

192

Circular
TécnicaSete Lagoas, MG
Dezembro, 2013**Autores****Luciano Viana Cota**Engenheiro Agrônomo,
D.Sc. em Fitopatologia,
Pesquisador Embrapa Milho
e Sorgo, Rod. MG 424, Km
65, caixa postal 151, CEP:
35701-970, Sete Lagoas –
MG. e-mail: luciano.cota@
embrapa.br**Dagma Dionísia da Silva**Engenheira Agrônoma,
D.Sc. em Fitopatologia,
Pesquisadora Embrapa
Milho e Sorgo, Rod. MG
424, Km 65, caixa postal
151, CEP: 35701-970,
Sete Lagoas – MG. e-mail:
dagma.silva@embrapa.br**Rodrigo Veras da Costa**Engenheiro Agrônomo,
D.Sc. em Fitopatologia,
Pesquisador Embrapa Milho
e Sorgo, Rod. MG 424, Km
65, caixa postal 151, CEP:
35701-970, Sete Lagoas –
MG. e-mail: rodrigo.veras@
embrapa.br

Efeito da Antracnose Foliar na Produção de Grãos em Genótipos de Sorgo

Agronomicamente, a espécie *Sorghum bicolor* (L. Moench) é classificada em quatro grupos: o granífero, caracterizado por plantas de porte baixo e adaptado à colheita mecânica; o forrageiro, utilizado para silagem, pastejo, corte verde e fenação; o sacarino, utilizado para a produção de açúcar e álcool; e o sorgo vassoura, cujas panículas são utilizadas para a produção de vassouras. Há também híbridos interespecíficos de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense* utilizados para pastejo, corte verde, fenação ou cobertura morta. O sorgo granífero é o que tem maior importância econômica e está entre os cinco cereais mais cultivados em todo o mundo, ficando atrás apenas do arroz, trigo, milho e da cevada. O maior uso de grãos de sorgo no Brasil está na avicultura e suinocultura. Bovinos, equinos e pequenos animais são também consumidores, mas em menor proporção. No Brasil, praticamente não há consumo de sorgo na alimentação humana; entretanto, em países da Ásia e África, o sorgo é um constituinte importante na dieta da população. A silagem de sorgo e o pastejo são igualmente utilizados para rebanhos de corte e de leite. O valor nutricional do sorgo é praticamente o mesmo do milho (FERNANDES; FAGUNDES, 2011), levando a vantagem de ter custo de produção menor. Por isso, a agroindústria de carnes está cada vez mais interessada em aumentar a utilização de sorgo nas dietas de monogástricos.

O sorgo é cultivado em quase todos os estados brasileiros. A área plantada vem sido incrementada significativamente nos últimos anos. No ano de 2011, foram plantados mais de 1 milhão de hectares de sorgo granífero e mais de 300 mil hectares do sorgo forrageiro (APPS, 2012). O estado de Minas Gerais é responsável por 18% da área plantada com sorgo granífero (188 mil hectares) e 25% da área de sorgo forrageiro plantado no Brasil. Nos últimos anos vem havendo um crescente interesse das usinas de cana-de-açúcar para a produção de álcool a partir do sorgo sacarino e com isto espera-se que ocorram aumentos significativos da área plantada. Com o incremento de área plantada tem sido observado aumento significativo do número de doenças importantes para a cultura, entre as quais se destaca a antracnose.

A antracnose do sorgo é causada pelo fungo *Colletotrichum sublineolum* Henn. in Kab. & Bubák. Ela se expressa em três fases: antracnose foliar, podridão do colmo e antracnose da panícula (CASELA et al., 1998; FREDERIKSEN; ODVODY, 2000; NGUGI et al., 2000; COSTA et al., 2003). A fase foliar pode ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento da planta, aparecendo normalmente a partir do início de desenvolvimento da panícula e tem como sintoma a produção de lesões elípticas a circulares, medindo até 5 mm de diâmetro. No centro dessas lesões, a coloração característica é palha com margens avermelhadas, alaranjadas

ou castanhas, que variam com a pigmentação da cultivar. Sob condições de alta umidade e de alta precipitação, as manchas aumentam em quantidade e coalescem, cobrindo toda a folha. No centro das lesões formam-se numerosos acérvulos que permitem identificar a doença no campo. Ocorre ainda a produção de esporos entre as setas, o que dá à lesão uma coloração creme. O aparecimento de lesões na nervura central pode ocorrer em plantas que não apresentaram lesões foliares, podendo ser independente da infecção foliar. São sintomas de antracnose, nas nervuras, lesões elípticas a alongadas de coloração avermelhada, púrpura ou negra, sobre as quais se formam acérvulos em grande quantidade. Quando aparecem sintomas foliares juntamente com os sintomas nas nervuras, os danos da doença podem ser maiores em relação aos sintomas isolados (CASELA et al., 1998).

