

Rotação de cultivares para o manejo da antracnose do sorgo

Dagma D. da Silva¹, Rodrigo V. da Costa², Luciano V. Cota³, Carlos R. Casela⁴, Emanuelle C. F. da Silva⁵, Douglas F. Parreira⁶, Prisciula Ferreira⁷, Aline A. R. Nolasco⁸, Breno H. Araújo⁹ e Fabrício B. Lanza¹⁰

Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424, Km 45, Cep 35701-970, Sete Lagoas, MG, CP 285,
¹ddionisia@yahoo.com.br, ²veras@cnpmc.embrapa.br, ³lvcota@cnpmc.embrapa.br,
⁴carlos.casela@pq.cnpq.br, ⁵emanuellecvt01@hotmail.com, ⁶douglas2002ufv@yahoo.com.br,
⁷pris71@hotmail.com, ⁸nini_engambiental07@hotmail.com, ⁹breno.araujo@reagro.com.br,
¹⁰fblanza@yahoo.com.br

Palavras-chave: *Colletotrichum sublineolum*, *Sorghum bicolor*, rotação de cultivares.

Introdução

A cultura do sorgo expandiu-se para uma área acima de um milhão de hectares a partir de 2003 sendo, atualmente, uma importante opção como segunda safra nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. O Brasil está entre os dez maiores produtores deste cereal no mundo, portanto, o sorgo é uma importante alternativa para auxiliar o abastecimento do mercado de grãos. Estrategicamente, a oferta constante de grãos de sorgo, entre 10% e 15% da produção total de milho do país, poderá ter uma função reguladora do mercado, evitando altas excessivas de preço do milho e a importação do produto (SCHAFFERT; RIBAS, 2001). Essa expansão, verificada na área de plantio com a cultura do sorgo no país, sinaliza para o aumento de problemas fitossanitários, um fator limitante ao desenvolvimento da cultura. Algumas doenças podem gerar perdas significativas à produção de grãos e de forragens dependendo da suscetibilidade da cultivar e de condições ambientais favoráveis à sua ocorrência e disseminação. Dentre as doenças que afetam a cultura do sorgo no Brasil, as mais importantes são a antracnose (*Colletotrichum sublineolum*), a ferrugem (*Puccinia purpurea*), o míldio (*Peronosclerospora sorghi*), a helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) e a doença açucarada ou ergot (*Claviceps africana*).

Há, no Brasil, uma grande carência de informações referentes às alternativas para o manejo de doenças na cultura do sorgo. Um exemplo real desta situação foi a ocorrência da quebra da resistência à antracnose verificado no híbrido granífero BR 304 associada, provavelmente, à expansão da área de plantio com essa cultivar e ao tempo de permanência deste material no mercado. Além disso, há, nas regiões de plantio de sorgo, condições particularmente favoráveis à ocorrência da antracnose. Além disso, a elevada variabilidade apresentada pelo patógeno nas nossas condições também dificulta o manejo da doença. Raças de alta virulência foram identificadas em várias regiões do país, o que indica a necessidade de um contínuo monitoramento da população local do patógeno (SILVA et al., 2008; CASELA et al., 1997, 2001).

Recentemente tem sido verificado nas principais regiões produtoras do país um aumento na utilização de fungicidas para o controle desta enfermidade. Vale ressaltar que não existem, no Ministério da Agricultura, produtos registrados para o controle de doenças foliares na cultura do sorgo. A inexistência de informações científicas sobre a eficiência, doses e número de aplicações de fungicidas para esse patossistema resultam em elevado risco à saúde humana e animal, além de contaminação do meio ambiente. Além disso, a crescente



preocupação da sociedade com aspectos relacionados à segurança alimentar e rastreabilidade da produção agrícola nos remete à necessidade de buscar medidas alternativas de manejo das doenças.

Trabalhos recentes demonstram a existência de diferenças na capacidade competitiva de raças de *C. sublineolum*, indicando uma possível ação da seleção estabilizadora contra raças de maior virulência na população do patógeno (CASELA et al., 2001). Resultados obtidos na Embrapa Milho e Sorgo indicaram a existência de respostas específicas da população do patógeno a diferentes genes de resistência no hospedeiro, com a predominância de raças com o número mínimo de fatores de virulência. Tal fato é uma evidência da possibilidade de utilização da rotação de genes como uma alternativa para o aumento da durabilidade e da estabilidade da resistência genética a *C. sublineolum*. O princípio deste sistema é semelhante ao da rotação de culturas para o controle de doenças, onde objetiva-se reduzir a pressão de seleção direcional sobre o patógeno e, conseqüentemente, o surgimento de novas raças. Neste sistema, uma cultivar com um gene de resistência vertical (R1) é cultivado até que surja uma raça (avr1) capaz de quebrar a sua resistência. Neste ponto, a cultivar é substituída por outra possuidora do gene R2. Ao surgir uma raça adaptada ao gene R2 (avr2), esta cultivar é substituída pela cultivar contendo o gene R1. A consequência é a ausência ou uma menor severidade da doença quando a mesma cultivar voltar a ser cultivada devido à menor frequência, na população do patógeno, das raças a ele virulentas (CRILL; KHUSH, 1979).

