

Efeito residual dos herbicidas do grupo triazinas sobre a cultura da soja

Lucas Wickert^{*1}, Celso Gonçalves de Aguiar¹.

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{*1}lucaswickert29@gmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito residual dos herbicidas do grupo das triazinas sobre a cultura da soja. O presente experimento foi conduzido na propriedade Linha Israel localizada município de Quedas do Iguaçu /PR, durante quatro meses, com início em agosto de 2022 e término em novembro de 2022. O delineamento experimental foi delineamento em blocos casualizados (DBC), bifatorial onde os fatores de estudo foram o fator A compostos pelos herbicidas, atrazina (Gesaprim SC® , 2000 g i.a. L⁻¹), e atrazina + simazina (Primatop SC® , 1000+1000 g i.a. L⁻¹) e, fator B composto pelas épocas de aplicação de herbicidas antes da semeadura (DAS) da soja: 56, 49, 42, 35, 28, 21 e 14 DAS, e uma testemunha sem aplicação. Os parâmetros avaliados foram o estande de plantas de soja, estatura e fitotoxidade, teor de clorofila. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e, quando significativos, as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o auxílio do programa SISVAR. Com os parâmetros avaliados observamos que não existiu nenhum tipo de interação entre os herbicidas e época de aplicação, mais foram verificados efeitos simples para o fator herbicida nas variáveis estatura aos 15 e 20 DAE e efeito simples do fator épocas de aplicação nas variáveis e estatura aos 20 DAE e produtividade da soja. Concluindo-se que não há efeito residual sobre os herbicidas do grupo das triazinas na cultura da soja quando estes aplicados antes da semeadura em ambientes que ocorrem um alto índice de pluviosidades. Já aplicação de atrazina e atrazina+simazina em condição de baixas precipitação, podem causar uma intoxicação na cultura mesmo que seja em menores doses.

Palavras-chave: fitotoxidade; produtividade; aplicação.

Residual effect of triazine herbicides on soybean crops

Abstract: The objective of this work was to evaluate the residual effect of herbicides from the triazine group on soybean. The present experiment was carried out at the Linha Israel property located in the municipality of Quedas do Iguaçu / PR, for four months, starting in August 2022 and ending in November 2022. The experimental design was a randomized block design (DBC), bifactorial where the Study factors were factor A composed of the herbicides, atrazine (Gesaprim SC® , 2000 g a.i. L⁻¹), and atrazine + simazine (Primatop SC®, 1000+1000 g a.i. L⁻¹) and factor B composed of the seasons of herbicide application before sowing (DAS) of soybean: 56, 49, 42, 35, 28, 21 and 14 DAS, and a control without application. The parameters evaluated were soybean plant stand, height and phytotoxicity, chlorophyll. The data obtained were submitted to analysis of variance (ANOVA) and, when significant, the means were compared by the Tukey test at a 5% significance level, with the aid of the SISVAR program. With the parameters evaluated, we observed that there was no type of interaction between the herbicides and the time of application, but simple effects were verified for the herbicide factor in the variables height at 15 and 20 DAE and simple effect of the factor application times in the variables and height at 20 DAE and soybean yield. In conclusion, there is no residual effect on the herbicides of the triazine group in soybean when applied before sowing in environments with high rainfall. On the other hand, application of atrazine and atrazine+simazine in conditions of low precipitation can cause intoxication in the culture even at lower doses.

Keywords: phytotoxicity; productivity; application.

Introdução

No estado do Paraná (PR), é comum semear milho de fevereiro a abril e de setembro a novembro, sendo comum os produtores cultivarem o milho e em seguida semearem a soja como cultura de sucessão. Devido à sua grande importância econômica e alimentícia, a cultura da soja tornou-se uma das mais expressivas em nosso país. O país ocupa na atualidade, o primeiro lugar em termos de produção mundial da soja e é o primeiro exportador de farelo de soja (IBGE, 2021).

Segundo Caratti *et al.*, (2013), muitos produtores optam pela semeadura antecipada da soja abandonando a lavoura de milho, fato evidenciado na safra 2011/12, ou ainda colhem a cultura do milho para a produção de silagem. O método de controle químico ganhou espaço no meio agrícola, se tornando um método indispensável para a agricultura em larga escala, por sua menor dependência de mão de obra, eficiência e rapidez no manejo das plantas daninhas mono e dicotiledôneas (PERUZZO *et al.*, 2020).

O uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas é hoje o método Immais eficiente e especialmente em grandes áreas, constituindo-se com componentes basilares do manejo integrado de plantas infestantes, seja pela sua elevada eficácia de controle, menor dependência de mão de obra ou pela redução dos custos de produção (OLIVEIRA e BRIGHENTI, 2018).

Os herbicidas possuem um longo efeito residual no solo, dentre eles podemos citar a atrazina, com isso torna-se um dos grandes problemas constatados nos diversos cultivos pois causa o efeito carryover de herbicidas, visto que a atividade residual pode comprometer a produtividade dos cultivos em sucessão ou rotação (MANCUSO, 2011).

Atrazina, herbicida pertencente ao grupo químico das triazinas, que exibe um mecanismo de ação de inibição do fotossistema II, sendo indicada principalmente para o controle de plantas daninhas dicotiledôneas e não seletivo para a soja, este herbicida é normalmente aplicado em pré emergência, podendo ser usado em pós-emergência em estágio inicial de desenvolvimento das plantas daninhas (CARATTI *et al.*, 2013).

Segundo Merotto e Vidal (2001), os herbicidas do grupo das triazinas são relativamente persistentes na maioria dos solos, dependendo da formulação, da dose aplicada, bem como das condições edafoclimáticas locais. Deve levar em consideração a persistência desta molécula no solo sendo influenciados pela precipitação pluviométrica total após a aplicação, exibindo o tipo de solo e o pH dele.

Com a necessidade de antecipação do cultivo da soja em área previamente semeada e aspergida com herbicida atrazina surge o questionamento de qual seria o período de intervalo necessário para a inatividade da molécula do produto sobre a cultura sucessora. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito residual dos herbicidas do grupo triazinas sobre a cultura da soja.

Material e Métodos

O presente experimento foi conduzido na propriedade Linha Israel localizada município de Quedas do Iguaçu /PR, no qual se encontra nas coordenadas geográficas de latitude 25° 26' 27'' sul, longitude 52° 55' 17'' oeste, estando a 604 metros do nível do mar. O experimento foi conduzido durante quatro meses, com início em agosto de 2022 e término em novembro de 2022. Segundo Aparecido *et al.* (2016), o clima da região é quente e subtropical existindo pluviosidade significativa ao longo do ano, apresentando uma temperatura média de 20 °C e uma média anual de pluviosidade de 1841 mm. O solo da área experimental foi classificado de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como latossolo vermelho distroférico típico (EMBRAPA, 2018).

O delineamento experimental foi delineamento em blocos casualizados (DBC), bifatorial onde os fatores de estudo foram o fator A compostos pelos herbicidas, atrazina (Gesaprim SC® , 2000 g i.a. L⁻¹), e atrazina + simazina (Primatop SC® , 1000+1000 g i.a. L⁻¹) e, fator B composto pelas épocas de aplicação de herbicidas antes da semeadura (DAS) da soja: 56, 49, 42, 35, 28, 21 e 14 DAS, e uma testemunha sem aplicação, descrito na tabela 1, com quatro repetições. As unidades experimentais foram compostas por parcelas contendo cinco linhas de semeadura espaçadas 0,45 m por 4 m de comprimento, aplicação dos herbicidas com pulverizador costal.

Tabela 1- Descrição dos tratamentos.

Tratamento	Fator A	Fator B
Testemunha	Sem aplicação	-
Herbicida	Atrazina (Gesaprim SC®, 2000 g i.a. L ⁻¹)	56, 49, 42, 35, 28, 21 e 14 DAS
Herbicida	Atrazina + simazina (Primatop SC® , 1000+1000 g i.a. L ⁻¹)	56, 49, 42, 35, 28, 21 e 14 DAS

Fonte: O autor, (2022).

Para aplicação dos tratamentos utilizou-se pulverizador costal, equipado com barra volume de calda de 150 L ha⁻¹. Após a aplicação dos tratamentos realizou-se a semeadura da soja, no dia 17 de outubro de 2022, cultivar BMX Lança IPRO estabelecendo população de 233 mil plantas ha⁻¹, adubação de 350 Kg ha⁻¹ de adubo NPK 05-30-15.

Tabela 2 - Épocas de aplicação e condições meteorológica no momento da aplicação.