A antracnose do sorgo encontra-se, atualmente, disseminada pelas principais regiões produtoras de sorgo do país e em outras regiões produtoras, constituindo-se em fator limitante ao desenvolvimento da cultura, por ocasionar perdas severas na produção de grãos e de forragens (ALI et al., 1987; CHALA et al., 2011; CHALA; TRONSMO, 2012; COSTA et al., 2003, 2009; GUIMARÃES et al., 1999; NGUGI et al., 2002; THOMAS et al., 1996; PROM et al., 2011). Apesar do alto potencial de perdas, não existem trabalhos que correlacionem a intensidade de doença e nível de perdas provocados pela antracnose na cultura do sorgo em condições brasileiras. Em áreas não pulverizadas, perdas na produtividade superiores a 70% têm sido relatadas em comparação com áreas submetidas à aplicação de fungicida, por causa da ocorrência da antracnose foliar (COSTA et al., 2009). Em trabalhos conduzidos nos Estados Unidos, a redução de produção de grãos em híbridos de sorgo provocados pela antracnose variou de 15 a 20% (ALI et al., 1987), e na Índia, com perdas de até 16,4% (MISHRA; SIRADHAMA, 1979). No Mali

(África), em híbridos suscetíveis, a redução da produção chegou a 70% (THOMAS et al., 1996). Em Porto Rico, as perdas foram superiores a 70% (POWELL et al., 1977), na Nigéria, são relatadas perdas em torno de 45% (NEYA; KABORE, 1987). Estes dados reforçam a hipótese de que em regiões tropicais o potencial de danos provocados pela antracnose seja mais elevado. Neste trabalho, objetivou-se quantificar o potencial de danos provocados pela antracnose foliar em híbridos e linhagens de sorgo.

Material e Métodos

Os dados de produção e intensidade da antracnose foliar analisados neste trabalho foram obtidos em experimentos de campo onde se avaliou o efeito do controle químico da doença, efeito de época de aplicação e da resistência dos genótipos no controle da antracnose (COSTA et al., 2009, 2010; COTA et al., 2011). Foram analisados os dados destes experimentos porque as diferentes combinações de tratamentos aplicados permitiram a geração de gradiente de doença, informações estas essenciais para a determinação do efeito da intensidade da doença na produção.

Em todos os experimentos a severidade da antracnose foliar foi avaliada com auxílio de uma escala de notas variando de 1 a 9, baseado na área foliar com lesões (SHARMA, 1983): 1 (0%), 2 (1 -- 5%), 3 (6 – 10%), 4 (11 – 20%), 5 (21 – 30%), 6 (31 – 40%), 7 (41 – 50%), 8 (51 – 75%) e 9 (mais de 75% da área foliar coberta com lesões). As avaliações foram realizadas semanalmente a partir do florescimento. Os dados de severidade de doença, obtidos a partir das avaliações realizadas a campo, foram utilizados para se calcular a área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD) (MADDEN et al., 2007). As plantas das duas linhas centrais de cada parcela foram utilizadas para as avaliações da severidade da doença e da

produtividade. Para tal, as plantas das linhas centrais foram cobertas com tela de nylon para se evitar danos causados pelo ataque de pássaros. Ao final de cada experimento, mediu-se a produtividade de grãos de cada parcela e os dados foram convertidos para produção por hectare (kg/ha).

Para estimativa dos danos provocados pela antracnose foliar foi realizada análise de regressão utilizando modelo linear simples (equação de primeiro grau). No modelo, a produção foi considerada a variável dependente, e a severidade avaliada aos 100 dias após o plantio e a AACPD foram consideradas variáveis independentes (MADDEN et al., 2007; JESUS JÚNIOR, 2004). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SAS (Versão 9.1.3).

Resultados e Discussão

A antracnose foliar influenciou negativamente a produção de grãos nos híbridos e nas linhagens avaliados (Figuras 1, 2, 3, 4 e 5). No entanto, o nível de resistência do genótipo influenciou o potencial de danos provocados pela doença. Em híbridos com bons níveis de resistência, a severidade da antracnose foliar não influenciou na produção de grãos: AG1060 ($P=0,24$) e BRS308 ($P=0,26$). Nestes dois híbridos, a severidade máxima da antracnose foi 7,5% e 20%, respectivamente (Figura 4). Para os híbridos AG1060 e BRS 308, a AACPD não influenciou na produção de grãos, $P=0,30$ e $P=0,16$, respectivamente.

O maior nível de dano foi obtido na linhagem BR 009 (Figura 2). Nesta linhagem a redução na produção chegou a 86% quando se compararam a maior e a menor produção obtidas. Nesta linhagem, em várias parcelas, os valores de severidade da antracnose chegaram a 100% (Figura 2). Na linhagem moderadamente resistente (BR 008), os níveis de redução da produção também foram

altos, chegando a 72% (Figura 2). Estes resultados reforçam os obtidos anteriormente, e em condições com alta pressão de doença (presença de inóculo e condições ambientais favoráveis) é necessária a adoção de medidas suplementares de controle, além da resistência, para proteger e minimizar os danos provocados pela doença (COSTA et al., 2010).