Resultados preliminares indicam a possibilidade da utilização, com sucesso, dessa estratégia para o manejo da doença e para a preservação dos genes de resistência à antracnose. Foram observadas respostas específicas na população do patógeno desenvolvida em cada genótipo e a predominância de raças de menor complexidade quanto ao número de genes de virulência. A estrutura de virulência da população do patógeno que se desenvolveu em um determinado genótipo influenciou a severidade da doença no plantio realizado no ano seguinte. Uma menor severidade da doença foi observada nas linhagens CMSXS210 e BR009 em plantios em rotação quando comparados aos plantios sucessivos destes materiais em uma mesma área (CASELA et al., 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do manejo da antracnose do sorgo através do sistema de rotação de cultivares, tendo em vista a possibilidade futura de inserção de um sistema semelhante dentro de agroecossistemas que envolvem essa cultura.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos na Embrapa Milho e Sorgo na safra de verão 2007/2008, segunda safra de 2008, safra de verão 2008/2009, segunda safra de 2009 e safra de verão 2009/2010 (Tabela 01). Os resultados apresentados neste trabalho correspondem ao quinto plantio, safra 2009/2010. Utilizou-se o híbrido suscetível BR 304 e os dois híbridos resistentes IG150 e DAS740 no sistema de cultivo contínuo e em rotação, sendo as parcelas experimentais estabelecidas com a seguinte sequência de plantio: 1) BR 304 em plantio contínuo; 2) IG150 em plantio contínuo; 3) DAS740 em plantio contínuo; 4) BR 304 em plantio alternado com DAS740 e, 5) IG150 em plantio alternado com DAS740. Os híbridos foram semeados em parcelas de 8 linhas de 10m de comprimento e espaçamento entrelinhas de 0,5 m. As parcelas foram isoladas por três fileiras de milho com 3,0m de comprimento para evitar, ou reduzir, a transferência de inóculo entre as mesmas. O experimento foi executado em blocos ao acaso com três repetições. Foram realizadas seis avaliações semanais da severidade da antracnose, iniciadas na fase de polinização das panículas. Para a avaliação



da severidade, utilizou-se a escala diagramática de Sharma (1983), com notas variando de 1 a 9, onde: 1 = 0% de doença, 1.5 = 1,25%, 2 = 2,5%, 2.5 = 3,75%, 3 = 5%, 3.5 = 7,5%, 4 = 10%, 4.5 = 15%, 5 = 20%, 5.5 = 27,5%, 6 = 35%, 6.5 = 42,5%, 7 = 50%, 7.5 = 62,5%, 8 = 75%, 8.5 = 87,5% e 9 = 100% da área foliar coberta com lesões.

Os dados de severidade da doença obtidos foram transformados em valores de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) com base na equação: $AACPD = \sum [(Y_i + Y_{i+1})/2] [t_{i+1} - t_i]$, em que: Y_i é a severidade de doença na i -ésima observação; t_i é o tempo em dias na i -ésima observação e n é o número de observações (SHANER; FINNEY, 1977).

Os dados de AACPD foram submetidos à análise de variância e teste de médias (Tukey), utilizando-se o programa Sisvar versão 5.0 (build 71), programado por Ferreira (2007), do Departamento de Ciências Exatas, UFLA, Lavras, MG.

Resultados e Discussão

As médias de severidade da antracnose para o híbrido BR 304 em sistema de plantios contínuos, nas seis avaliações, foi 4,58; 8,75; 33,33; 60,00; 87,50 e 100%, respectivamente. Quando este híbrido foi plantado em sucessão ao híbrido resistente DAS740, as médias de severidade foram 1,67; 2,08; 3,75; 7,08, 12,92 e 62,50%, respectivamente (Figura 1).

Diferenças significativas foram observadas na AACPD do plantio contínuo do BR 304 e do plantio em rotação com DAS740, cujos valores foram de 2480,83 e de 616,46, respectivamente (Tabela 1 e Figura 2). Esta diferença corresponde à uma redução de aproximadamente 75% na intensidade da doença no plantio em rotação, quando comparado com o plantio contínuo.

