

Avaliação da resistência cruzada de genótipos de milho à podridão do colmo e a acumulação de fumonisinas totais nos grãos

Fabrício Eustáquio Lanza⁽¹⁾; Dagma Dionísia da Silva⁽²⁾; Luciano Viana Cota⁽²⁾; Elaine Aparecida Guimarães⁽¹⁾; Frederick Mendes Aguiar⁽¹⁾; Glaucio Reginaldo Gomes⁽³⁾, Cícero Beserra de Menezes⁽²⁾

⁽¹⁾ Pós-doutorando; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽²⁾Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo; ⁽³⁾ Estudante; Faculdades Santo Agostinho.

RESUMO: Atualmente, as micotoxinas são o principal problema para a cultura do milho no Brasil, sendo as fumonisinas, as mais importantes. As fumonisinas são produzidas principalmente pelo fungo *Fusarium verticillioides*, causador de várias doenças em milho, como podridões de colmo e espiga. Estudos de resistência de genótipos de milho ao acúmulo de fumonisinas são considerados caros e demandam períodos relativamente longos para obtenção dos resultados finais. Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a relação entre a resistência de genótipos de milho à podridão de colmo causada por *F. verticillioides* e a acumulação de fumonisinas nos grãos, com intuito de verificar o efeito da resistência cruzada ao fungo nos dois tecidos da planta. Para isso, 28 genótipos de milho, entre linhagens e híbridos comerciais, foram avaliados em experimento de campo, onde foram realizadas inoculações no colmo e espiga, separadamente, com um isolado potencialmente agressivo de *F. verticillioides*. Os resultados de severidade da podridão de colmo foram comparados aos teores de fumonisinas encontrados nos grãos. Por meio da análise dos dados foi possível concluir que os valores de severidade da podridão do colmo do milho não foram relacionados com os teores de fumonisinas nos grãos, indicando a não existência de resistência cruzada.

Palavras-chave: *Fusarium*, micotoxinas, melhoramento genético.

INTRODUÇÃO

O milho é o principal cereal produzido no Brasil, e as exigências comerciais no que se refere à qualidade dos grãos, não só destinados à exportação, mas também para o consumo interno, vem se tornando cada vez mais rígidas, principalmente aquelas voltadas à qualidade sanitária dos grãos e à presença de micotoxinas (DOU, 2011). No Brasil, o milho é uma cultura amplamente cultivada sob diversas condições climáticas, estando sujeito ao ataque de vários patógenos que afetam as espigas e colmos,

causando podridões que resultam na redução do peso e qualidade dos grãos e na produção de micotoxinas (Oliveira et al., 2004; Pereira et al., 2005). O fungo *Fusarium verticillioides* (Saccardo) Nirenberg é considerado o principal patógeno causador de podridões de espigas e colmos em milho, podendo causar tanto infecções sintomáticas quanto assintomáticas. Além disso, *F. verticillioides* é a espécie que apresenta maior capacidade de produção de fumonisinas, um grupo de micotoxinas tóxicas a seres humanos e animais, associadas a diversos tipos de enfermidades, como câncer, problemas hepáticos e cerebrais, além de serem consideradas as principais micotoxinas em grãos de milho (Gelderblom et al., 1988; Munkvold & Desjardins, 1997; Jackson & Jablonski, 2004). Por este motivo, nos últimos anos as agroindústrias têm adotado como padrão de qualidade, o limite máximo de tolerância de 6% de grãos ardidos em lotes comerciais de milho (Menegazzo, 2001). Além disso, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, juntamente com a Agencia Nacional de Vigilância Sanitária, estabeleceu limite máximo de 2 µg.g⁻¹ para fumonisinas em grãos de milho (Dou, 2011).

Devido a tais problemas, recentemente houve um grande número de publicações de trabalhos que buscavam o controle de fumonisinas, na maioria das vezes sem sucesso. Adicionalmente, estudos envolvendo o controle de fumonisinas ainda são considerados caros e demandam períodos relativamente longos. Provavelmente, estudos envolvendo o controle de fumonisinas podem ser realizados mais rapidamente, se investigados por métodos menos onerosos, facilitando assim a realização destes tipos de trabalho.

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a relação entre a resistência de genótipos de milho à podridão de colmo causada por *F. verticillioides* e o acúmulo de fumonisinas nos grãos, com intuito de avaliar a existência de resistência cruzada a estes dois importantes problemas em milho, e verificar a possibilidade de seleção de

genótipos resistentes à acumulação de fumonisinas com base na resistência à podridão do colmo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campus experimental da Embrapa Milho e Sorgo no Centro Nacional de Pesquisas de Milho e Sorgo, localizado em Sete Lagoas, Minas Gerais.

Para obtenção do inóculo de *Fusarium*, primeiramente foi selecionado um isolado potencialmente agressivo segundo Lanza et al. (2014). Este foi cultivado em meio BDA durante 7 dias a 25°C, quando então foi obtida uma suspensão de conídios a uma concentração de 10^6 esporos/ml. A inoculação dos colmos foi realizada segundo metodologia do palito estéril embebido em suspensão de conídios (Nicoli et al., 2015) e, as inoculações das espigas foram realizadas por meio da injeção da suspensão de conídios no canal dos estilos-estigmas no estágio R2, utilizando uma seringa de recarga automática ligada a uma bolsa ("Backpack") (Clements et al., 2003).

