

196

Circular
TécnicaSete Lagoas, MG
Dezembro, 2013**Autores**

Rodrigo Veras da Costa
Engenheiro Agrônomo,
D.Sc. em Fitopatologia,
Pesquisador da Embrapa
Milho e Sorgo, Sete Lagoas,
MG,
rodrigo.veras@embrapa.br

Dagma Dionísia da Silva
Engenheira Agrônoma,
D.Sc. em Fitopatologia,
Pesquisadora da Embrapa
Milho e Sorgo, Sete Lagoas,
MG, dagma.silva@embrapa.br

Luciano Viana Cota
Engenheiro Agrônomo,
D.Sc. em Fitopatologia,
Pesquisador da Embrapa
Milho e Sorgo, Sete Lagoas,
MG,
luciano.cota@embrapa.br

Antracnose Foliar do Sorgo

A antracnose do sorgo foi descrita pela primeira vez em Togo, Oeste da África, em 1902. Posteriormente, foi detectada no Texas, Estados Unidos da América (EUA), no ano de 1912. Atualmente a doença encontra-se presente em, praticamente, todas as regiões produtoras de sorgo no mundo, incluindo a África, a Ásia e as Américas, e é considerada a mais importante doença da cultura do sorgo. Ela é economicamente mais importante em condições climáticas quentes e úmidas, incluindo o trópico semiárido, o trópico úmido e as regiões de clima temperado com temperaturas elevadas no verão.

Perdas na produção de grãos têm sido relatadas em diversos locais onde o sorgo é cultivado, como nos EUA, cujas perdas foram superiores a 50% em cultivares suscetíveis. Em Porto Rico, as perdas foram superiores a 70%; na Índia, perdas de até 16,4%; na Nigéria, perdas em torno de 45%; e no Oeste da África, perdas acima de 50%. Atualmente, a antracnose é considerada uma das doenças mais destrutivas do sorgo nas principais regiões produtoras do mundo. A doença pode desenvolver-se em qualquer época ao longo do ciclo da cultura e o patógeno pode atacar todas as partes aéreas das plantas, causando queima foliar, podridão do colmo, queima da panícula e de grãos. Entretanto, a antracnose foliar é a forma mais comum e severa da doença e pode reduzir a produção de grãos e forragem em mais de 50%, em cultivares suscetíveis, durante severas epidemias. As infecções foliares durante a fase de formação de grãos e infecção nas flores contribuem para maior redução na produção e no peso de grãos.

No Brasil, a antracnose do sorgo foi relatada pela primeira vez no Estado de São Paulo, em 1934, e hoje está presente em todas as áreas produtoras, constituindo o principal problema fitossanitário da cultura, por ocasionar severas perdas na produção de grãos e de forragem. Reduções superiores a 80% na produção de grãos foram constatadas em cultivares suscetíveis, em anos e regiões do Brasil cujas condições são favoráveis ao desenvolvimento e disseminação da doença.

Sintomatologia

A fase foliar da antracnose é mais prevalente a partir do desenvolvimento da panícula, podendo, entretanto, ocorrer em qualquer estágio de desenvolvimento da planta. Nesta fase, os sintomas iniciais são caracterizados por pequenas lesões elípticas a circulares, com diâmetro em torno de 5 mm (Figura 1). Com a evolução das lesões, elas passam a apresentar centros necróticos de coloração palha, com margens avermelhadas, alaranjadas ou castanhas, variando em função da pigmentação da cultivar. No centro das lesões, há formação,

em quantidade variável, de acérvulos, a frutificação típica do patógeno, que constituem a principal forma de identificação da doença em condições de campo (Figura 2). A coalescência é observada principalmente sob condições de alta umidade, quando grande parte do limbo foliar apresenta-se tomado por lesões, no centro das quais há formação de grande quantidade de acérvulos (Figura 3). Sob condições de ambiente favoráveis ao desenvolvimento da doença e em cultivares suscetíveis ocorre a seca precoce das plantas (Figura 4).

A infecção na nervura central da folha ocorre de maneira independente da infecção foliar. Nesse caso, os sintomas são caracterizados por lesões elípticas a alongadas, de coloração avermelhada, púrpura ou escura, nas quais podem ser observados os acérvulos do patógeno (Figura 5).

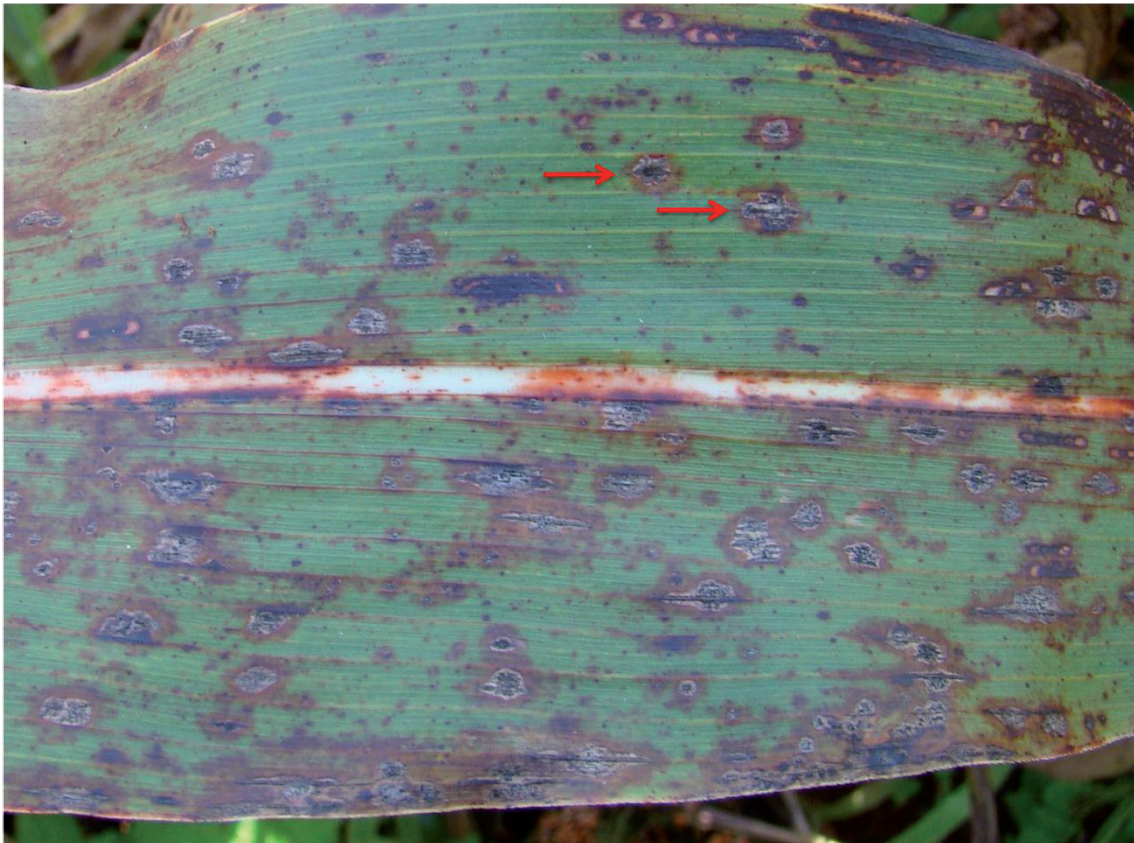


Figura 1. Sintomas iniciais da antracnose foliar do sorgo. Setas apontam detalhes das lesões individuais.

