

Seletividade do Nicosulfuron em Linhagens e Híbridos de Milho – Fase II

Maurilio Fernandes de Oliveira
Roberto dos Santos Trindade

O nicosulfuron é herbicida seletivo ao milho amplamente aplicado no Brasil em pós-emergência. Este herbicida atua inibindo a enzima acetolactato sintase (ALS) das plantas, componente da rota de produção de aminoácidos. A enzima ALS é lábil, apresentando-se na forma de isoenzimas. A recomendação comercial para o milho é de 50 a 60 g de ingrediente ativo por hectare (1,25 a 1,50 L p.c. ha⁻¹). O milho apresenta tolerância diferencial ao nicosulfuron. Por isto, é necessária a aplicação do herbicida em cultivar buscando conhecer esta tolerância previamente. Não sendo a cultivar tolerante ao herbicida, não há a recomendação do herbicida para esta cultivar.

O nicosulfuron, mesmo aplicado em baixa dosagem, tem desenvolvido para alguns genótipos alto nível de injúrias (Meyer et al., 2010; Liu et al.,

2015), demandando a avaliação da herança da capacidade de metabolizá-lo em milho. Kang (1993), avaliando cruzamentos entre linhagens resistentes e sensíveis a este herbicida, observou um mecanismo de herança simples determinado pela presença de um gene recessivo em homozigose, denominado *nsf1*. Entretanto, a análise de transcriptoma relacionada ao metabolismo do nicosulfuron em milho indicou a ação de oito genes envolvidos no processo de detoxicação da planta pós-aplicação do herbicida (Liu et al., 2015). Este fator denota a hipótese de que a resposta ao herbicida em milho é determinada pela expressão diferencial de um conjunto de genes, os quais atuam inclusive em processo regulatório e de pós-transcrição de metabólitos. Assim, a possível variabilidade de resposta ao nicosulfuron torna importante a

Seletividade do Nicosulfuron em Linhagens e Híbridos de Milho – Fase II¹

avaliação de novos híbridos, variedades e linhagens com essa finalidade. O cruzamento de linhagens com características diferenciais quanto a tolerância ao nicosulfuron permite trabalhar para obtenção da tolerância do milho a este produto via técnicas de melhoramento vegetal.

Desde 1986, a Embrapa Milho e Sorgo possui um programa de desenvolvimento de Híbridos e Variedades de Milho, produzindo cultivares com enfoque regional para diferentes públicos. Até o presente, cerca de 35 híbridos e 42 variedades de milho foram lançados por este programa, ampliando a oferta de genética de qualidade ao agricultor. Anualmente, é desenvolvida uma série de genótipos experimentais, os quais passam por uma série de avaliações técnicas a fim de se selecionar materiais com potencial para lançamento comercial. Dentre estas avaliações, figura a etapa de teste de híbridos e linhagens experimentais quanto a resposta a herbicidas.

Oliveira et al. (2018) avaliaram quatro linhagens e três híbridos experimentais e pré-comerciais de milho quanto a resposta à aplicação de nicosulfuron. Neste trabalho, não foi identificada redução na produção de milho em função de doses crescentes de nicosulfuron. O presente trabalho reúne um novo grupo de linhagens e híbridos, juntamente com genótipos que apresentem sensibilidade ao nicosulfuron, visando a seleção mais acurada de genótipos superiores quanto à tolerância a herbicidas.

As características agronômicas e reprodutivas em linhagens de milho são passíveis de sofrerem efeitos deletérios com a aplicação de nicosulfuron. Entretanto, os estudos de seletividade deste herbicida ao milho na sua maioria são direcionados para a descrição de sintomas em híbridos de milho, não havendo referências destes estudos para linhagens. Desta forma, este trabalho estudou a resposta seletiva à aplicação de nicosulfuron em híbridos

¹ Eng.-Agrôn., DS.c em Produção Vegetal, Pesquisador na Embrapa Milho e Sorgo; Eng.-Agrônomo, DS.c em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisador na Embrapa Milho e Sorgo.

e em linhagens-elite de milho buscando identificar materiais resistentes para lançamento comercial e produção de novas cultivares.

O experimento foi implantado no dia 30/11/2017 em delineamento experimental em blocos ao acaso, com 3 repetições, em esquema fatorial 12 x 3 composto por 12 genótipos (6 híbridos e 6 linhagens) e três dosagens do herbicida nicosulfuron (0; 1,0; e 1,5 L p.c. ha⁻¹). Os 12 genótipos constituíram linhas e híbridos experimentais do programa de melhoramento de milho em fase pré-comercial, a saber: os híbridos 1P2203, 1P2212, 1P2214, 1P2264, 1P2265 e 1P2273 e as linhagens L 91500043, L 91500052, L 91500054, L 91500085, L 91500147 e L 91500185. Todas as linhagens avaliadas no experimento constituem genitores femininos de um dos híbridos avaliados.