A avaliação das espigas foi realizada quando as mesmas atingiram aproximadamente 15% de umidade dos grãos, após o ponto de maturação fisiológica. Para isso, as mesmas foram colhidas, debulhadas, e a massa de grãos homogeneizada e, posteriormente, retirada uma amostra de 500g para quantificação de fumonisinas totais segundo Lanza et al. (2014).

A avaliação da podridão de colmo foi realizada 30 dias após a inoculação dos mesmos. Para isso os colmos foram cortados longitudinalmente e cada um dos entrenós inoculados, foi avaliado com auxílio de uma escala diagramática de notas variando de 1 a 8 (Nicoli et al., 2015).

Delineamento e análise estatística

As parcelas experimentais foram constituídas de 4 linhas de cinco metros, sendo as duas linhas centrais consideradas como parcela útil. Em uma das linhas centrais foi realizada a inoculação dos colmos e na outra foi realizada a inoculação das espigas.

As plantas foram cultivadas no sistema de plantio direto com densidade populacional de 86.000 plantas por hectare e espaçamento entre linhas de 0,4 metros. Foram realizados todos os tratos culturais necessários para o desenvolvimento normal das plantas.

Todas as variáveis foram submetidas a análise de variância e teste de médias utilizando o

programa "R"3.2.1. Quando necessário, os dados foram transformados para a $\text{arco sen. } \sqrt{x}/100$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos, houve diferença significativa ($P<0,05$) quanto à resistência dos genótipos, tanto à podridão de colmo quanto à produção de fumonisinas nas espigas (Figura 1).

Os genótipos considerados mais resistentes à podridão do colmo do milho foram: P30F35, P3862, AG7088, L2841, DKB390, BRS1010, 2B707, Caimbé, BRS4103, BRS1055, BRS3035, L26841-1-4-1, 1F640, L531542, BRS1060 e AG9040; e os mais suscetíveis foram: BRS1030, BRS2020 e L3. Já para a acumulação de fumonisinas totais, os genótipos resistentes foram: P30F35, P3862, AG7088, L2841, DKB390, BRS1030, BRS1010, L228-3, 2B707, BRS1001, BRS2022, BRS1040, Caimbé e BRS4103; e os genótipos suscetíveis foram: L3 a mais suscetível, seguidas pelos genótipos L521237, L26841-1-8-2 e L521283.

A linhagem L531542 foi um dos genótipos que apresentou a menor média de severidade de podridão do colmo, porém, apresentou valores elevados de fumonisinas nos grãos. Resultado oposto também foi observado para genótipo BRS3025, o qual está entre os genótipos com maior média de severidade de podridão do colmo, porém, com baixos teores de fumonisinas.

Relação positiva entre níveis de severidade da podridão do colmo e teores de fumonisinas totais, somente foram detectados para as linhagens: L521237, L26841-1-8-2, L521283 e L3, quatro genótipos, os quais representam 14,28% dos materiais testados. Dentre estes, as linhagens L3 seguida pela L521283, se destacaram como a mais suscetível a ambas as enfermidades.

Segundo análise de correlação de Pearson, houve correlação positiva de 47,3% entre as variáveis: severidade de podridão do colmo e teores de fumonisinas totais, o que pode ser considerado como baixo nível de correlação.

Relato de diferentes doenças em uma mesma espécie de planta causada por um mesmo agente etiológico, são comumente descritas (Costa et al., 2003). Neste caso, também tem sido relatada que estas, apesar de serem causadas pela mesma espécie de microrganismo, tem por parte da planta, mecanismos de resistência independentes (Costa et al., 2003), corroborando assim com o presente trabalho.

