

Capítulo 32

Manejo integrado doenças na cultura do sorgo

*Luciano Viana Cota*¹

Manejo Integrado doenças na cultura do sorgo

A cultura do sorgo é suscetível a várias doenças, muitas das quais podem ser limitantes à sua produção, dependendo das condições ambientais e da suscetibilidade da cultivar. Dependendo também do ano e da região em que o sorgo é cultivado, pode ocorrer o ataque de patógenos causadores de doenças foliares e da panícula, de agentes causais de doenças sistêmicas, além de fungos de solo causadores de podridões radiculares e viroses. Dentre as doenças que afetam a cultura, no Brasil, podem ser citadas como mais importantes as seguintes: antracnose (*Colletotrichum sublineolum*), míldio (*Peronosclerospora sorghi*), helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), ferrugem (*Puccinia purpurea*), ergot ou doença açucarada (*Claviceps africana*) e a podridão seca (*Macrophomina phaseolina*). O míldio é considerado importante não somente pelos danos que causa ao sorgo, mas, também, pelos seus efeitos na cultura do milho.

Dentre os patógenos de maior importância para a cultura no Brasil destaca-se o fungo *Colletotrichum sublineolum*, agente causal da antracnose. A antracnose é considerada a doença mais importante da cultura, 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). A 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%, devido à antracnose foliar, têm sido relatadas em comparação com áreas submetidas à aplicação de fungicida (COSTA et al., 2009). Reduções superiores a 80% na produção de grãos têm sido constatadas em cultivares suscetíveis, em anos e locais favoráveis ao desenvolvimento e disseminação da doença (PANIZZI; FERNANDES, 1997). O controle desta doença é obtido, principalmente, pela utilização de

¹ Pesquisador Fitopatologia; Embrapa Milho e Sorgo; Sete Lagoas, MG; Luciano.cota@embrapa.br.

cultivares resistentes. A variabilidade genética existente no germoplasma de sorgo tem permitido a obtenção de fontes de resistência, que vêm sendo intensamente utilizadas em programas de melhoramento para a obtenção de híbridos resistentes. Informações da literatura, bem como trabalhos realizados pela Embrapa Milho e Sorgo, indicaram que *Colletotrichum sublineolum* é um patógeno de alta variabilidade patogênica, um aspecto que limita grandemente a utilização da resistência como estratégia para o manejo desta doença (CHALA et al., 2011; MOORE et al., 2008; CASELA; FREDERIKSEN, 1994). Diante desta variabilidade, várias alternativas têm sido avaliadas para a obtenção de resistência durável a este patógeno. Uma destas tem sido a seleção de genótipos com resistência dilatória, caracterizada pela maior capacidade de determinados genótipos em limitar o progresso da doença (CASELA et al., 1993). Esta resistência, entretanto, tem apresentado certa instabilidade em função da variabilidade populacional do patógeno, havendo indicação de que pelo menos parte dela é do tipo vertical incompleta (CASELA et al., 2001; GUIMARÃES et al., 1998a). Em função disto, outras alternativas como o uso de mistura de genótipos (GUIMARÃES et al., 1998b), rotação de cultivares (COSTA et al., 2010) e pirâmides de genes (CASELA et al., 1998) têm sido avaliadas na busca de resistência durável a este patógeno. No Brasil, a quebra de resistência devido ao surgimento de novas raças do patógeno tem sido observada em vários cultivares: Tx378 (FERREIRA; CASELA, 1986), SC326-6 e SC283 (CASELA; FERREIRA, 1987), SC748-5 (CASELA et al., 1994).

O uso de fungicidas era uma prática incomum neste patossistema até o final da década de 1990. No entanto, tem se tornado freqüente nas principais áreas produtoras de sorgo da região Centro-Oeste do Brasil (COSTA et al., 2009). Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo têm avaliado a eficiência e a viabilidade técnica de uso de fungicidas na cultura do sorgo. Costa et al. (2009) avaliaram a eficiência de vários fungicidas no controle da antracnose foliar, em diferentes doses e número de aplicações. Todos os produtos avaliados apresentaram eficiência no controle da doença, com destaque para a mistura de Epoxiconazole + Piraclostrobina, a qual resultou em maior eficiência de controle e maior incremento na produção. Na safra 2009/2010, foi avaliada a possibilidade da utilização integrada das duas estratégias de manejo da antracnose: o uso de cultivares resistentes e do controle químico (COSTA et al., 2010). Os autores evidenciaram a influência do nível de resistência genética do genótipo na eficiência do controle químico da antracnose foliar. 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. O fungicida entrou 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.