Foram plantadas seis sementes por metro em parcelas de quatro linhas de seis metros espaçadas de 70 cm. A adubação de plantio foi de 503 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16 + Zn + B. A adubação nitrogenada nas 6 linhagens e nos 6 híbridos foi realizada em 13/12/2017 na dosagem de 238 kg ha⁻¹ de ureia, no estádio V4. Aplicação do herbicida nicosulfuron foi realizada nos híbridos e nas linhagens no estádio de 6 folhas, em 21/12/2017, nas dosagens de 0; 1,0 e 1,5 L p.c. ha⁻¹. Para a aplicação do herbicida foi utilizado pulverizador costal pressurizado com CO₂ contendo seis bicos tipo leque 80.03 regulado para a vazão de 150 L ha⁻¹.

As avaliações de fitotoxicidade foram realizadas aos 7, 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação (DAA). As avaliações utilizaram escala visual de 1 a 9, sendo 1 ausência e 9 fitotoxicidade máxima (Frans, 1972). A colheita do milho foi realizada nas 2 linhas centrais. As espigas de milho, colhidas em 04/05/2018 tiveram a umidade de grãos corrigida para 13%. A produtividade em toneladas por hectare foi analisada pelo teste F, separando-se os materiais avaliados em genótipos e linhagens. Foram consideradas as fontes de variação genótipos, doses de herbicida e a interação genótipos x doses de herbicidas, com comparação das médias entre os híbridos e entre as linhagens pelo teste de Tukey.

Os resultados demonstraram que o nicosulfuron não causou fitotoxicidade nas linhagens e nos híbridos de milho nas épocas de avaliação. A nota de fitotoxicidade no milho foi 1 para todas as linhagens e híbridos, em todas as dosagens e épocas avaliadas.

Não houve efeito significativo de interação entre genótipos e doses de nicosulfuron tanto para híbridos quanto para linhagens (dados não apresentados) para produtividade de grãos. Também não foi observada significância do efeito de genótipos e doses de nicosulfuron para produtividade de grãos nos híbridos em estudo, em todas as épocas de avaliação (dados não apresentados).

Houve efeito significativo de genótipos e doses de herbicida para produtividade de grãos/sementes em linhagens ($p < 0,01$ - dados não apresentados). Este efeito indica que há diferenças significativas entre os genótipos avaliados para produtividade de sementes e que os tratamentos herbicidas provocaram diferenças entre as linhagens avaliadas quanto ao rendimento de sementes.

No caso dos híbridos, não houve diferenças entre as cultivares experimentais avaliadas, com relação à produtividade. As médias de produtividades para cultivar encontram-se na Tabela 1, sendo possível observar que as médias estiveram em torno de 7.000 kg ha^{-1} para todos os híbridos avaliados.

A média de produtividade dos híbridos foi mais elevada na dosagem de $1,5 \text{ L ha}^{-1}$ (Tabela 1). Embora esta produtividade não represente diferença estatística, percebe-se um efeito de melhor controle das plantas daninhas para esta dosagem. Em termos absolutos, o híbrido experimental 1P2212 foi o mais produtivo, seguido dos híbridos 1P2203 e 1P2214 (Tabela 1). Os híbridos 1P2203, 1P2212, 1P2214 e 1P2264 tiveram uma maior produção na dose de $1,0 \text{ L ha}^{-1}$.

Tabela 1. Valores de produtividade de grãos de milho para híbridos em cada dosagem de nicosulfuron, valor do híbrido por dosagens e valor médio dos híbridos na dosagem.

| Híbrido | 0,0 L ha ⁻¹ | 0,75 L ha ⁻¹ | 1,5 L ha ⁻¹ | Média híbrido |
|---------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|
| 1 P 2203 | 7155,4 a | 7255,2 a | 7762,4 | 7390,9 |
| 1 P 2212 | 7456,7 a | 7313,2 a | 8747,3 | 7839,1 |
| 1 P 2214 | 6904,3 a | 7407,6 a | 7605,0 | 7305,6 |
| 1 P 2264 | 7500,7 a | 5925,6 a | 7581,5 | 7002,5 |
| 1 P 2265 | 6402,2 a | 7351,1 a | 7335,7 | 7029,7 |
| 1 P 2273 | 5768,5 a | 7706,6 a | 6352,3 | 6609,2 |
| Média dosagem | 6864,7 a | 7159,8 a | 7564,2 a | |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Considerando todas as linhagens avaliadas, a média de produtividade variou entre 2.441,1 kg ha⁻¹ na dose zero e 3.521,4 kg ha⁻¹ na dose de 1,5 Lha⁻¹, repetindo a tendência observada para os híbridos de maior produtividade com a maior dose de herbicida (Tabela 2). Este fato reforça a ausência de efeito de fitotoxicidade pelo uso de nicosulfuron para os híbridos e linhagens em avaliação.

