

Carryover de [imazapyr + imazapic]
Pulverizados na Soja Cultivance no Cultivo
do Tomate Rasteiro em Sucessão



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
390**

Carryover de [imazapyr + imazapic]
Pulverizados na Soja Cultivance no Cultivo
do Tomate Rasteiro em Sucessão

Núbia Maria Correia

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente
no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/?initQuery=t>

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
embrapa.br/cerrados
embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade

Presidente
Lineu Neiva Rodrigues

Secretária-executiva
Alessandra Duarte de Oliveira

Secretária
Alessandra S. G. Faleiro

Membros
Alessandra Silva Gelape Faleiro; Alexandre Specht; Edson Eyji Sano; Fábio Gelape Faleiro; Gustavo José Braga; Jussara Flores de Oliveira Arbues; Kleberon Worsley Souza; Maria Madalena Rinaldi; Shirley da Luz Soares Araujo

Supervisão editorial
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Revisão de texto
Margit Bergener L. Guimarães
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Normalização bibliográfica
Shirley da Luz Soares Araújo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Leila Sandra Gomes Alencar

Fotos da capa
Núbia Maria Correia

1ª edição
1ª impressão (2021): tiragem 30 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

C824s Correia, Núbia Maria.

Carryover de [imazapyr + imazapic] pulverizados na soja cultivance no cultivo do tomate rasteiro em sucessão / Núbia Maria Correia. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2021.

17 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X, 390).

1. *Glycine max*. 2. *Lycopersicon esculentum*. 3. Herbicida. I. Embrapa Cerrados. II. Título. III. Série.

CDD (21 ed.) 632.58

Shirley da Luz Soares Araújo (CRB-1/1948)

© Embrapa, 2021

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	11
Conclusões.....	15
Agradecimentos.....	15
Referências	16

Carryover de [imazapyr + imazapic] Pulverizados na Soja Cultivance no Cultivo do Tomate Rasteiro em Sucessão

Núbia Maria Correia¹

Resumo – Com o advento da soja Cultivance, a mistura comercial de imazapyr e imazapic será pulverizada na cultura para o controle de plantas daninhas, o que poderá inviabilizar a produção de hortaliças em sucessão à soja. Assim, objetivou-se estudar o efeito residual dessa mistura pulverizada na soja Cultivance no cultivo do tomate rasteiro plantado em sucessão. O delineamento do experimento foi o de blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida (2 x 4), com quatro repetições. Duas cultivares de tomate rasteiro (H-9553 e PO0033) foram plantadas após a colheita dos grãos da soja nas parcelas; que foram pulverizadas com quatro dosagens de [imazapyr + imazapic] (0 g ha^{-1} ; $19,69 \text{ g ha}^{-1} + 59,06 \text{ g ha}^{-1}$; $26,25 \text{ g ha}^{-1} + 78,75 \text{ g ha}^{-1}$ e $32,81 \text{ g ha}^{-1} + 98,44 \text{ g ha}^{-1}$) nas subparcelas. A fitointoxicação visual aos 16, 33 e 68 dias após o transplante (DAT), a altura e a população de plantas aos 68 DAT, a produção e a quantidade de frutos por hectare e por planta aos 136 DAT, além da massa fresca por fruto, foram avaliados no tomateiro. Nenhuma característica avaliada foi afetada pelas dosagens de imazapyr e imazapic, independentemente da cultivar de tomate. Portanto, não houve *carryover* de imazapyr + imazapic, pulverizados na soja Cultivance, no cultivo do tomate rasteiro plantado em sucessão, após 187 dias da aplicação.

Termos para indexação : *Glycine max*, *Lycopersicon esculentum*, imidazolinonas, resíduo no solo, soja geneticamente modificada.

