

## **ATIVIDADE RESIDUAL DE (IMAZAPYR+IMAZAPIC) SOBRE MELANCIA (*Citrullus lanatus*), SEMEADA EM SUCESSÃO AO ARROZ IRRIGADO, SISTEMA CLEARFIELD®**

**Savio Pinheiro da Silva<sup>1</sup>, Carlos Eduardo Silva Sousa<sup>1</sup>, Higno Diniz Potencio de Sousa<sup>1</sup>, Gustavo de Sousa Caetano<sup>1</sup>, Manoel Delintro de Castro Neto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Aluno do Curso Técnico subsequente de Agricultura - IFTO. e-mail: <[saviops95@gmail.com](mailto:saviops95@gmail.com)>

<sup>2</sup> Professor Orientador do Curso Técnico Subsequente em Agricultura - e-mail:<[manoel.neto@ifto.edu.br](mailto:manoel.neto@ifto.edu.br)>

**Resumo:** A mistura comercial dos herbicidas imazapyr e imazapic tem sido utilizada visando o controle do arroz-vermelho e diversas outras espécies de plantas daninhas. Contudo, sua utilização pode restringir a sucessão de culturas não tolerantes pela longa atividade residual. Diante disso, objetivou-se com este trabalho, avaliar a atividade residual no solo da mistura comercial Kefix® (imazapyr + imazapic) na cultura da melancia semeada em sucessão sobre áreas antes cultivadas com arroz Clearfield®. O delineamento experimental utilizado será o de blocos ao acaso, com quatro repetições, arranjados em parcela subdivididas. Sendo nas alocados as doses do Kefix® (0, 50, 100, 150 e 200 g ha<sup>-1</sup>) e na subparcelas as diferentes épocas de coletas dos solos [30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 e 240 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA)]. Contatou-se longo efeito residual do imazapyr e imazapic, independente das doses do herbicidas. Após 240 dias da aplicação dos herbicidas, os seus resíduos no solo ainda inibiram aproximadamente 28 % o acúmulo da massa da matéria seca das plantas melancia. Quando aplicado em doses inferior 150 g ha<sup>-1</sup> observou-se maior acúmulo de matéria seca das plantas melancia indicando menor efeito residual desses herbicidas, sendo este fato atribuído a menor dose aplicada. Conclui-se que a persistência do imazapyr e imazapic em mistura comercial é muito longa e que o uso desses herbicidas deve ser evitado devido ao alto risco da ocorrência de carryover ou ser bem planejada, quanto ao uso do solo em rotação de culturas susceptíveis como a melancia.

**Palavras-chave:** carryover, herbicida, persistência e rotação

### **1 INTRODUÇÃO**

A cultura da melancia [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai], é uma cucurbitácea originária da parte seca do continente africano, sendo que apresenta um centro de diversificação secundária no sul da Ásia. Após sua introdução no continente americano pelos escravos e colonizadores europeus no século 16, conseguiu boa aceitação junto aos pequenos e grandes produtores, onde, devido à sua qualidade dos frutos e fácil adaptabilidade, foi disseminada, mundialmente, sobretudo em países com regiões de clima tropical/subtropical.

A melancia é uma planta anual herbácea cultivada por pequenos e grandes produtores no Brasil. A atividade produtiva de melancia no Brasil apresenta um perfil predominante pela produção familiar por sua rusticidade, pelo menor investimento de capital e retorno em torno de 85 dias em relação às outras oleráceas. A área plantada ou destinada a colheita de melancia no país em 2013 foi de 93.190 ha e a quantidade produzida foi de 2.163.501 toneladas de frutos (IBGE, 2013). O Estado do Tocantins, com grandes áreas de várzeas propicia a cultivo da melancia, vem se destacado na produção de melancia. De acordo com a Secretaria da Agricultura da Pecuária e do Desenvolvimento Agrário

(SEAGRO, 2013), a produção na safra de 2013 no estado foi de cerca de 199 mil toneladas de frutos de melancia em uma área plantada de 6.697 hectares. Sendo que os municípios de Formoso do Araguaia e Lagoa da Confusão, localizado na região oeste do Estado responde por cerca de 90% desta produção.

Nos municípios de Formoso do Araguaia e Lagoa da Confusão, o cultivo de melancia é realizado na entressafra em áreas de várzeas irrigadas, onde na safra cultiva-se preferencialmente arroz irrigado. Após a colheita do arroz, a melancia vem ocupando as áreas, integrando o processo de rotação de culturas. Segundo Zhang et al. (2002), a sucessão e rotação de cultivos são componentes vitais da agricultura moderna. A adoção dessas práticas por parte dos agricultores é considerada decisão inteligente, uma vez que a monocultura pode promover um declínio na produtividade da maioria dos cultivos.