Resultados obtidos com o híbrido BRS 310 reforçam a hipótese de a pressão de doença influenciar significativamente no nível de dano provocado pela doença (Figuras 3 e 4). Em uma condição menos favorável para a ocorrência dela (Figura 3), a antracnose foliar não influenciou significativamente na produção de grãos. Neste experimento a severidade máxima obtida no híbrido BRS 310 foi 35% (Figura 3). Em condições ambientais mais favoráveis para a ocorrência da antracnose foliar (Figura 4), a severidade da doença no mesmo híbrido chegou a 100%, e nesta condição a doença afetou significativamente a produção, com redução de até 35% na produção de grãos.

Nos híbridos mais suscetíveis e em condições com alta pressão de doença os danos provocados pela doença foram maiores. Por exemplo, no híbrido BR 304, de acordo com o modelo ajustado (Figura 1), cada 1% de aumento na severidade da antracnose foliar resulta em redução de 38,87 kg/ha na produção de grãos. Em condição ambiental menos favorável para a ocorrência da doença (Figura 3), cada 1% de aumento na severidade da antracnose foliar resultou em redução de 25,63 kg/ha na produção de grãos. Em híbridos moderadamente resistentes, como o BRS 310 e a DKB599, cada 1% de aumento na severidade da antracnose foliar resultou em redução de 14,57 kg/ha e 15,91 kg/ha, respectivamente, na produção de grãos (Figura 4). No híbrido MR43, apesar da severidade final ter atingido 100%, o que indica alta suscetibilidade do híbrido, o nível de dano provocado pela doença foi menor. Cada 1%

de aumento na severidade da antracnose foliar resultou em redução de 11,21 kg/ha na produção de grãos, redução menor do que a obtida no híbrido BR 304 (Figura 4).

A severidade aos 100 DAP e AACPD foram variáveis eficientes para a estimativa dos danos provocados pela doença em genótipos de sorgo. Os ajustes dos modelos utilizando as duas variáveis originaram resultados muito próximos. A variável AACPD tem a vantagem de integrar o que ocorreu ao longo do desenvolvimento da epidemia (MADDEN et al., 2007; JESUS JÚNIOR, 2004), no entanto, para o seu cálculo, é necessário realizar um número maior de avaliações no campo ao longo do ciclo da cultura, o que demanda maior uso de mão de obra. Sendo assim, o uso da variável severidade é mais indicado para estudos futuros com estimativa de danos provocados pela antracnose.

Os resultados obtidos neste trabalho comprovam o potencial de perda causada pela antracnose foliar do sorgo e corroboram os obtidos por outros autores em diferentes regiões do mundo, como nos Estados Unidos, onde a redução de produção de grãos em híbridos de sorgo provocada pela antracnose variou de 15 a 20% (ALI et al., 1987), e na Índia, com perdas de até 16,4% (MISHRA;

SIRADHAMA, 1979). No Mali (África), em híbridos suscetíveis, a redução da produção chegou a 70% (THOMAS et al., 1996). Em Porto Rico, as perdas foram superiores a 70% (POWELL et al., 1977), e na Nigéria, são relatadas perdas em torno de 45% (NEYA; KABORE, 1987).

A adoção de medidas de manejo da doença em genótipos suscetíveis é necessária para garantir o potencial de produção de grãos e reduzir os danos provocados pela doença. O manejo da doença é obtido, principalmente, pela utilização de cultivares resistentes (COSTA et al., 2011; CHALA et al., 2011; MOORE et al., 2008; CASELA; FREDERIKSEN, 1994) e pela seleção de genótipos com resistência dilatária, caracterizada pela maior capacidade de determinados genótipos em limitar o progresso da doença (CASELA et al., 1993). Mistura de genótipos (GUIMARÃES et al., 1998), rotação de cultivares (COSTA et al., 2010), uso de multilinhas dinâmicas (COSTA et al., 2012) e pirâmides de genes (CASELA et al., 1998) têm sido avaliados na busca de resistência durável a este patógeno. O uso de fungicidas em genótipos suscetíveis e em condições ambientais favoráveis é outra alternativa de manejo que tem se mostrado promissora para a cultura do sorgo (COSTA et al., 2009, 2010; COTA et al., 2011; RESENDE et al., 2013).