¹ Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Carryover of [imazapyr + imazapic] on Tomato Planted in Succession to Cultivance Soybean

Abstract – With the advent of Cultivance soybean, imazapyr and imazapic commercial mix will be sprayed in this crop for weed control, which may prevent the production of vegetables in succession to soybeans. The objective was to evaluate the residual effect of the herbicides mix on the creeping tomato crop planted in succession to Cultivance soybean. The experimental design was a randomized block design, in a scheme of subdivided plot (2 x 4), with four replications. Two tomato cultivars (H-9553 and PO0033) were planted after harvesting the soybean grains in the plots, which had been sprayed with four dosages of [imazapyr + imazapic] (0 g ha^{-1} , $19.69 \text{ g ha}^{-1} + 59.06 \text{ g ha}^{-1}$, $26.24 \text{ g ha}^{-1} + 78.76 \text{ g ha}^{-1}$ and $32.81 \text{ g ha}^{-1} + 98.44 \text{ g ha}^{-1}$) in the subplots. Visual phytointoxication at 16, 33 and 68 days after transplanting (DAT), plant height and population at 68 DAT, production and quantity of fruits per hectare and per plant at 136 DAT, in addition to fresh mass per fruit, were evaluated in the tomato crop. No trait evaluated was affected by the imazapyr and imazapic dosages, regardless of the tomato cultivar. Therefore, there was no carryover of imazapyr + imazapic, sprayed on the Cultivance soybean, on the tomato planted in succession, after 187 days of application.

Index terms: *Glycine max*, *Lycopersicon esculentum*, imidazolinones, soil residues, genetically modified soybean.

Introdução

O cultivo de hortaliças no Brasil passa por mudanças no sistema de produção, entre elas o cultivo em larga escala, associado, na maioria das vezes, a culturas de grãos, como soja e milho. Desse modo, o manejo de plantas daninhas adotado nessas culturas (na primavera/verão) refletirá diretamente na hortaliça instalada após a colheita dos grãos (e vice-versa). O maior impacto refere-se ao uso de herbicidas com maior persistência no solo, que poderá interferir no estabelecimento de culturas sucessoras. Esse fenômeno indesejado é denominado de *carryover* e pode ser definido como os resíduos fitotóxicos que permanecem no solo e que afetam culturas sensíveis em rotação ou sucessão após as culturas em que o herbicida foi utilizado (Santos et al., 2007). A soja é muito importante nos sistemas de produção de tomate rasteiro (para processamento industrial) no Brasil, pois mais de 42% das áreas de tomateiro foram ocupadas anteriormente por soja (Correia, 2015).

Em relação à soja Cultivance, trata-se de uma cultivar geneticamente modificada, tolerante aos herbicidas imidazolinonas, devido à introdução no genoma da planta, via biolística, de um gene de *Arabidopsis thaliana*, de subunidade acetohidroxiácido sintase (AHAS) (*csr1-2*) tolerante à imidazolinonas (Chukwudebe et al., 2012). A introdução desse gene AHAS permite o crescimento da soja modificada na presença de herbicidas imidazolinonas, como imazapyr e imazapic. A mutação no gene *Arabidopsis ahass* responsável por essa tolerância é uma única mudança do nucleótido de guanina para adenina, o que resulta em alteração na sequência de AGT para AAT e uma única substituição de aminoácidos de serina para asparagina na posição 653 da proteína AHAS (Chukwudebe et al., 2012).

Devido à possibilidade do controle químico de plantas daninhas tolerantes e, ou resistentes ao herbicida glyphosate, a soja Cultivance é uma opção de uso perante às cultivares tolerantes ao glyphosate. Por outro lado, o grupo químico imidazolinonas, que inibe a enzima AHAS (acetohidroxiácido sintase), também conhecida como ALS (acetolacto sintase) encontra-se entre os herbicidas com maior permanência no solo. Esses herbicidas são absorvidos pelas raízes e folhas e translocados pelo floema e xilema, acumulando-se nos pontos de crescimento e podem controlar amplo espectro de plantas daninhas (Souza et al., 2013). Entre eles há o imazapyr e o imazapic, cujos produtos