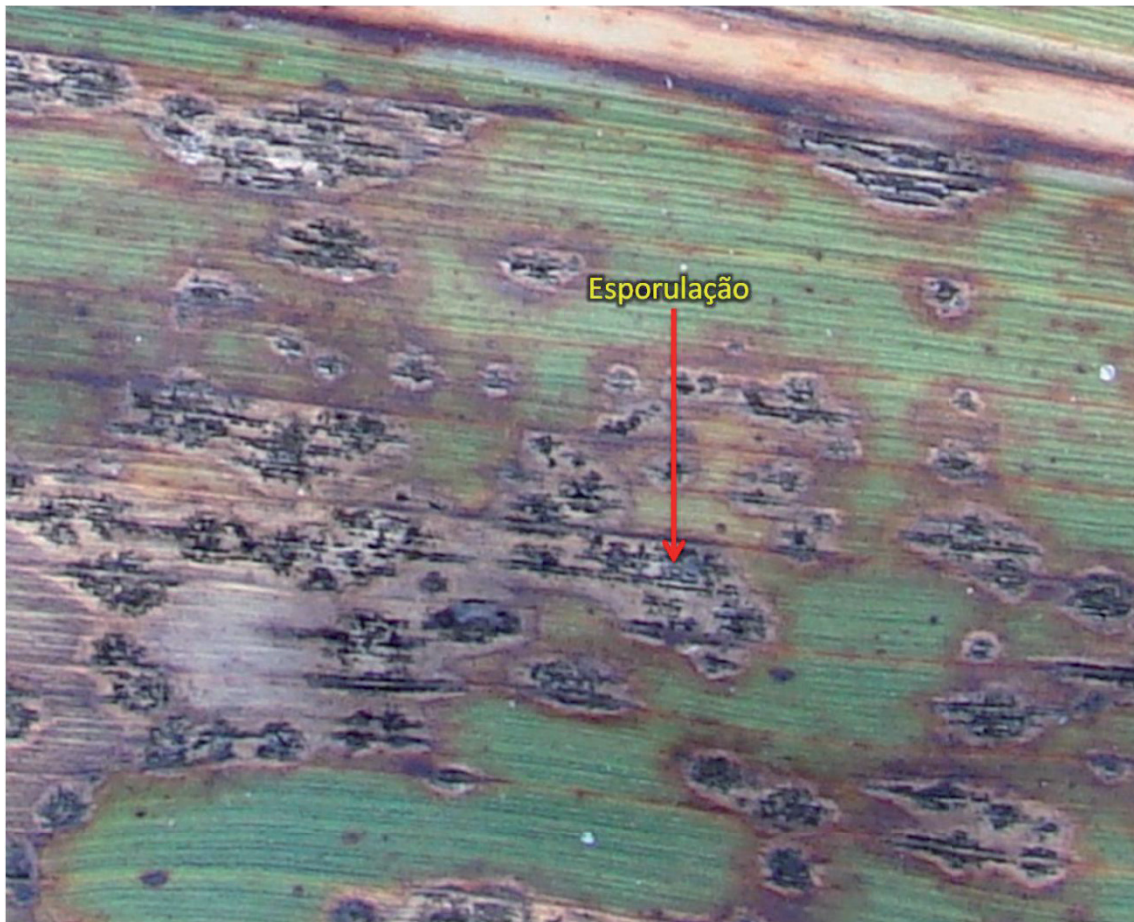


Figura 2. Esporulação do fungo *C. sublineolum* em lesões foliares da antracnose do sorgo.



Figura 3. Coalescência de lesões foliares da antracnose do sorgo.



Figura 4. Sintoma de seca precoce em plantas de sorgo por causa da elevada severidade da antracnose foliar.



Figura 5. Detalhe dos sintomas da antracnose na nervura central de folhas de sorgo. (Foto: Flávio Dessaune Tardin)

Etiologia

A antracnose do sorgo é causada pelo fungo *Colletotrichum sublineolum* P. Henn., Kabat e Bulbak, correspondente a forma teleomórfica *Glomerella graminicola* Politis. A espécie *C. sublineolum* pertence à ordem Melanconiales, que inclui fungos assexuados que produzem os esporos (conídios) em estruturas reprodutivas (conidiomas) denominadas acérvulos.

Colletotrichum sublineolum foi descrito pela primeira vez em plantas de milho (*Zea mays* L.), na Itália, por Cesati em 1852, com o nome de *Dicladium graminicolum* Ces. Posteriormente o fungo foi constatado nos Estados Unidos no ano de 1855, e descrito sob o nome de *Psilonia apalospora* Berk & Curt. Wilson (1914) incluiu 11 espécies que apresentavam conídios falciformes à sinonímia *C. graminicola*. Outras espécies, como *C. cereale* Manns e *C. lineola* Corda, foram incluídas nesse amplo conceito de *C. graminicola*, com exceção da espécie *Colletotrichum falcatum* Went, agente causal da podridão-vermelha-da-cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.).

Vários trabalhos foram realizados comparando *C. falcatum* e *C. graminicola*. Abbott (1938) efetuou testes de inoculação cruzada com as duas espécies e verificou que inoculações em cana-de-açúcar com isolados de *C. graminicola* do milho não induziram a reprodução dos sintomas típicos da podridão-vermelha e vice-versa. Sutton (1968) comparou aspectos qualitativos e quantitativos da produção de apressórios por isolados monoconidiais destes fungos, e concluiu que havia diferenças entre elas, e, baseado na diferença estrutural de apressórios produzidos por isolados de *C. graminicola* oriundos de milho e sorgo, *in vitro*, considerou-os como espécies distintas. O citado autor considerou ainda os isolados de milho como pertencentes à espécie *C. graminicola*, tendo sido proposta a denominação *C. sublineolum* P. Henn., Kabat & Bubak para os isolados oriundos de sorgo.