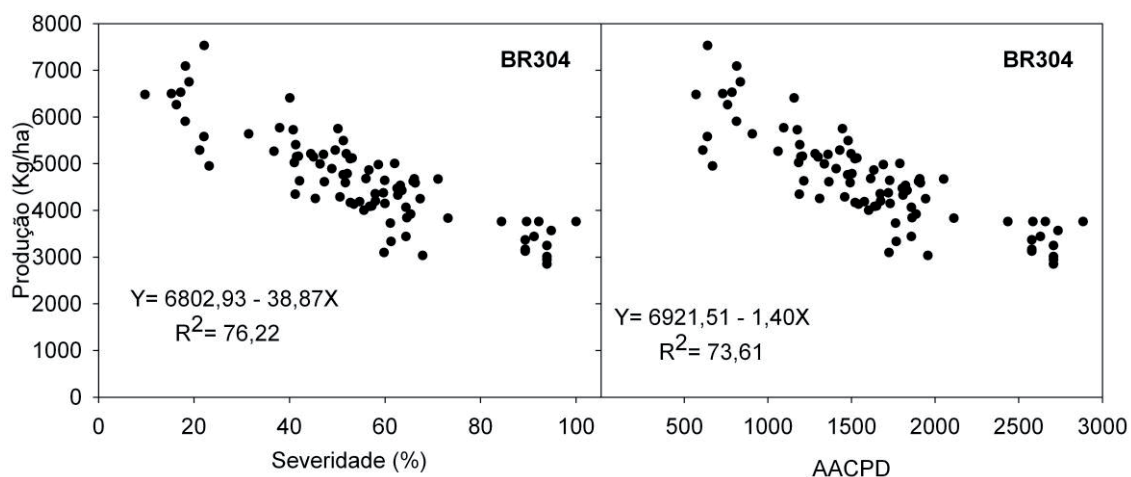


Figura 1. Relação entre a severidade da antracnose foliar (%) e AACPD com a produção de grãos de sorgo para o híbrido BR 304.

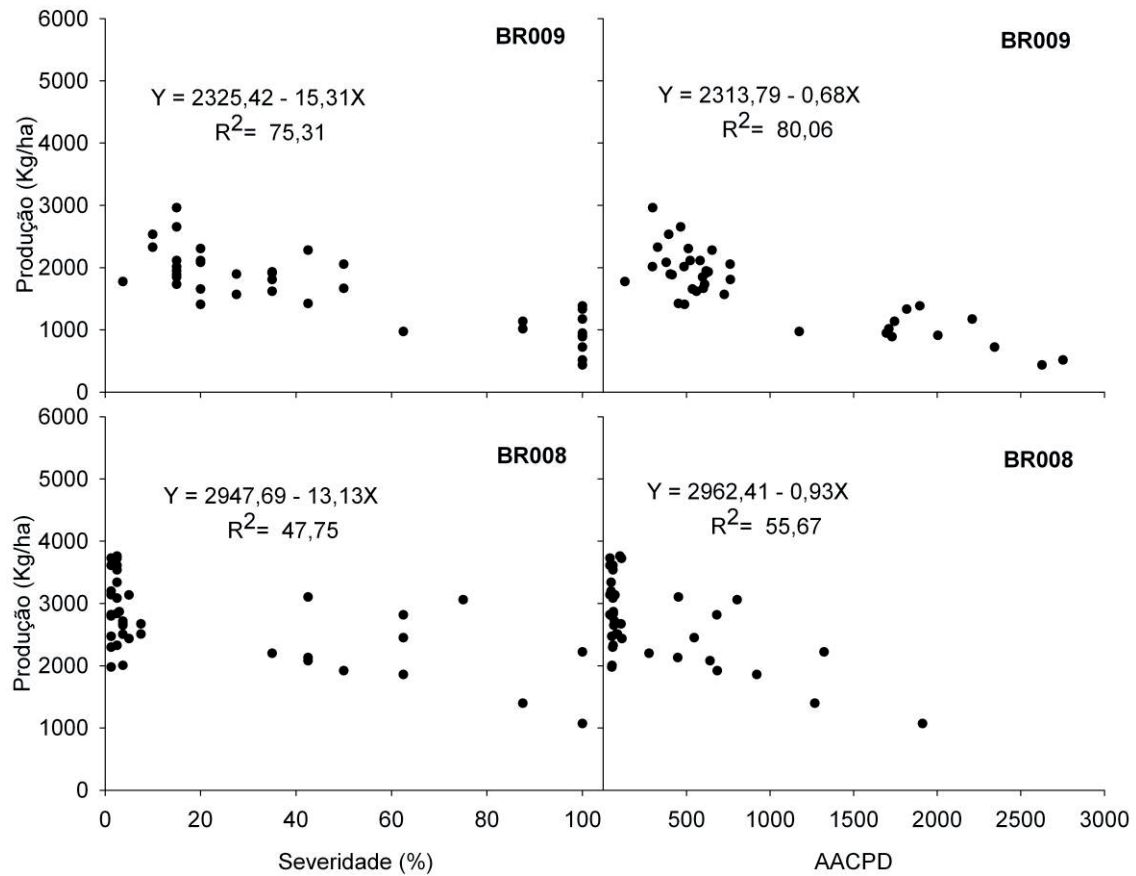


Figura 2. Relação entre a severidade da antracnose foliar (%) e AACPD com a produção de grãos de sorgo para as linhagens BR 009 (suscetível) e BR 008 (moderadamente resistente à antracnose foliar).

