

### EFEITOS NA PRODUTIVIDADE DO MILHO PELA FITOTOXIDADE DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES

**Antônio Marcos Azevedo Batista<sup>1</sup>;**

Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/8491250958552852>

**João Vítor da Silva<sup>2</sup>;**

Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/6547048998692683>

**Jorge Willian de Souza dos Santos<sup>3</sup>;**

Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/9104883927678167>

**Valmir Inácio de Oliveira Junior<sup>4</sup>;**

Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/0861733920966370>

**José Luiz Malheiros Vizzotto<sup>5</sup>;**

Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/5024992861202011>

**Rafael dos Santos Hipolito<sup>6</sup>;**

Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/5767224990893111>

**Marina de Andrade Nogueira<sup>7</sup>;**

Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/6980845089281792>

**Miguel Aparecido Risson Coppo<sup>8</sup>;**

Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/4855219649313581>

**Pedro Luan Ferreira da Silva<sup>9</sup>.**

Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná.

<http://lattes.cnpq.br/3673055132039986>

**RESUMO:** A fitotoxicidade de herbicidas pós-emergentes pode impactar negativamente a produtividade do milho, causando estresse nas plantas, redução no crescimento e desenvolvimento, além de possíveis danos nas folhas e raízes. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos fitotóxicos na produtividade do milho com aplicação de diferentes herbicidas pós-emergentes. O trabalho foi conduzido na cidade de São Jorge do Ivaí. Os tratamentos foram compostos por capina, aplicação de herbicidas (Glyphosate e Atrazin) e uso de fertilizante, todos aplicados no estágio V4 da planta. Sendo assim, utilizou-se dez tratamentos e quatro repetições em bloco inteiramente casualizados, onde foram testados, os herbicidas e fertilizante, bem como testemunhas com e sem capina. De acordo com os resultados observado os tratamentos com uso de herbicida, o T7 (atrazina) apresentou melhores resultados com mais de 6 ton/ha de produtividade, e cabe ressaltar que a atrazina esteve presente nos outros tratamentos T8, T9 e T10 com os melhores resultados também, mostrando a eficiência desse produto para essa finalidade. Sendo assim, conclui-se que o uso do herbicida atrazin na cultura do milho, apresenta melhores resultados para o desenvolvimento e produtividade, sem deixar fitotoxicidade na planta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fitotecnia. Produção. *Zea mays*.

## EFFECTS ON CORN PRODUCTIVITY BY THE PHYTOTOXICITY OF POST-EMERGING HERBICIDES

**ABSTRACT:** Phytotoxicity from post-emergent herbicides can negatively impact corn productivity, causing plant stress, reduced growth and development, and possible damage to leaves and roots. The objective of the work was to evaluate the phytotoxic effects on corn productivity with the application of different post-emergent herbicides. The work was conducted in the city of São Jorge do Ivaí. The treatments consisted of weeding, application of herbicides (Glyphosate and Atrazin) and use of fertilizer, all applied at the V4 stage of the plant. Therefore, ten treatments and four replications in a completely randomized block were used, where herbicides and fertilizer were tested, as well as controls with and without weeding. According to the results observed in treatments using herbicide, T7 (atrazine) showed the best results with more than 6 ton/ha of productivity, and it is worth highlighting that atrazine was present in the other treatments T8, T9 and T10 with the best results. results as well, showing the efficiency of this product for this purpose. Therefore, it is concluded that the use of the herbicide atrazin in corn crops presents better results for development and productivity, without leaving phytotoxicity in the plant.

**KEY-WORDS:** Phytotechnics. Production. *Zea mays*.

**ÁREA TEMÁTICA:** Agronomia.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é uma das culturas mais importantes do cenário agrícola mundial, tanto para consumo humano como para produção de ração animal e matérias-primas para as industriais, assim, no Brasil o milho ocupa um lugar importante entre as culturas agrícolas, sendo um dos principais produtos agrícolas do país (CORATO, et al., 2018). Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2024), a produção brasileira de milho para a safra 2022/2023 atingiu 127,4 milhões de toneladas, consolidando o Brasil como o segundo maior produtor do mundo, depois dos Estados Unidos. Esse volume de produção reflete a crescente importância do país no cenário mundial de matérias-primas agrícolas, além de destacar o milho como uma das culturas mais importantes para a economia agrícola brasileira (KOZLOWSKI, 2002).