Uma menor severidade foi observada para os híbridos DAS740 e IG150, tanto em seus plantios contínuos quanto em rotação (dados não apresentados). Não houve diferença significativa na AACPD destes tratamentos (Figura 2). No entanto, é provável que diferenças na base genética de híbridos resistentes possam fornecer uma proteção adicional aos genes de resistência de ambos por impor mudanças na população do patógeno em cada cultivar, caso a virulência esteja dissociada nessas populações. A avaliação das populações presentes em cada tratamento é, dessa forma, imprescindível para uma melhor compreensão da influência do sistema de rotação na variabilidade de *C. sublineolum*.

A maior severidade da antracnose no plantio contínuo de BR 304 pode ser explicada pela capacidade de sobrevivência de *C. sublineolum* em restos culturais de plantas suscetíveis e ao aumento gradativo do inóculo ao longo dos cultivos sucessivos. Neste caso, a manutenção de restos culturais de cultivares suscetíveis e a ausência de fatores que impeçam a sobrevivência de *C. sublineolum* determinaram uma maior pressão de seleção direcional favorecendo raças mais agressivas. Este resultado está de acordo com Casela e Guimarães (2005), que sugeriram que a constituição genética da população de *C. sublineolum* é determinada pela manutenção de restos culturais entre plantios. Resultados da inoculação de dez isolados monospóricos de *C. sublineolum*, amostrados nas parcelas desse experimento nos cultivos de 2007 e 2008, permitiram observar que todos os isolados foram virulentos à BR 304 (GUIMARÃES et al., 2009), o que reforça a possibilidade de uma adaptação de raças mais agressivas ao híbrido em questão.

A menor severidade apresentada pelo BR 304 cultivado em sucessão a DAS740 pode ter sido determinada pela incapacidade de *C. sublineolum* de sobreviver nos restos culturais de genótipos resistentes, levando à uma diminuição no inóculo inicial para o plantio seguinte. Outra possibilidade é que ocorram mudanças na frequência de raças com virulência à BR 304, imposta pela seleção estabilizadora.



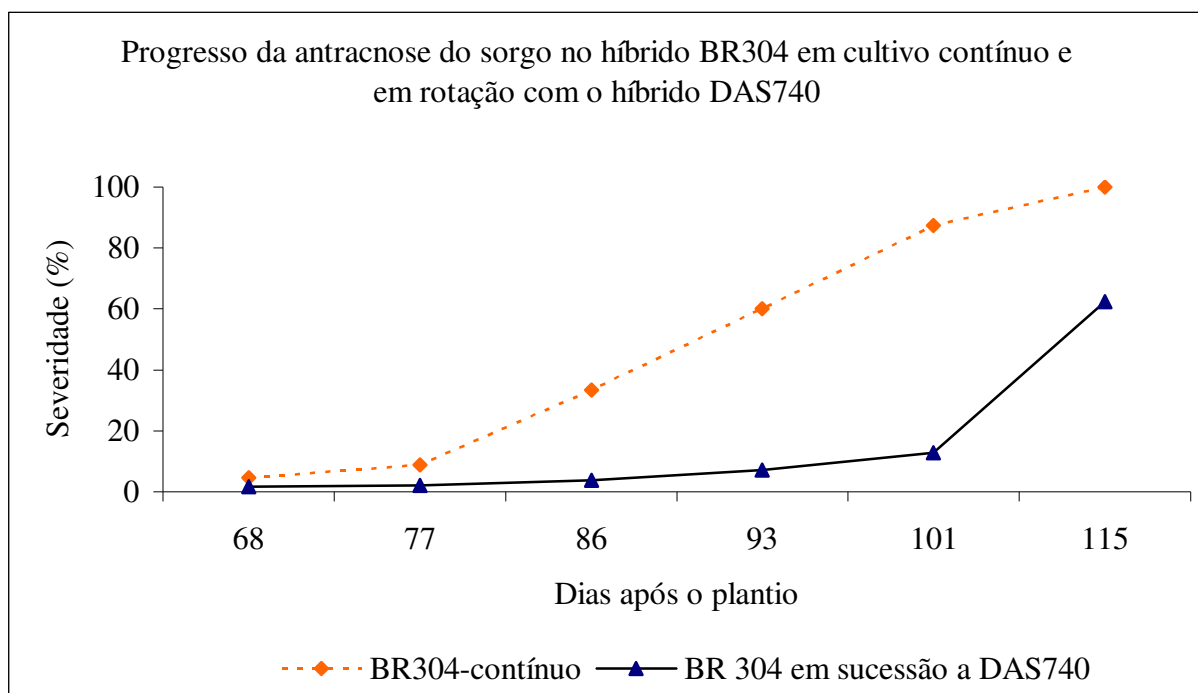


Figura 1: Progresso da antracnose do sorgo no híbrido BR 304 em sistema de rotação de cultivares avaliada na safra 2009/2010.