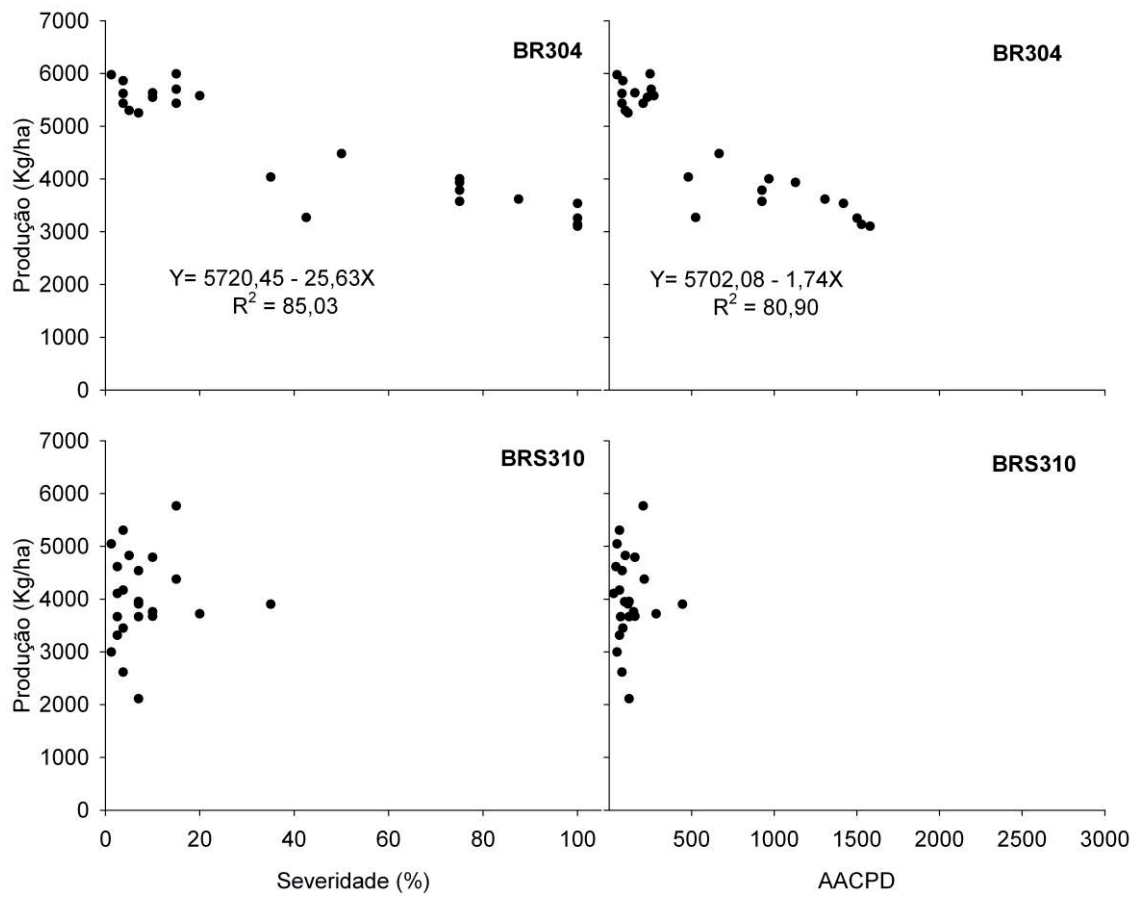


Figura 3. Relação entre a severidade da antracnose foliar (%) e AACPD com a produção de grãos de sorgo para os híbridos BR 304 (suscetível) e BRS 310 (moderadamente resistente à antracnose foliar).