isolados são registrados no Brasil para as culturas de amendoim e cana-de-açúcar, em dosagens de 98 g ha⁻¹ a 245 g ha⁻¹, no caso do imazapic; e para cana-de-açúcar (de 133,2 g ha⁻¹ a 532,6 g ha⁻¹), seringueira (de 532,6 g ha⁻¹ a 1.065,2 g ha⁻¹) e áreas não agrícolas (de 1.065,2 g ha⁻¹ a 2.663,0 g ha⁻¹), tratando-se de imazapyr. A mistura comercial dos dois herbicidas também é registrada no Brasil para uso nas culturas de arroz, milho e soja tolerantes às imidazolinonas (Agrofit, 2021). Em decorrência da grande amplitude de dosagens utilizadas, a persistência desses herbicidas no solo também é muito variável, e pode ser de até 2 anos para imazapyr e de até 300 dias para imazapic (Alistar; Kogan, 2005; O'Sullivan et al., 1998; Rodrigues; Almeida, 2018; Scursoni et al., 2017; Sousa et al., 2012; Souza et al., 2016).

Na soja Cultivance, a maior dosagem recomendada de [imazapyr + imazapic] é de [26,25 g ha⁻¹ + 78,75 g ha⁻¹], que corresponde a 150 g ha⁻¹ da mistura comercial desses herbicidas (Agrofit, 2021), bem menor do que as dosagens recomendadas para as outras culturas, quando pulverizados isolados. No entanto, dependendo da sensibilidade da espécie vegetal, mesmo em quantidades mínimas no solo, poderá ocorrer fitointoxicação. As hortaliças são caracterizadas pela alta sensibilidade a herbicidas, inclusive espécies como alface, pepino, rabanete e tomate são usadas como plantas indicadoras em bioensaios de sensibilidade a herbicidas (Riddle et al., 2013; Sousa et al., 2012; Ulbrich et al., 1998, 2005).

Com o cultivo da soja Cultivance, a mistura comercial de imazapyr + imazapic, com amplo espectro de controle e residual longo no solo, será pulverizada na cultura para o controle de plantas daninhas, o que poderá inviabilizar o cultivo de hortaliças em sucessão à soja. Assim, objetivou-se com este trabalho estudar o efeito residual de [imazapyr + imazapic] pulverizados na soja Cultivance no cultivo do tomate rasteiro plantado em sucessão.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Village, município de Cristalina, GO, em área irrigada por pivô central. A latitude, longitude e altitude do local é de 15°56'05,4"S, 48°08'07,0"W e 961 m, respectivamente. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw – tropical com inverno seco (Mastella et al., 2019). O solo da área experimental é representativo da

região, classificado como Latossolo Vermelho Escuro, que apresentou pH (em CaCl_2) de 5,2; matéria orgânica de 44 g dm^{-3} ; P (resina) de 117 mg dm^{-3} ; K, Ca, Mg e CTC de $3,4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $59 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, $14 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $107 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente; e foi classificado como muito argiloso, com 214 g kg^{-1} , 641 g kg^{-1} e 145 g kg^{-1} de areia, argila e silte, respectivamente.

A soja geneticamente modificada (cultivar BRS 8082 CV) foi semeada sob sistema de preparo convencional de solo, a uma profundidade de 5 cm, com espaçamento de 0,5 m entre linhas e 27 sementes por metro linear, em 31/10/2016. Quanto à adubação, foram aplicados 150 kg ha^{-1} de KCl, a lanço antes da semeadura, e 200 kg ha^{-1} do formulado 04-30-10, no sulco de semeadura. As sementes foram tratadas com inseticida, fungicida e fertilizante organomineral, para o controle de pragas e doenças de solo e estímulo da emergência das plântulas. O inoculante foi aplicado na linha de semeadura, na dosagem de 1,5 mL do produto comercial kg de sementes⁻¹.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida (2 x 4), com quatro repetições. Duas cultivares de tomate rasteiro (H-9553 e PO0033) foram plantadas após a colheita dos grãos da soja nas parcelas, que foram pulverizadas com quatro dosagens de [imazapyr + imazapic] (0 g kg^{-1} ; $19,69 \text{ g kg}^{-1} + 59,06 \text{ g kg}^{-1}$; $26,25 \text{ g kg}^{-1} + 78,75 \text{ g kg}^{-1}$ e $32,81 \text{ g kg}^{-1} + 98,44 \text{ g kg}^{-1}$), nas subparcelas.

