

Toxicidade de Flúor e Produtividade de Grãos em Cultivares de Milho

Aildson Pereira Duarte⁽¹⁾, Eduardo Sawazaki⁽¹⁾ e Marcelo Ticelli⁽²⁾

⁽¹⁾ Pesquisador, Instituto Agronômico de Campinas, Campinas SP, aildson@apta.sp.gov.br

⁽²⁾ Pesquisador, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Tatuí SP

RESUMO: O problema da toxicidade de flúor em plantas é recorrente na região de Tatuí devido a grande concentração de indústrias cerâmicas. Em 2015/16 foram observados sintomas de toxicidade flúor em dois experimentos de milho: avaliação e cultivares comerciais e melhoramento do IAC. A semeadura foi realizada no início de dezembro e, a partir do pré-florescimento, ocorreu tempo nublado com nuvens baixas e ventos amenos dificultando a dispersão dos poluentes. O Objetivo deste trabalho foi avaliar os sintomas de toxicidade por flúor em cultivares de milho e sua correlação com a produtividade e estudar a contribuição dos progenitores de híbridos na suscetibilidade dos materiais genéticos à toxicidade de flúor. Constatou-se variabilidade genética entre as cultivares de milho para suscetibilidade e resistência ao flúor, sendo as cultivares discriminadas desde altamente suscetíveis a resistentes, evidenciando-se também a tolerância em alguns cultivares. As cultivares KB 310PRO2, MG 580PW, 60XB14, BG 7037H, MG699PW, 30A37PW e MG652 PW apresentarem os menores sintomas e as cultivares DKB 390 PRO2, AG 8088 PRO2, IAC 9007 e JM 2M77 os sintomas mais intensos de toxicidade.

Termos de indexação: *Zea mays L.*, *clorose foliar*, *poluição ambiental*

INTRODUÇÃO

Indústrias que submetem rochas e outros materiais terrosos a altas temperaturas, como a de cerâmicas, vidros, fertilizantes, fundições e siderúrgicas emitem fluoretos para atmosfera principalmente na forma de ácido fluorídrico (HF), que podem acarretar danos à vegetação devido à fitotoxicidade do flúor (F). Nas regiões onde existem estas fontes poluidoras, quando as condições climáticas dificultam a dispersão do flúor atmosférico, seus teores podem atingir níveis elevados e induzir sintomas de toxicidade de F em plantas sensíveis.

Tempo nublado com nuvens baixas por vários dias e ventos amenos dificultam a dispersão dos poluentes. Na região centro-sul de São Paulo, o período de maior nebulosidade é o de dezembro a janeiro, mas com variação de ano para ano no número de dias contínuos totalmente encobertos.

Frequentemente, esse período coincide com o pleno desenvolvimento das plantas de milho.

Existe variabilidade entre as cultivares quanto à sensibilidade ao flúor, que pode ser explicada pelas diferenças tanto em acumulação quanto na translocação e distribuição do F, fazendo com que a magnitude dos prejuízos da toxicidade de flúor dependa do híbrido ou variedade (Fortes et al., 2003; Ito et al., 2008). É necessário comparar continuamente as cultivares quanto à sensibilidade ao flúor devido ao dinamismo do mercado de sementes de milho, substituindo as antigas cultivares por novas, em curto espaço de tempo.

Como o problema da toxicidade de flúor em plantas é recorrente na região de Tatuí devido a grande concentração de indústrias cerâmicas e, até que sejam tomadas medidas de controle da poluição, a mitigação das perdas causados pela toxicidade de flúor na cultura do milho depende exclusivamente do emprego de híbridos menos sensíveis a esse elemento.

O Objetivo deste trabalho foi avaliar os sintomas de toxicidade por flúor em diferentes cultivares de milho e sua correlação com a produtividade visando orientar técnicos e agricultores na escolha das cultivares que melhor se adaptem neste tipo de ambiente. Ao mesmo tempo, objetivou-se estudar a contribuição dos progenitores de híbridos de milho na suscetibilidade dos materiais genéticos à toxicidade de flúor.

MATERIAL EM MÉTODOS

Os ensaios foram semeados na Unidade de Pesquisa da Agência Paulista de Desenvolvimento dos Agronegócios (APTA), em Tatuí, em 2 de dezembro de 2015. Adubou-se com 450 kg/ha da fórmula NPK 08-28-16 na semeadura e duas aplicações de nitrogênio em cobertura, sendo a primeira com 450 kg/ha da fórmula 20-05-15 e a segunda com 450 kg/ha de sulfatos de amônio. A população inicial após desbaste foi de 62.500 mil plantas ha⁻¹.

