

Produtividade e características agronômicas do milho com aplicação de Atrazina e Glifosato em pós-emergência

Pedro Henrique Begnalia Fernandes^{1,*}; Augustinho Borsoi¹

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

* pedro_fernandes_fs@hotmail.com

Resumo: O milho é uma das principais espécies cultivadas no mundo, no Brasil o milho é a segunda safra mais cultivada, objetivou-se por meio deste trabalho avaliar o efeito da Atrazina e Glifosato na produtividade e características agronômicas da cultura do milho. O experimento foi conduzido em um campo comercial no município de Campina da Lagoa/PR, com semeadura realizada no dia 20 de fevereiro de 2021 e coleta dos dados que foi realizada no dia 24 de julho de 2021. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), sendo composto por cinco tratamentos e quatro blocos, totalizando 20 parcelas experimentais. Os tratamentos foram: T1 – Testemunha, T2 – Glifosato 2 L ha⁻¹, T3 – Glifosato 2 L ha⁻¹ + Atrazina 4 L ha⁻¹, T4 – Atrazina 4 L ha⁻¹, T5 – Glifosato 4 L ha⁻¹ + Atrazina 8 L ha⁻¹. Os tratamentos foram aplicados quando as plantas se encontravam em estágio V5. O híbrido utilizado foi o Refugio Max 3020 RR2. Os parâmetros de avaliação foram altura, diâmetro do colmo, produtividade de grãos e massa de mil grãos. Para a produtividade foi observado diferença entre os tratamentos, onde a testemunha sem aplicação obteve maior produtividade em relação aos demais e o T5 obteve a menor produtividade observada. A aplicação de atrazina e glifosato em conjunto ou separados, influenciaram negativamente nas características e produtividade do milho, nas condições de estudo.

Palavras-chave: *Zea mays*; Plantas daninhas; Herbicidas.

Yield and agronomic characteristics of corn with post-emergence application of Atrazine and Glyphosate

Abstract: Corn is one of the main species cultivated in the world, in Brazil corn is the second most cultivated crop, the objective of this work was to evaluate the effect of Atrazine and Glyphosate on yield and agronomic characteristics of corn crop. The experiment was conducted in a commercial field in the city of Campina da Lagoa/PR, with sowing carried out on February 20, 2021 and data collection that was carried out on July 24, 2021. The experimental design was in randomized blocks (DBC), consisting of five treatments and four blocks, totaling 20 experimental plots. The treatments were: T1 – Control, T2 – Glyphosate 2 L ha⁻¹, T3 – Glyphosate 2 L ha⁻¹ + Atrazine 4 L ha⁻¹, T4 – Atrazine 4 L ha⁻¹, T5 – Glyphosate 4 L ha⁻¹ + Atrazine 8 L ha⁻¹. The treatments were applied when the plants were in stage V5. The hybrid used was the Refugio Max 3020 RR2. The evaluation parameters were height, stem diameter, grain yield and thousand grain mass. For productivity, a difference was observed between treatments, where the control without application had higher productivity in relation to the others and T5 had the lowest productivity observed. The application of atrazine and glyphosate together or separately negatively influenced the characteristics and yield of corn, under the study conditions.

Keywords: *Zea mays*; Weeds; Herbicides.

Introdução

O milho é uma das principais espécies cultivadas no mundo, no Brasil o milho é a segunda safra mais cultivada, segundo Conab (2021) as estimativas para esta safra mostram uma produção recorde de mais de 108,06 milhões de toneladas de milho no Brasil, com ênfase para a segunda safra que representa praticamente 77 % desse volume total. No Brasil e no mundo o milho é uma cultura essencial por seus diversos produtos e usos tanto na alimentação humana quanto animal (CONTINI *et al.*, 2019).

Um dos principais desafios encontrados pelos produtores são as plantas daninhas que competem com o milho pelos recursos do meio, como água, nutrientes e luz, além de liberarem substâncias alelopáticas que afetam negativamente a cultura (GALON *et al.*, 2018). As plantas daninhas ocasionam aumento dos custos de produção, são hospedeiras de insetos e doenças, diminuem a qualidade de grãos e principalmente trazem reduções significativas na produtividade, podendo ser superiores a 80 % (BASSO *et al.*, 2018).

Existem vários métodos de controle de plantas daninhas na lavoura, porém, o mais utilizado é o químico, pela sua rápida ação e controle (KARAM *et al.*, 2010), o uso de glifosato misturado com outros herbicidas de diferentes mecanismos de ação se torna uma alternativa para a redução de casos de resistência de plantas daninhas (AGOSTINETTO e VARGAS, 2014).