Considerando a inexistência de informação de pesquisa sobre a eficiência do controle químico, pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo têm avaliado a eficiência de fungicidas para o controle da antracnose. Na safra 2008/2009, foi avaliada a eficiência de quatro formulações comerciais: tebuconazole + trifloxistrobina (0,75 e 0,5 L ha⁻¹); epoxiconazole + pyraclostrobin (0,75 e 0,5 L ha⁻¹); ciproconazole + azoxistrobin (0,3 e 0,15 L ha⁻¹); e propiconazole + trifloxistrobina (0,8 e 0,4 L ha⁻¹), comparados com uma testemunha sem aplicação. Os fungicidas foram avaliados em uma, duas e três aplicações

realizadas aos 45, 60 e 75 dias após a emergência, respectivamente. Todas as formulações avaliadas apresentaram eficiência em reduzir a severidade da doença quando comparadas à testemunha, resultando em incremento de produtividade. No entanto, a maior eficiência foi obtida com a aplicação de epoxiconazole + pyraclostrobina, seguido de ciproconazole + azoxistrobina, os quais resultaram menores valores de área abaixo da curva de progresso da doença e maiores incrementos de produtividade quando comparados aos demais tratamentos. Duas e três aplicações resultaram melhores níveis de controle da doença, tanto na maior dose quanto na dose menor. A mistura epoxiconazole + pyraclostrobina na dose de 0,75 L ha⁻¹ em uma, duas e três aplicações resultou em aumento médio de 56, 87 e 101% na produtividade de grãos, respectivamente, quando comparados à testemunha. Na dose de 0,5 L ha⁻¹, o aumento médio na produtividade de grãos foi de 48, 74 e 85% com uma, duas ou três aplicações, respectivamente.

Em experimentos conduzidos na safra 2010/2011, o fungicida epoxiconazole + piraclostrobina foi eficiente em reduzir a intensidade da antracnose foliar no híbrido suscetível BR304. Com duas aplicações a eficiência de controle foi maior com a maior dose utilizada, 0,9 L ha⁻¹. Com três ou quatro aplicações a eficiência de controle foi alta, independente da dose utilizada. Para o híbrido BRS310 (moderadamente resistente), a eficiência de controle foi alta para todos os números de aplicações e doses testadas. Os valores de AACPD e severidade final foram maiores para os tratamentos sem aplicação de fungicidas para ambos os cultivares, exceto para o BRS304 com uma aplicação. O aumento no número de aplicações para três ou quatro aplicações não resultou em aumento da eficiência de controle da antracnose. Todas as doses utilizadas reduziram, de forma significativa, a severidade final e AACPD da doença quando comparadas ao tratamento testemunha, sem aplicação. O aumento da dose aplicada resultou em aumento da eficiência de controle apenas no híbrido mais suscetível BRS304. Houve incrementos significativos da produção de grãos, quando comparado com a testemunha sem aplicação de fungicida, em todos os tratamentos e nos dois híbridos. No entanto, os incrementos de produção foram maiores no híbrido mais suscetível (BR304). No híbrido BR304, a mistura Epoxiconazole + Piraclostrobina resultou em aumento médio de produção de 40, 52, 63 e 60% com uma, duas, três ou quatro aplicações, respectivamente, quando comparados com testemunha. No híbrido mais resistente BRS310, o controle químico resultou em aumento médio de 16, 18, 18 e 17% com uma, duas, três ou quatro aplicações, respectivamente, na produção quando comparados com a testemunha.