Trabalhos envolvendo isolados de *Colletotrichum spp.* provenientes de milho e sorgo têm demonstrado uma estreita especificidade de hospedeiro, indicando que os isolados de *Colletotrichum spp.* que atacam o milho e o sorgo são distintos, podendo ser considerados como *formae speciales* ou espécies diferentes. Mais recentemente, foram comparadas as sequências de nucleotídeos de rDNA da região ITS-2 de isolados de *Colletotrichum spp.* provenientes de milho e sorgo. Foi observado que dentro dos isolados de milho e sorgo as sequências foram altamente homólogas (98 - 100%), enquanto que entre esses grupos de isolados a homologia de sequência foi de 92%. Esses resultados indicaram que os isolados de milho representam uma espécie distinta daquela dos isolados de sorgo, confirmando estudos morfológicos e genéticos anteriores. Apesar dos vários estudos citados confirmarem a distinção entre as duas espécies, a denominação *C. sublineolum* não foi amplamente aceita até o final da década de 1990, e raramente foi utilizada para designar isolados de *Colletotrichum spp.* oriundos de sorgo. A partir do ano 2000, entretanto, a denominação *C. sublineolum* passou a ser utilizado em publicações internacionais e, atualmente, tem sido amplamente adotada pela comunidade científica. Apesar das evidências de que *C. graminicola* e *C. sublineolum* constituem espécies distintas, estudos mais recentes têm demonstrado a habilidade de *C. sublineolum* infectar tecidos intactos do colmo de plantas de milho, embora infecções nas folhas dessas plantas não tenham sido observadas.

O fungo *C. sublineolum* apresenta micélio septado, ramificado, hialino e granular. Culturas desenvolvidas em meio de aveia-ágar produzem grande quantidade de conídios, em resposta à luz contínua, a uma temperatura em torno de 25 °C. Os acérvulos, estruturas de frutificação do patógeno, apresentam coloração marrom escura, formato circular

ou oval, medem de 70 a 300 μm e são caracterizados pela presença de setas negras e pela grande quantidade de conídios produzidos em massa, de coloração rosa a creme, tanto em meio de cultura como em tecido do hospedeiro. Os conidióforos são curtos, eretos, hialinos, não septados e não ramificados, medindo de 1,6–3,3 x 4,9–13,3 μm . As setas são longas e septadas, com comprimento de cerca de 100 μm e são formadas entre os conidióforos. Os conídios são produzidos isoladamente na extremidade dos conidióforos entre as setas e em massas imersas em um substrato gelatinoso; medem entre 4,9-5,2 x 26,1-30,8 μm , são hialinos, unicelulares e falciformes (Figura 6). A germinação pode ocorrer em qualquer área do conídio.

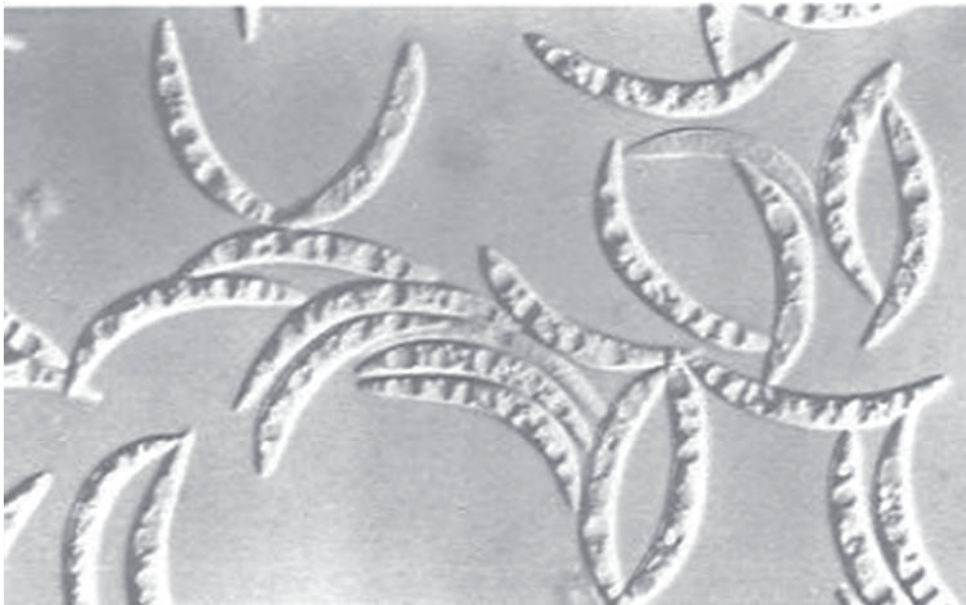


Figura 6. Conídios falciformes de *Colletotrichum sublineolum*.
(Foto: H. L. Warren)

Ciclo da Doença e Epidemiologia

Sobrevivência

O fungo *C. sublineolum* pode sobreviver por até 18 meses na ausência do hospedeiro, como micélio e conídios em restos culturais na superfície do solo, mas não sobrevive quando os restos culturais são incorporados ao solo. O fungo pode também sobreviver em espécies selvagens de sorgo, como *S. halepense* (L.)

Persoon, *S. verticilliflorum* (Steud.) Stapf., *S. arundinaceum* (Desv.) Stapf., e ainda como micélio e conídios em sementes infectadas (Figura 7). Nos acérvulos há produção de uma mucilagem que protege os conídios da dessecação e da ação de compostos fenólicos produzidos pela planta, os quais impedem a sua germinação.

Abundante produção de microesclerócios pode ser observada em colmos secos de cultivares suscetíveis, ao final do ciclo da cultura (Figura 8). Estas estruturas desempenham um importante papel como fonte primária de inóculo. Os microesclerócios são esporogênicos sendo a sua sobrevivência maior em restos culturais mantidos na superfície do

solo. A mais rápida degradação dos restos culturais abaixo da superfície do solo contribui para a colonização dos microesclerócios por microorganismos presentes na microflora do solo.

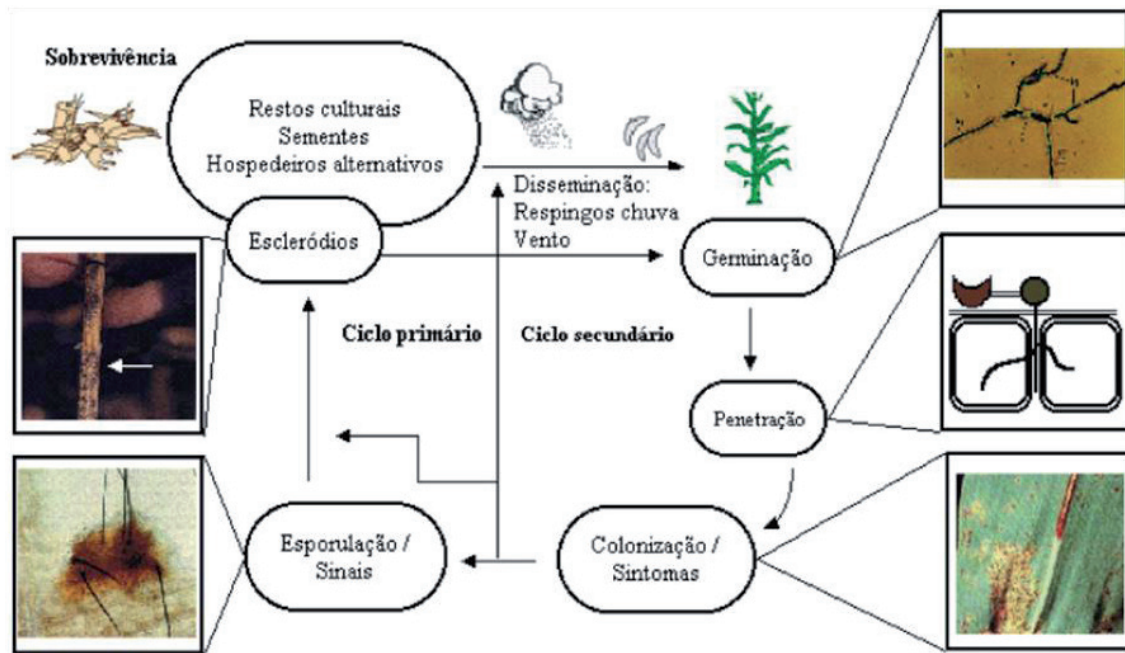


Figura 7. Ciclo da antracnose do sorgo.