Entretanto, a alta produtividade do milho no Brasil está diretamente relacionada à adoção de tecnologias e práticas de manejo eficientes, entre elas, o controle de plantas daninha, que competem com a cultura por recursos essenciais como água, luz e nutrientes, podendo causar reduções de até 80% na produtividade, conforme estudos apontam (TOMULESCU, et al., 2019). Para mitigar esse impacto, o uso de herbicidas pós-emergentes tem se mostrado uma estratégia eficaz, pois permite o controle seletivo de plantas daninhas já estabelecidas no campo, no entanto, a aplicação inadequada desses herbicidas pode levar à fitotoxicidade na cultura do milho, comprometendo o seu desenvolvimento e consequentemente sua produtividade (Santos, et al., 2007).

A produtividade média de milho no Brasil, segundo dados da CONAB, foi de aproximadamente 6,5 toneladas por hectare na safra 2022/2023, resultado que reflete avanços tecnológicos e manejo agrícola eficiente. No entanto, esse número pode variar significativamente dependendo da região, das condições climáticas e das práticas de manejo adotadas, incluindo o uso de herbicidas (ZOBIOLE et al., 2010). Em situações onde a fitotoxicidade é controlada e o manejo de plantas daninhas é bem realizado, a produtividade pode ultrapassar 10 toneladas por hectare em regiões de alta tecnologia, por outro lado, em áreas com problemas de fitotoxicidade, as perdas podem ser expressivas, comprometendo o desempenho econômico das lavouras (BASSO, et al., 2018).

Estudos apontam que a aplicação inadequada de herbicidas pode resultar em quedas expressivas na produtividade do milho, em casos extremos, perdas de até 30% na produtividade podem ser registradas devido à fitotoxicidade severa, isso se torna particularmente preocupante, em um contexto em que o milho é uma cultura essencial para a segurança alimentar e o agronegócio global (AKBER et al., 2023). O Brasil, com sua vasta área de cultivo, não está imune a esses desafios, especialmente nas regiões de plantio intensivo, como o Centro-Oeste e o Sul do país, que concentram a maior parte da produção nacional. Portanto, é fundamental que os agricultores compreendam os riscos e as condições de uso de herbicidas pós-emergentes, buscando estratégias que minimizem a fitotoxicidade e maximizem a produtividade do milho (CORATO, et al., 2018).

A adoção de práticas como o uso correto da dosagem, o acompanhamento das condições climáticas no momento da aplicação e a escolha de herbicidas seletivos são fatores críticos para evitar danos à cultura e garantir altas produtividades. Além disso, o desenvolvimento de novos estudos que avaliem a interação entre herbicidas e plantas de milho, é essencial para aprimorar as recomendações técnicas e reduzir o impacto da fitotoxicidade nas lavouras (AKBER et al., 2023).

## OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos fitotóxicos na produtividade do milho com aplicação de diferentes herbicidas pós-emergentes.

## METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em São Jorge do Ivaí, no estado do Paraná, (S 23°38'14.0" e O 52°26'13.8"), com altitude de 600 metros, onde, segundo Köppen-Geiger (PEEL, et al., 2007), o clima se caracteriza como úmido com verão quente, apresentando médias de temperatura anuais de aproximadamente 18,9°C, umidade relativa de 60% e com uma precipitação pluviométrica de 1300 mm anuais.

A semeadura do milho foi realizada em campo com 2,8 sementes por metro, a uma profundidade de 3 cm, com 45 cm de espaçamento entre linhas, buscando uma população final de 61,6 mil plantas ha<sup>-1</sup>. A variedade do milho utilizada no trabalho foi a DKB 255 PRO3 da empresa DEKALB, conduzida em lavoura através da semeadura direta. Foi utilizada a adubação de 725 kg ha<sup>-1</sup> no plantio, com formulação 16-16-16 e sem adubação de cobertura, optou-se por aplicar adubo no plantio, de acordo com as necessidades da cultura de safrinha.