A mistura comercial de imazapyr + imazapic foi aplicada em pré-emergência das plantas daninhas e da soja, 3 dias após a semeadura. Utilizou-se pulverizador costal pressurizado, à pressão constante (mantida pelo CO_2 comprimido) de $2,0 \text{ kgf cm}^{-2}$, munido de barra com seis pontas de pulverização TTI110015 distanciados em 0,5 m, com consumo de calda equivalente a 150 L ha^{-1} . No momento da aplicação, foram registrados de $29,1 \text{ }^\circ\text{C}$ a $30,5 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura do ar; de $27,5 \text{ }^\circ\text{C}$ a $25,5 \text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura do solo; de 54% a 48% de umidade relativa; de $5,7 \text{ km h}^{-1}$ a $12,3 \text{ km h}^{-1}$ de velocidade do vento, de 0% a 10% de nebulosidade e o solo estava úmido.

Durante o desenvolvimento da cultura, foi realizado o acompanhamento da ocorrência de pragas e doenças, com a aplicação de inseticidas e fungicidas, quando necessário. Além disso, fez-se a catação manual das plantas daninhas “escapes” (tiguera de feijão e milho, *Chamaesyce hirta*, *Eleusine indica*, *Commelina benghalensis* e *Digitaria* spp.) na área experimental. Os grãos de soja foram colhidos mecanicamente aos 121 DAS, em 28/2/2017.

Como o experimento foi instalado em área de produção comercial, a época de plantio do tomate rasteiro no experimento acompanhou a programação do restante da área do pivô central. Assim, o transplante das mudas foi feito em 8/5/2017, 69 dias após a colheita dos grãos e 187 dias após a aplicação dos herbicidas na soja. As mudas de tomate (cvs. H-9553 e PO0033) foram transplantadas mecanicamente, com a transplantadora, no sistema de plantio direto (sem revolvimento do solo), no espaçamento de 1,10 m entrelinhas duplas e 0,7 m entrelinhas simples, com de 0,3 m a 0,4 m entre plantas, perfazendo população inicial de 29 mil plantas por hectare. A adubação de plantio equivaliu a 1,6 mil quilograma por hectare do formulado 04-30-10.

As parcelas (cultivares de tomate) foram constituídas por 6,0 m de largura com 32,0 m de comprimento cada, totalizando 192,0 m² de área total. Dentro destas, foram demarcadas as subparcelas (dosagens do herbicida), com 6,0 m de largura por 8,0 m de comprimento, com 18,0 m² de área útil (3,0 m de largura x 6,0 m comprimento).

Devido à época de plantio (outono-inverno), o experimento foi irrigado por pivô central e seguiu a rotina de irrigação do restante da área comercial, feita a cada 48 horas, no volume de 10 mm. A precipitação pluvial (total mensal) registrada no período de novembro de 2016 a setembro de 2017, em pluviômetro localizado a 2,0 km do local do experimento, está apresentada na Figura 1.