Considerando a eficiência de controle alcançada com duas aplicações de fungicida no primeiro experimento foi delineado o segundo experimento com o objetivo de avaliar o efeito da época de aplicação do produto em híbridos diferindo na resistência a antracnose. Avaliou-se também a eficiência da aplicação tardia para o manejo da doença. Em híbridos com alta suscetibilidade, como BR304, uma aplicação realizada aos 45 ou 65 DAE não foi eficiente em reduzir a severidade da antracnose foliar. Em híbridos com nível moderado de resistência, uma aplicação realizada aos 45 ou 65 DAE foi eficiente em reduzir a intensidade foliar da doença. Duas aplicações, uma aos 45 e outra aos 65 DAE, foi eficiente em reduzir a severidade da antracnose, independente do nível de resistência presente nos híbridos. Nos híbridos com bons níveis de resistência, como o BRS308 e AG1060, a severidade da antracnose foi baixa em todos os tratamentos (menos de 14%), inclusive na testemunha sem aplicação. A redução na perda foi maior nos híbridos com nível alto e nível moderado de suscetibilidade a antracnose pra todos os tratamentos com aplicação de fungicidas. Nos

híbridos com alta resistência a antracnose, BRS308 e AG1060, a aplicação de fungicida não resultou em incremento de produção em relação à testemunha sem aplicação. O ganho médio de produção em relação à testemunha sem aplicação para os híbridos BR304, MR43, BRS310 e DKB599 foi de 33, 18, 28 e 31%, respectivamente.

A época de aplicação (45 ou 65 DAE) teve pouco efeito na eficiência de controle da antracnose. Os ganhos produtivos com as aplicações realizadas aos 45 ou 65 DAE foram praticamente os mesmos. Estes resultados podem ser explicados pelo fato de aos 45 DAE já ser possível observar sintomas da doença no campo. Neste caso, a aplicação mais cedo reduziu o início da epidemia e as aplicações mais tardias tiveram efeito mais importante na taxa de progresso da doença por reduzir os ciclos secundários do patógeno. Quando foram realizadas duas aplicações, uma aos 45 e a segunda aos 65 DAE, houve redução significativa na severidade final da antracnose, principalmente nos híbridos mais suscetíveis. No entanto, não houve incremento da produção quando comparado com uma aplicação. Estes resultados indicam que para a cultura do sorgo, dependendo das condições ambientais e pressão de doença uma aplicação de fungicida aos 45 ou 65 DAE é suficiente para garantir o potencial produtivo do híbrido. A decisão da aplicação mais cedo ou mais tarde vai depender da ocorrência de outras doenças. Por exemplo, em cultivares suscetíveis a helmintosporiose a aplicação deverá ser realizada mais cedo (COTA et al., 2010).

A resistência genética é considerada a mais efetiva estratégia para controle da antracnose foliar em sorgo, no entanto, o seu uso é dificultado pela alta variabilidade genética encontrada na população do patógeno (CASELA et al., 1996; COSTA et al., 2009; CHALA et al., 2011; COSTA et al., 2011; PROM et al., 2012; UPADHYAYA et al., 2013). Este fato tem intensificado esforços para a obtenção de genótipos de sorgo com resistência mais estável a *C. sublineolum*. Todavia, a durabilidade da resistência não é somente uma questão de gene, mas também práticas de manejo da cultura, onde o uso de genótipos resistentes é parte essencial (CASELA; GUIMARÃES, 2005). Várias estratégias usadas para aumentar e manter a durabilidade da resistência de plantas a patógenos resultam também na redução de uso de fungicidas e consequentemente reduz os custos de produção (ADUGNA, 2004).

Resistência genética baseada em estratégias disponíveis para manejo de doenças de plantas inclui: mistura de cultivares ou variedades multilinhas, rotação de genótipos, piramidação de genes e rotação de genes (WOLFE, 1985; PEDERSEN; LEATH, 1988; NGUGI et al., 2001; CASELA; GUIMARÃES, 2005; COSTA et al., 2012). O uso da resistência vertical exige um acompanhamento contínuo sobre a resistência das plantas e da estrutura da virulência das populações do patógeno (CRILL et al., 1982). No Brasil, a suplantação da resistência à antracnose no sorgo BR 304 está provavelmente associada à expansão da área plantada e seu uso por empresas de sementes durante um longo período. Este fato indica a necessidade de um monitoramento contínuo de populações do patógeno local (CASELA et al., 1997, 2001; SILVA et al., 2008).

