

143

Circular
TécnicaSete Lagoas, MG
Setembro, 2010

Autores

Rodrigo Vêras da Costa
Eng.-Agrônomo, Doutor
em Fitopatologia,
Pesquisador da
Embrapa Milho e
Sorgo, Sete Lagoas,
MG, veras@cnpms.
embrapa.br

Luciano Viana Cota
Eng.-Agrônomo, Doutor
em Fitopatologia,
Pesquisador da
Embrapa Milho e
Sorgo, Sete Lagoas,
MG, lvcota@cnpms.
embrapa.br

**Dagma Dionísia da
Silva**
Pós-doutoranda
Fapemig/Embrapa
Milho e Sorgo, Sete
Lagoas, MG.

**Douglas Ferreira
Parreira**
Doutorando
Universidade Federal
de Viçosa, Viçosa, MG.

Uso Integrado da Resistência Genética e Aplicação de Fungicidas para o Manejo da Antracnose do Sorgo

Nas condições tropicais, um grande número de patógenos é capaz de atacar o sorgo, resultando em reduções significativas na qualidade e na quantidade da produção (COSTA et al., 2003; CASELA et al., 1997), constituindo um grande problema para essa cultura no Brasil. Dentre as doenças que atacam a cultura do sorgo, a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum sublineolum* Henn, é considerada a mais importante, devido à sua agressividade e ao potencial de perdas na produção em cultivares suscetíveis e sob condições quentes e úmidas (FERREIRA et al., 2007; COSTA et al., 2003; CASELA et al., 1997). Essa doença encontra-se amplamente disseminada nas principais regiões produtoras do país (FERREIRA et al., 2007; GUIMARÃES et al., 1999). O patógeno é capaz de infectar todas as partes da planta, sendo a fase foliar da doença a mais importante (COSTA et al., 2009; FERREIRA et al., 2007; COSTA et al., 2003; NGUGI et al., 2000). Em áreas não pulverizadas, perdas na produtividade superiores a 70%, têm sido relatadas em comparação com áreas submetidas à aplicação de fungicida, devido à ocorrência da antracnose foliar (COSTA et al., 2009). Nas folhas, os sintomas são caracterizados pela formação de lesões elípticas a circulares, de coloração palha e bordas avermelhadas, alaranjadas, púrpura-escuras ou castanhas, dependendo da cultivar (COSTA et al., 2009). No centro das lesões, observam-se pequenas pontuações de coloração escura que correspondem às estruturas de frutificação do patógeno (acérvulos), as quais são produzidas abundantemente em ambas as superfícies das folhas (FERREIRA et al., 2007).

O uso da resistência genética é a principal medida de manejo da antracnose foliar. No entanto, a existência de um grande número de raças do patógeno compromete a eficiência e a durabilidade da resistência incorporada nas cultivares (COSTA et al., 2009; MOORE et al., 2008; FERREIRA et al., 2007; COSTA et al., 2003). Outras estratégias, como a rotação de genes de resistência e de culturas, uso de silício, uso de resistência horizontal e de misturas de cultivares têm sido desenvolvidas para o manejo da antracnose foliar. O uso de fungicidas, prática incomum neste patossistema até o final da década de 1990, tem se tornado uma prática frequente nas principais áreas produtoras de sorgo da região Centro-Oeste do Brasil (COSTA et al., 2009).

Costa et al. (2009) avaliaram a eficiência de vários fungicidas no controle da antracnose foliar, em diferentes doses e número de aplicações. Segundo os autores, todos os produtos apresentaram eficiência no controle da doença, com destaque para a mistura de Epoxiconazole + Piraclostrobina, a qual resultou em maior eficiência de controle da doença e maior incremento na produção. Os autores alertam para a necessidade de se avaliar a eficiência e a viabilidade técnica da utilização de fungicidas em cultivares apresentando diferentes níveis de resistência genética ao patógeno.