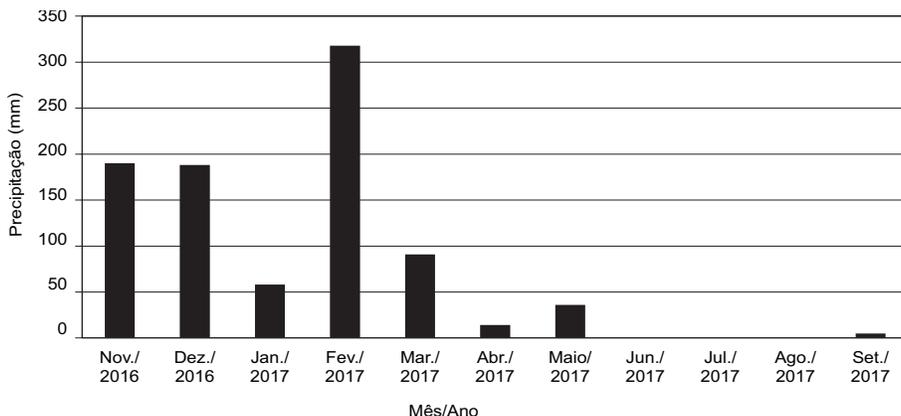


Figura 1. Precipitação pluvial (total mensal) registrada no período de novembro de 2016 a setembro de 2017 na Fazenda Village, por pluviômetro localizado a 2,0 km da área experimental. Cristalina, GO, 2016/2017.

Para evitar o ataque de pragas e a ocorrência de doenças, inseticidas e fungicidas foram pulverizados no experimento semanalmente. A partir dos 10 dias após o transplante (DAT), a cada 7 dias, as plantas receberam a aplicação dos fertilizantes foliares MS-florada ou MS-Mn 25 RR, na dosagem de 0,5 kg ha⁻¹.

A fitointoxicação visual do tomateiro foi avaliada aos 16, 33 e 68 DAT, por meio da escala de notas de 0% a 100%, em que zero representa a ausência de injúrias visuais e 100 a morte da planta (SBCPD, 1995). A altura e a população de plantas foram determinadas aos 68 DAT. As plantas de duas linhas por 5,0 m de comprimento foram contadas para a obtenção da população de plantas por hectare; e dez plantas da área útil foram medidas da base até a inserção da última inflorescência.

Aos 136 DAT, a quantidade e a produção de frutos comerciais foram avaliadas. Para tal, os frutos de sete plantas da linha central foram coletados e separados em comerciais e descarte. Considerou-se como fruto comercial, aqueles sem o ataque de pragas (traça e broca) ou doenças, rachados, verdes, pretos, mofados, e com diâmetro maior que 15 mm, seguindo o critério da indústria no recebimento dos tomates. Com esses dados obteve-se a quantidade e a produção de frutos comerciais por planta e a massa por fruto comercial.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste F da análise de variância, e quando significativo ($p < 0,01$ ou $p < 0,05$), os tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

As plantas de tomateiro não tiveram injúrias visuais ocasionadas por possível resíduo de imazapyr + imazapic no solo, mesmo nas maiores dosagens testadas, obtendo nota zero. Além disso, as dosagens dos herbicidas e a interação cultivar x herbicida não afetaram significativamente nenhuma variável avaliada no tomate rasteiro (Tabela 1). Em relação às cultivares, houve diferença significativa entre elas apenas para produção de frutos, por hectare e por planta. A cultivar H-9553 teve menor produção de frutos do que a PO0033 (Tabela 2). Como não houve diferença significativa entre as cultivares para população de plantas, a maior produção de frutos por planta da

cultivar PO0033 refletiu diretamente na produtividade de frutos. Mas, esse resultado ocorreu independentemente da dosagem dos herbicidas pulverizados na cultura anterior e é justificado por diferenças genótípicas entre os materiais.

Contrário ao observado na literatura, pois, em outro estudo, o tomateiro, transplantado 300 dias após a aplicação de imazapyr + imazapic ($39,9 \text{ g ha}^{-1} + 119,7 \text{ g ha}^{-1}$, respectivamente), foi sensível aos herbicidas, com perdas de 41,7% no estande e 94,6% na produção de frutos, comparado à testemunha sem herbicida (Alister; Kogan, 2005). Porém, no presente estudo, em dosagens de até $32,81 \text{ g ha}^{-1} + 98,44 \text{ g ha}^{-1}$ (imazapyr + imazapic) não houve prejuízos para o tomateiro. A diferença dos resultados entre os trabalhos pode ser justificada por vários fatores, como as dosagens pulverizadas, visto que $39,9 \text{ g ha}^{-1} + 119,7 \text{ g ha}^{-1}$ equivale a 17,8% a mais de produto da maior dosagem avaliada neste estudo; variações de clima, pois em clima mais ameno (subtropical), como no caso do trabalho de Alister e Kogan (2005), a persistência das moléculas no solo tende a ser maior (Ulbrich et al., 2005); e as cultivares testadas, pois o genótipo também pode responder de forma distinta aos herbicidas, devido a variações na capacidade de absorção, translocação e metabolização.