Segundo Rodrigues e Almeida (1998) a atrazina é um herbicida seletivo e sistêmico agindo na inibição da fotossíntese, pode ser aplicado na pré-emergência quanto na pós-emergência do milho para o controle de algumas gramíneas e principalmente das dicotiledôneas. Já o Glifosato é o herbicida mais utilizado no mundo, ele é um organofosforado, é considerado um herbicida não seletivo, sistêmico, para o uso na pós-emergência das culturas, o glifosato apresenta grande eficiência no controle de plantas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas (AMARANTE JUNIOR *et al.*, 2002).

O glifosato afeta a absorção e a translocação dos nutrientes N, Ca, Fe e Cu, possivelmente, pela ligação e formação de complexos insolúveis com o herbicida, imobilizando os elementos (CAKMAK *et al.*, 2009).

A produtividade de uma lavoura de milho está relacionada com o manejo adotado durante o crescimento e desenvolvimento da cultura (VARGAS, PEIXOTO E ROMAN, 2006). A principal causa de perda de produtividade são as pragas, que podem ser insetos, patógenos ou plantas daninhas (OERKE, 2006).

Segundo Bonfleur (2010) o glifosato é um herbicida que não possui efeito residual e na cultura do milho se faz necessário para o controle de plantas daninhas em pós-emergência.

Neste caso, uma das alternativas a se usar é a utilização do glifosato combinado com um herbicida residual. A atrazina é fortemente utilizada para esta cultura e pode ser utilizado em conjunto ao glifosato. Isso garante a proteção do cultivo em todo o período de interferência cultura x planta daninha, anulando o efeito negativo em seu potencial produtivo relacionado à competição com as plantas daninhas.

De acordo com Reis *et al.* (2010) o glifosato apresenta comportamento contrário para as alturas das plantas entre as épocas de aplicações. Os sintomas de fitotoxicidade foram maiores com o incremento das doses. Maiores doses, em geral, provocam maiores efeitos negativos sobre as plantas.

Neste sentido, o objetivo deste presente trabalho foi avaliar o efeito da Atrazina e Glifosato na produtividade e características agronômicas da cultura do milho.

Material e métodos

O experimento foi realizado no município de Campina da Lagoa no estado do Paraná, com coordenadas geográficas de Latitude: 24° 35' 21" S, Longitude: 52° 49' 34" W. Sendo implantado entre os meses de fevereiro e julho de 2021, na colheita do milho safrinha. O local tem altitude de 561 metros ao nível do mar com precipitação anual entre 1800 a 2000 mm temperatura média de 20 a 21°C (NITSCHKE *et al.*, 2019). Segundo a Embrapa (2003), o solo predominante na região é o Latossolo Vermelho Distroférrico típico, e conta também com característica de solo muito argiloso.

A semeadura do milho foi realizada no dia 20 de fevereiro de 2021, sobre os restos culturais da soja e espaçamento entre linhas de 45 cm. Foi utilizado o híbrido simples Refúgio Max 3020 RR2, distribuindo 2,8 sementes por metro linear. A semeadura foi realizada com semeadora e adubadora convencional de nove linhas equipada com haste sulcadora. A adubação realizada foi 345 kg ha⁻¹ de formulação 13-13-10 de NPK no sulco de semeadura e 100 kg ha⁻¹ de N em cobertura em estágio V4.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos, sendo: T1 – Testemunha, T2 – Glifosato 2 L ha⁻¹, T3 – Glifosato 2 L ha⁻¹ + Atrazina 4 L ha⁻¹, T4 – Atrazina 4 L ha⁻¹ e T5 – Glifosato 4 L ha⁻¹ + Atrazina 8 L ha⁻¹, em quatro blocos, totalizando assim 20 unidades experimentais. Cada unidade experimental apresentou cinco linhas de milho com espaçamento de 0,45 m, com 5 m de comprimento, totalizando 11,25 m², com corredores de 1 m entre blocos.

Os produtos comerciais utilizados nos tratamentos foram Crucial (Glifosato) 540 g L⁻¹ de equivalente ao ácido de Glifosato e Ultimato (Atrazina) 500 g L⁻¹ de Atrazina. No estágio

de V5 foi realizada a aplicação dos tratamentos com um pulverizador costal Jacto D20 com 1 bico cônico na velocidade de 3 km h^{-1} , utilizou-se vazão equivalente a 100 L ha^{-1} de calda, na pressão de 1,9 bar, as condições climáticas estavam favoráveis para a aplicação dos herbicidas. Não havia plantas daninhas no local dos tratamentos.