Para muitas culturas, a obtenção de níveis satisfatórios e estáveis de controle de doenças pode ser obtida pela utilização das duas principais medidas de controle

de doenças disponíveis, a resistência genética e a aplicação de fungicidas. Entretanto, a utilização dessas medidas de manejo de forma independente tem levado a menor eficiência do controle. No caso da resistência genética, a elevada variabilidade genética dos patógenos permite a rápida adaptação destes ao mecanismo de resistência presente nas cultivares, resultando na necessidade de se substituir com frequência as cultivares disponíveis no mercado, um processo oneroso e demorado. No caso do controle químico, uma série de fatores pode interferir na eficiência dessa medida quando utilizada de forma isolada, como o momento da aplicação, a eficiência da aplicação (escolha do produto, preparo da calda e tecnologia de aplicação) e o surgimento de resistência às moléculas fungicidas nas populações dos patógenos. Os fatores acima mencionados podem ser minimizados através da utilização integrada destas medidas de controle, resultando em maior eficiência, estabilidade, economia e menor risco à saúde e ao ambiente.

O uso integrado da resistência genética e a aplicação de fungicidas têm sido desenvolvido, com sucesso, em alguns patossistemas, como batata – *Phytophthora infestans* (NAERSTAD et al., 2007). Segundo estes autores, dependendo do nível de resistência foliar em cultivares de batata à *P. infestans*, pode-se reduzir a aplicação de fungicida em mais de 50%. Esses resultados demonstram que a eficiência dos fungicidas no controle de doenças pode ser influenciada pelo nível de resistência presente nas cultivares.

No presente trabalho, objetivou-se avaliar a eficiência e a viabilidade técnica da utilização integrada da resistência genética e da aplicação de fungicidas para o manejo da antracnose foliar do sorgo.

Metodologia

O experimento foi conduzido na área experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, localizada em Sete Lagoas – MG, na safra 2009/2010. O plantio do experimento foi realizado em uma área com histórico de ocorrência severa da antracnose foliar em cultivares de sorgo. A semeadura foi realizada no dia 29/01/2010. Para o tratamento de sementes, foi utilizado o

inseticida Thiametoxam e o fungicida Metalaxyl-M + Fludioxonil, nas dosagens de 400 e 150 ml/100 kg de sementes, respectivamente. A adubação de plantio consistiu da aplicação de 300 kg/ha da formulação 08-28-16 + Zn (NPK). Aos 25 e 50 dias após o plantio (DAP), foram realizadas as adubações nitrogenadas de cobertura utilizando 100 kg/ha de uréia em cada aplicação.

As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de cinco metros, com espaçamento de 0,8 m entre linhas e média de 15 plantas/metro. Foram utilizadas duas linhagens de sorgo selecionadas com base no nível de resistência à antracnose foliar. As linhagens BR008 e BR009 são classificadas como moderadamente resistente (MR) e suscetível (S) à doença, respectivamente. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições e os tratamentos dispostos em arranjo fatorial triplo 2 (genótipos) x 3 (doses) x 4 (número de aplicações), conforme tabela 01. A primeira aplicação do fungicida Epoxiconazole + Piraclostrobina foi realizada quando os primeiros sintomas da doença foram detectados no campo, e as demais em intervalos iguais de 15 dias, conforme cada tratamento (Tabela 1). As pulverizações foram realizadas através de um pulverizador costal pressurizado a CO₂, com vazão constante de 300 L/ha.

As avaliações da severidade da antracnose foliar foram realizadas semanalmente utilizando-se uma escala de notas variando de 1 a 9, sendo 1 a ausência de sintomas nas plantas e 9 planta completamente seca (100% de severidade) (SHARMA, 1983). As plantas das duas linhas centrais de cada parcela foram utilizadas para as avaliações da severidade da doença e de produtividade. Para tal, as plantas das linhas centrais foram cobertas com tela de nylon para evitar danos causados pelo ataque de pássaros. Ao final do experimento, mediu-se a produtividade em kg/ha. Os valores de notas de severidade foram utilizados para calcular a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os valores de AACPD, severidade final e produtividade foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos, quando necessário, foram comparadas utilizando-se o teste Tukey (P=0,05). A eficiência de controle dos tratamentos foi calculada comparando-se a AACPD e a severidade final das

parcelas submetidas aos tratamentos e das parcelas testemunhas, as quais não receberam aplicação de fungicida.

quando considerados diferentes números de aplicações. A severidade final nas parcelas testemunhas, das duas linhagens, foi próxima de 100%, embora o progresso da doença tenha ocorrido, significativamente, mais lentamente

Tabela 1. Genótipos, dosagens e número de aplicações de fungicida (Epoconazole + Piraclostrobina) no ensaio de uso integrado da resistência genética e aplicação de fungicidas para o controle da antracnose do sorgo, safra 2009/2010.