Para imazethapyr e imazamox, também do grupo químico das imidazolinonas, O'Sullivan et al. (1998) relataram que resíduos no solo de imazethapyr afetaram negativamente as culturas de repolho, tomate, pepino, batata e milho doce, mesmo depois de 1 ano da sua aplicação, dependendo do pH e da umidade do solo. Para os mesmos autores, os resíduos de imazamox foram menos prejudiciais e resultaram em menor fitointoxicação, sem redução na produtividade de tomate, batata e repolho.

Tabela 1. Resultados do teste F da análise de variância para altura de plantas, população de plantas, população de plantas, massa fresca por fruto, quantidade e produção de frutos por planta e por hectare, aos 136 dias após o transplante do tomate rasteiro, em função da cultivar e da dosagem do herbicida pulverizado na cultura antecessora. Cristalina, GO, 2016/2017.

Fonte de variação	Altura	População	Massa por fruto	Fruto por planta		Fruto por hectare	
				Quantidade	Produção	Quantidade	Produção
Cultivar	8,30 ^{ns}	0,57 ^{ns}	5,98 ^{ns}	6,58 ^{ns}	39,44 ^{**}	6,65 ^{ns}	32,17 [*]
Herbicida	0,44 ^{ns}	2,70 ^{ns}	1,04 ^{ns}	0,28 ^{ns}	1,20 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,56 ^{ns}
Cultivar x herbicida	0,03 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,43 ^{ns}	1,77 ^{ns}	0,68 ^{ns}
CV1 (%)	6,36	4,99	17,21	35,02	20,25	36,80	23,20
CV2 (%)	11,49	6,29	14,87	17,84	17,96	17,45	18,62
	(cm)	(mil pls. ha ⁻¹)	(g uni. ⁻¹)	(uni. planta ⁻¹)	(kg planta ⁻¹)	(mil uni.ha ⁻¹)	(t ha ⁻¹)
Média geral	75,62	26,01	72,61	26,97	1,95	702,45	50,82

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F da análise de variância. ^{ns} Não significativo pelo teste F da análise de variância.

Tabela 2. Produção de frutos de tomate rasteiro por hectare e por planta, aos 136 dias após o transplante das mudas, em função das cultivares H-9553 e PO0033. Cristalina, GO, 2016/2017.

Cultivar	Produção de frutos	
	(t ha ⁻¹)	(g planta ⁻¹)
H-9553	38,99 b ⁽¹⁾	1,51 b
PO0033	62,64 a	2,39 a
DMS	13,27	0,44

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para cebola, o imazapic (18 e 36 g ha⁻¹) não afetou o número e a produção de bulbos (por hectare) e o peso por bulbo, quando transplantada após 24 e 71 dias da aplicação do herbicida na área, comparado à testemunha sem herbicida (Grey et al., 2008). O mesmo foi observado no estudo de Alister e Kogan, (2005), no qual a cebola transplantada não sofreu efeitos dos herbicidas (imazapyr + imazapic ou imazapyr + imazethapyr), no estande e na produção de bulbos, 300 dias após a aplicação em milho tolerante a imidazolinonas. O algodoeiro, semeado 112 dias após a aplicação de [imazapyr + imapic] em soja Cultivance, também não teve o desenvolvimento prejudicado por possíveis resíduos dos herbicidas no solo (Matte et al., 2018).