Figura 8. Microescleródios de *Colletotrichum sublineolum* em colmo de sorgo.

Disseminação

A disseminação de conídios de *C. graminicola* ocorre principalmente através de respingos de chuva, e, em menor proporção, através do vento. Em condições de campo, a dispersão dos conídios em respingos de água no sentido vertical pode atingir distâncias até de 75 cm da fonte de inóculo, enquanto a dispersão lateral pode atingir até 1 m. A disseminação de *C. graminicola* a longa distância se dá principalmente através de sementes contaminadas.

Ambiente e Desenvolvimento de Doença

As epidemias da antracnose do sorgo são favorecidas por condições de alta precipitação e umidade relativa, temperaturas moderadas e grande quantidade de inóculo. O máximo desenvolvimento da doença ocorre em temperaturas em torno de 25 °C, enquanto temperaturas abaixo de 15 °C e acima de 30 °C restringem seu desenvolvimento. Um período mínimo de 24 h de molhamento foliar é necessário para o desenvolvimento da doença, cuja severidade aumenta com o aumento do período de molhamento foliar.

Patogênese

Logo após a deposição na superfície das folhas, os conídios de *C. sublineolum*, em contacto com um filme de água na superfície da folha, iniciam o processo de germinação. A maioria dos esporos germina dentro de um período de 9 h. O tubo germinativo sofre uma complexa diferenciação na sua extremidade livre, formando um apressório globoso, próximo ao conídio, normalmente na junção entre células epidérmicas. A partir da fixação do apressório na superfície da folha, há formação da hifa infetiva, a qual emerge a partir do poro do apressório e penetra diretamente a cutícula e a parede celular do hospedeiro. A penetração por meio de tubo germinativo não diferenciado, ou seja, sem formação de apressório, ou através dos estômatos não foi observada. Dentro da parede celular, a hifa infetiva

aumenta de volume e desenvolve uma vesícula de infecção globosa.

Três mecanismos têm sido propostos para explicar a penetração através da cutícula: a) força mecânica; b) secreção de enzimas degradadoras da cutícula e parede celular; e c) uma combinação dos processos anteriores. Existem evidências de que o apressório de *C. sublineolum* exerce força mecânica suficiente para penetrar através da cutícula e parede celular da planta. Há indicações, também, da presença de enzimas de hidrólise de quitina durante os eventos de penetração.

Após a penetração dos tecidos da folha, *C. sublineolum* apresenta dois estádios de infecção: uma fase inicial biotrófica e uma fase secundária necrotrófica. Na fase biotrófica, a qual tem uma duração de aproximadamente 24 h, as membranas das células infectadas invaginam-se em torno das vesículas de infecção, não havendo qualquer alteração estrutural no citoplasma. Após a infecção de várias células do hospedeiro, as hifas crescem intracelularmente, degenerando as células infetadas e dando origem à fase necrotrófica de infecção, quando hifas secundárias, de diâmetro variável são formadas. Nesta fase são observados os sintomas típicos da doença. Durante a colonização dos tecidos do hospedeiro, a cutícula é rompida mecanicamente, permitindo a exteriorização dos conidióforos, conídios e setas, caracterizando a esporulação do patógeno. Esse tipo de infecção caracteriza o fungo *C. sublineolum* como parasita hemibiotrófico.

Variabilidade em *Colletotrichum sublineolum*

C. sublineolum é um organismo que apresenta alta variabilidade genética, com relação à virulência. A primeira indicação de ocorrência de raças fisiológicas desse organismo foi feita por Harris e Johnson (1967), nos Estados Unidos. Esses autores constataram variações nas reações de algumas cultivares de sorgo,

as quais foram atribuídas a alterações na população do patógeno. Posteriormente, variações na reação de genótipos de sorgo, observadas em avaliações realizadas no Ensaio Internacional de Virulência de Antracnose (ISAVN), reforçaram a hipótese de ocorrência de raças fisiológicas na população de *C. sublineolum*. No início da década de 1980, uma alteração na população de *C. sublineolum* foi detectada no Estado da Geórgia, EUA, que resultou na “quebra” da resistência de vários genótipos de sorgo, até então considerados como resistentes.

A primeira constatação da existência de raças fisiológicas de *C. sublineolum* no Brasil foi feita por Nakamura no ano de 1982 (NAKAMURA, 1982). Cinco raças foram identificadas com base nas reações diferenciais apresentadas pelos genótipos Tx2536, Martin, TAM428, Brandes, SC175-14 e SC170-6-17 a isolados monospóricos coletados em diferentes regiões do país. Posteriormente, em 1986, sete raças foram identificadas em sete isolados de *C. sublineolum* obtidos de diferentes locais, com base nas reações apresentadas por 12 cultivares de sorgo. Vários outros trabalhos foram realizados, posteriormente, demonstrando a existência de raças fisiológicas desse patógeno. Atualmente, a identificação de raças de *C. sublineolum* no Brasil é realizada através de uma série diferencial composta de nove cultivares de sorgo. No nosso país, a quebra de resistência por causa do surgimento de novas raças do patógeno tem sido observada em vários cultivares: Tx378, SC326-6 e SC283, SC748-5 e, mais recentemente, na cultivar BRS 310.

Marcadores moleculares foram utilizados na caracterização da variabilidade entre isolados de *C. sublineolum* provenientes de diferentes partes do mundo. Variabilidade foi também detectada entre isolados do Sudão e da região oeste da África, e do Brasil e dos Estados Unidos. Nestes trabalhos, a variabilidade gerada através de marcadores RAPD foi

sempre maior do que aquela identificada através da virulência. A composição de cluster para estes dois tipos de marcadores indicou uma independência entre eles. A distribuição de padrões de RAPD não revelou nenhuma evidência de diferenciação geográfica, na medida em que os mesmos haplotipos foram obtidos de diferentes e distantes regiões no Brasil e também dos EUA. Marcadores RFLPs foram utilizados para se estudar a estrutura populacional de *C. sublineolum* em um único ensaio de avaliação de antracnose, por três anos consecutivos, no Estado da Geórgia (EUA). Foi identificado um total de nove haplotipos, dos quais um esteve presente em uma frequência de aproximadamente 80% em cada ano. Os dados foram indicativos de estabilidade e de que a reprodução assexuada teve um papel preponderante na estrutura genética da população do patógeno presente naquele local.