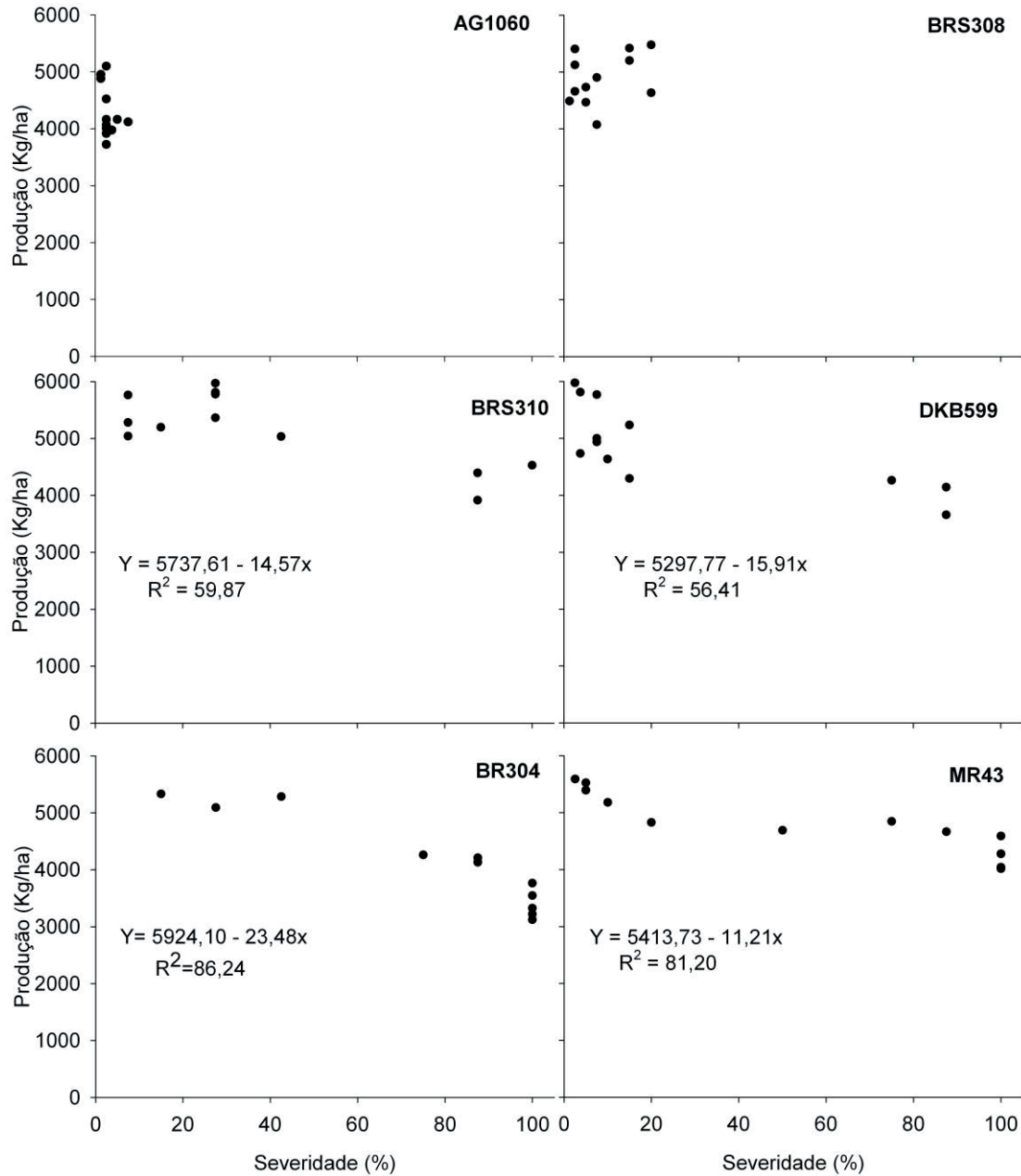


Figura 4. Relação entre a severidade da antracnose foliar (%) e a produção de grãos de sorgo para os híbridos AG1060, BRS 308, BRS 310, DKB599, BR 304 e MR43.