Os resultados obtidos nesse estudo permitiram inferir que não houve *carryover* de imazapyr + imazapic, pulverizados na soja Cultivance, no tomateiro plantado em sucessão, após 187 dias da aplicação. Possivelmente, não havia resíduos dos herbicidas no solo, suficientes para ocasionar prejuízos no crescimento e no desenvolvimento das plantas. Essa ausência de efeito pode ser justificada pelo transporte ou pela transformação (degradação) das moléculas. Fatores como sorção, lixiviação, degradação e, ou transformação biológica regulam a concentração e o fluxo de herbicidas no solo, determinando a persistência dessas moléculas (Souza et al., 2016).

Imazapyr e imazapic são praticamente não voláteis, extremamente solúveis em água (11.272 mg L⁻¹ para imazapyr e 2.200 mg L⁻¹ para imazapic) e fracamente adsorvidos ao solo (WSSA, 2014). No entanto, a adsorção aumenta à medida que o solo seca, tornando-os indisponíveis para a degradação (Scursoni et al., 2017), que é, principalmente, microbiana (biodegradação) (WSSA, 2014). A biodegradação trata-se da ação catalítica de enzimas

produzidas pelos microrganismos do solo. Por isso, condições ideais que favoreçam a microbiota decompositora no solo favorecerão a biodegradação dos herbicidas, com reflexo na sua persistência no solo (Correia, 2017). Entre os fatores que afetam a atividade microbiana estão a umidade, a temperatura, o pH, o oxigênio e o fornecimento de nutrientes. Normalmente, solos férteis, quentes e bem ventilados com pH neutro são os mais favoráveis para o crescimento microbiano e, portanto, para a degradação dos herbicidas (Scursoni et al., 2017).

A comunidade microbiana da rizosfera também está relacionada à capacidade de degradação de compostos xenobióticos. Nesse sentido, Roque e Melo (2000), ao isolar e caracterizar bactérias degradadoras do herbicida diuron, relataram que, comparado às amostras de solo das entrelinhas de cana-de-açúcar, as amostras provenientes de solos rizosféricos (a maioria destas) apresentaram maior número de bactérias.

A diversidade de fatores relacionados à velocidade de degradação do herbicida dificulta estimar o tempo necessário para a sua dissipação após a aplicação, pois no ambiente existe uma série de condições e variáveis que podem influenciar na transformação do produto (Sousa et al., 2012). Por isso, novos estudos devem ser realizados para consolidar a informação que, embora o tomateiro seja muito sensível aos herbicidas imazapic e imazapyr, no sistema de produção (soja – tomate), estes são dissipados em tempo suficiente para não ocasionar perdas ou qualquer prejuízo à cultura.

Conclusão

O intervalo de 180 dias da aplicação de [imazapyr + imazapic] na cultura da soja Cultivance até o plantio do tomate rasteiro, foi suficiente para evitar danos de *carryover* dos herbicidas na hortaliça plantada em sucessão a soja.

Agradecimentos

Aos alunos do curso de agronomia Roni Amaro Bueno Junior e Pâmela Castro Pereira, estagiários que colaboraram na avaliação da colheita do tomate.

Referências

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários do MAPA**. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 13 maio 2021.

ALISTER, C.; KOGAN, M. Efficacy of imidazolinone herbicides applied to imidazolinone-resistant maize and their carryover effect on rotational crops. **Crop Protection**, v. 24, p. 375-379, 2005.

CHUKWUDEBE, A.; PRIVALLE, L.; REED, A.; WANDELT, C.; CONTRI, D.; DAMMANN, M.; GROETERS, S.; KASPERS, U.; STRAUSS, V.; VAN RAVENZWAAY, B. Health and nutritional status of Wistar rats following subchronic exposure to CV127 soybeans. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, n. 1-2, p. 956-971, 2012.

CORREIA, N. M. **Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de tomate rasteiro dos estados de GO, MG e SP**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2015. 52 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 147).