A rotação de genes consiste no uso de genótipos alternativos de uma determinada espécie previamente avaliados na mesma área de plantio. Esta estratégia baseia-se no conceito de que as raças locais de agentes patogênicos são o resultado das pressões exercidas pela seleção dos genes de resistência de cultivares continuamente plantadas na mesma área de cultivo (CRILL, 1977; CRILL et al., 1982).

O uso da rotação de genes oferece muitas vantagens, tais como a vulnerabilidade da cultura reduzida; controle sobre o desenvolvimento de raças patogênicas através de seleções

direcionais e de estabilização; a melhoria da eficiência do manejo da resistência vertical; e a conservação dos escassos recursos genéticos, uma vez que os genes envolvidos na resistência vertical podem ser usados repetidamente (CRILL; KHUSH, 1979). média de 2,048 milhões de toneladas anuais, equivalentes a 3,13% do total de rações produzidas no período. O milho representou 58 % deste total.

Como as rações aviárias representam mais de 50% das rações produzidas, também a participação atual do sorgo no universo das rações alcança à cifra de 50% destinada as aviárias. Esta preferência tem razões de natureza tecnológica e econômica que procuraremos demonstrar.

REFERÊNCIAS

ADUGNA, A. Alternate approaches in deploying genes for disease resistance in crop plants. **Asian Journal of Plant Sciences**, v. 3, p. 618-623, 2004.

BUIATE, E. A. S.; SOUZA, E. A. de; VAILLANCOURT, L.; RESENDE, I.; KLINK, U. P. Evaluation of resistance in sorghum genotypes to the causal agent of anthracnose. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 10, n. 2, p.166-172, 2010.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. Proposta de um sistema de classificação de raças de *Colletotrichum graminicola* agente causal da antracnose em sorgo (*Sorghum bicolor*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 4, p. 337-344, 1987.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; FREDERIKSEN, R. A. Evidence for dilatory resistance to anthracnose in sorghum. **Plant Disease**, St. Paul, v. 77, p. 908- 911, 1993.

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, n. 2, p. 143-146, 1998.

CASELA, C. R.; FREDERIKSEN, R. A. Pathogenic variability in monoconidial isolates of the sorghum anthracnose fungus *Colletotrichum graminicola* from single lesions and from monoconidial cultures. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 149-153, 1994.

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.

CASELA, C. R.; SANTOS, F. G.; FERREIRA, A. S. Reaction of sorghum genotypes to the anthracnose fungus *Colletotrichum sublineolum*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 197-200, 2001a.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; BRANÇÃO, N. Variabilidade e estrutura de virulência em *Colletotrichum graminicola*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 357-361, 1996.

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, p. 217-219, 2001.

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.; OLIVEIRA, E.; FERREIRA, A. S. Sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench): controle de doenças. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 1997. p. 1025-1064.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; BRANÇÃO, N. Variabilidade e estrutura de virulência em *Colletotrichum sublineolum* em sorgo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 357-361, 1996.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; ZELLER, K. A.; LEVY, M. Pathotype variation in the sorghum anthracnose fungus: a phylogenetic perspective for resistance breeding. In: LESLIE, J. F.; FREDERIKSEN, R. A. (Ed.). **Disease analysis through genetics and biotechnology**. Ames: Iowa State University Press, 1995. p. 257-276.

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.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, primeiro levantamento, outubro 2011**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 13 out. 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento **Preços da agropecuária: mandioca e milho**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 13 out. 2011.

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.; 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.; 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).

COSTA, R. V.; COTA, L. V.; SILVA, D. D.; PARREIRA, D. F. **Uso integrado da resistência genética e aplicação de fungicidas para o manejo da antracnose do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 143).

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.; 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.; PARREIRA, D. F. **Recomendação para o controle químico da helmintosporiose do sorgo (*Exserohilum turcicum*)**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 149).

CRILL, P. An assessment of stabilizing selection in crop variety development. **Annual Review of Phytopathology**, v. 15, p. 185-202, 1977.

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).

