentes doses de metolachlor no desenvolvimento do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 2, p. 1-7, 2005.
- FAGLIARI, J. R.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S; CONSTANTIN, J. Métodos de avaliação da seletividade de herbicidas para a cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Acta Sci. Agron.**, v. 23, n. 4, p. 1229-1234, 2001.
- GUIMARÃES, S. C.; HRYCYK, M. F.; MENDONÇA, E. A. F. Efeito de fatores ambientais sobre a seletividade do alachlor ao algodoeiro. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 813-821, 2007.
- KARAM, D.; LARA, J. F. R.; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, M. B. Seletividade de carfentrazone-ethyl aos milhos doce e normal. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 3, n. 1, p. 52-61, 2004.
- KNIGHTS, E. G. **Crambe**: a North Dakota case study. *Dakota*, v. 2, p. 25, 2002.

LORENZI, H. J.; BRUNELLI NETO, V.; OLIVEIRA, J. E. Estudo do efeito do herbicida oxifluorfen, aplicado em pré-emergência, sobre o crescimento e produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) cv. SP 71-6163. **STAB**, v. 12, n. 4, p. 25-26, 1994.

MASCARENHAS, M. H. T.; LARA, J. F. R.; KARAM, D.; ARAÚJO, S. G. A.; FERREIRA, P. C.; FREIRE, F. M.; VIANA, M. C. V.; PEDROSA, M. W. Nabo forrageiro: seletividade de herbicidas para produção de agroenergia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, Ribeirão Preto. **Resumos...** 2010, p. 2220-2224.

PITOL, C. **Crambe**: uma nova opção para produção de biodiesel. Maracajú, Fundação MS, 2010. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.com.br>>. Acesso em: nov. de 2011.

PITOL, C. Cultura do crambe. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção**: milho safrinha e culturas de inverno. Maracaju, MS, 2008. p. 85-88. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br>>. Acesso em: dez. de 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina: SBCPD, 1995. 42 p.

STOUGAARD, R. N.; MOOMAW, R. S. Crambe (*Crambe abyssinica*) tolerance to herbicides. **Weed Technology**, v. 5, n. 3, p. 566-569, 1991.

STRAŠIL, Z. Impact of some selected agricultural measures and site conditions on economically significant characteristics of crambe. **Scientia agriculturae bohemia**, Crop Research Institute, Prague - Ruzyně, Czech Republic, v. 41, n. 2, p.77-83, 2010.

THOMPSON, W. M.; NISSEN, S. J. Influence of shade and irrigation on the response of corn (*Zea mays*), soybean (*Glycine max*), and wheat (*Triticum aestivum*) to carfentrazone-ethyl. **Weed Science**, v. 16, n. 2, p. 314-318, 2002.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Controle de plantas daninhas na cultura da soja**. Unai, MG, 142 p. 2000.

VELINI, E. D.; PAGGIARO, C. M.; PEREIRA, W. S. P. Seletividade de Goal 240 CE aplicado em pós-emergência, à 10 cultivares de cana-de-açúcar (cana soca). In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, Foz do Iguaçu. **Resumos...** 2000, p. 298.

VELINI, E. D. Interferências entre plantas daninhas e cultivadas. In: KOGAN, M.; LIRA, V. J. E. **Avances en manejo de malezas en la producción agrícola y forestal**. Santiago del Chile: PUC/ALAM, 1992. p. 41-58.

VICTORIA FILHO, R. Estratégias de manejo de plantas daninhas. In: ZAMBOLIM, L.; CONCEIÇÃO, M. Z. da; SANTIAGO, T. **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários**. Viçosa: UFV, 2008. p. 397-464.

WELLER, S. C. Principles of selective weed control with herbicides. In: **Herbicide action:** an intensive course on the activity, selectivity, behavior, and fate of herbicides in plants and soils. West Lafayette: Purdue University, 2000. p. 112-134.

ANEXOS

ANEXO A. Resumo da análise de variância da Fitotoxicidade, Produtividade, Massa seca, Altura, Massa de mil grãos na cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) submetida a diferentes herbicidas e doses. UFGD, Dourados, MS, 2010.

		Quadrado médio						
Fontes de variação	G. L.	Fitotoxicidade			Produtividade	Massa seca	Altura	Massa de mil grãos
		7 dias	14 dias	21 dias				
Herbicidas	4	4448,025**	5844,375**	32221,500**	1529361,267**	338,083**	4294,858**	29,565**
Doses	2	13784,066**	24575,416**	65170,000**	7212247,454**	1315,330**	22316,450**	132,231**
Herbicidas x Doses	8	1490,525**	1961,875**	17645,500**	306096,238**	78,046**	1449,720**	11,011**
C.V. (%)		18,95	11,29	6,42	12,63	11,78	10,35	38,07

(**) significativo a 1% de probabilidade;

(C.V.) coeficiente de variação; (GL) graus de liberdade;

ANEXO B. Resumo da análise de variância da Fitotoxicidade, Produtividade, Massa seca da parte aérea, Altura, Massa de mil grãos na cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) submetida a diferentes herbicidas e doses. UFGD, Dourados, MS, 2011.

Quadrado médio								
Fontes de variação	G. L.	Fitotoxicidade			Produtividade	Massa seca	Altura	Massa de mil grãos
		7 dias	14 dias	21 dias				
Herbicidas	4	10199,150**	10514,816**	10666,266**	735662,058**	1335,960**	8277,858**	56,460**
Doses	2	40805,216**	42062,150**	42666,300**	5309028,904**	4620,668**	30331,266**	245,179**
Herbicidas x Doses	8	2562,862**	2629,816**	2666,536**	261545,953**	342,291**	1697,808**	13,723**
C.V. (%)		3,19	1,47	0,59	12,94	12,75	11,14	8,03

(**) significativo a 1% de probabilidade;

(C.V.) coeficiente de variação; (GL) graus de liberdade;