Considerando patossistemas onde a variabilidade genética do fitopatógeno é alta, a identificação de raças através de virulência em plantas diferenciadoras é, em alguns casos, de baixa utilidade em programas de melhoramento genético, por causa do grande número de raças identificadas a cada ano. Uma alternativa a esse procedimento é a caracterização da estrutura de virulência da população do patógeno. Neste último, a associação ou dissociação de virulência a genes de resistência no hospedeiro é de aspecto fundamental. Combinações de linhagens para as quais não existe virulência associada na população do patógeno têm se constituído em fontes para a obtenção de resistência estável a *C. sublineolum*. Há também indicações de que, apesar da alta variabilidade apresentada pelo patógeno, existem limitações à sua capacidade de adaptação, impostas, aparentemente, pelo acúmulo de genes de virulência no patógeno. Diferenças na capacidade competitiva de raças de *C. sublineolum*, com diferentes níveis de complexidade, foram observadas, tanto a partir de dados do monitoramento de

sua diversidade populacional quanto a partir de experimentos conduzidos em casa de vegetação envolvendo misturas de raças com diferentes níveis de complexidade. Também em populações hospedeiras geneticamente uniformes e suscetíveis tem sido observada a predominância de raças menos virulentas.

Herança da Resistência do Sorgo à Antracnose Foliar

Embora um grande número de cultivares de sorgo resistentes à antracnose tenha sido identificado, e de serem conhecidos aspectos da variabilidade do patógeno, principalmente com relação à virulência, poucos estudos foram realizados sobre a genética da resistência de sorgo a este patógeno. Há indicações de que as resistências à antracnose foliar e à podridão do colmo sejam determinadas por genes diferentes. Em outros trabalhos, a herança da resistência foi determinada como sendo do tipo gene-a-gene com modo predominante de ação de dominância completa. Também têm sido identificados genes maiores com dominância parcial ou efeito aditivo, determinada por um gene dominante sem influencia citoplasmática, por um único locus com alelos múltiplos. Resistência herdada como um caracter recessivo tem sido identificada em cruzamentos entre a linhagem resistente SC326-6 (BR005) e a linhagem suscetível Tx623 (BR009). Duas bandas RAPD cosegregaram como alelo de resistência, enquanto uma terceira esteve ligada ao alelo para suscetibilidade. A resistência à antracnose foliar e a resistência à antracnose dos grãos são, provavelmente, governadas por genes diferentes, uma vez que linhagens que são altamente resistentes à antracnose foliar exibem altos níveis de antracnose nos grãos, tanto no campo quanto em testes de casa de vegetação. A resistência dilatória a *C. sublineolum* foi avaliada em nove genótipos de sorgo, tendo sido encontrada uma interação diferencial entre os genótipos avaliados e seis raças do patógeno tanto em experimentos de campo quanto de casa de vegetação,

sugerindo-se a presença de resistência vertical incompleta.

Manejo da Doença

Resistência Genética

A principal medida de controle da antracnose é a utilização de cultivares geneticamente resistentes (CASELA et al., 1998). Entretanto, o uso da resistência genética é dificultado pela alta variabilidade apresentada pelo patógeno, que pode determinar, muitas vezes, que uma cultivar perca sua resistência pela rápida adaptação de uma nova raça do patógeno (CASELA et al., 1993). Outras estratégias de utilização da resistência genética, como resistência dilatória e diversificação da população hospedeira, têm sido estudadas quanto à sua eficiência na redução da severidade da antracnose (GUIMARÃES et al., 1998, CASELA et al., 2000, 2001b). A baixa frequência ou a inexistência, na população de *C. sublineolum*, de virulência associada a determinados genótipos, tem sido, também, explorada na identificação de combinações de linhagens de sorgo para a geração de híbridos com resistência estável a este patógeno. Com base neste tipo de informação, é possível supor que tais combinações são indicativas da existência de alguma limitação à capacidade de adaptação do patógeno, pelo menos a determinadas combinações de genes de resistência no hospedeiro. Esta estratégia, que tem sido denominada de "pirâmide contra a associação de virulência" (CASELA et al., 1995), tem permitido a obtenção de híbridos de sorgo de alta resistência a *C. sublineolum*. Raças com virulência associada aos genótipos BR008 e BR005 têm ocorrido em menor frequência em relação a raças com virulência a apenas um, ou avirulentas aos dois genótipos (CASELA et al., 2001a). Em misturas de genótipos de sorgo, criadas para se avaliar a diversidade do patógeno nestas condições, observa-se, na maioria das vezes, uma tendência à predominância de raças

com grau intermediário de complexidade, ao passo que em populações hospedeiras uniformes e suscetíveis, as raças mais simples tendem a predominar em relação às raças mais complexas acerca da virulência. Tais resultados têm servido como base para a avaliação de diferentes estratégias de manejo de genes de resistência e da avaliação da capacidade de resposta do patógeno a estas diferentes situações, na tentativa de se desenvolver uma resistência de maior durabilidade e estabilidade, um aspecto de fundamental importância, considerando-se a alta variabilidade apresentada por este patógeno nas condições brasileiras.

A resposta de *C. sublineolum* em experimentos envolvendo a alternância de genótipos de sorgo no tempo tem servido como uma indicação de que esta poderia ser uma alternativa para se manejar a população deste patógeno. Nos plantios alternados de BR008 e BR005, observa-se que a resposta do patógeno é bastante específica a cada um destes dois genótipos, ou seja, em plantios da cultivar BR008, a população do patógeno desenvolve virulência apenas a este genótipo, não sendo encontradas raças com virulência associada a BR005. A mesma situação é observada nos plantios da cultivar BR005, em relação à cultivar BR008 (não publicado). Estes resultados estão de acordo com as informações obtidas anteriormente, sobre o baixo poder competitivo de raças de *C. sublineolum* com virulência associada aos genótipos BR008 e BR005.

O manejo adequado de doenças requer não apenas o desenvolvimento de cultivares mais resistentes, mas também que se encontrem formas de aumentar a durabilidade e a estabilidade desta resistência. Alguns dos pontos discutidos anteriormente são uns passos nesta direção, mas outras possibilidades podem e devem ser exploradas. Por exemplo, híbridos triplos estão sendo avaliados como uma alternativa para o manejo

da antracnose do sorgo. A incorporação de diferentes genes de resistência nas linhagens componentes destes híbridos abre a possibilidade de serem criadas populações hospedeiras que representariam, ao mesmo tempo, misturas ou multilinhas, por conterem plantas com diferentes genes de resistência, e pirâmides gênicas, por conterem, na população, plantas com os genes de resistência dos três genótipos componentes do híbrido na proporção de aproximadamente 25%, cerca de 50% de plantas com genes de resistência provenientes de dois genótipos, em todas as combinações possíveis, e plantas com apenas um gene de resistência, na proporção de aproximadamente 25%.