Genótipo	Dose (L/ha)	1ª Aplicação	2ª Aplicação	3ª Aplicação	4ª Aplicação
BR009	0,5	Primeiros sintomas	-	-	-
BR009	0,5	Primeiros sintomas	15 dias depois	-	-
BR009	0,5	Primeiros sintomas	15 dias depois	15 dias depois	-
BR009	0,5	Primeiros sintomas	15 dias depois	15 dias depois	15 dias depois
BR009	0,7	Primeiros sintomas	-	-	-
BR009	0,7	Primeiros sintomas	15 dias depois	-	-
BR009	0,7	Primeiros sintomas	15 dias depois	15 dias depois	-
BR009	0,7	Primeiros sintomas	15 dias depois	15 dias depois	15 dias depois
BR009	0,9	Primeiros sintomas	-	-	-
BR009	0,9	Primeiros sintomas	15 dias depois	-	-
BR009	0,9	Primeiros sintomas	15 dias depois	15 dias depois	-
BR009	0,9	Primeiros sintomas	15 dias depois	15 dias depois	15 dias depois
BR009	Sem aplicação	-	-	-	-
BR008	0,5	Primeiros sintomas	-	-	-
BR008	0,5	Primeiros sintomas	15 dias depois	-	-
BR008	0,5	Primeiros sintomas	15 dias depois	15 dias depois	-
BR008	0,5	Primeiros sintomas	15 dias depois	15 dias depois	15 dias depois
BR008	0,7	Primeiros sintomas	-	-	-
BR008	0,7	Primeiros sintomas	15 dias depois	-	-
BR008	0,7	Primeiros sintomas	15 dias depois	15 dias depois	-
BR008	0,7	Primeiros sintomas	15 dias depois	15 dias depois	15 dias depois
BR008	0,9	Primeiros sintomas	-	-	-
BR008	0,9	Primeiros sintomas	15 dias depois	-	-
BR008	0,9	Primeiros sintomas	15 dias depois	15 dias depois	-
BR008	0,9	Primeiros sintomas	15 dias depois	15 dias depois	15 dias depois
BR008	Sem aplicação	-	-	-	-

Resultados

O fungicida Epoconazole + Piraclostrobina controlou a antracnose de forma eficiente nos dois genótipos. A interação tripla dose, genótipos e número de aplicações não foram significativa para a variável severidade final ($P=0,30$), AACPD ($P=0,58$) e produção ($P=0,89$). O efeito de genótipo e número de aplicações foram significativos para todas as variáveis ($P<0,0001$). Todas as doses utilizadas do produto reduziram, de forma significativa, a severidade da doença quando comparadas ao tratamento testemunha, sem aplicação. Entretanto, comparando-se apenas as doses entre si, não foi verificada diferença significativa entre as linhagens quanto à severidade final da antracnose foliar (Figura 1). Diferenças significativas na severidade final da doença e na AACPD foram observadas, entre as linhagens,

na linhagem moderadamente resistente (MR) (Figura 1 – sem aplicação). Com uma aplicação de fungicida a severidade final da doença na linhagem MR (BR008) foi de, aproximadamente, 53%, uma redução em torno de 55% em relação à testemunha. Na linhagem suscetível (S) (BR009), com uma aplicação, a severidade final foi de 93%, não diferindo, estatisticamente, da testemunha sem aplicação (Figura 2A e Tabela 2). Com duas aplicações, a severidade final da doença na linhagem MR foi de 4,5 %, o que não diferiu dos tratamentos com três e quatro aplicações. Para a linhagem S, o valor da severidade final, com duas aplicações, foi de 38,3%, e de 17,8% com três aplicações, o que não diferiu do tratamento com quatro aplicações. Resultados semelhantes foram obtidos para a AACPD.