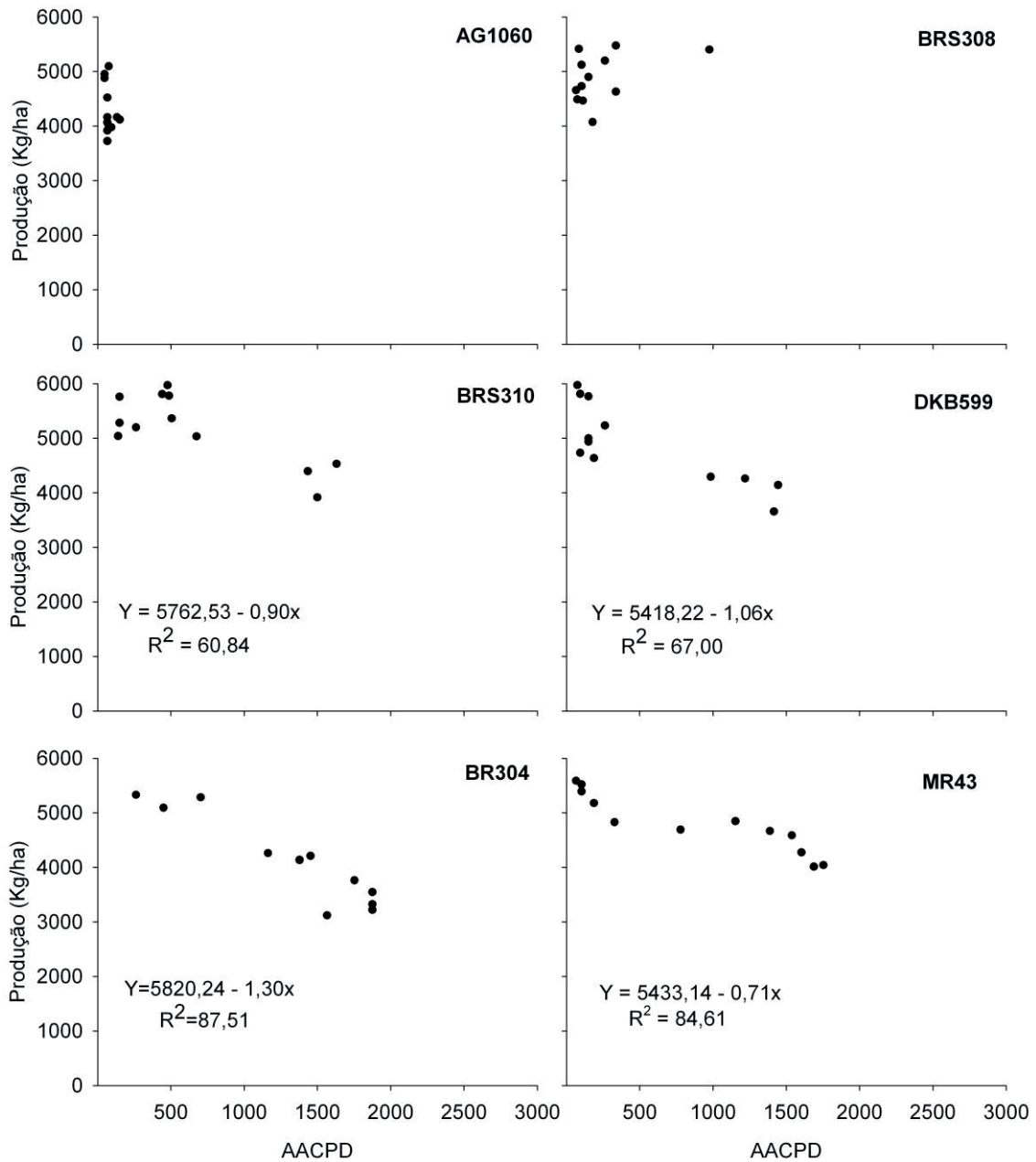


Figura 5. Relação entre a área abaixo da curva de progresso da antracnose foliar (AACPD) e a produção de grãos de sorgo para os híbridos AG1060, BRS 308, BRS310, DKB599, BR 304 e MR43.

Conclusões

A antracnose foliar do sorgo afetou significativamente a produção de grãos em híbridos suscetíveis.

O nível de resistência do genótipo influenciou no nível de dano provocado pela doença.

Em genótipos resistentes, a antracnose foliar não afetou negativamente a produção de grãos.

A severidade da doença avaliada aos 100 DAP é a melhor variável para estimativa dos danos provocados pela doença.

Agradecimentos

Ao CNPq e a Fapemig pela concessão de auxílio financeiro.

Referências

- ALI, M. E. K.; WARREN, H. L.; LATIN, R. X. Relationship between anthracnose leaf-blight and losses in grain-yield of sorghum. **Plant Disease**, St. Paul, v. 71, n. 9, p. 803-806, 1987.
- APPS. Associação Paulista dos Produtores de Sementes e Mudanças. Disponível em: <<http://www.apps.agr.br>>. Acesso em: 25 fev. 2012.
- CHALA, A.; TRONSMO, A. M.; BRURBERG, M. B. Genetic differentiation and gene flow in *Colletotrichum sublineolum* in Ethiopia, the centre of origin and diversity of sorghum, as revealed by AFLP analysis. **Plant Pathology**, London, v. 60, p. 474-482, 2011.
- CHALA, A.; TRONSMO, A. M. Evaluation of Ethiopian sorghum accessions for resistance against *Colletotrichum sublineolum*. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 132, p. 179-189, 2012.
- CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; SANTOS, F. G. Associação de virulência de *Colletotrichum graminicola* à resistência genética em sorgo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 143-146, 1998.
- CASELA, C. R.; FREDERIKSEN, R. A.; FERREIRA, A. S. Evidence for dilatory resistance to anthracnose in sorghum. **Plant Disease**, St. Paul, v. 77, p. 908-911, 1993.
- CASELA, C. R.; FREDERIKSEN, R. A. Pathogenic variation in monoconidial cultures of *Colletotrichum graminicola* from a single lesion and from monoconidial subcultures. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 149-153, 1994.
- 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.
- COSTA, R. V.; COTA, L. V.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; LANZA, F. B. **Controle químico da antracnose do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 177).
- COSTA, R. V.; COTA, L. V.; CASELA, C. R.; SILVA, D. D.; Parreira, D. F. **Rotação de cultivares como uma estratégia para o manejo da antracnose do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 148).
- COSTA, R. V.; ZAMBOLIM, L.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; CASELA, C. R. Genetic control of sorghum resistance to leaf anthracnose. **Plant Pathology**, London, v. 60, p. 1162-1168, 2011.
- COSTA, R. V.; ZAMBOLIM, L.; SILVA, D. D.; COTA, L. V.; CASELA, C. R. Utilização de multilinhas dinâmicas para o manejo da

antracnose do sorgo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, p. 173-180, 2012.