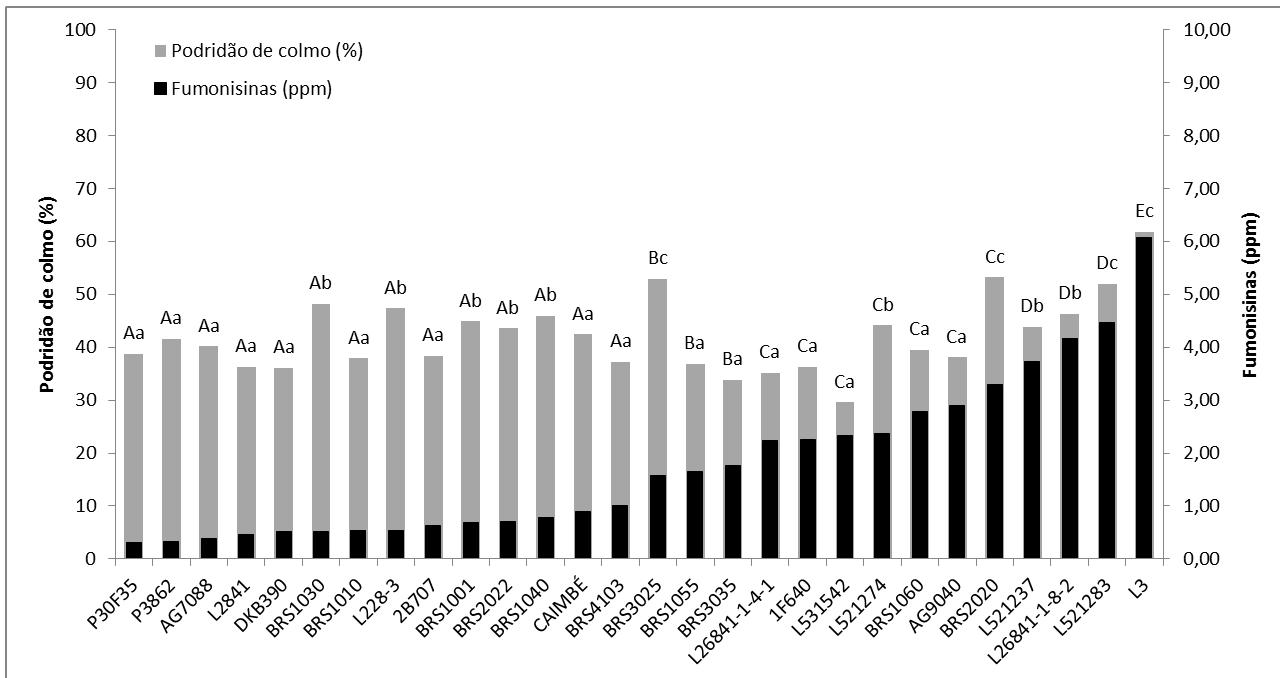


Figura 1 - Severidade da podridão do colmo e teores de fumonisinas totais de 28 genótipos de milho. Barras seguidas de mesma letra (letras maiúsculas representam as barras pretas e letras minúsculas representam as barras cinza), não diferem entre si pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados, é possível inferir que, possivelmente, a resistência a podridão do colmo e a acumulação de fumonisinas totais possuem controle genético distinto e, provavelmente, a acumulação de fumonisinas tem controle genético quantitativo.

CONCLUSÕES

Há variabilidade quanto a resistência de genótipos de milho quanto a podridão de colmo causada por *Fusarium verticillioides* e a acumulação de fumonisinas totais, e não há correlação entre estas duas variáveis. Sendo assim, não é possível afirmar que genótipos resistentes a podridão do colmo causada por *F. verticillioides*, são também resistentes a acumulação de fumonisinas totais nos grãos.

AGRADECIMENTOS

Embrapa Milho e Sorgo, FAPEMIG e CNPq.

REFERÊNCIAS

COSTA, R.V.; CASELA, C.R.; ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A.S. A antracnose do sorgo. **Fitopatologia Brasileira**, v.28, p. 345-354, 2003.

GELDERBLOM W.C., SNYMAN S.D., ABEL S., LEBEPE-MAZUR S., SMUTS C.M., VAN DER WESTHUIZEN L., MARASAS W.F., VICTOR T.C., KNASMÜLLER S., HUBER W. Hepatotoxicity and carcinogenicity of the fumonisins in rats. A review regarding mechanistic implications for establishing risk in humans. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, v.392, p.279-96, 1996.

JACKSON L., JABLONSKI J., 2004. FUMONISINS. IN: MAGAN N., OLSEN M. (eds). **Mycotoxins in food**. pp. 384-422. CRC Press, Wood-head Publishing Ltd and LLC, Cambridge, England.

LANZA, F. E.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, R. V.; QUEIROZ, V. A. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; SOUZA, A. G. C.; FIGUEIREDO, J. E. F. Prevalence of fumonisin-producing *Fusarium* species in Brazilian corn grains. **Crop Protection**, v. 65, p. 232-237, 2014.



Bento Gonçalves - RS

XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"

MENEGAZZO, R.; GIACOMINI, V.; TRICHEZ, M.A.; LAZZARI, F.A. Amostragem e monitoramento de micotoxinas em matérias-primas para rações. In: Simpósio em armazenagem qualitativa de grãos no MERCOSUL, v.2, **Anais...** Londrina, PR, p.161-171, 2001.

MUNKVOLD G.P., DESJARDINS A.E. Fumonisins in maize. Can we reduce their occurrence? **Plant Disease** v.81, p.556-565, 1997.

NICOLI, A.; COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; ZAMBOLIM, L.; LANZA, F. E.; GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. Validação de escala diagramática para quantificação da severidade da antracose do colmo do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 10, p. 1720-1726, out, 2015.

OLIVEIRA E., FERNANDES F.T., CASELA C.R., PINTO N.F.J.A., FERREIRA A.S. Diagnose e controle de doenças na cultura do milho. pp. 226-267, In: Galvão J.C.C., Miranda G.V. (Eds.) **Tecnologias de produção do milho**. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**