Finalmente, é importante enfatizar que o sucesso de quaisquer das propostas de manejo da resistência genética a *C. sublineolum*, sejam as discutidas neste trabalho, sejam outras que venham a ser desenvolvidas, dependem fundamentalmente da obtenção de dados que permitam avaliar a capacidade de resposta do patógeno a estas diferentes situações e, como consequência, da influência exercida pelos genes de resistência do hospedeiro sobre a evolução do patógeno. Tais informações irão, sem dúvida, contribuir para que os recursos genéticos disponíveis para o manejo desta doença sejam utilizados de forma mais eficiente e racional.

Controle Químico

O uso de fungicidas, uma prática incomum neste patossistema até o final da década de 1990, tem se tornado frequente nas principais áreas produtoras de sorgo da região Centro-Oeste do Brasil (COSTA et al., 2009). Em função deste novo cenário, a Embrapa Milho e Sorgo tem desenvolvido trabalhos que visam avaliar 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. 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 (Figura 9).

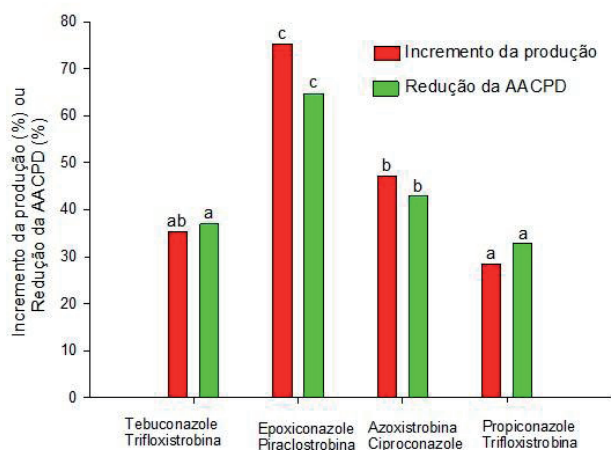


Figura 9. Efeitos médios da aplicação de quatro misturas de fungicidas (tebuconazole + trifloxistrobina, 0,75 L/ha; epoxiconazole + piraclostrobina, 0,75 L/ha; azoxistrobina + ciproconazole, 0,3 L/ha; e propiconazole + trifloxistrobina, 0,8 L/ha) na redução da área abaixo da curva de progresso da antracnose do sorgo (AACPD) e incremento na produtividade de grãos. Médias de incremento de produção e redução de AACPD, seguidas por mesmas letras, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). As aplicações foram iniciadas aos 45 DAE.

Estudos realizados pela Embrapa Milho e Sorgo permitiram verificar que o nível de resistência genética do genótipo tem influência na eficiência do controle químico da antracnose foliar (COSTA et al., 2010; COTA et al., 2011). Em cultivares com níveis intermediários de resistência, menor número de aplicações ou menores doses de fungicidas foram requeridas, o que resultou numa maior eficiência de controle quando comparado à aplicação em cultivares suscetíveis (Tabela 1 e Figuras 10 e 11). O fungicida entrou no sistema de manejo como uma medida complementar a resistência apresentada pelo genótipo, resultando num efeito *sinérgico* dessas medidas de manejo, o

que tornou 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. Vale ressaltar que não se recomenda a aplicação de fungicidas para o controle de doenças em cultivares resistentes e que, apesar dos resultados apresentados, não existem, até o momento, fungicidas registrados no Ministério da Agricultura para o controle da antracnose foliar do sorgo.

Tabela 1. Severidade final (%) da antracnose do sorgo (*C. sublineolum*) nas linhagens BR008 (moderadamente suscetível) e BR009 (suscetível), submetidas a diferentes números de aplicações do fungicida epoxiconalose + piraclostrobina, na dose de 0,5 L/ha.

| Número aplicações | BR008 (MR) | BR009 (S) |
|-------------------|------------|-----------|
| 0 | 95,83 Aa | 100,0 Aa |
| 1 | 52,78 Ba | 93,06 Ab |
| 2 | 4,49 Ca | 38,33 Bb |
| 3 | 2,22 Ca | 17,78 Cb |
| 4 | 1,93 Ca | 14,86 Cb |

Em cada coluna ou linha, médias seguidas pela mesma letra maiúscula ou minúscula, respectivamente, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P = 0,05$).

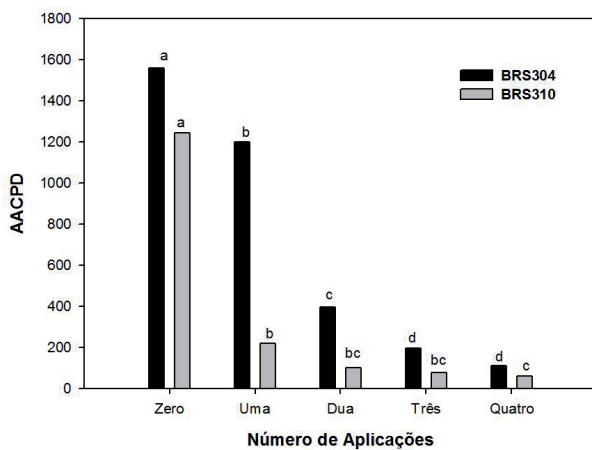


Figura 10. Área abaixo da curva de progresso (AACPD) da antracnose foliar do sorgo nas cultivares BRS304 (suscetível) e BRS310 (moderadamente resistente) submetidas a zero (sem aplicação) uma, duas, três e quatro aplicações do fungicida epoxiconazole + piraclostrobina, na dose de 0,75 L/ha. As aplicações foram iniciadas aos 40 DAE.

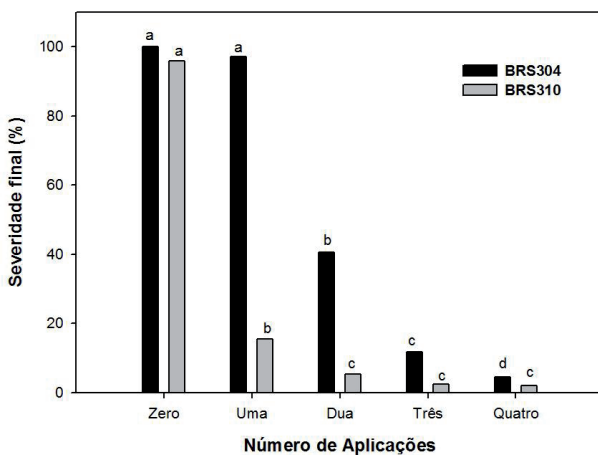


Figura 11. Severidade final da antracnose foliar do sorgo nas cultivares BRS304 (suscetível) e BRS310 (moderadamente resistente) submetidas a zero (sem aplicação) uma, duas, três e quatro aplicações do fungicida epoxiconazole + piraclostrobina, na dose de 0,75 L/ha. As aplicações foram iniciadas aos 40 DAE.