No primeiro ensaio, utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com 32 tratamentos e 4 repetições. Foram avaliados cultivares convencionais e transgênicos representativos do mercado. No segundo ensaio,

foram avaliados nove híbridos do Programa de Melhoramento do IAC, com 2 repetições.

As parcelas experimentais foram compostas por quatro fileiras de cinco metros espaçadas em 0,8 m, utilizando as duas fileiras centrais como área útil onde se avaliou a produtividade de grãos corrigida para 13% de umidade.

Os sintomas de sintomas de toxicidade por flúor foram avaliados em 24/02/2016 (84 dias após a emergência - DAE) no primeiro ensaio. Para a avaliação dos sintomas de toxicidade foi adotada uma escala de um a nove, adaptada de Agrocerec (1994), sendo: 1 = plantas sem sintomas; 2 = plantas com 1% de área foliar afetada (AFA); 3 = plantas com 10% de AFA; 4 = plantas com 20% de AFA; 5 = plantas com 30% AFA; 6 = plantas com 40% de AFA; 7 = plantas com 60% de AFA; 8 = plantas com 80% de AFA e 9 = plantas com mais de 80% de AFA. As notas foram atribuídas por dois avaliador e utilizou-se o valor médio. As notas agrônomicas foram avaliadas em 15/02/2016 no segundo ensaio, em escala de 1 a 10, levando em consideração a intensidade dos sintomas nas folhas e a aparência das espigas.

Os resultados foram submetidos à análise de variância. No primeiro ensaio, as médias de produtividade de grãos e notas de toxicidade de F foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Determinou-se a correlação de Pearson entre as duas variáveis utilizando o programa SAS. No segundo ensaio, os resultados de produtividade de grãos e notas de aparência agrônômica foram comparados pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância do primeiro experimento o efeito de tratamentos foi significativo para notas de sintomas e produtividade de grãos e o houve alta correlação entre as duas variáveis.

Confirmou-se a variabilidade genética entre as cultivares de milho quanto à intensidade dos sintomas foliares de toxicidade de flúor (**Figura 1**). As cultivares KB 310PRO2, MG 580PW, 60XB14, BG 7037H, MG699PW, 30A37PW e MG652 PW apresentarem os menores sintomas de toxicidade e as cultivares DKB 390 PRO2, AG 8088 PRO2, IAC 9007 e JM 2M77 os maiores valores. No mesmo local na safra 2007/08 os híbridos isogênicos convencionais 2B587, DKB 390 e AG 8088 apresentaram resultados idênticos ao presente trabalho (Ito et al., 2008).

Verificou-se correlação negativa entre a produtividade de grãos e as notas de toxicidade de flúor. Os presentes resultados confirmam que plantas com sintomas de toxicidade de flúor

apresentavam menor produtividade (Ito et al., 2008). Embora a maioria das cultivares com notas maiores tenha sido menos produtiva, não se pode atribuir este fato somente à clorose foliar induzida pelo F, devido à interferência do flúor nos processos fisiológicos da planta como um todo, que pode variar entre cultivares, e à natural interação genótipo x ambiente. Mesmo assim, sugere-se evitar o cultivo das cultivares que apresentaram maior severidade dos sintomas foliares de toxicidade de flúor nas lavouras muito próximas às indústrias de cerâmicas.

Os resultados da **Tabela 1** mostram que os híbridos simples mais suscetíveis tem em comum a linhagem IAC X, que também é progenitor do IAC 9007, que foi altamente suscetível no primeiro ensaio (**Figura 1**). Estes fatos evidenciam que a suscetibilidade está sendo condicionada pelo genótipo dessa linhagem. Em outro híbrido altamente suscetível, o Murano x IPR 119, a suscetibilidade está no genótipo Murano, uma vez que o IPR 119 não foi suscetível.

CONCLUSOES

Constatou-se variabilidade genética entre os cultivares de milho para suscetibilidade e resistência ao flúor produzido pela poluição ambiental da indústria cerâmica, sendo os cultivares discriminados desde altamente suscetíveis a resistentes, sendo que também se evidenciou a tolerância em alguns cultivares.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, D.F.; SOLDBERG, R.A. Histological responses of some plant leaves to hydrogen fluoride & sulfur dioxide. **American Journal of Botany**, Columbus, v.43, p.755-760, 1956.
- AGROCERES. **Guia Agrocerec de Sanidade**. São Paulo: Agrocerec, 1994. 56 p.
- ARNDT, U.; FLORES, F.E.V.; WEINSTEIN, L.H. Efeito do F sobre as plantas: diagnose dos danos na vegetação do Brasil. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 155p.
- FORTES, C.; DUARTE, A.P.; MATSUOKA, S.; HOFFMANN, H.P.; LAVORENTI, N.A. Toxicidade de flúor em cultivares de milho em área próxima à uma indústria cerâmica, Araras (SP). **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.275-281, 2003. (Nota).