Diversos herbicidas utilizados na cultura do arroz irrigado, podem persistir por algum tempo no solo, mas sem causar injúrias que venham a afetar a produtividade da cultura em sucessão com arroz irrigado. Contudo, o surgimento de uma nova tecnologia de controle de plantas daninhas em arroz irrigado, denominada sistema clearfield® CL de cultivo de arroz, pode restringir a sucessão de cultura após sua utilização (KRAEMER et al, 2009; PINTO et al, 2011). Segundo esses autores, os herbicidas utilizados neste sistema apresentam características de serem persistentes no solo, sendo muito solúveis em água e suscetíveis a lixiviação.

Essa tecnologia, consiste na utilização de cultivares resistentes a herbicidas não seletivo ao arroz-vermelho (Sosboi, 2010). Neste sistema é utilizado o herbicida Kefix®, o qual é composto pela mistura comercial dos herbicidas imazapyr (527g L<sup>-1</sup>) e imazapic (175g L<sup>-1</sup>) em aplicações pré-emergência e pós-emergência e o herbicida Kefix®, (Rodrigues & Almeida, 2011). Embora o sistema Clearfield® apresentou-se como uma opção de manejo do arroz-vermelho em lavouras de arroz irrigado, a possibilidade de presença de resíduos desses herbicidas, em quantidade suficiente para interferir negativamente na safra seguinte, abre a necessidade de selecionar melhor as espécies que possa ser utilizada em sucessão com o arroz Clearfield®.

Desta forma, considerando a relevância do assunto e a carência de informações sobre o comportamento dos herbicidas em condições de várzeas tropicais, objetivou-se como este estudo estimar o período residual dos herbicidas imazapyr e imazapic, aplicado no sistema clearfield® de cultivo arroz irrigado e seu efeito sobre a cultura da melancia semeada em sucessão com arroz.

## **2 METODOLOGIA**

Foi conduzido um experimento em campo, em área experimental da empresa brasileira de

pesquisa agropecuária (EMBRAPA) arroz e feijão, localizada no município de Formoso do Araguaia – TO. Inicialmente, foi implantada a cultura do arroz, sistema Clearfield® de arroz irrigado, envolvendo a cv. IRGA 424 CL, com a aplicação em pós-emergência do herbicida Kefix® (imazapyr + imazapic). A melancia (*Citrullus lanatus*), cultivar Crimson Sweet, foi semeada em sucessão ao arroz para servir como espécie bioindicadora do resíduo dos herbicidas.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, arranjados em parcelas subdivididas. Os tratamentos foram alocados em parcelas de 5x3, relativas as doses do Kefix® (0; 26,25+ 8,75; 52,5 +17,5; 78,75+ 26,25; 105+35 g.ha<sup>-1</sup>), respectivamente, de (imazapyr + imazapic), cujas somas de ingredientes ativos corresponderam a dose comercial de Kefix® 0; 50; 100; 150 e 200 g.ha<sup>-1</sup>, acrescidos de Dash a 0,5% v/v, que é um adjuvante constituído por uma mistura de ésteres metílicos com 93% de hidrocarbonetos aromáticos. Cada parcela foi constituída de 15 linhas de arroz com comprimento de 5m, espaçamento de 0,20 m entre linhas. As subparcelas são representadas pelas diferentes épocas de coleta de amostras do solo [30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 e 240 dias após a aplicação dos herbicidas (DAA)].

Os herbicidas foram aplicados em pós-emergência, quando o arroz atingiu os estádios fenológicos V3-V4 (SOSBAI, 2010). Para isso foi utilizado um pulverizador costal, pressurizado a CO<sub>2</sub>, munido de quatro bicos do tipo leque (110.02), à pressão constante de 210 kPa e volume de calda herbicida equivalente a 160 L ha<sup>-1</sup>.