COTA, L. V.; COSTA, R. V.; SILVA, D. D. da; LANZA, F. E. **Recomendação para o controle químico da antracnose foliar do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 171).

FERNANDES, E. A.; FAGUNDES, N. S. Sorgo granífero na nutrição de frangos de corte. **AveWorld**, v. 9, n. 53, p. 66-75, 2011.

FREDERIKSEN, R. A.; ODVODY, G. N. **Compendium of sorghum diseases**. 2nd ed. St. Paul: American Phytopathological Society, 2000. 78 p.

GUIMARÃES, F. B.; CASELA, C. R.; SANTOS, F. G.; SILVA, A. E.; PEREIRA, J. C. R. Avaliação da resistência de genótipos de sorgo a antracnose. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 25, n. 4, p. 308-312, 1999.

GUIMARÃES, F. B.; CASELA, C. R.; SANTOS, F. G.; FERREIRA, A. S. Controle da antracnose do sorgo através da utilização de mistura de cultivares. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 24, p. 131-135, 1998.

JESUS JÚNIOR, W. C.; VALE, F. X. R.; BERGAMIN FILHO, A. Quantificação de danos e perdas. In: VALE, F. X. R.; JESUS JÚNIOR, W. C. de; ZAMBOLIM, L. (Org.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perffil, 2004. p. 273-297.

Madden, L. V.; Hughes, G.; van den Bosh, F. **The study of plant disease epidemics**. St. Paul: The American Phytopathological Society, 2007.

MISHRA, A.; SIRADHAMA, B. S. Evaluation of losses due to antracnose of sorghum. **Indian Journal of Mycology and Plant Pathology**, Udaipur, v. 9, p. 257, 1979.

MOORE, J. W.; DITMORE, M.; TEBEEST, D. O. Pathotypes of *Colletotrichum sublineolum* in Arkansas. **Plant Disease**, St. Paul, v. 92, p. 1415-1420, 2008.

NEYA, A.; KABORE, K. B. Mesure de l'incidence de l'antracnose et de la pourriture rouge des tiges causes par le *Colletotrichum graminicola* chez le sorgho. **Phytoprotection**, Saint-Hyacinthe, v. 68, p. 121-123, 1987.

NGUGI, H. K.; JULIAN, A. M.; KING, S. B.; PEACOCKE, B. J. Epidemiology of sorghum antracnose (*Colletotrichum sublineolum*) and leaf blight (*Exserohilum turcicum*) in Kenya. **Plant Pathology**, London, v. 49, p. 129-140, 2000.

NGUGI, H. K.; KING, S. B.; ABAYO, G. O.; REDDY, Y. V. R. Prevalence, incidence, and severity of sorghum diseases in western Kenya. **Plant Disease**, St. Paul, v. 86, p. 65-70, 2002.

POWELL, P.; ELLIS, M.; ALAMEDA, M.; SOTOMAYOR, A. Effect of natural antracnose epiphytotic on yield, grain quality, seed health, and seed borne fungi in *Sorghum bicolor*. **Sorghum Newsletter**, Tucson, v. 20, p. 77-78, 1977.

PROM, L. K.; ISAKEIT, T.; PERUMAL, R.; ERPELDING, J. E.; ROONEY, W.; MAGILL, C. W. Evaluation of the Ugandan sorghum accessions for grain mold and antracnose resistance. **Crop Protection**, Surrey, v. 30, p. 566-571, 2011.

RESENDE, R. S.; RODRIGUES, F. A.; COSTA, R. V.; SILVA, D. D. Silicon and fungicide effects on antracnose in moderately resistant and susceptible sorghum lines. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 161, p. 11-17, 2013.

SHARMA, H. L. A technique for identifying and rating resistance to foliar diseases of sorghum

under field conditions. **Proceedings of the Indian Academy of Science**, Bangalore, v. 42, p. 278-283, 1983.

THOMAS, M. D.; SISSOKO, I.; SACKO, M. Development of leaf anthracnose and its effect on yield and grain weight of sorghum in West Africa. **Plant Disease**, St. Paul, v. 80, p. 151-153, 1996.

Circular Técnica, 192

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Milho e Sorgo
Endereço: Rod. MG 424 km 45 Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027 1100
Fax: (31) 3027 1188
E-mail: cnpms.sac@embrapa.br
1ª edição
1ª impressão (2013): on line

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comitê de publicações

Presidente: Presidente: Sidney Netto Parentoni.
Secretário-Executivo: *Elena Charlotte Landau.*
Membros: *Dagma Dionísia da Silva, Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro, Monica Matoso Campanha, Maria Marta Pastina, Rosângela Lacerda de Castro e Antonio Claudio da Silva Barros.*

Expediente

Revisão de texto: *Antonio Claudio da Silva Barros.*
Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro.*
Tratamento das ilustrações: *Tânia Mara A. Barbosa.*
Editoração eletrônica: *Tânia Mara A. Barbosa.*