Logo na pós-emergência da cultura foi feita aplicação com autopropelido de 27 m de barras dos agroquímicos, Compact (Lufenurom) 400 ml ha^{-1} para o controle da lagarta *spodoptera frugiperda*, inseticida Magnum (Acefato) 1 kg ha^{-1} para o controle do *Dichelops melacanthus*, adjuvante Tek-F 80 ml ha^{-1} , adjuvante agro óleo (óleo mineral) 800 ml ha^{-1} .

Com o milho já em estágio V5 foi realizada aplicação do inseticida Bazuca (Metomil-METANOL) 750 ml ha^{-1} para o controle da lagarta *Spodoptera frugiperda*, adjuvante Tek-F 80 ml ha^{-1} , adjuvante agro óleo (óleo mineral) 800 ml ha^{-1} .

Para a aplicação de fungicida foi utilizado o pulverizador autopropelido de 27 m de barras e o fungicida utilizado foi o Abacus (Epoconazol-Piraclostrobina) na prevenção de fungos, adjuvante Tek-F 80 ml ha^{-1} , adjuvante agro óleo (óleo mineral) 800 ml ha^{-1} .

Os parâmetros de avaliação foram produtividade do milho, massa de mil grãos, altura, diâmetro do colmo e danos às raízes. A colheita foi feita manualmente por parcela logo após o ponto de colheita do milho, foi retirada as espigas de dois metros lineares de cada parcela em duas linhas duplas. Na sequência, será feita a debulha manualmente, para uma estimativa de produtividade em kg ha^{-1} .

Para a massa de 1000 grãos foi feita a contagem separadamente em quatro vezes de 100 grãos, totalizando 400 grãos, para obter a média do peso de mil grãos. Para a altura de colmo foi utilizada uma trena de 5 m para a medição das plantas, no diâmetro de colmo foi utilizado um paquímetro.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, atestada a normalidade, foi realizado análise de variância (ANOVA) e quando significativos às médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com o nível de significância de 5 %, com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

Resultados e Discussão

A distribuição hídrica ocorrida durante os meses de fevereiro ao mês de julho está disposta no balanço hídrico semanal (Tabela 1). Houve déficit hídrico entre a quarta semana de março até a terceira semana de junho, ocorreram chuvas durante esse período, mas nada significativo. Ocorreram também geadas durante o ciclo da cultura, mas não teve dano significativo na cultura.

Tabela 1 - Precipitação semanal de fevereiro de 2021 a julho de 2021. Campina da Lagoa-PR, safra 2020/21.

Meses	Precipitação (mm)				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Total
Fevereiro	49	24	0	0	73
Março	100	0	45	0	145
Abril	0	0	0	0	0
Maio	6	16	5	12	29
Junho	20	11,5	31	16	78,5
Julho	0	0	10	0	10

O coeficiente de variação (CV) obtido como resultado dessa pesquisa (Tabela 2), apresentaram médias baixas para os índices de produtividade, massa de mil grãos, altura de plantas, dano as raízes e diâmetro de colmo. Como explica a classificação proposta por Pimentel-Gomes (1985), onde o CV será baixo quando inferior a 10 %; médio, entre 10 e 20 %; alto, quando entre 20 e 30 %; e muito alto, quando são superiores a 30 %.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para a variável produtividade (PRODUT), massa de mil grãos (MMG), altura (ALT), comprimento radicular (CR) e diâmetro de colmo (DC) em função do efeito da Atrazina e Glifosato.

	Quadrado médio				
	PRODUT (kg ha ⁻¹)	MMG (g)	ALT (m)	CR (cm)	DC (cm)
Blocos	51111,27	2,0353	0,0001	0,0004	0,0034
Tratamentos	762618,12**	6764,37 **	0,0125**	0,008**	0,063**
Média geral	8151,5	365,75	1,89	0,29	2,74
CV(%)	2,57	0,63	0,89	5,64	2,49

**significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F. CV: coeficiente de variação.

A ocorrência do déficit hídrico durante o ciclo da cultura (Tabela 1), afetou diretamente na produtividade do milho, pois os valores médios de produtividade não alcançaram 4.000 kg ha⁻¹ (Tabela 3), sendo assim, abaixo do rendimento médio do Paraná na segunda safra de 2020 que foi de 5.012 kg ha⁻¹ segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), durante o décimo segundo levantamento de dados referente a grãos do estado do Paraná (CONAB, 2020). O déficit hídrico durante o ciclo da cultura do milho pode reduzir a produtividade em aproximadamente 50 % (WAGNER *et al.*, 2013). Diante disso, o déficit

hídrico ocorrido durante a quarta semana de Abril até a terceira semana de junho influenciaram a baixa produtividade.