Para avaliar os efeitos residuais dos herbicidas em mistura comercial de imazapyr e imapic, amostras do solo foram coletadas de 30 em 30 dias, em áreas distintas, nas entrelinhas centrais das parcelas na área experimental, na profundidade de 0 a 20 cm. Essas amostras foram destorroadas, peneiradas, homogeneizadas e colocadas em vasos plásticos de 280 cm<sup>3</sup>, em casa de vegetação. Para evitar perdas de herbicida e/ou nutrientes por lixiviação, os vasos foram revestidos internamente com filme de polietileno. Nesses vasos foram semeados melancia (*Citrullus lanatus*), como planta indicadora da presença do imazapyr + imazapic nas amostras de solo. Aos 21 dias após o plantio (DAP), avaliou-se a intoxicação, por meio de escala visual variando de 0 (zero) a 100, em que 0 significa planta isenta de sintoma de intoxicação e 100 representa a morte da planta indicadora. Posteriormente, as plantas foram seccionadas rente ao solo e acondicionadas em sacos de papel. Esses foram levados para secagem, em estufa com circulação forçada de ar (70 ± 2 C) até atingir massa constante, sendo determinada posteriormente a matéria seca das plantas. Para interpretação dos resultados, os dados obtidos no bioensaio foram submetidos à análise de variância e regressão, sendo os coeficientes das equações testados pelo teste t a 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Constatou-se interação significativa entre os fatores época de semeadura da melancia após aplicação do herbicidas e doses do herbicida Kefix® (imazapyr e Imazapic), na matéria seca. Desse modo, realizou-se o desdobramento da interação, estudando-se as doses dos herbicidas para cada época de semeadura após aplicação do herbicida e as 8 épocas para cada dose do herbicida.

Observou-se baixo acúmulo de matéria seca (MS), em relação à testemunha, ao longo das épocas de semeadura após a aplicação das doses dos herbicidas (Tabela 1). A partir de 30 dias após aplicação (DAA), observou-se diferença significativas entre as doses dos herbicida, onde a menor dose de 50 g ha<sup>-1</sup>, apresentou redução na matéria seca (MS) das plantas de melancia. Isso demonstra que o herbicida apresenta atividade residual, indiferente da dose do herbicida e a melancia é sensível ao herbicida imazapyr e imazapic.

Tabela 1- Porcentagem de matéria seca da parte aérea de plantas de melancia, em relação à testemunha, avaliadas aos 21 dias após a emergência das plântulas, semeadas em diferentes épocas após a aplicação do Imazepyr +Imazapic em diferentes doses

Épocas após a aplicação (dias)	Dose do herbicida Imazapyr + Imazapic (g ha <sup>-1</sup> )				
	0	50	100	150	200
	<b>% de matéria seca em relação à testemunha</b>				
30	100,0 A	85,3 B	75,5 B	59,9 C	47,6 D
60	100,0 A	90,0 AB	85,0 B	67,1 C	55,8 D
90	100,0 A	97,6 A	83,7 B	64,7 C	54,2 D
120	100,0 A	95,9 AB	88,2 B	61,2 C	55,0 C
150	100,0 A	91,0 AB	89,5 B	69,8 C	60,8 C
180	100,0 A	95,0 AB	88,4 B	68,9 C	57,0 D
210	100,0 A	94,5 A	90,2 AB	82,4 B	62,4 C
240	100,0 A	97,7 A	95,0 A	84,5 B	72,1 C
<b>CV(% da parcela)</b>	<b>8,9</b>				
<b>CV(% da subparcela)</b>	<b>10,1</b>				

Médias seguidas pelas mesmas letras, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Aos 60 DAA e nas demais datas de avaliação, observou-se que a dose de 150 e 200 g ha<sup>-1</sup> continuaram reduzindo acentuadamente a MS das plantas de melancia, ao passo que as doses de 50 e 100 g ha<sup>-1</sup> notou-se recuperação, quando comparado com a testemunha. O aumento de MS nestas doses foi gradativo com o avançar das épocas de avaliação.

Na Figura 1, é possível notar que a atividade residual dos herbicidas imazapyr e imazapic nas diferentes doses diminui ao longo das épocas de avaliação, com pequenos incrementos de matéria seca da parte aérea das plantas de melancia (Figura 1). Contudo, houve efeito residual nas maiores doses do herbicida, que pode ser constatado pelos níveis de intoxicação das plantas de melancia até 240 DAA (Tabela 2), indicando alta persistência do herbicida imazapyr e imazapic, sobre a melancia semeada em rotação com arroz cultivado no sistema Clearfield®.