Considerando a produtividade de grãos dentro de cada dosagem, as linhagens 91800043 e 91500085, na dose de 1,5 L ha⁻¹, se destacaram, com produtividades de 4.248,5 e 4.736,1 kg ha⁻¹, respectivamente, indicando superioridade da linhagem L 91500085 na produção de sementes por ocasião da aplicação de nicosulfuron (Tabela 2). Entretanto, os demais materiais apresentam médias acima de 2.000 kg ha⁻¹ sob aplicação de nicosulfuron, o que demonstra um baixo efeito fitotóxico dos herbicidas para estes genótipos (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de produtividade de grãos de milho para linhagens em cada dosagem de nicosulfuron, valor da produtividade da linhagem por dosagens e valor médio da produtividade das linhagens na dosagem.

| Linagem | 0,0 L ha ⁻¹ | 0,75 L ha ⁻¹ | 1,5 L ha ⁻¹ | Média linhagem |
|---------------|------------------------|-------------------------|------------------------|----------------|
| L 91500043 | 2585,2 | 3392,1 | 4248,5 | 3408,6 a b |
| L 91500052 | 2280,5 | 3842,5 | 3689,9 | 3270,9 a b |
| L 91500054 | 2709,1 | 3072,5 | 3480,3 | 3087,3 a b |
| L 91500085 | 3160,7 | 4360,7 | 4736,1 | 4085,8 a |
| L 91500147 | 2435,7 | 2798,3 | 3014,8 | 2749,6 b c |
| L 91500185 | 1475,3 | 2608,8 | 2078,7 | 2054,3 c |
| Média dosagem | 2441,1 b | 3345,8 b | 3541,4 a | |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Os resultados obtidos demonstram que os possíveis efeitos do nicosulfuron não resultam efetivamente em redução na produtividade de grãos dos híbridos e na produtibilidade de sementes das linhagens em avaliação. Os resultados ainda indicam uma tendência de aumento de produtividade por causa da menor competição com as plantas daninhas.

Agradecimentos

À Embrapa por patrocinar a realização do trabalho. À empresa ISKBiosciences pela parceria. Aos técnicos agrícolas Davidson de Araújo Silva e Eduardo Elias de Faria. Aos assistentes Marcos Vinicius Pimentel, Paulo Roberto Martins, Almir Roberto da Silva, Geraldo Marques da Silva e Valeriano Moreira de Carvalho.

Referências

FRANS, R. W. Measuring plant response. In: WILKINSON, R. W. (Ed.). **Research methods in weed science**. Puerto Rico: Weed Science Society of America: Southern Weed Science Society, 1972. p. 28-41.

KANG, M. S. Inheritance of susceptibility to nicosulfuron herbicide in maize. **Journal of Heredity**, v. 84, n. 3, p. 216-217, 1993.

LIU, X.; XU, X.; LI, B.; WANG, X.; WANG, G.; LI, M. RNA-Seq transcriptome analysis of maize inbred carrying nicosulfuron-tolerant and nicosulfuron susceptible alleles. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, p. 5975-5989, 2015.

MEYER, M. D.; PATAKY, J. K.; WILLIAMS, M. M. Genetic factors influencing adverse effects of mesotrione and nicosulfuron on sweet corn yield. **Agronomy Journal**, v. 102, n. 4, p. 1138-1144, 2010.

OLIVEIRA, M. F. de; TRINDADE, R. dos S.; FURUHASHI, S.; BRESSANIN, F. N.; HEBACH, F. C. **Seletividade do nicosulfuron em linhagens e híbridos de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 237).

Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>

Embrapa Milho e Sorgo
Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Formato digital (2018)



Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente

Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo

Elena Charlotte Landau

Membros

Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria
Borges Damasceno, Maria Lúcia Ferreira
Simeone, Roberto dos Santos Trindade e
Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto

Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica

Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações

Tânia Mara Assunção Barbosa

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Tânia Mara Assunção Barbosa