Tabela 1: Sistema de rotação das cultivares de sorgo e a respectiva área abaixo da curva de progresso da antracnose (AACPD) avaliada na safra 2009/2010.

Sistema de cultivo	Safra 2007/2008	Segunda safra 2008	Safra 2008/2009	Segunda safra 2009	Safra 2009/2010	AACPD*
Cultivo contínuo	DAS740	DAS740	DAS740	DAS740	DAS740	53,54 a
Rotação	IG150	DAS740	IG150	DAS740	IG150	59,38 a
Cultivo contínuo	IG150	IG150	IG150	IG150	IG150	70,00 a
Rotação	BR304	DAS740	BR304	DAS740	BR304	616,46 b
Cultivo contínuo	BR304	BR304	BR304	BR304	BR304	2480,83 c

*Médias de valores de AACPD seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P=0,05). Coeficiente de variação = 23,3

A diferença na severidade entre o cultivo contínuo do BR 304 e em rotação com DAS740, na última avaliação, foi de 37,70%. As avaliações da doença tiveram início na fase de polinização, ou seja, próximo ao início do enchimento dos grãos, a partir da qual a ocorrência de alta umidade e temperatura favorecem a infecção e o aumento da antracnose (FREDERIKSEN, 2000). Um atraso no início da doença de aproximadamente trinta dias após



a polinização foi observado no tratamento de BR 304 em rotação com DAS740, o que indica que os grãos estavam em plena fase de desenvolvimento, mas sem incidência da antracnose, resultando em aumento na produtividade quando comparado ao BR 304 em plantio contínuo. Na figura 3 é possível observar o aspecto do híbrido BR 304 em plantios contínuos e no sistema de rotação.

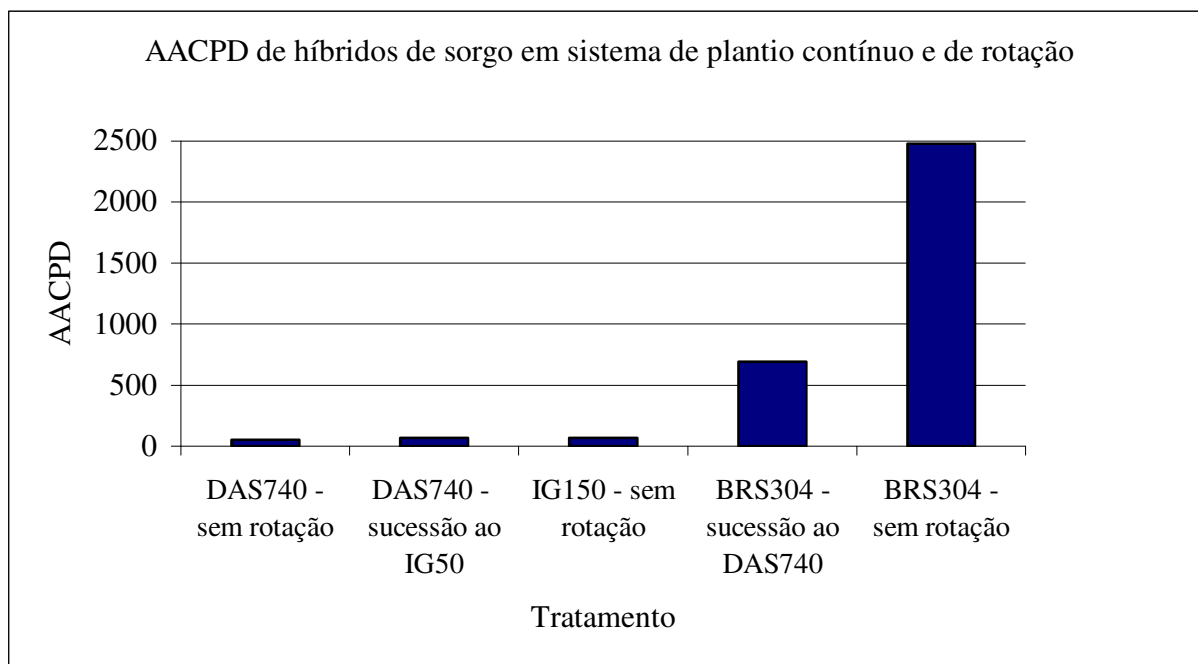


Figura 2: Área abaixo da curva de progresso da antracnose do sorgo no sistema de rotação de cultivares.