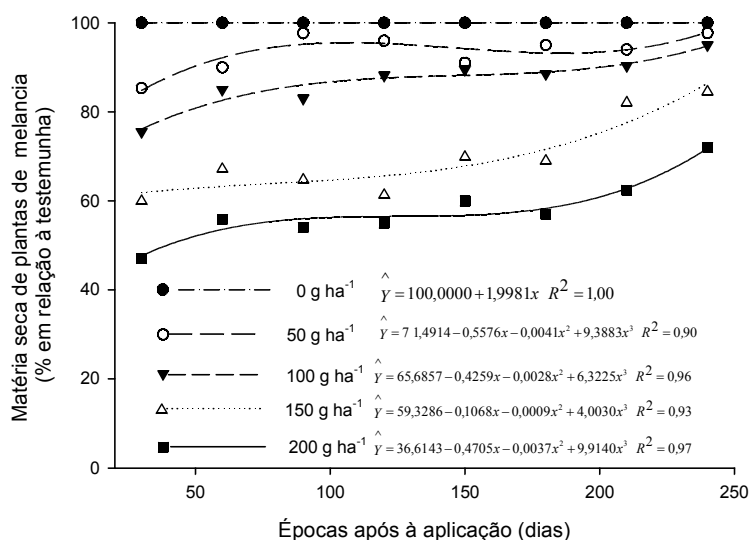


Figura 1- Porcentagem de matéria seca da parte aérea de plantas de melancia, em relação à testemunha, avaliadas aos 21 dias após a emergência das plântulas, semeadas em diferentes épocas após a aplicação do Imazapyr + Imazapic em diferentes doses

A persistência de herbicidas do grupo químico das imidazolinonas é variável com um conjunto de fatores, que incluem características físico-químicas das moléculas e do solo e as condições climáticas no período entre a sua utilização e a semeadura de plantas não tolerantes (KRAEMER et al., 2009). Além disso, outros fatores, como o aumento da dose (SILVA et al., 1999), o pH reduzido (TRACY & PENNER, 2005) e o manejo adotado na área (PINTO et al., 2011), podem igualmente contribuir para o prolongamento da atividade residual de herbicidas do grupo das imidazolinonas.

Tabela 2 – Intoxicação de plantas de melancia, avaliadas aos 21 dias após a emergência das plântulas, semeadas em diferentes épocas após a aplicação do Imazapyr + Imazapic em diferentes doses

Dias após a aplicação (DAA)	Dose do herbicida Imazapyr + Imazapic (g ha <sup>-1</sup> )				
	0	50	100	150	200
	<b>Intoxicação (%)</b>				
30	0,0	22,0	30,5	58,0	80,2
60	0,0	18,0	27,0	52,7	75,7
90	0,0	15,5	18,2	49,0	68,7
120	0,0	11,7	16,2	45,0	58,7
150	0,0	8,7	10,5	23,7	23,7
180	0,0	10,0	11,2	26,2	28,7
210	0,0	3,7	5,0	16,2	20,0
240	0,0	2,5	3,7	10,0	16,2

A redução dos níveis de intoxicação visual nas diferentes épocas de avaliação do imazapyr e imazapic demonstra que houve degradação dos herbicidas no solo. Porém, essa degradação necessitou de período prolongada que pode restringir a sucessão da cultura com espécies não tolerante. A degradação das imidazolinonas é caracterizada por ser lenta e contínua (MANGELS, 1991). Além das características associadas à molécula, outro fator que pode ter contribuído na baixa degradação desses herbicidas no ambiente, é a sua forma de dissipação, é que sua dissipação é associada à degradação microbiana e decomposição fotolítica (ESPY et al., 2011).

Aichele e Penner (2005) afirmam que a dissipação de imazaquin, imazethapyr e imazamox herbicidas do mesmo grupo químico do imazapyr e imazapic, diminui quando o pH do solo reduz de 7,0 para 5,0, devido ao aumento na sorção, com consequente redução da biodisponibilidade. Mesmo em condições de baixa sorção do herbicida, pode haver baixa degradação do herbicida em função da baixa atividade microbiana. Wang et al. (2005) estudaram a degradação do imazapyr em condições de baixa atividade microbiana e constataram que a sua degradação é 4,4 vezes mais lenta em solos estéreis quando comparada à de solos em condições naturais.

Quando o imazapyr e imazapic, foi aplicado em doses inferiores a 150 g ha<sup>-1</sup> observou-se redução da atividade residual ao longo das épocas de avaliação, por meio da porcentagem de matéria seca em relação à testemunha (Figura 1) e das notas de intoxicação (Tabela 2). O aumento do acúmulo

de MS em relação à testemunha nas plantas de melancia, nestas doses, demonstra que houve diminuição da concentração do herbicida na solução do solo. Nesse contexto, Monquero et al. (2010) estudaram a persistência do imazapic com diferentes doses de aplicação em um Latossolo Vermelho distroférico (textura argilosa) e evidenciaram efeito residual satisfatório (>70%) até 60 DAA, havendo diferenças estatísticas entre as doses de aplicação de 190 e 210 g ha<sup>-1</sup>.