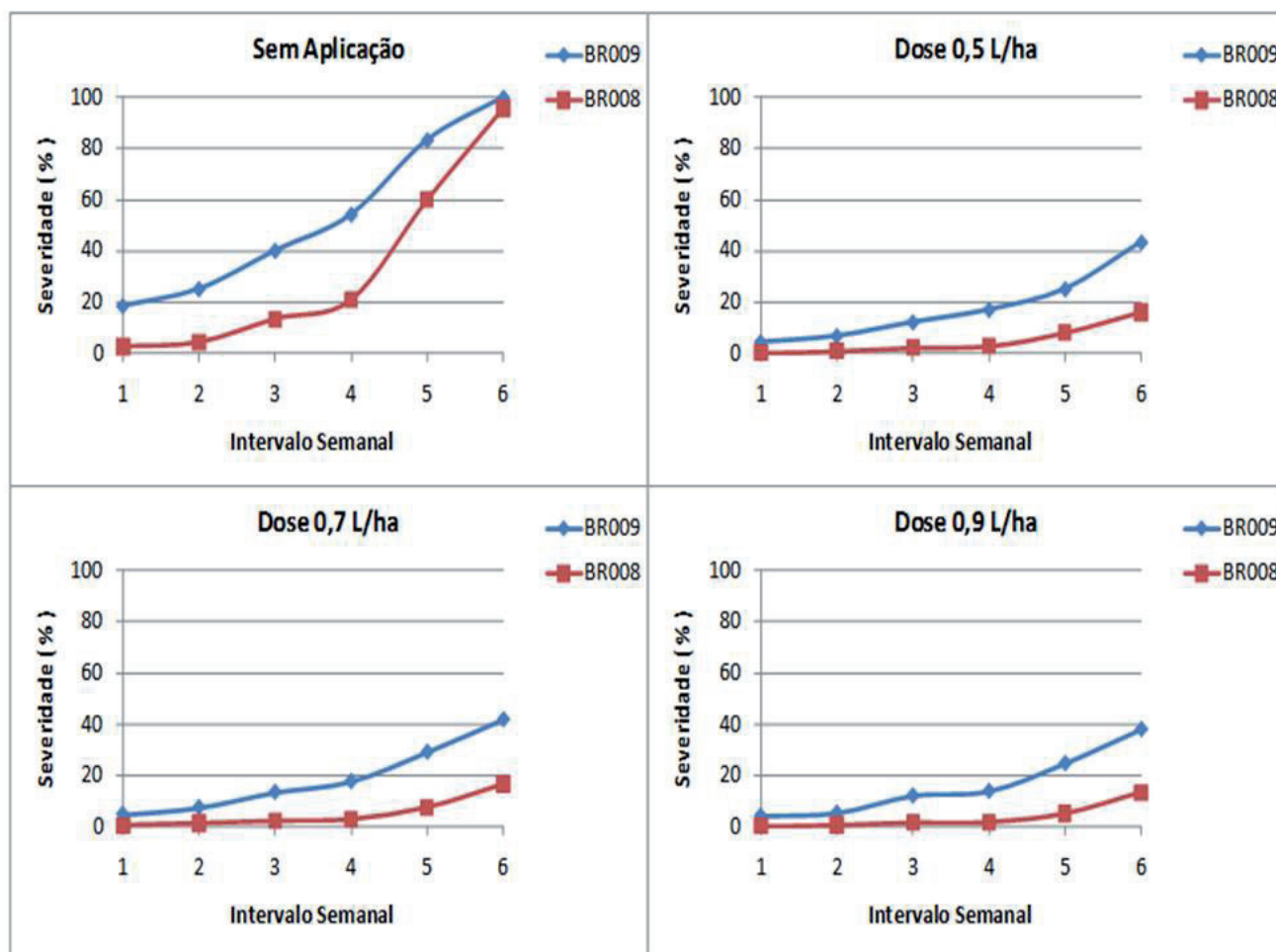


Figura 1. Curvas de progresso da antracnose foliar do sorgo nas linhagens BR009 (altamente suscetível) e BR008 (moderadamente resistente), submetidas à aplicação do produto Epoxiconazole + Piraclostrobina em diferentes doses de aplicação.

Tabela 2. Severidade final (%) e AACPD para antracnose foliar em duas linhagens de sorgo, BR008 (MR) e BR009 (S), submetidas a diferentes números de aplicação do fungicida Epoxiconazole + Piraclostrobina.