CRILL, P.; NUQUE, F. L.; ESTRADA, B. A.; BANDONG, J. M. The role of varietal resistance in disease management. In: EVOLUTION of the gene rotation concept for rice blast control: a compilation of 10 researches papers. Manila: International Rice Research Institute, Manila, 1982. p. 103-121.

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).

FERREIRA, A. S.; CASELA, C. R. Raças patogênicas de *C. graminicola*, agente causal da antracnose em sorgo (*Sorghum bicolor*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 11, p. 83-87, 1986.

GUIMARÃES, F. B.; CASELA, C. R.; VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L.; SANTOS, F. G. Resistência dilatória de genótipos de sorgo a diferentes raças de *Colletotrichum graminicola*. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 24, p. 136-140, 1998a.

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**, Piracicaba, v. 24, p. 131-135, 1998b.

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**, Piracicaba, v. 25, n. 4, p. 308-312, 1999.

MEHTA, P. J.; WILTSE, C. C.; ROONEY, W. L.; COLLINS, S. D.; FREDERIKSEN, R. A.; HESS, D. E.; CHISI, M.; TEBEEST, D. O. Classification and inheritance of genetic resistance to anthracnose in sorghum. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 93, n. 1, p. 1-9, 2005.

MOORE, J. W.; DITMORE, M.; TEBEEST, D. O. Development of anthracnose on grain sorghum hybrids inoculated with recently described pathotypes of *Colletotrichum sublineolum* found in Arkansas. **Plant Disease**, St. Paul, v. 94, n. 5, p. 589-595, 2010.

MOORE, J. W.; DITMORE, M.; TEBEEST, D. O. Pathotypes of *Colletotrichum sublineolum* in Arkansas. **Plant Disease**, St. Paul, v. 92, n. 10, p. 1415-1420, 2008.

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.

NGUGI, H. K.; KING, S. B.; HOLT, J.; JULIAN, A. M. Simultaneous temporal progress of sorghum anthracnose and leaf blight in crop mixtures with disparate patterns. **Phytopathology**, St. Paul, v. 91, p. 720-729, 2001.

PANIZZI, R. C.; FERNANDES, N. G. Doenças do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). In: CAMARGO, E. A.; REZENDE, J. A. M. (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2, p. 676-689.

PEDERSEN, W. L.; LEATH, S. Pyramiding major genes for resistance to maintain residual effects. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 26, p. 369-378, 1988.

PEREIRA, I. S.; SILVA, D. D. da; CASELA, C. R.; TARDIN, F. D.; ABREU, M. S. de. Resistance of parent lines and simple hybrids of sorghum to anthracnose fungus *Colletotrichum sublineolum*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 46-51, 2011.

PERUMAL, R.; MENZ, M. A.; MEHTA, P. J.; KATILE, S.; GUTIERREZ-ROJAS, L. A.; KLEIN, R. R.; KLEIN, P. E.; PROM, L. K.; SCHLUETER, J. A.; ROONEY, W. L.; MAGILL, C. W. Molecular mapping of Cg1, a gene for resistance to anthracnose (*Colletotrichum sublineolum*) in sorghum. **Euphytica**, Wageningen, v. 165, n. 3, p. 597-606, 2009.

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 anthracnose resistance. **Crop Protection**, Surrey, v. 30, n. 5, p. 566-571, 2011

PROM, L. K.; PERUMAL, R.; ERATTAIMUTHU, S. R.; LITTLE, C. R.; NO, E. G.; ERPELDING, J. E.; ROONEY, W. L.; ODVODY, G. N.; MAGILL, C. W. Genetic diversity and pathotype determination of *Colletotrichum sublineolum* isolates causing anthracnose in sorghum. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 133, p. 671-685, 2012.

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

UPADHYAYA, H. D.; WANG, Y. H.; SHARMA, R.; SHARMA, S. Identification of genetic markers linked to anthracnose resistance in sorghum using association analysis. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 126, p. 1649-1657, 2013.

WHARTON, P. S.; JULIAN, A. M. A cytological study of compatible and incompatible interactions between *Sorghum bicolor* and *Colletotrichum sublineolum*. **New Phytologist**, Oxford, v. 134, p. 25-34, 1996.

WOLFE, M. S. The current status and prospects of multiline and variety mixtures for disease resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 23, p. 251-273, 1985