ITO, M.A.; OTA, E.C.; DUARTE, A.P.; RAMOS JÚNIOR, E.U.; WATANABE, E.Y. Toxicidade de Flúor e Produtividade de Grãos em Cultivares de Milho em Tatuí-SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. 27. Londrina, 2008. Anais. Londrina, IAPAR, 2008. p.481

Rendimento da Cana-de-açúcar é afetado por flúor. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.3, p.505-509, 2007.

OTTO, R.; FARIA, M.R.M.; QUEIROZ, F.E.C.; MOURA, T.A.; VITTI, G.C.; CANTARELLA, H.

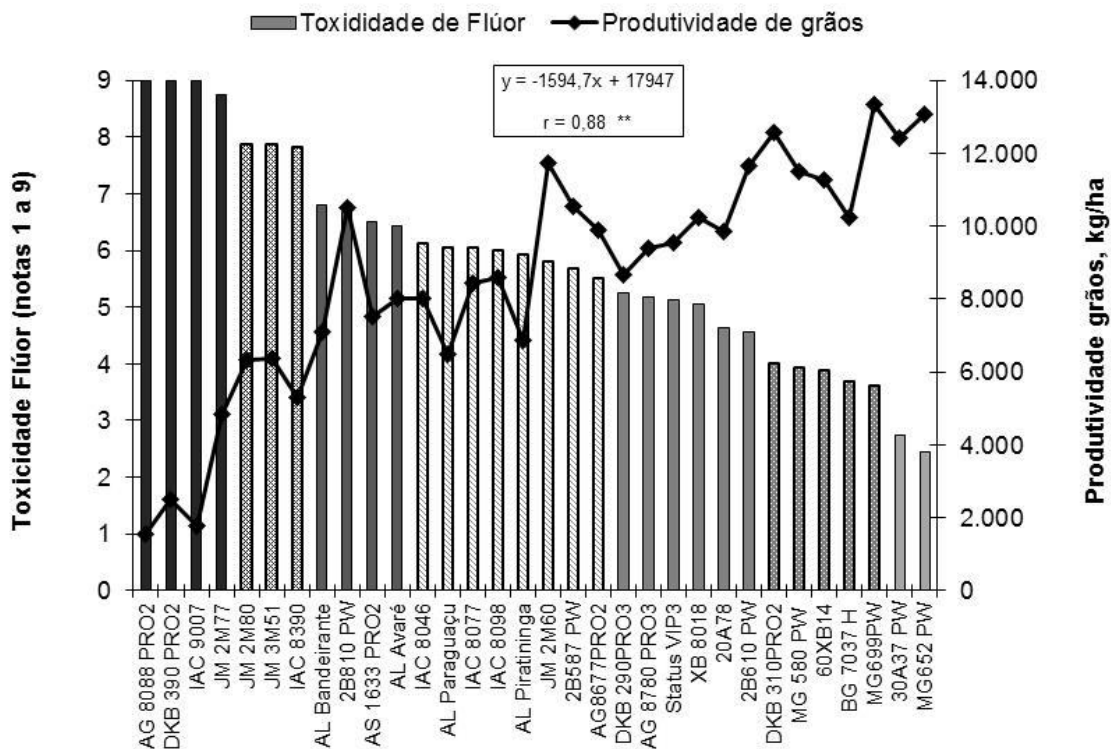


Figura 1. Notas de toxicidade de flúor e produtividade de grãos em cultivares comerciais de milho avaliados, em Tatuí, safra 2015/16. As médias indicadas pelas barras de mesma cor não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Tabela 1. Médias da produtividade de grãos e nota de toxicidade de flúor na aparência agrônômica (escala de 1 a 10) em genótipos de milho no ensaio avançado do programa de melhoramento do IAC, em Tatuí (SP), safra 2015/16.

Genótipos	Tipo ⁽¹⁾	Produtividade ⁽²⁾ kg/ha		Nota Agrônômica (1 a 9)	
IAC 33 x Cati Verde	HI	5.465	a	4,5	a
IAC 33br x 4051	HI	5.595	a	5,3	a
IAC 33br x 2005	HI	4.936	ab	5,8	a
IAC X x IAC 33-15	HS	2.127	c	2,3	b
IAC X x IAC 33-12	HS	2.021	c	2,0	b
IAC 1030 x IAC 33-9	TC	7.499	a	6,0	a
IPR 119	HD	5.590	a	4,8	a

Murano x IPR119	HI	2.655	bc	2,5	b
Média		4.486		4,1	
CV %		24,0		19,3	

⁽¹⁾ HI = híbrido intervarietal; HD = híbrido duplo, TC= híbrido top-cross; HS = híbrido simples.

⁽²⁾ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Duncan 5%.