Número	Aplicações	Severidade Final (%)		AACPD	
		BR008	BR009	BR008	BR009
0		95,8	100,0	1500,8	2573,3
1		52,8	93,1	605,4	1775,4
2		4,5	38,3	71,9	614,5
3		2,2	17,8	65,0	505,3
4		1,9	14,9	61,0	414,0

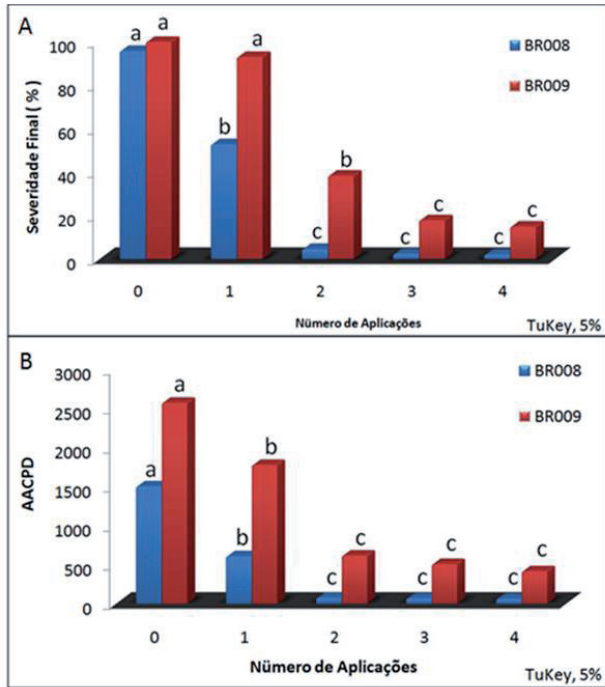


Figura 2. Severidade final (A) e AACPD (B) nas linhagens BR008 (moderadamente resistente) e BR009 (altamente suscetível), submetidas a diferentes números de aplicação do fungicida Epoxiconazole + Piraclostrobina para o controle da antracnose do sorgo.

Houve incrementos de produção quando comparado com a testemunha sem aplicação de fungicida em todos os tratamentos e nas duas cultivares (Figura 3). No entanto, os incrementos de produção foram maiores na cultivar suscetível (BR009). Na cultivar BR008, a mistura Epoxiconazole + Pyraclostrobina resultou em aumento médio de produção de 53,7, 78,5, 90,8 e 88,6% com uma, duas, três ou quatro aplicações, respectivamente, quando comparados com testemunha. Na cultivar BR009, a mistura Epoxiconazole + Pyraclostrobina resultou em aumento médio de 94,6, 223,7, 276,6 e 267,1% com uma, duas, três ou quatro aplicações, respectivamente, na produção quando comparados com testemunha.

Na linhagem moderadamente resistente, duas aplicações foram suficientes para reduzir o nível de doença abaixo de 5% (Tabela 3). Na linhagem suscetível, quatro aplicações não reduziram o nível de doença abaixo de 14%. Duas aplicações de fungicida na linhagem MR resultaram numa eficiência de controle de 95%, enquanto na linhagem S, a maior eficiência de controle, 85%, foi obtida com quatro aplicações (Tabela 4).

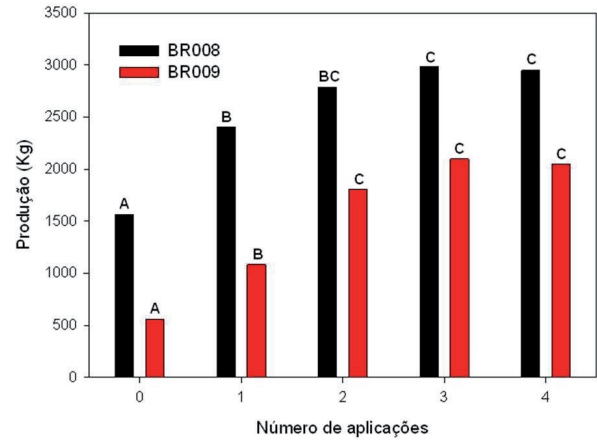


Figura 3. Produção de grãos de sorgo em duas linhagens (BR008 e BR009). As linhagens foram submetidas a 0, 1, 2, 3 ou 4 aplicações de fungicida. Médias, de cada linhagem, seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey (P=0,05).