Os resultados evidenciaram que a atividade residual do imazapyr e imazapic em doses superiores a 100 g ha<sup>-1</sup> superam 240 dias após a aplicação em quantidade suficiente para causar redução no crescimento das plantas de melancia, promovendo índices de intoxicação visual. Conclui-se que a persistência do imazapyr e imazapic em mistura comercial é muito longa e que o uso desses herbicidas deve ser evitado devido ao alto risco da ocorrência de carryover ou ser bem planejada, quanto ao uso do solo em rotação de culturas susceptíveis como a melancia.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O conhecimento prévio das interações dos herbicidas com os coloides do solo é condição necessária para se prever o comportamento desses compostos quando aplicados nas diferentes doses. Esse conhecimento permitirá a seleção de dosagens adequadas nos diferentes solos, bem como evitar efeitos prejudiciais ao ambiente e às culturas subsequentes.

Considerando os resultados observados neste trabalho, conclui-se que os cuidados ao recomendar esses herbicidas derivados das imidazolinonas nas condições edafoclimáticas do estudo devem ser redobrados. O risco de intoxicação de culturas em sucessão com o arroz irrigado cultivado no sistema Clearfield® é muito elevado. Além disso, novas pesquisas necessitam ser realizadas para definir as perdas de produtividade da melancia provocada pela contaminação por imazapyr e imazapic.

#### **REFERÊNCIAS**

AICHELE, T. M.; PENNER, D. Adsorption, desorption, and degradation of imidazolinones in soil. **Weed Technology**, v. 19, n. 1, p. 154-159, 2005.

ESPY, R.; PELTON, E.; OPSETH, A.; KASPRISIN, J.; NIENOW, A. N. Photodegradation of the herbicide imazethapyr in aqueous solution: effects of wavelength, pH, and natural organic matter (NOM) and analysis of photoproducts. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 7277-7285, 2011.

KRAEMER, A.F.; MARCHESAN, E.; AVILA, L.A.; MACHADO, S.L.O.; GROHS, M.; MASSONI, P.F.S.; SARTORI, G.M.S. **Persistência dos herbicidas imazethapyr e imazapic em solo de várzea sob diferentes sistemas de manejo.** *Planta Daninha*, v.27, n.3, p.581-588, 2009.

MANGELS, G. Imazethapyr herbicides. In: SHANER, D.; CONNOR, S. (Eds.) **The imidazolinones herbicides.** Boca Raton: CRC Press, 1991. p. 191-209.

MONQUERO, P. A.; SILVA, P. V.; SILVA HIRATA, A. C.; TABLAS, D. C.; ORZARI, I. Lixiviação e persistência dos herbicidas sulfentrazone e imazapic. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 185-195, 2010.

PINTO, J.J.O.; NOLDIN, J.A.; SOUSA, C.P.; AGOSTINETTO, D.; PIVETA, L.; DONIDA, A. **Atividade residual de imazethapyr + imazapic em arroz Semeado em rotação com o arroz clearfield®.** *Planta Daninha*, v.29, n.1, p.205-216, 2011.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas.** 6.ed. Londrina, PR, 2011. 697 p.

SEAGRO, **Secretaria da Agricultura da Pecuária e do Desenvolvimento Agrário.** Disponível em: < <http://seagro.to.gov.br/agronegocios/agricultura/> > Acesso em 11 de maio de 2016.

SOSBAI, Sociedade Sul Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil.** Porto Alegre: SOSBAI, 2010, 188p.

TRACY, M.A.; PENNER, D. Adsorption, desorption, and degradation of imidazolinones in soil. **Weed Technology**, v. 19, n. 1, p. 154-159. 2005.

WANG, X.; ZHOU, S.M.; FAN, D. Biodegradation of imazapyr in typical soils in Zhejiang Province, China. **Journal Environmental Science**, v.17, n.4, p.593-597, 2005.

ZHANG, W.; WEBSTER, E. P.; BRAVERMAN, M. P. **Rice (Oryza sativa) response to rotational crop and rice herbicide combinations.** *Weed Technol.*, v. 16, p. 340-345, 2002.