Observou-se que o sistema de rotação foi eficiente na diminuição da produção do inóculo primário no sistema de rotação, o que refletiu no progresso da doença e também em sua severidade final. No entanto, o manejo da resistência genética depende da obtenção de dados que permitam avaliar a influência exercida pelos genes de resistência do hospedeiro sobre a evolução do patógeno (COSTA et al., 2003), possibilitando a utilização de cultivares suscetíveis e o uso racional e eficiente de recursos genéticos.

Diante dos resultados verificados neste trabalho pode-se considerar que o sistema de rotação de cultivares é uma estratégia que pode ser usada para o manejo da antracnose do sorgo e contribuir para a preservação da resistência dos cultivares devido à redução na pressão de seleção direcional.

Inúmeras vantagens justificam a utilização desta estratégia, tais como a redução da vulnerabilidade genética da cultura, controle sobre o desenvolvimento de raças do patógeno, diminuindo a pressão direcional, preservação de genes verticais de resistência e consequente preservação de recursos genéticos (CRILL; KHUSH, 1979), além da redução no uso de defensivos.





Figura 3: Severidade da antracnose no híbrido BR 304 no sistema de plantio contínuo e em rotação com DAS740. A e B – BR 304 em plantio contínuo (Fotos: 29/01/2010 e 11/02/2010, respectivamente), C e D – BR 304 em sucessão a DAS740 (Fotos: 29/01/2010 e 11/02/2010, respectivamente). Fotos tiradas na safra 2009/2010 em Sete Lagoas, MG.

No que se refere ao futuro dessa estratégia para o de manejo de doenças é importante ressaltar que uma análise mais detalhada das populações de *C. sublineolum*, em diferentes locais, e com um maior número de híbridos, é necessária para a escolha de combinações para as quais não exista virulência associada na população do patógeno.

Conclusão

A rotação de cultivares foi eficiente na redução da severidade da antracnose do sorgo no híbrido suscetível BR 304, sendo viável para o manejo da doença.

Referências

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; SANTOS, F. G. Differences in competitive ability among races of *Colletotrichum graminicola* in mixtures. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 217-219, 2001.



CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; SILVA, D. D.; SANTOS, F. G. Rotação de genes para o manejo da resistência a *Colletotrichum sublineolum*, agente causal da antracnose do sorgo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, p. S315, 2006.

CASELA, C. R.; GUIMARÃES, F. B. Rotação de genes no manejo da resistência a doenças. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 13, p. 321-349, 2005.

CASELA, C. R.; PINTO, N. F. J. A.; OLVEIRA, E.; FERREIRA, A. S. Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench): controle de doenças. In: VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 1997. p. 1025-1064.

COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. S. A antracnose do sorgo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 345-354, 2003.

CRILL, P.; KHUSH, G. S. **Effective and stable control of rice blast with monogenic resistance**. Taipei: Food and Fertilizer Technology Center, 1979. 13 p. (Extension Bulletin, 128).

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: versão 5.1 (Build 71). Lavras: UFLA, 2007.

FREDERIKSEN, R. A. **Compendium of Sorghum diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, 2000.

GUIMARÃES, E. A.; CASELA, C. R.; SILVA, D. D. da; COSTA, R. V. D.; CRISTELI, E. B.; LANZA, F. B.; COTA, L. V.; PEREIRA, I. S. Rotação de genes como estratégia para o manejo da resistência a *Colletotrichum sublineolum*, agente causal da antracnose em sorgo. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ECOLOGIA, 3.; CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço. **Ecologia e o futuro da biosfera**. São Paulo: SEB, 2009. 1 CD-ROM.

SCHAFFERT, R. E.; RIBAS, P. M. Introdução. In: SEMINARIO TEMATICO SOBRE SORGO: PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E AGRONEGOCIO, 2001, Sete Lagoas, MG. **Síntese...** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 14).

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization on the expressin of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, St. Paul, v. 67, p. 1051-1056, 1977.

SHARMA, H. L. A technique for identifying and rating resistance to foliar diseases of sorghum under field conditions. **Proceeding Indian Academy Science**, v. 42, p. 278-283, 1983.

SILVA, D. D.; CASELA, C. R.; CASTRO, H. A.; SANTOS, F. G.; FERREIRA, A. S. Diversidade populacional de *Colletotrichum sublineolum*, em seis localidades no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 34, n. 2, p. 149-155, 2008.