Esses resultados evidenciam a influência do nível de resistência genética do genótipo na eficiência do controle químico da antracnose foliar do sorgo. A aplicação de fungicidas em cultivares com níveis intermediários de resistência resulta numa maior eficiência de controle quando comparado à aplicação em cultivares suscetíveis, requerendo um menor número de aplicações ou, em alguns casos, menores doses, para se obter níveis similares de eficiência de controle. Neste caso, o controle químico entra no sistema de manejo como uma medida complementar ao nível de resistência apresentado pelo genótipo, resultando num efeito sinérgico dessas medidas de manejo, o que torna o controle mais eficiente e estável. Por outro lado, o nível de resistência presente nos genótipos atua estabilizando a população do patógeno e reduzindo a probabilidade de surgimento de indivíduos resistentes às moléculas fungicidas. O uso de fungicidas, conforme a recomendação atual feita para cultivares suscetíveis, superestima a quantidade necessária de produto para o controle de doenças em cultivares com níveis intermediários de resistência. Desse modo, a utilização integrada dessas medidas de manejo, resulta no uso otimizado e racional de fungicidas, contribuindo para reduzir riscos potenciais à saúde e ao ambiente.

Tabela 3. Severidade final (%) da antracnose foliar nas linhagens de sorgo BR009 (suscetível) e BR008 (moderadamente resistente), submetidas a diferentes doses e número de aplicação do fungicida Epoxiconazole + Piraclostrobina.

Genótipo	Reação	Dose (L/ha)	Severidade final (%)				
			Número de Aplicações				
			0	1	2	3	4
BR009	S	0,5	100,0	98,0	45,0	23,3	18,3
BR009	S	0,7	100,0	95,8	37,5	16,7	16,7
BR009	S	0,9	100,0	95,8	32,5	13,3	9,6
BR008	MR	0,5	95,8	55,8	3,3	2,1	3,1
BR008	MR	0,7	95,8	55,8	3,0	2,9	1,7
BR008	MR	0,9	95,8	46,7	3,3	1,7	1,3

Tabela 4. Eficiência de controle (%) da antracnose foliar em linhagens de sorgo moderadamente resistente (BR008) e suscetível (BR009), submetidas a diferentes números de aplicação.

Número de aplicações	Severidade final			AACPD		
	BR008	BR009	Diferença	BR008	BR009	Diferença
1	45%	7%	38%	60%	31%	29%
2	95%	62%	34%	95%	65%	30%
3	98%	82%	15%	96%	76%	20%
4	98%	85%	13%	96%	80%	16%

Conclusão

O nível de resistência presente nos genótipos influencia diretamente a eficiência do controle químico da antracnose do sorgo. A aplicação de fungicidas em cultivares com níveis intermediários de resistência resulta numa eficiência de controle significativamente superior ao observado em cultivares suscetíveis. Estas duas medidas de controle atuam de forma sinérgica, resultando em maior eficiência de controle quando comparado ao seu uso de forma isolada. Desse modo, é importante, na utilização de fungicidas para o manejo da antracnose, que seja considerado o nível de resistência das cultivares de sorgo, observando-se, principalmente, o número de aplicações necessário para a obtenção de níveis satisfatórios de controle em cada cultivar. Vale ressaltar que não se recomenda a aplicação de fungicidas para o controle de doenças em cultivares resistentes e que não existem, até o momento, fungicidas registrados no Ministério da Agricultura para o controle da antracnose foliar do sorgo.

Referências

- CASELA, C. R.; PINTO, M. F. J. A.; OLIVEIRA, 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. 102-106.
- 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. E. **Controle químico da antracnose do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 117).
- FERREIRA, A. da S.; CASELA, C. R.; PINTO, N. F. J. da A. **Manejo de doenças na cultura do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. 20 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 89).

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

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

NAERSTAD, R.; HERMANSEN, A.; BJOR, T. Exploiting host resistance to reduce the use of fungicides to control potato late blight. **Plant Pathology**, London, v. 56, n. 1, p. 156-166, 2007.

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

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

Circular Técnica, 143

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: sac@cnpms.embrapa.br
1ª edição
1ª impressão (2010): on line

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comitê de Publicações

Presidente: Antônio Carlos de Oliveira.
Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau.
Membros: Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, João Herbert Moreira Viana, Guilherme Ferreira Viana e Rosângela Lacerda de Castro.

Expediente

Supervisão editorial: Adriana Noce.
Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros.
Tratamento das ilustrações: Tânia Mara A. Barbosa.
Editoração eletrônica: Tânia Mara A. Barbosa.