Houve diferença na produtividade entre os tratamentos avaliados (Tabela 3), o rendimento do T1 – Testemunha foi superior aos demais, isto é reflexo do déficit hídrico ocorrido durante o ciclo e após a aplicação dos tratamentos houve somente uma chuva significativa causando um stress na cultura. O mais baixo resultado obtido foi do T5 – Glifosato 4 L ha⁻¹ + Atrazina 8 L ha⁻¹ que teve uma alta dosagem e cinco dias após a aplicação foi possível observar injúrias nas plantas. Os tratamentos T2 – Glifosato 2 L ha⁻¹, T3 – Glifosato 2 L ha⁻¹ + Atrazina 4 L ha⁻¹, T4 – Atrazina 4 L ha⁻¹ não se diferem entre si, obtendo produtividade inferior a testemunha. Diferente dos resultados obtidos de Osório (2015), onde os tratamentos não tiveram diferença entre eles.

Correia e Santos (2013) analisando as concentrações de nutrientes foliares, após aplicações de diversos herbicidas, no híbrido de milho, notaram que os tratamentos contendo glifosato apresentaram redução no teor de Fe e aumento no teor de Cu. Juntamente com déficit hídrico pode ter causado danos nas plantas, assim, reduzindo produtividade.

Para a massa de mil grãos também se observou influência pela aplicação de Atrazina e Glifosato. O tratamento que teve maior massa de mil grãos foi o T1 – Testemunha, próximo a ele teve o T3 - Glifosato 2 L ha⁻¹ + Atrazina 4 L ha⁻¹, a mais baixa massa de mil grãos constatada foi a T5 – Glifosato 4 L ha⁻¹ + Atrazina 8 L ha⁻¹ dobrando a dosagem recomendada.

Correia e Santos (2013), observaram que na utilização de atrazina+glifosato em milho RR não gerou perda de peso de mil grãos e de rendimento do milho com aplicação de 960 g i. a. ha⁻¹ de glifosato + 1000 g i. a. ha⁻¹ atrazina. Entretanto, os autores observaram que há interação quanto as dosagem e forma de aplicação (isoladas ou em conjunto) do glifosato, ocasionando redução de produtividade de grãos de milho.

Em relação à altura de plantas, como nos demais parâmetros estudados o T1 – testemunhas foi superior aos demais, o T1 em relação ao pior dado observado teve diferença de 15 cm ao T5 - Glifosato 4 L ha⁻¹ + Atrazina 8 L ha⁻¹, já em relação ao T2, T3 e o T4 houve diferença de no máximo 8 cm de altura entre plantas.

O diâmetro de colmo da planta apresentou diferença entre os tratamentos. Tal resultado demonstra que os tratamentos que resultaram em menores alturas, mostraram em médias, colmos mais grossos, sendo mais resistentes ao quebramento, porém, no T5 se foi observado baixa altura de plantas e baixo diâmetro de colmo, que facilmente quebraria por alguma anomalia climática.

Tabela 3 - Comparação de médias pelo teste de Tukey para a variável produtividade (PRODUT), massa de mil grãos (MMG), altura (ALT), comprimento radicular (CR) e diâmetro de colmo (DC) em função do efeito da Atrazina e Glifosato.

Tratamentos	ALT (m)	DC (cm)	PRODUT (kg ha ⁻¹)	MMG (g)
Testemunha	1,95 a	2,78 ab	3642,76 a	413,67 a
Glifosato (2 L ha ⁻¹)	1,91 b	2,82 a	3263,53 bc	328,92 d
Glifosato + Atrazina (2 e 4 L ha ⁻¹)	1,90 bc	2,65 bc	3405,00 b	392,25 b
Atrazina (4 L ha ⁻¹)	1,87 c	2,88 a	3368,80 b	376,12 c
Glifosato + Atrazina (4 e 8 L ha ⁻¹)	1,80 d	2,57 c	3162,00 c	317,77 e

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

O déficit hídrico ocorrido durante a safra pode contribuir com a fitotoxicidade de herbicidas, pois os herbicidas aplicados não lixiviam no solo, assim permanecendo por mais tempo próximo ao sistema radicular.

De maneira geral nas condições observadas no experimento a aplicação de altas doses de atrazina e glifosato resultaram em menor produtividade de grãos do milho. Um dos fatores que pode ter contribuído para essa interferência foi às baixas precipitações observadas na região após a aplicação dos tratamentos, podendo resultar em menor degradação dos herbicidas no solo.