Para as aplicações dos herbicidas e foliares, utilizou-se um pulverizador costal com uma ponta de pulverização de jato plano fan tip (ponta leque) em uma velocidade de 4,5 km h<sup>-1</sup>. As aplicações foram feitas seguindo as dosagens recomendadas para o controle de plantas daninhas. Os produtos utilizados no trabalho foram: Glyphosate com concentração de 620 g/l; Atrazin com concentração de 400 g/l e fertilizante foliar de formulação com agentes quelantes (EDTA), ácido cítrico, aminoácidos livres e carbonos orgânicos totais com 5,0 L ha<sup>-1</sup>. Para isso, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), contendo 10 tratamentos e 4 repetições, conforme representado na Tabela 1. Os tratamentos são formados por: T1 (Sem capina e sem aplicação); T2 (Sem capina + Fertilizante); T3 (Capina); T4 (Capina + Fertilizante); T5 (Glyphosate); T6 (Glyphosate + Fertilizante); T7 (Atrazin); T8 (Atrazin + Fertilizante); T9 (Glyphosate + Atrazin); T10 (Glyphosate + Atrazin + Fertilizante).

**Tabela 1.** Descrição dos diferentes tratamentos utilizando os herbicidas Glyphosate, Atrazin e fertilizante foliar na cultura do milho no estágio vegetativo 4.

Nome	Tratamento	Dose
T1	Testemunha	0
T2	Testemunha sem capina + Fertilizante	5,0
T3	Capina	0
T4	Capina + Fertilizante	5,0
T5	Glyphosate	2,8
T6	Glyphosate + Fertilizante	2,8+5,0
T7	Atrazin	6,0
T8	Atrazin + Fertilizante	6,0+5,0
T9	Glyphosate + Atrazin	2,8+6,0
T10	Glyphosate + Atrazin + Fertilizante	2,8+6,0+5,0

**Fonte:** Do autor

As aplicações das doses foram realizadas no mesmo dia para todos os tratamentos, ou seja, tanto para adubo foliar utilizado como para os herbicidas pós-emergentes. O estágio vegetativo utilizado para a aplicação foi o V4, que corresponde de 12 a 20 dias após a emergência da plântula, e também, onde as raízes nodais ocupando maior volume de solo em comparação com as raízes seminais e as folhas ainda se desenvolvem no meristema apical. As aplicações foram realizadas conforme recomendações agronômicas dispostas nos produtos utilizados.

Para avaliação da produtividade da cultura do milho determinou-se uma área de 6,3 m<sup>2</sup> de cada parcela experimental, onde colheu-se de maneira manual as espigas que foram debulhadas com uma trilhadora adaptada para retirar os grãos de milho. Sendo assim, com os dados da área experimental determinada, estimou-se a produtividade por hectares, ou seja, para uma proporção de 10.000 m<sup>2</sup>.

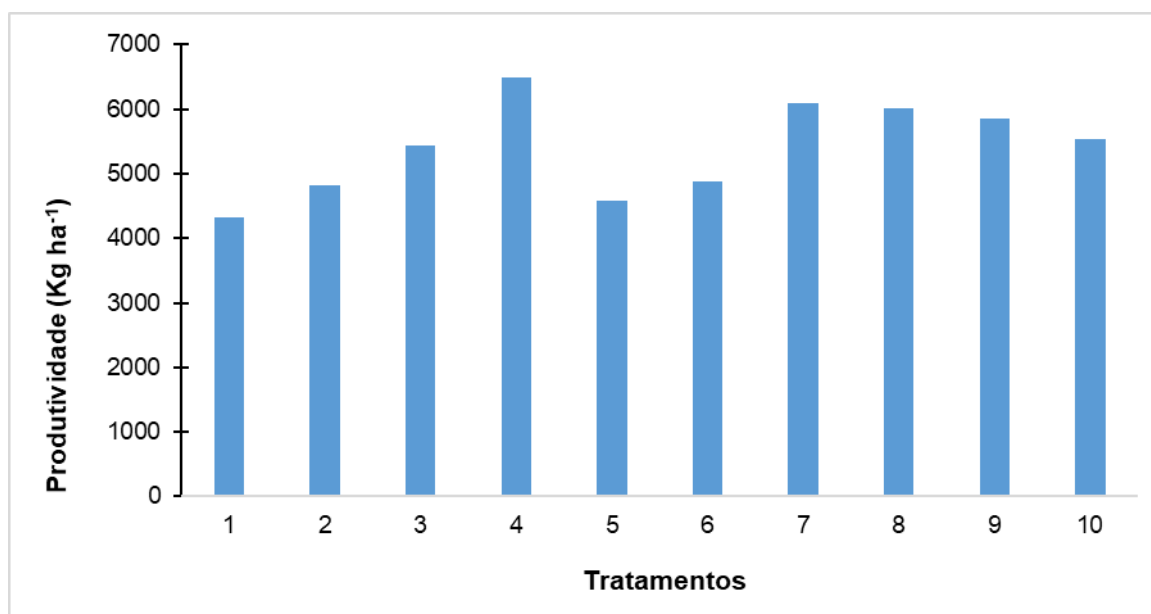
Para as análises estatísticas, os dados foram submetidos a análise de variância ANOVA e as médias entre tratamentos comparados pelo teste Scott\_Knott a 5% de significância, com auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados analisados, não se observou diferença significativa entre os tratamentos, no entanto, alguns tratamentos apresentaram um desenvolvimento melhor que outros, como pode ser visto na Figura 1. Sendo assim, com relação a produtividade, o T4 mostrou-se como superior aos demais tratamentos, o que pode ser explicado, pois, além de controlar a competição das ervas daninhas com a capina, também não apresentou efeitos de fitotoxicidade, que podem danificar as folhas da planta, já que esse não teve aplicação dos herbicidas, apenas aplicação do adubo foliar, que conseqüentemente levou a maiores produtividades.