Época de aplicação	Data	Horário de início	Temperatura (°C)	Umidade relativa (UR%)	Precipitação acumulada (mm)
56 DAS	19/ago	16:00	18,0	95,0	0,00
49 DAS	26/ago	16:00	21,0	35,0	19,4
42 DAS	02/set	16:00	17,0	30,0	70,0
35 DAS	09/set	16:00	19,0	24,0	68,0
28 DAS	22/set	16:00	21,0	71,0	150,0
21 DAS	29/set	16:00	20,7	85,0	100,0
14 DAS	03/out	16:00	18,0	89,0	98,5
Semeadura	17/out	-	-	-	230,0

DAS: dias antes da semeadura; Precipitação acumulada (mm): cálculo de 7 em 7 dias.

Fonte: O autor, (2022).

Os parâmetros avaliados foram o estande de plantas de soja aos 10 dias após o início da emergência, no qual foram contadas em 2 m lineares da linha central de semeadura; estatura e fitotoxicidade aos 10, 15 e 20 dias após a emergência da soja (DAE), na qual foram atribuídas notas que variaram de 0 a 100, as quais correspondem a nenhum efeito fitotóxico e morte das plantas, teor de clorofila aos 20 DAE em cinco plantas por parcela, com auxílio do equipamento (Clorofilog CFL 1030®), as leituras foram realizadas no folíolo da última folha totalmente expandida, evitando-se as nervuras principais do folíolo; índice de cobertura vegetal com o auxílio do aplicativo para smartphone Canapeo, expresso em percentagem de cobertura.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e, quando significativos, as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2010).

Resultados e discussões

Com os parâmetros avaliados observamos que não existiu nenhum tipo de interação entre os herbicidas e época de aplicação, mais foram verificados efeitos simples para o fator herbicida para as variáveis estatura aos 15 e 20 DAE e efeito simples do fator épocas de aplicação dos herbicidas para as variáveis e estatura aos 20 DAE. Como apresentado na tabela 3, ocorreu um elevado índice pluviométrico (tabela 2), durante a época de condução do experimento, principalmente nas épocas de aplicação dos tratamentos

herbicidas. Segundo Inoue *et al.* (2003) como o solo em questão apresentou pouca cobertura vegetal e a área não era totalmente plana, seria um fator limitante para ocorrer escoamento superficial ou até mesmo lixiviação dos herbicidas, ocorrendo perda do químico para águas superficiais e subterrâneas.

Tabela 3 - Análise de variância para as variáveis da soja em função da aplicação de atrazine e atrazine + simazina em diferentes épocas da semeadura da soja.

Fatores	Herbicida	Época	Herbicida	
			x Época	CV (%)
Estande de plantas 15 DAE	0,818 ^{ns}	0,522 ^{ns}	0,500 ^{ns}	9,6
Estatura 10 DAE	0,030 ^{ns}	<0,002*	0,600 ^{ns}	4,8
Estatura 15 DAE	<0,002*	<0,002*	0,099 ^{ns}	2,9
Estatura 20 DAE	0,170 ^{ns}	0,190 ^{ns}	0,500 ^{ns}	8,0
Fito. 10 DAE	-	-	-	-
Fito. 15 DAE	-	-	-	-
Fito. 20 DAE	-	-	-	-
ICV 20 DAE	0,077 ^{ns}	0,180 ^{ns}	0,970 ^{ns}	7,9
Clorofila T.	0,860 ^{ns}	0,280 ^{ns}	0,750 ^{ns}	5,5
Clorofila A	0,080 ^{ns}	0,600 ^{ns}	0,980 ^{ns}	6,5
Clorofila B	0,870 ^{ns}	0,300 ^{ns}	0,930 ^{ns}	4,8

C.V = Coeficiente de variação; ns = não significativo; * significativo pelo teste F ($p > 0,05$).; -: Sem efeito.
Fonte: O autor, (2022).

Com o aumento da profundidade do perfil do solo, o teor de matéria orgânica reduz, e abaixa a capacidade de sorção da atrazina pela fração mineral, essas características tendem a aumentar o potencial de lixiviação do herbicida, ou seja, ocorre uma redução dos compostos orgânicos no solo (MARTNAZZO *et al.*, 2011). Segundo Bachega *et al.* (2009), a alta taxa pluviométrica associada as características físico-química dos herbicidas, fazem com que ocorra uma ausência dos efeitos residuais do herbicida sobre a soja.