Segundo Oliveira e Brighenti (2011) a atividade dos microrganismos no solo que degradam os herbicidas é influenciada fortemente por fatores ambientais, como fertilidade do solo, teor de matéria orgânica, pH, temperatura e nível de umidade do solo, sendo estes dois últimos os fatores mais importantes.

O baixo rendimento de grãos na safra de milho pode ser atribuído ao fator de distribuição irregular das chuvas durante os principais períodos do ciclo da cultura.

Conclusão

Pode-se concluir que, nas condições estudadas a aplicação de atrazina e glifosato em conjunto ou separados, influenciaram negativamente nas características agrônômicas e na produtividade do milho, reduzindo a produtividade em 480 kg ha⁻¹ na maior dose de glifosato e atrazina.

Referências

- AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil. Pelotas**: UFPel, 2014. 398p.
- AMARANTE JUNIOR, O. P.; SANTOS, T. C. R. DOS.; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M. L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 589-593, Julho 2002.
- BONFLEUR, E. J. Comportamento da associação entre os herbicidas glifosato e atrazina em um Latossolo vermelho-escuro do bioma cerrado brasileiro. Tese de Doutorado. **Universidade de São Paulo**. 2010.
- BASSO, F. J. M.; GALON, L.; FORTE, C. T.; AGAZZI, L. R.; NONEMACHER, F.; PERIN, G. F.; FIABANI, R. C.; WINTER, F. L. 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.
- CAKMAK, I.; YAZICI, A.; TUTUS, Y.; OZTURK, L. Glyphosate reduced seed and leaf concentrations of calcium, manganese, magnesium, and iron in nonglyphosate resistant soybean. **European Journal of Agronomy**, Montpellier, v. 31, n. 3, p. 114-119, 2009.
- CONTINI, E.; MOTA, M. M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A.; SILVA, A. F.; MENDES, S. M. Milho: **caracterização e desafios tecnológicos**. Brasília: Embrapa.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira: grãos**, Brasília, DF, v. 8, n. 6, p. 61-77, março. 2021. Safra 2020/21, Sexto levantamento. Disponível em: www.conab.org.br. Acesso em: 27 mar. 2021.
- CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira: grãos**, Brasília, DF, v. 7, p. 43-68, set. 2020. Safra 2020/21, Décimo segundo levantamento. Disponível em: www.conab.org.br. Acesso em: 12 nov. 2021.
- CORREIA, N. M.; SANTOS, E. A. Teores foliares de macro e micronutrientes em milho tolerante ao glyphosate submetido à herbicidas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.6, p.3165-3172, nov./dez. 2013.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3º edição, revisada e ampliada. Brasília – DF. 2003.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, pp. 109-112, 2014.
- GALON, L.; DAVID, F. A DE.; FORTE, C. T.; JÚNIOR, F. WR.; RADUNZ, A. L.; KUJAWINSKI, R.; RADUNZ, L. L.; CASTOLDI, C. T.; PERIN, F. G.; MOSSI, A. J. Chemical management of weeds in corn hybrids. **Weed Biology and Management**, v. 18, n. 1, p. 26-40, 2018.
- KARAM, D.; MELHORANÇA, A. L.; OLIVEIRA, M. F. DE.; SILVA, J. A. A.; Plantas Daninhas. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 6. Ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR. 2019.

OERKE, E. C. Crop losses to pests. **Journal of Agricultural Science**, v. 144, p. 31-43, 2006.

OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. Comportamento dos Herbicidas no Ambiente. In: **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Oliveira Jr., R. S.; Constantin, J.; Inoue, M. H. Curitiba, PR: Omnipax, 2011 348 p.

OSÓRIO, C. R. W. S. **Milho RR submetido a diferentes manejos de herbicidas e adubação foliar**. 2015. Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Cassilândia, Mato Grosso do Sul.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 12. ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 1985. 467p.

REIS, T. C.; SANTOS, T. DE S.; ANDRADE, A. P.; NEVES, A. F. Efeitos de fitotoxicidade do herbicida 2, 4-D no milho em aplicações pré e pós-emergência. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 10, n. 1, 25-33, 2010.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S.; **Guia de herbicidas**. 4.ed. Londrina: Edição dos Autores, 1998. 648 p.

VARGAS, L.; PEIXOTO, C. M.; ROMAN, E. S. **Manejo de plantas daninhas na cultura do milho**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, p. 61, 2006.

WAGNER, M.V.; JADOSKI, S.O.; MAGGI, M.F.; SAITO, L.R. E LIMA, A.D.S. Estimativa da produtividade do milho em função da disponibilidade hídrica em Guarapuava, PR, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 170-179, 2018.