Outras Medidas de Manejo

Outras práticas culturais, como rotação de culturas e eliminação de restos culturais e hospedeiros alternativos, são importantes por auxiliarem na redução do inóculo primário.

Referências

- ABBOTT, E. V. **Red rot of sugar-cane.** Washington: Department of Agricultural Technological, 1938. Bulletin.
- 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.; 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, 2001a.
- 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. S. (Ed.). **Disease analysis through genetics and biotechnology.** Ames: Iowa State University Press, 1995. p. 257-288.
- 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.; FREDERIKSEN, R. A. Survival of *Colletotrichum graminicola* sclerotia in sorghum stalk residue. **Plant Disease**, St. Paul, v. 77, p. 825-827, 1993.
- CASELA, C. R.; SANTOS, F. G.; FERREIRA, A. S. Associação de patogenicidade e diversidade fenotípica de *Colletotrichum graminicola* agente

causal da antracnose em sorgo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 517-521, 2000.

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

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).

COTA, L. V.; COSTA, R. V.; SILVA, D. D.; 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).

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, 1998.

HARRIS, H. B.; JOHNSON, J. B. Sorghum anthracnose symptoms, importance and resistance. In: BIENNIAL GRAIN SORGHUM RESEARCH AND UTILIZATION CONFERENCE, 5., 1967, Lubbock. **Proceedings...** Lubbock: [s.n.], 1967. p. 48-52.

NAKAMURA, K. **Especialização fisiológica em *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wils. (Sensu Arx., 1957) agente causal da antracnose em sorgo**. 1982. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1982.

SUTTON, B. C. The appressoria of *Colletotrichum graminicola* and *C. falcatum*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 46, p. 873-876, 1968.

WILSON, G. W. The identity of anthracnose on grasses in the United States. **Phytopathology**, St. Paul, v. 4, p. 112-116, 1914.

Literatura Recomendada

ALAWODE, D. A.; MANZO, S. K.; SUNDARAM, N. V. **Anthracnose of sorghum in northern Nigeria caused by *Colletotrichum graminicola***. Ahmadu Bello: University Sorghum Pathology, 1983. Report.

ALI, M. E. K.; WARREN, H. L. Physiological races of *Colletotrichum graminicola* on sorghum. **Plant Disease**, St. Paul, v. 71, p. 402-404, 1987.

BAILEY, J. A.; O'CONNELL, R. J.; PRING, R. J.; NASH, C. Infection strategies of *Colletotrichum* species. In: BAILEY, J. A.; JEGER, M. J. (Ed.). ***Colletotrichum*: biology, pathology and control**. Wallingford: CAB, 1992. p. 88-120.

BOORA, K. S.; FREDERIKSEN, R. A.; MAGILL, C. W. Identification of RAPD markers tightly linked to gene for resistance to anthracnose in sorghum. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GENETIC IMPROVEMENT OF SORGHUM AND PEARL MILLET, 1996, Lubbock, Texas. **Proceedings...** Cali: INTSORMIL: ICRISAT, 1997. p. 643-644.

CARDWELL, K. F.; HEPPELRY, P. R.; FREDERIKSEN, R. A. Pathotypes of *Colletotrichum graminicola* and seed transmission of sorghum anthracnose. **Plant Disease**, St. Paul, v. 73, p. 255-257, 1989.

CASELA, C. R. **Investigations on the variability of the sorghum anthracnose fungus *Colletotrichum graminicola***. 1992. Tese

(Doutorado) - Texas A&M University, College Station.

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, p. 337-344, 1987.

CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S. **Antracnose do sorgo (*Colletotrichum graminicola*)**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1998. (Embrapa-CNPMS. Circular técnica, 28).

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

CASELA, C. R.; PINTO, M. F. J. de A.; OLIVEIRA, E. de; FERREIRA, A. S. Sorgo (*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.

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.

DUARTE, P. E. Situação da cultura do sorgo no Brasil. In: EMBRAPA. Centro de Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**: período 1992-1993. Sete Lagoas, 1994. v. 6, p. 13-14.

DUNCAN, R. R. The association of plant senescence with root and stalk diseases in sorghum. In: MUGHOGHO, L. K. (Ed.). **Sorghum root and stalk rots, a critical review**. Patancheru: ICRISAT, 1984. p. 99-110

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.

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

FREDERIKSEN, R. A.; ROSENOW, D. T. Disease resistance in sorghum. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 26., 1971, Washington. **Proceedings...** Washington: The Association, 1971. p. 71-82.

GROTH, J. V.; ROELFS, A. P. Analysis of virulence diversity in populations of plant pathogens. In: WOLFE, M. S.; CATEN, C. E. (Ed.). **Population of plant pathogens: their dynamics and genetics**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1987. p. 63-74.

GUIMARÃES, F. B. **Resistência dilatória à antracnose (*Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wilson) do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**. 1996. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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, p. 308-312, 1999.

GUTHRIE, P. A.; MAGILL, C. W.; FREDERIKSEN, R. A.; ODVODY, G. N. Random amplified polymorphic DNA markers: a system for identifying and differentiating isolates of *Colletotrichum graminicola*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 82, p. 832-835, 1991.

HARRIS, H. B.; SOWELL, G. Incidence of *Colletotrichum graminicola* on *Sorghum bicolor* introductions. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 54, p. 60-62, 1970.

- HIPSKIND, J. D.; HANAU, R.; LEITE, B.; NICHOLSON, R. L. Phytoalexin accumulation in sorghum: identification of an apigeninidin acyl ester. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Orlando, v. 36, p. 381-396, 1990.
- JAMIL, F. F.; NICHOLSON, R. L. Susceptibility of corn to isolates of *Colletotrichum graminicola* pathogenic to other grasses. **Plant Disease**, St. Paul, v. 71, p. 809-810, 1987.
- KING, S. B.; FREDERIKSEN, R. A. Report on the International Sorghum Anthracnose Virulence Nursery. **Sorghum Newsletter**, Tucson, v. 19, p. 105-106, 1976.
- LEBEAU, E. J.; COLEMAN, H. The inheritance of resistance in sorghum to leaf anthracnose. **Agronomy Journal**, Madison, v. 42, p. 33-34, 1950.
- LI, Y. H.; TEBEEST, D. O. Temporal and spatial development of sorghum anthracnose in Arkansas. **Plant Disease**, St. Paul, v. 93, p. 287-292, 2009.
- LO, S. C.; DE VERDIER, K.; NICHOLSON, R. L. Accumulation of 3-deoxyanthoxyanidin phytoalexins and resistance to *Colletotrichum sublineolum* in sorghum. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Orlando, v. 55, p. 263-273, 1996.
- MISHRA, A.; SIRADHAMA, B. S. Evaluation of losses due to anthracnose of sorghum. **Indian Journal of Mycology and Plant Pathology**, Udaipur, v. 9, p. 257, 1979.
- MARLEYY, P. S.; THAKUR, R. P.; AJAYI, O. Variation among foliar isolates of *Colletotrichum sublineolum* of sorghum in Nigeria. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 69, p. 133-142, 2001.
- MATHUR, K.; THAKUR, R. P. **A research report on pathogenic variability in sorghum anthracnose**. Patancheru: ICRISAT, 1998. 171 p.
- MEHTA, P. J.; WILTE, C. C.; ROONEY, W. L.; COLLINS, D. S.; 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, p. 1-9, 2005.
- MOORE, J. W.; DITMORE, M.; TEBEEST, D. O. Pathotypes of *Colletotrichum sublineolum* in Arkansas. **Plant Disease**, St. Paul, v. 92, p. 1415-1420, 2008.
- MUGHOGO, L. K. Strategies for sorghum disease control. In: HOUSE, L. R.; MUGHOGO, L. K.; PEACOCK, J. M. (Ed.). **Sorghum in the eighties**. Hyderabad: International Crops Research Institute for the Semi-arid Tropics, 1982. p. 273-282.
- MURTY, D. S.; THOMAS, M. D. Preliminary studies on the inheritance of resistance to leaf anthracnose and gray leaf spot disease of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Sorghum Newsletter**, Tucson, v. 31, p. 83, 1989.
- NEYA, A.; KABORE, K. B. Mesure de l'incidence de l'antracnose et de la pourriture rouge des tiges causes par l'ê *Colletotrichum graminicola* chez l'ê sorgho. **Phytoprotection**, Quebec, v. 68, p. 121-123, 1987.
- 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.
- NICHOLSON, R. L.; JAMIL, F.; SNYDER, B. A.; LUE, W. L.; HIPSKIND, J. Phytoalexin synthesis in the juvenile sorghum leaf. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Orlando, v. 33, p. 271-278, 1988.