Os tratamentos T7 (atrazina), T8 (atrazina + foliar) e T9 (glifosato + atrazina), que também apresentam as melhores médias de produtividades, eram compostos por atrazina, mostrando a eficiência desse produto para essa finalidade. Outro ponto observado, tanto em campo, como nos dados obtidos, foi que com a utilização dos herbicidas ocorreu uma menor competição das plantas daninhas com o milho, o que garantiu um aumento na produção, como pode ser visto na Figura 1 no T1, onde não foi utilizado nem capina e nem aplicação, observou-se menor produtividade de todo experimento.

**Figura 1:** Representação dos resultados obtidos para cada tratamento de produtividade do milho sob diferentes aplicações de herbicidas e fertilizante.



**Fonte:** Do autor. T1 (Sem capina e sem aplicação); T2 (Sem capina + Fertilizante); T3 (Capina); T4 (Capina + Fertilizante); T5 (Glyphosate); T6 (Glyphosate + Fertilizante); T7 (Atrazin); T8 (Atrazin + Fertilizante); T9 (Glyphosate + Atrazin); T10 (Glyphosate + Atrazin + Fertilizante).

Entretanto, a baixa média obtida pelo glifosato (T5) pode ser justificada pelo surgimento de ervas daninhas resistentes à sua formulação, mas também é necessário considerar os possíveis danos causados pela fitotoxicidade nas plantas de milho, acarretando menores produtividades pelos danos causados nas folhas do milho, que impede de realizar fotossínteses e direcionar os fotoassimilados para produção de grãos. Santos et al. (2007), observaram reduções significativas no teor de nutrientes Fe, N, Cu e Ca em plantas de soja RR quando submetidas ao tratamento com glifosato, podendo explicar o ocorrido com o T5 do presente estudo, mostrando que aplicação desse herbicida pode acarretar danos agrônômicos nas plantas.

Entretanto, o tratamento T7 que foi aplicado unicamente o atrazin, apresentou o melhor desempenho em relação aos demais tratamentos, mostrando que esse herbicida auxilia no controle das plantas daninhas, colaborando para maiores produtividade no milho que passou de 6 ton/ha, ou seja, uma média bem acima da nacional, e também não apresentou taxas de toxicidade para a cultura do milho, sendo um excelente ferramental de controle de plantas daninhas e melhoria para a produtividade no campo. Resultado semelhante ao encontrado por Williams et al. (2010), que observou o eficiente controle de plantas daninhas pela atrazina e sua baixa fitotoxicidade nas plantas, gerando boa produtividade e garantido as lavouras de milho melhores retornos econômicos.

Na literatura pode-se trazer diversos estudos mostrando a eficiência da atrazina, que foi mais eficaz que o glifosato no controle das plantas daninhas e colaborou para produtividade no milho. Silva et al. (2019), relataram que o rendimento médio foi menor quando se utilizou apenas glifosato (6.883 kg ha<sup>-1</sup>), quando comparado à mistura com atrazina (7.590 kg ha<sup>-1</sup>) para cultura do milho; Ceccon et al. (2010), que avaliaram o desempenho de *Brachiaria ruziziensis* cultivada em consórcio com milho safrinha, mediante a utilização dos herbicidas atrazine, observou que o atrazine não causou sinais visíveis de toxicidade nas folhas de *B. ruziziensis*, enquanto o outros causaram danos fitotóxicos nas plantas de milho.