Tabela 4 - Estatura da soja em função da média de épocas de aplicação dos herbicidas atrazina e atrazina + simazina da semeadura.

Herbicida	Estatura (15 DAE)	Estatura (20 DAE)
Atrazina	9,35 b	19,50 b
Atrazina + Simazina	11,00 a	21,50 a

Fonte: O autor, (2022).

Em relação a Tabela 4, podemos observar de uma forma isolada a estatura de aplicação dos herbicidas e para ambas as épocas, ou seja, podemos afirmar que ocorre uma redução na estatura quando se aplica a atrazina isolada. Os herbicidas do grupo triazinas são relativamente persistentes na maioria dos solos, dependendo de sua formulação, da dosagem aplicada, e das condições edafoclimáticas dos locais, possuindo uma hidrólise lenta e alto potencial de escoamento superficial (MEROTTO e VIDAL, 2001). Segundo Inoue *et al.* (2003), atrazina e a simazina se classificam através de GUS, como lixiviadora e moderadamente a lixivadoras, sendo aliado com a pluviosidades ocorridas nos períodos pós aplicação e juntamente as demais características citadas, confirmam a hipótese de que possivelmente tenha ocorrido um escoamento superficial e por lixiviação.

Conclusão

Concluindo-se que não há efeito residual sobre os herbicidas do grupo das triazinas na cultura da soja quando estes aplicados antes da semeadura em ambientes que ocorrem um alto índice de pluviosidades. Já aplicação de atrazina e atrazina + simazina em condição de baixas precipitação, podem causar fitotoxicidade na cultura mesmo que seja em menores doses.

Referências

- APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S. JOHANN, J. A. Classificações climáticas de Köppen, Thornthwaite e Camargo para zoneamento climático no Estado do Paraná, Brasil. **Ciência e Agrometeorologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.
- BACHEGA, T. F.; PAVANI, M. C. M. D.; ALVES, P. L. C. A.; SAES, L. P.; BOSCHIERO, M. Lixiviação de sulfentrazone e amicarbazone em colunas de solo com adição de óleo mineral. **Planta daninha**. v. 27, n. 2, p. 363-370, 2009.
- CARATTI, F. C.; REINEHR, M.; TURRA M. A.; BASSO, C. J.; LAMEGO, F. P. **Efeito residual de atrazina na cultura da soja**, 2013. Dissertação (Conclusão de curso em Agronomia). Universidade federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria – RS.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – 3ed.** Ver. Ampl. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018. 353 p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS. **REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA**. v. 37, n. 4, p. 529-535, 2010.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anu. Estat. Brasil**, v. 56, p. 551, 2021.

INOUE M. H.; OLIVEIRA, J. R.; REGITANO, J. B.; TORMENA, C. A.; TORNISIELO, V. L.; CONSTANTIN, J. Critérios para avaliação do potencial de lixiviação dos herbicidas comercializados no estado do Paraná. **Planta Daninha**. v. 21, n.2, p. 313-323, 2003.

MANCUSO, M. Efeito residual de herbicidas no solo (“Carryover”). **Revista Brasileira de Herbicidas**. v. 10, n. 40, p. 151-164, 2011.

MARTINAZZO, R.; DICK, D. P.; HISCH, M. M.; LEITE, S. B.; PERALBA, M. D. C.R. Sorção de atrazina e de mesotriona em latossolos e estimativa do potencial de contaminação. **Química nova**. v. 34, n. 8, p. 1378-1384, 2011.

MEROTTO J. A.; VIDAL, R. A. Herbicidas inibidores de Protox. In: VIDAL, R.A.; MEROTTO JÚNIOR, A. (Ed.). **Herbicidologia**. Porto Alegre: Evangraf, 2001. 152p.

OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. Resumo: **O controle de plantas daninhas é prática importante na produção de alimentos**. Brasília, 2018.

PERUZZO, F. T.; SILVA, D. R. O.; SILVA, A. A. A.NOVELLO, B. D.; CUCHI, M. L. Efeito do residual de atrazina e atrazina + simazina em soja. **Ciencias Agroveterinarias**, v. 40, n. 1, p. 2238-1171, 2020.