- NICHOLSON, R. L.; MORAES, W. B. C. Survival of *Colletotrichum graminicola*: Importance of the spore matrix. **Phytopathology**, St. Paul, v. 70, p. 255-261, 1980.
- PANDE, S.; MUGHOGHO, L. K.; BANDYOPADHYAY, R.; KARUNAKAR, R. I. Variation in pathogenicity and cultural characteristics of sorghum isolates of *Colletotrichum graminicola* in India. **Plant Disease**, St. Paul, v. 75, p. 778-783, 1991.
- PANDE, S.; THAKUR, R. P.; KARUNAKAR, R. I.; BANDYOPADHYAY, R.; REDDY, B. V. S. Development of screening methods and identification of stable resistance to anthracnose in sorghum. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 38, p. 157-166, 1994.
- 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.
- PASCHOLATI, S. F.; DEISING, H.; LEITE, B.; ANDERSON, D.; NICHOLSON, R. L. Cutinase and non-specific esterase activity in the conidial mucilage of *Colletotrichum graminicola*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Orlando, v. 42, p. 37-51, 1993.
- PASTOR-CORRALES, M. A.; FREDERIKSEN, R. A. Sorghum reaction to anthracnose in the United States, Guatemala, and Brazil. **Sorghum Newsletter**, Tucson, v. 22, p. 127-128, 1979.
- PINTO, N. F. J. A. Controle químico de *Colletotrichum graminicola* associado a sementes de sorgo. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 25, p. 349-352, 1999.
- POLITIS, D. J. The identity and perfect state of *Colletotrichum graminicola*. **Mycologia**, New York, v. 67, p. 56-62, 1975.
- POWELL, P.; ELLIS, M.; ALAMEDA, M.; SOTOMAYOR, A. Effect of natural anthracnose epiphytotics on yield, grain quality, seed health, and seed borne fungi in *Sorghum bicolor*. **Sorghum Newsletter**, Tucson, v. 20, p. 77-78, 1977.
- REDDY, B. V. S.; SINGH, S. D. **Breeding for resistance: sorghum anthracnose**. Patancheru: ICRISAT, 1993. Cereals Program Annual Report 1992.
- ROSEWHICH, U. L.; PETTWAY, R. E.; McDONALD, B. A.; DUNCAN, R. R.; FREDERIKSEN, R. A. Genetic structure and temporal dynamics of a *Colletotrichum graminicola* population in a sorghum disease nursery. **Phytopathology**, St. Paul, v. 88, p. 1087-1093, 1998.
- SHERRIF, C.; WHELAN, M. J.; ARNOLD, G. M.; BAILEY, J. A. rDNA sequence analysis confirms the distinction between *Colletotrichum graminicola* and *C. sublineolum*. **Mycological Research**, Cambridge, v. 99, p. 475-478, 1995.
- SIFUENTES, J. A.; MUGHOGO, L. K. Inheritance of resistance-Sorghum anthracnose. Patancheru: ICRISAT; Hyderabad: International Crops Research Institute for the Semi-arid Tropics, 1992. Cereals program. Annual report 1991.
- SNYDER, B. A.; NICHOLSON, R. L. Synthesis of phytoalexins in sorghum as a site specific response to fungal ingress. **Science**, Washington, v. 248, p. 1637-1639, 1990.
- SNYDER, B. A.; LEITE, B.; HIPSKIND, J.; BUTLER, L. G.; NICHOLSON, R. L. Accumulation of sorghum phytoalexins induced by *Colletotrichum graminicola* at the infection site. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Orlando, v. 39, p. 463-470, 1991.

SOLIDAY, C. L.; DICKMAN, M. B.; KOLATTUKUDY, P. E. Structure of the cutinase gene and detection of promoter activity in the 5'-flanking region by fungal transformation. **Journal of Bacteriology**, Washington, v. 171, p. 1942-1951, 1989.

SUTTON, B. C. **The Coelomycetes: fungi imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata**. London: Commonwealth Mycological Institute, 1980. 696 p.

TENKOUANO, A.; MILLER, F. R. A. single locus with multiple alleles as the genetics basis of anthracnose resistance in sorghum. **Sorghum Newsletter**, Tucson, v. 34, p. 45, 1993.

THAKUR, R. P.; MATHUR, K. Anthracnose. In: FREDERIKSEN, R. A.; ODVODY, G. (Ed.). **Compendium of sorghum diseases**. St. Paul: APS Press, 2000. p. 10-12.

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. 79, p. 151-153, 1995.

VANDERPLANK, J. E. **Disease resistance in plants**. Orlando: Academic Press, 1984.

VENARD, C.; VAILLANCOURT, L. Penetration and colonization of unwounded maize tissues by the maize anthracnose pathogen *Colletotrichum graminicola* and the related nonpathogen *C. sublineolum*. **Mycologia**, New York, v. 99, n. 3, p. 368-377, 2007.

WARREN, H. L. Leaf anthracnose. In: FREDERIKSEN, R. A. (Ed.). **Compendium of sorghum diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1986. p. 10-11.

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.

WHARTON, P. S.; JULIAN, A. M.; O'CONNELL, R. J. Ultrastructure of the infection of *Sorghum bicolor* by *Colletotrichum sublineolum*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 91, p. 149-158, 2001.

Circular Técnica, 196

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.
Edição eletrônica: Tânia Mara A. Barbosa.