Sendo assim, Fancelli e Dourado Neto (2000), apontaram que os herbicidas podem manter a cultura estabelecida livre da competição de ervas daninhas, por um determinado período, e se a aplicação for realizada nos períodos críticos do seu desenvolvimento é fundamental que a cultura expresse todo o seu poder, ou seja, capacidade de produção. Portanto, para garantir o manejo eficaz das plantas daninhas, sem comprometer a cultura é crucial que se utilize produtos eficazes e que não cause danos na cultura (PROCÓPIO et al., 2001).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento com uso do herbicida atrazin apresentou melhores resultados para o desenvolvimento e produtividade na cultura do milho, além de baixa fitotoxicidade, se mostrando uma importante ferramenta no manejo de plantas daninhas para a cultura do milho.

Sendo assim, para que o Brasil continue a se destacar como um dos maiores produtores mundiais de milho, assegurando tanto a sustentabilidade, quanto a competitividade da agricultura nacional em um mercado global cada vez mais desafiador, necessita-se cada vez mais de investir em tecnologias e produtos eficazes no campo.



## REFERÊNCIAS

AKBER, M. A.; MUBEEN, M.; SOHAIL, M. A.; KHAN, S. W.; SOLANKI, M. K.; KHALID, R.; ZHOU, L. Global distribution, traditional and modern detection, diagnostic, and management approaches of *Rhizoctonia solani* associated with legume crops. **Frontiers in Microbiology**, 13, 1091288, 2023.

BASSO, F.J.M. et al. Manejo de plantas daninhas em milho RR® com herbicidas aplicados isoladamente ou associados ao glyphosate. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 2, p. 148-157, 2018.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Com boa produtividade, safra de grãos 2022/23 é estimada em 313,9 milhões de toneladas**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4997-com-boa-productividade-safra-de-graos-2022-23-e-estimada-em-313-9-milhoes-de-toneladas>. Acesso em 12 de agosto de 2024.

CORATO, U.; BARI, I.; VIOLA, E.; PUGLIESE, M. Assessing the main opportunities of integrated biorefining from agro-bioenergy co/by-products and agroindustrial residues into high-value added products associated to some emerging markets: **A review**. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 88, 326-346, 2018.

CECCON, G.; MATOSO, A. O.; NETO NETO, A. L.; PALOMBO, L. Uso de herbicidas no consórcio de milho safrinha com *Brachiaria ruziziensis*. **Planta daninha**, 28, 359-364, 2010.

FANCELLI, L. A. & DOURADO NETO, D. Manejo de plantas daninhas. In: FANCELLI, L. A.; DOURADO NETO, D. (Eds.). **Produção de milho**. Guaíba: **Agropecuária**, p. 183-215, 2000.

FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., 2000, São Carlos. **Anais... São Carlos: UFSCar**, 2000. p. 255-258.

KOZLOWSKI, L.A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 365-372, 2002.

PROCÓPIO, S. O.; PIRES, F. R.; WERLANG, R. C.; SILVA, A. A.; QUEIROZ, M. E. L. R.; NEVES, A. A.; EGREJA FILHO, F. B. Sorção do herbicida atrazine em complexos organominerais. **Planta Daninha**, 19, 391-400, 2001.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; McMAHON, T. A. Updated world map of the Köppeng-Geiger climate classification. **Hidrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.

SANTOS, J.B; FERREIRA, E.A; REIS, M.R.; et al. Avaliação de formulações de Glyphosate sobre Soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, v. 25, n.1, p. 165 -171, 2007.



SILVA, A. B. **Influência de sistemas de cultivo na eficácia de herbicidas na produção do milho**. Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, 2019.

TOMULESCU, I. M.; MLADIN, L. M.; TURCUŞ, Vi. THE EFFECT OF THE STOMP AQUA HERBICIDE ON THE GERMINATION IN ZEA MAYS. **Studia Universitatis “Vasile Goldiş”, Seria Ştiinţele Vieţii**, Vol. 29, issue 4, 2019, pp. 211 - 222. 2019.

WILLIAMS, M.M.; BOERBOOM, C.M.; RABAEY, T.L. Significance of atrazine in sweet corn weed management systems. **Weed Technology**, v. 24. 139-142, 2010.

ZOBIOLE, L.H.S. et al. Effect of glyphosate on symbiotic N<sub>2</sub> fixation and nickel concentration in glyphosate-resistant soybeans. **Applied Soil Ecology**, v. 44, p. 176-180, 2010.