CORREIA, N. M. A dinâmica dos herbicidas no ambiente e a sustentabilidade agrícola. In: LOPES, C. A.; PEDROSO, M. T. M. (ed.). **Sustentabilidade e horticultura no Brasil: da retórica à prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 317-340. (Embrapa-DPD. Texto para discussão, 47).

GREY, T. L.; MACRAE, A.; CULPEPPER, A. S. Transplanted onion response to previously applied residual herbicides. **Weed Technology**, v. 22, n. 3, p. 477-480, 2008.

MASTELLA, A. D. F.; IVASKO JÚNIOR, S.; TRES, A.; TETTO, A. F.; WENDLING, W. T.; SOARES, R. V. Classificação do estado de Goiás e do Distrito Federal segundo o sistema de zonas de vida de holdridge. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 2, p. 443-456, 2019.

MATTE, W. D.; CAVALIERI, S. D.; PEREIRA, C. S.; IKEDA, F. S.; POLTRONIERI, F. Residual activity of [imazapic+imazapyr] applied to imidazolinones resistant soybean on cotton in succession. **Planta Daninha**, v. 36, n. e018181240, 2018.

O'SULLIVAN, J.; THOMAS, R. J.; BOUW, W. J. Effect of imazethapyr and imazamox soil residues on several vegetable crops grown in Ontario. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 78, n. 4, p. 647-651, 1998.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. L. S. **Guia de herbicidas**. 7. ed. Londrina: Edição dos autores, 2018. 764 p.

ROQUE, M. R. A.; MELO, I. S. Isolamento e caracterização de bactérias degradadoras do herbicida diuron. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 4, p. 723-728, 2000.

SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; FERREIRA L. R.; PROCÓPIO, S. O.; PIRES, F. R. Fitorremediação de áreas contaminadas por herbicidas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. (ed.). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa, MG: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.

SBCPD. **Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas**. Londrina, PR: SBCPD, 1995. 42 p.

SCURSONI, J. A.; MONTOYA, J. C.; VIGNA, M. R.; GIGÓN, R.; ISTILART, C.; PUGNI, J. P. R.; LÓPEZ, R.; PORFIRI, C. Impact of imazamox and imazapyr carryover on wheat, barley, and oat. **Weed Technology**, v. 31, n. 6, p. 838-846, 2017.

SOUSA, C. P.; BACARIN, M. A.; PINTO, J. J. O. Crescimento de espécies bioindicadoras do residual do herbicida (imazethapyr + imazapic), semeadas em rotação com arroz Clearfield®. **Planta Daninha**, v. 30, n. 1, p. 105-111, 2012.

SOUZA, R. A.; BABUJIA, L. C.; SILVA, A. P.; GUIMARÃES, M. F.; ARIAS, C. A.; HUNGRIA, M. Impact of the *ahas* transgene and of herbicides associated with the soybean crop on soil microbial communities. **Transgenic Research**, v. 22, n. 5, p. 877-892, 2013.

SOUZA, M. F.; NETO, M. D. C.; MARINHO, M. I.; SARAIVA, D. T.; FARIA, A. T.; SILVA, A. A.; SILVA, D. V. Persistence of imidazolinones in soils under a clearfield system of rice cultivation. **Planta Daninha**, v. 34, n. 3, p. 589-596, 2016

ULBRICH, A. V.; RODRIGUES, B. N.; LIMA, J. Efeito residual dos herbicidas imazaquin e imazethapyr, aplicados na soja, sobre o milho safrinha. **Planta Daninha**, v. 16, n. 2, p. 137-147, 1998.

ULBRICH, A. V.; SOUZA, J. R. P.; SHANER, D. Persistence and carryover effect of imazapic and imazapyr in Brazilian cropping systems. **Weed Technology**, v. 19, n. 4, p. 986-991, 2005.

WSSA - Weed Science Society of America. **Herbicide Handbook**. 10th ed. Lawrence, KS: Weed Science Society of America, 2014. 513 p.

Embrapa

Cerrados

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL