

**RESISTÊNCIA DILATÓRIA DO SORGO**  
**(*Sorghum bicolor*) À ANTRACNOSE**  
**(*Colletotrichum sublineolum*)**

**IGOR SOUZA PEREIRA**

**2009**

**IGOR SOUZA PEREIRA**

**RESISTÊNCIA DILATÓRIA DO SORGO (*Sorghum bicolor*) À  
ANTRACNOSE (*Colletotrichum sublineolum*)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Fitopatologia, para a obtenção do  
título de “Doutor”.

Orientador  
Prof. Dr. Mario Sobral de Abreu

LAVRAS  
MINAS GERAIS -BRASIL  
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Pereira, Igor Souza.

Resistência dilatória do sorgo (*Sorghum bicolor*) à antracnose  
(*Colletotrichum sublineolum*) / Igor Souza Pereira. – Lavras :  
UFLA, 2009.

98 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Mario Sobral de Abreu.

Bibliografia.

1. Doença. 2. *Colletotrichum graminicola*. 3. Resistência  
horizontal. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 633.174940429

584.920429

**IGOR SOUZA PEREIRA**

**RESISTÊNCIA DILATÓRIA DO SORGO (*Sorghum bicolor*) À  
ANTRACNOSE (*Colletotrichum sublineolum*)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Fitopatologia, para a obtenção do  
título de “Doutor”.

APROVADA em 31 de Julho de 2009

Prof. Dr. Eduardo Alves

UFLA

Prof. Dr. José da Cruz Machado

UFLA

Dr. Flávio Dessaune Tardin

Embrapa Milho e Sorgo

Dr. Carlos Roberto Casela

Embrapa Milho e Sorgo

Prof. Dr. Mario Sobral de Abreu  
(Orientador)  
UFLA

LAVRAS  
MINAS GERAIS-BRASIL

A todos aqueles que me incentivaram e contribuíram para a realização deste trabalho.

A minha querida mãe (sempre presente).

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Fitopatologia, pela possibilidade de realização do curso.

À Embrapa Milho e Sorgo, pela possibilidade de realização dos experimentos.

Ao CNPq e à Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao amigo e orientador Dr. Mario Sobral de Abreu, pelo incentivo, preocupação e concessões feitas para a conclusão do curso.

Ao Dr. Carlos Roberto Casela, por ter generosamente me abrigado em seu laboratório, seus ensinamentos e orientação.

Aos professores Dr. José da Cruz Machado e Dr. Eduardo Alves e ao pesquisador Dr. Flávio Dessaune Tardin, pela participação na avaliação deste trabalho, propondo sugestões.

Ao Dr. Décio Karam, pela disponibilização do laboratório e pela paciência.

Aos meus amigos do Departamento de Fitopatologia da UFLA, pelo apoio e momentos de descontração.

Aos funcionários da Embrapa Milho e Sorgo, em especial ao Clóvis, Moreira, Reinaldo e sua equipe, e às bibliotecárias, Wânia, Conceição e Maria Teresa.

Aos professores e funcionários do Departamento de Fitopatologia, pelo auxílio e constantes ensinamentos.

Aos amigos da Superintendência Regional do Incra do Sul e Sudeste do Pará, pela agradável convivência.

Aos colegas da Epamig, pela disponibilidade em ajudar e pela paciência.

A minha querida Márcia, pelo apoio, incentivo e preocupação.

Ao meu sobrinho Filipe Augusto, sempre uma fonte de incentivo.

Ao meu pai, Carlos; minha irmã, Milene; minha avó, Neusa e aos meus tios e tias, por todo amor e ajuda.

Muito obrigado!

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1.....	1
1 Introdução geral.....	2
2 Referencial teórico.....	4
2.1 A cultura do sorgo.....	4
2.2 O agente causal da antracnose do sorgo.....	5
2.3 A antracnose do sorgo.....	7
2.4 Manejo da doença.....	10
2.5 Resistência dilatória/Resistência vertical incompleta.....	11
3 Referências bibliográficas.....	15
CAPÍTULO 2: Resistência vertical de linhagens genitoras e híbridos simples de sorgo à antracnose.....	22
Resumo.....	23
Abstract.....	24
1 Introdução.....	25
2 Material e Métodos.....	27
2.1 Materiais de sorgo utilizados e produção de mudas.....	27
2.2 Descrição e obtenção dos isolados de <i>Colletotrichum sublineolum</i> .....	28
2.3 Produção, preparo do inóculo e inoculação.....	29
2.4 Avaliação.....	30
3 Resultados e Discussão.....	31
4 Conclusões.....	35
5 Referências bibliográficas.....	36
CAPÍTULO 3: Resistência dilatória de linhagens genitoras e híbridos simples de sorgo à antracnose e componentes de resistência .....	39

Resumo.....	40
Abstract.....	41
1 Introdução.....	42
2 Material e Métodos.....	44
2.1 Experimento I: Avaliação da resistência dilatória em plantio de safra e safrinha.....	44
2.1.1 Caracterização da área experimental.....	44
2.1.2 Genótipos avaliados e isolados de <i>C. sublineolum</i> .....	46
2.1.3 Instalação e condução dos experimentos.....	47
2.1.4 Preparo do inóculo e inoculação no campo.....	48
2.1.5 Delineamento experimental, avaliações e análises estatísticas.....	49
2.2 Experimento II: Avaliação dos componentes de resistência dilatória.....	51
2.2.1 Produção de plantas, produção do inóculo e inoculação.....	51
2.2.2 Avaliação do período latente e taxa de esporulação.....	52
2.2.3 Delineamento experimental, avaliações e análises estatísticas.....	53
2.3 Correlação entre as variáveis área abaixo da curva de progresso da doença, período latente e número de conídios.....	53
3 Resultados e Discussão.....	54
4 Conclusões.....	83
5 Referências bibliográficas.....	84
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
ANEXOS.....	90



## RESUMO

PEREIRA, Igor Souza. **Resistência dilatória do sorgo (*Sorghum bicolor*) à antracnose (*Colletotrichum sublineolum*)**. 2009. 98p. Tese (Doutor em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras; Lavras.<sup>1</sup>

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a resistência vertical e dilatória de híbridos de sorgo e suas linhagens genitoras a *Colletotrichum sublineolum* e caracterizar a importância do período latente e a capacidade de esporulação como componentes da resistência dilatória. A resistência vertical de 24 genótipos de sorgo a 20 isolados monospóricos de *C. sublineolum* foi avaliada em casa de vegetação. Os híbridos mais resistentes foram BRS305, resistente a 75% dos isolados; 9920045, resistente a 65% dos isolados; BRS308, resistente a 60% dos isolados e BRS650, resistente a 55% dos isolados inoculados. Com elevada frequência de resistência, destacam-se os genitores CMSXS657, resistente a 95% dos isolados; ATF14, resistente a 90% dos isolados; ATF08, resistente a 85% dos isolados e CMSXS210, resistente a 70% dos isolados inoculados. Foram encontrados isolados com elevada virulência em Campo Novo dos Parecis (MT). A resistência dilatória foi avaliada em campo em duas épocas de plantio: safra e safrinha. Os componentes de resistência foram avaliados em casa de vegetação. Elevada resistência dilatória foi constatada para as linhagens ATF14, ATF08 e CMSXS657, no plantio da safra e para as linhagens ATF54, CMSXS210, ATF14, ATF08, CMSXS656, CMSXS657, CMSXS180 e 9910032, no plantio da safrinha. Ocorreu interação significativa entre isolados e genótipos de sorgo para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e para o período latente nas duas épocas de cultivo. Houve correlação significativa entre AACPD média e severidade na metade da epidemia ( $Y_{50}$ ) e severidade máxima ( $Y_{máx}$ ). Também foi observada correlação negativa entre período latente e AACPD média para as duas épocas de plantio. Verificou-se correlação negativa entre capacidade de esporulação e período latente e correlação positiva entre capacidade de esporulação e AACPD média para o período de safra. Período latente e capacidade de esporulação são importantes componentes de resistência dilatória no patossistema *C. sublineolum* e sorgo. A resistência dilatória observada neste patossistema é do tipo vertical incompleta.

---

<sup>1</sup>Comitê Orientador: Mario Sobral de Abreu (Orientador) e Carlos Roberto Casela – EMBRAPA/ Milho e Sorgo

## ABSTRACT

PEREIRA, Igor Souza. **Dilatory resistance of sorghum (*Sorghum bicolor*) to anthracnose (*Colletotrichum sublineolum*)**. 2009. 98p. Thesis (Doctor in Phytopathology) – Universidade Federal de Lavras; Lavras.<sup>1</sup>

This work aimed to evaluate the vertical and dilatory resistance of sorghum hybrids and their parent lines to *Colletotrichum sublineolum* and to characterize the importance of the latent period and sporulation capacity as components of dilatory resistance. The vertical resistance of 24 sorghum genotypes to 20 monosporic isolates of *C. sublineolum* was evaluated under greenhouse conditions. The most resistant hybrids were BRS305, to 75% of the isolates, 9920045, to 65% of the isolates, BRS308, to 60% of the isolates and BRS650, to 55% of the inoculated isolates. The following hybrids showed a high frequency of resistance: CMSXS657, resistant to 95% of the isolates, ATF14, to 90% of the isolates, ATF08, to 85% of the isolates and CMSXS210, to 70% of the inoculated isolates. Isolates with a high virulence were found in Campo Novo dos Parecis (MT). Dilatory resistance was evaluated in field in two planting times: regular and late growing seasons. The resistance components were evaluated in a greenhouse. High dilatory resistance was confirmed for the lines ATF14, ATF08 and CMSXS657 in regular growing season and for lines ATF54, CMSXS210, ATF14, ATF08, CMSXS656, CMSXS657, CMSXS180 and 9910032 in late growing season. A significant interaction occurred between isolates and sorghum genotypes for the area under the disease progress curve (AUDPC) and for the latent period in both growing seasons. There was a significant correlation between mean AUDPC and half epidemics severity ( $Y_{50}$ ) and maximum severity ( $Y_{\text{máx}}$ ). A negative correlation was also found between latent period and mean AUDPC for both growing seasons. A negative correlation was verified between sporulation capacity and latent period and a positive correlation between sporulation capacity and mean AUDPC for the regular growing season. Latent period and sporulation capacity are important components of dilatory resistance in the *C. sublineolum* and sorghum pathosystem. The dilatory resistance observed in this particular pathosystem is of the incomplete vertical type.

---

<sup>1</sup>Guidance Committee: Mario Sobral de Abreu (Advisor) and Carlos Roberto Casela – EMBRAPA/ Milho e Sorgo

## **CAPÍTULO 1**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é o quinto cereal mais produzido no mundo, precedido pelo trigo, arroz, milho e cevada, sendo cultivado na maior parte das regiões tropicais e subtropicais no mundo (Frederiksen, 2000). É utilizado tanto na alimentação humana quanto animal. Em vários países da Ásia, África e América Central, os grãos de sorgo constituem a principal fonte de alimento (El-Dash et al., 1986; Schaffert, 1986).

No Brasil, sua principal forma de utilização é na ração animal, sendo empregado principalmente em substituição ao milho (*Zea mays* L.), pois a composição dos grãos de sorgo assemelha-se à dos grãos de milho (Ferreira, 1979a).

Atualmente, o sorgo tem sido integrado ao sistema agrícola no plantio da safrinha na região central do país em sucessão à soja, milho e algodão e em plantios de verão no sul. Na região Nordeste, é cultivado no semiárido, onde predominam altas temperaturas e média anual de precipitação inferior a 600 mm (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, 2008).

Dentre os fatores que limitam a expansão da cultura no país estão as doenças, algumas das quais podem causar perdas significativas à produção de grãos e de forragem, dependendo da suscetibilidade da cultivar e de condições ambientais favoráveis à sua ocorrência e disseminação.

Doenças foliares fúngicas, bacterianas e virais são comumente diagnosticadas afetando a cultura. Dentre as doenças foliares de origem fúngica destacam-se, no Brasil, a antracnose (*Colletotrichum sublineolum* Henn. Kabát. Et Bub. sin. *C. graminicola* (Ces.) G.W.Wils.), a helmintosporiose (*Exserohilum turcicum* Pass. Leonard & Suggs.), o míldio do sorgo (*Peronosclerospora sorghi* W. Weston & Uppal) e a ferrugem (*Puccinia purpúrea* Cooke) (Casela et al., 1992). Há relatos de ocorrência de mancha-de-ramulispura (*Ramulispora sorghi*

(Ellis & Everhart) Olive & Lefebvre), mancha-zonada (*Gloeocercospora sorghi* Bain & Edgerton ex Deighton), mancha-alvo (*Bipolaris sorghicola* (Lefebore & Sherwin) Alcorn) e cercosporiose (*Cercospora fusimaculans* G.F. Atk), entre outras (Casela et al., 1992, 1997, 2007).

A antracnose causada por *Colletotrichum sublineolum* (sin. *C. graminicola*) (Sutton, 1992; Sherrif, et al., 1995), presente em todas as regiões produtoras do Brasil (Costa et al., 2003), é considerada um dos principais problemas da cultura do sorgo, principalmente nas regiões quentes e úmidas onde é cultivado (Ali & Warren, 1992). A doença pode causar perdas em torno de 50% em cultivares suscetíveis (Harris et al., 1964; Thomas et al., 1996).

A utilização da resistência genética em cultivares comerciais é considerada a estratégia de manejo da antracnose de maior eficiência. Entretanto, o emprego dessa medida é dificultado pela alta variabilidade patogênica apresentada por *C. sublineolum*, que determina rápida adaptação do patógeno às cultivares resistentes (Costa, 2004; Silva et al., 2008).

O uso da resistência dilatória (Browning et al., 1977) ou resistência horizontal (Vanderplank, 1963), o piramidamento de genes de resistência, a rotação de culturas e de genes e o uso de cultivares multilinhas e multilinhas dinâmicas (Costa et al., 2005) têm se mostrado importante no manejo dessa doença, aumentando a durabilidade da resistência a esta enfermidade.

A combinação de tais medidas disponíveis pode fornecer um controle efetivo e econômico da antracnose (Thakur & Mathur, 2000; Casela & Ferreira, 2006).

Desse modo, este trabalho foi realizado com os objetivos de avaliar a resistência vertical e dilatória de híbridos de sorgo e suas linhagens genitoras a *C. sublineolum* e caracterizar a importância do período latente e a capacidade de esporulação como componentes da resistência dilatória.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura do sorgo

O sorgo é o quinto cereal mais produzido no mundo, precedido pelo trigo, arroz, milho e cevada, sendo cultivado na maior parte das regiões tropicais e subtropicais (Frederiksen, 2000). É uma planta que suporta altas temperaturas e tolera mais o déficit e excesso de umidade no solo do que a maioria dos cereais e pode ser cultivado em ampla faixa de condições do solo. Os sorgos cultivados atualmente se originaram da espécie silvestre *Sorghum bicolor* subsp. *arundinaceum* e a maior diversidade do gênero se encontra no noroeste da África, na região da Etiópia e Sudão, onde o gênero ancestral provavelmente se originou (Doggett, 1988; Paul, 1990).

Este cereal possui utilização tanto na alimentação humana quanto animal. Em vários países da Ásia, África e América Central, os grãos de sorgo constituem a principal fonte de alimento (El-Dash et al., 1986; Schaffert, 1986). Nos Estados Unidos, Europa, Austrália e América do Sul, o sorgo é um importante componente da alimentação animal, utilizado, especialmente, como ingrediente nas rações para aves, suínos e bovinos. No Brasil, esta é a sua principal forma de utilização atualmente, sendo empregado principalmente em substituição ao milho, pois a composição dos grãos de sorgo assemelha-se às dos grãos de milho (Ferreira, 1979a).

O sorgo pode ser utilizado ainda na produção de forragens (pastejo, corte verde, fenação ou silagem). Seu uso para a silagem é justificado pela alta produção de forragem com elevado valor nutritivo (Ferreira, 1979a).

Outra finalidade da cultura é a produção de álcool, sendo estes materiais denominados sacarinos. Como vantagens da sua utilização para a produção do álcool têm-se a possibilidade de uso da mesma estrutura existente para a produção de álcool a partir da cana-de-açúcar, ocupando as usinas no período

ocioso. Além disso, por possuir um ciclo rápido (120 dias), o sorgo pode ser plantado em pelo menos duas épocas do ano, o que duplicaria o seu rendimento por área (Prasad et al., 2007).

Na região centro-sul do país, o sorgo é plantado principalmente em sucessão às culturas de verão e na região nordeste, por sua tolerância à seca, é indicado como alternativa ao plantio no semi-árido (EMBRAPA, 2008).

Em Minas Gerais, o sorgo é utilizado, basicamente, para a produção de silagem e a alimentação do gado leiteiro, em especial na região norte, onde há a ocorrência de veranicos e de estiagens mais prolongadas, que tornam o milho uma cultura de risco (EMBRAPA, 2008).

O sorgo representa importante alternativa para auxiliar no abastecimento do mercado de grãos. Para que os volumes de produção sejam mantidos ou superados, há a necessidade de aumentar o nível de produtividade da cultura que ainda é baixo. Dentre os fatores que limitam a sua expansão estão as doenças. A diversidade de usos e a amplitude de ambientes em que é cultivado fazem com que esta espécie seja constantemente desafiada por patógenos (Frederiksen, 2000).

Pela importância dos danos causados, a antracnose, o míldio, a helmintosporiose e a ferrugem são as principais doenças foliares focadas no processo de melhoramento genético visando à resistência no Brasil (Santos et al., 2005).

## **2.2 O agente causal da antracnose do sorgo**

O fungo *Colletotrichum sublineolum*, fase assexual de ascomiceto, pertencente à ordem Melanconiliales, é a espécie reconhecida atualmente como sendo o agente causal da antracnose em sorgo. Entretanto, a nomenclatura desse patógeno como *C. sublineolum* só foi aceita e utilizada mais recentemente, pois

esta espécie era considerada sinonímia de *Colletotrichum graminicola* (Sutton, 1992).

Esta espécie é formada por um grupo de espécies de *Colletotrichum* que ocorrem sobre gramíneas (Arx, 1957) e abrange pelo menos cinco espécies distintas: *C. graminicola*, que ocorre somente em milho; *C. sublineolum* Henn., em sorgo; *C. falcatum* Went, em cana-de-açúcar; *C. caudatum*, em diversas gramíneas e uma quinta espécie próxima a *C. falcatum*, que ocorre em outras gramíneas, exceto no gênero *Saccharum* (Sutton, 1966, 1968).

A distinção entre *C. graminicola*, que ocorre em milho e *C. sublineolum*, que ocorre em sorgo, pode ser feita por aspectos morfológicos, levando-se em consideração o tamanho do conídio e do apressório, características em meio de cultura, especificidade de hospedeiro (Sutton, 1992) e por técnicas moleculares (Vaillancourt & Hanau, 1991, 1992; Sherriff et al., 1995).

*C. sublineolum* possui, em meio de cultura, colônia com borda nitidamente delimitada, micélio aéreo acinzentado, compacto, ocasionalmente com aspecto de lã e ondulado, reverso acinzentado a verde-acinzentado. Em geral, microescleródios são ausentes, mas, quando presentes, são imersos, pretos, lenticulados e densos. Os apressórios são abundantes, amarronzados, com as bordas tendendo a irregular, medindo 11,5-15 x 8,5-9  $\mu\text{m}$ . Conídios são formados em massas róseas, fusiformes, afinando-se nas extremidades, medindo 18,5-27,5 x 3-4,5  $\mu\text{m}$  (Sutton, 1992).

A distinção entre *C. graminicola* e *C. sublineolum* foi comprovada também pelo uso de técnicas moleculares pela análise de DNA *fingerprints* (Vaillancourt & Hanau, 1991, 1992) e região ITS-2 do DNA ribossômico (Sherriff et al., 1995).

Dentro da espécie ocorre alta variabilidade, observada pela presença de raças fisiológicas (Harris & Johnson, 1967), definido como biótipo ou grupo de biótipos que podem ser distintos por meio de caracteres fisiológicos, incluindo a



patogenicidade (Stakman & Harrar, 1957). A confirmação da presença de raças fisiológicas ocorreu em 1975, com estudos desenvolvidos no Ensaio Internacional de Virulência de Antracnose (ISAVN). Neste trabalho foi observada a “quebra” de resistência da variedade Wiley na Venezuela, Mn-960 e TAM-428 na Nigéria, enquanto as variedades BTx 398, Pioneer Brand 846 e C-424, suscetíveis na América, apresentaram resistência na Nigéria (Pastor-Corrales & Frederiksen, 1980). No Brasil, a presença de raças de *C. sublineolum* foi relatada pela primeira vez em 1984 (Nakamura, 1984). Em 1987, Casela & Ferreira (1987) propuseram um sistema para a classificação de raças deste patógeno, desenvolvido com base numa série diferencial composta por nove cultivares de sorgo.

A variabilidade deste patógeno é alta nas condições ambientais brasileiras. Em trabalho recente, foram encontradas 70 raças de *C. sublineolum* a partir de uma amostra de 289 isolados obtidos de seis regiões produtoras de sorgo do país, ocorrendo a presença de raças complexas em alta frequência para algumas localidades (Silva et al., 2008).

### **2.3 A antracnose do sorgo**

Esta enfermidade foi descrita pela primeira vez na África Ocidental, em 1902 (Pande et al., 1991) e relatada nove anos depois, nos Estados Unidos, em Carolina do Norte. Atualmente, encontra-se amplamente disseminada nas regiões onde o sorgo é produzido. No entanto, é nas regiões quentes e úmidas que ela causa maior dano (Ali & Warren, 1992; Thakur & Mathur, 2000).

No Brasil, a doença foi relatada pela primeira vez no estado de São Paulo, em 1934 (Pannizi & Fernandes, 1997) e está presente em praticamente todas as regiões produtoras de sorgo do país (Casela et al., 2007).

Os sintomas da antracnose variam de acordo com o genótipo do hospedeiro (Tarr, 1962), ocorrendo, normalmente, após o florescimento (Ferreira

et al., 1986; Ngugi et al., 2000; Li & TeBeest, 2009). Em casa de vegetação, nas interações patógeno-hospedeiro compatíveis e condições ideais, sintomas característicos de antracnose são observados em torno de 10 dias após a inoculação em plantas com idade superior a 25 dias (Ferreira & Warren, 1982).

*C. sublineolum* é capaz de infectar folhas, caules, pedúnculos, inflorescências e grãos. A doença pode ser dividida em três fases: antracnose foliar, podridão do colmo e antracnose da panícula (Pastor-Corrales & Frederiksen, 1980).

Nas folhas, as lesões são circulares a ovais, medem em torno de 5 mm de diâmetro e têm coloração avermelhada ou amarelada, dependendo da cultivar. Com o avanço da doença, o centro das lesões assume coloração acinzentada à palha, com bordas avermelhadas e são observados acérvulos com setas proeminentes. As folhas podem morrer devido à coalescência de lesões, sendo o limbo completamente tomado pela doença. Sob condições ambientais ótimas, o fungo esporula livremente, produzindo massas de esporos de coloração rósea, característicos do patógeno (Tarr, 1962). Nas nervuras, as lesões ocorrem como descolorações de forma elíptica a alongadas que podem coalescer, tomando toda a nervura central. A descoloração varia de acordo com o genótipo, do vermelho-púrpuro a quase negro (Tarr, 1962). Como sintomas reflexos da alta severidade da doença nas folhas ocorrem murchamento dos grãos, redução no número de grãos por panícula e redução no tamanho da panícula (Ferreira, 1979b).

A podridão do colmo e do pedúnculo ocorre, predominantemente, na fase de maturação das plantas. Esses órgãos infectados adquirem, internamente, coloração avermelhada ou amarelada, com pontuações brancas, correspondentes aos pontos de penetração do fungo. Nesses pontos, o fungo frutifica externamente, sob condições de umidade e temperatura elevadas, formando uma massa de esporos de coloração rósea (Frederiksen, 1984).

A infecção das panículas afeta tanto a qualidade quanto a quantidade dos grãos (Thakur & Mathur, 2000). Panículas de plantas infectadas por *C. sublineolum* são pequenas, leves e amadurecem precocemente. Em panículas infectadas, frutificações do fungo aparecem como pequenas riscas pretas, as quais também são observadas nas sementes (Ferreira, 1979b).

*C. sublineolum* pode sobreviver, entre um plantio e outro de sorgo, em plantas voluntárias ou em hospedeiros alternativos (Thakur & Mathur, 2000), como algumas espécies selvagens de sorgo (*S. halepense*, *S. verticilliflorum*, *S. arundinaceum*, etc.), na forma de micélio sobre os restos culturais (Thakur & Mathur, 2000) e na forma de microescleródios, em que o patógeno pode sobreviver por mais de dezoito meses em restos culturais na superfície do solo (Casela & Frederiksen, 1993). Estas são as principais fontes de inóculo inicial. O fungo pode ser transmitido por meio de sementes infectadas (Cardwell et al., 1989). Em contato com a água, ocorre germinação conidial com a diferenciação de apressórios ao final do tubo germinativo e a penetração se dá diretamente na epiderme ou pela passagem pelo estômato. Este é um patógeno hemibiotrófico, isto é, inicialmente comporta-se como biotrófico antes de colonizar o hospedeiro na fase necrotrófica (Thakur & Mathur, 2000).

A disseminação da doença, dentro e entre plantas, se dá pela dispersão dos conídios pelos respingos de água (Pande et al., 1994; Li & TeBeest, 2009).

A antracnose é uma doença policíclica cujos sintomas iniciais em campo podem ser observados na antese, entre 71 e 90 dias após o plantio. A epidemia tende a iniciar mais precocemente nas cultivares suscetíveis, provavelmente devido ao menor período latente do patógeno nesses materiais. Em materiais suscetíveis, a severidade da doença na fase de maturação dos grãos pode ultrapassar 28% de área foliar atacada, resultando, ao final da epidemia, em severidade em torno de 70% de área foliar atacada (Ngugi et al., 2000).

As condições ideais para a ocorrência desta enfermidade são períodos de elevada nebulosidade, quentes, úmidos, com a presença de água livre sobre as folhas na forma de orvalho. Há maior produção de conídios em condições de alta umidade e temperaturas amenas (Thakur & Mathur, 2000).

Perdas ocasionadas pelo ataque de *C. sublineolum* podem ser superiores a 50% na produção de grãos, em cultivares suscetíveis (Harris et al., 1964; Thomas et al., 1996). A variação dessas perdas é alta, uma vez que, além da agressividade do patógeno e da suscetibilidade do genótipo do hospedeiro, fatores climáticos, como seca, umidade relativa do ar, umidade do solo e temperatura, fertilidade do solo, ocorrência de plantas daninhas, época e densidade de plantio, podem interferir nas perdas estimadas em razão da severidade da doença, (Ali & Warren, 1987).

#### **2.4 Manejo da doença**

O manejo de uma enfermidade pode garantir a manutenção da produtividade de um genótipo, permitindo que expresse todo o seu potencial produtivo.

O manejo da antracnose pode ser feito pela redução do inóculo inicial ( $x_0$ ) com a sanitização, isto é, redução, completa exclusão ou completa eliminação do inóculo inicial ( $x_0$ ), pela resistência vertical e erradicação química e pela redução da taxa de progresso da doença ( $r$ ) com a resistência horizontal e uso de fungicidas protetores (Vanderplank, 1963).

O uso de sementes sadias, certificadas e tratadas exclui e/ou elimina o inóculo inicial (Cardwell et al., 1989; Pinto, 1999, 2006).

A incorporação dos restos culturais do sorgo após a colheita, concomitantemente à eliminação de plantas tigueras e espécies selvagens de sorgo, associada à rotação de cultura, pode ser eficiente em reduzir o  $x_0$  presente na área após um plantio. Casela & Frederiksen (1993) constataram que a

incorporação ao solo dos restos culturais com microescleródios, à profundidade de 10 a 20 cm, reduzia rapidamente a sua viabilidade, em termos de germinação a partir do segundo mês de enterrio, chegando ao 14º mês com valores muito inferiores àqueles observados nos restos culturais que permaneciam na superfície do solo.

A resistência vertical é a alternativa mais econômica no manejo da antracnose e, por isso, a mais utilizada. Entretanto, a estabilidade e a durabilidade da resistência vertical nesse patossistema são baixas, pela alta variabilidade apresentada pelo patógeno (Costa, 2004; Silva et al., 2008) o qual determina, muitas vezes, a rápida adaptação do patógeno às cultivares resistentes (“quebra de resistência”) (Casela et al., 1998).

O uso da resistência vertical incompleta (resistência dilatória) ou resistência horizontal (Casela et al., 1993), o piramidamento de genes de resistência, a rotação de culturas e de genes e o uso de misturas de cultivares (Guimarães et al., 1998a) e multilinhas dinâmicas (Costa et al., 2005) têm se mostrado importantes no manejo desta doença, aumentando a durabilidade da resistência a essa enfermidade.

A combinação de tais medidas disponíveis pode fornecer um controle efetivo e econômico da antracnose (Thakur & Mathur, 2000; Casela & Ferreira, 2006).

## **2.5 Resistência dilatória/resistência vertical incompleta**

Resistência dilatória foi definida como o tipo de resistência que age, principalmente, na redução da taxa de progresso da doença ( $r$ ), atrasando o início da epidemia, o que resulta em menores quantidades de doença ( $x$ ) e de inóculo inicial ( $x_0$ ) disponível para atingir outras plantas (Browning et al., 1977).

Analisando-se a definição de resistência dilatória, pode-se concluir que este seria mais um termo para resistência horizontal. Entretanto, esse tipo de

resistência pode ser do tipo específico à raça, sob o controle da interação gene-a-gene hipotetizada por Flor (1956).

Um exemplo disso foi relatado no patossistema *Puccinia coronata*-aveia. A cultivar multilinha C237-89-IV demonstrou resistência dilatória a 10 raças de *P. coronata*, observada pelo atraso no progresso da ferrugem no tempo e no espaço, mas diferentemente destas, outra raça, classificada como raça 326, mostrou-se muito agressiva a este material. O que houve neste caso foi semelhante ao observado em cultivares que apresentam resistência vertical, definido como “quebra de resistência”. Esta raça surgiu anos depois da cultivar C237-89-IV ser liberada para comercialização e ocupar extensas áreas de cultivo (Browning & Frey, 1969).

Resistência vertical incompleta, definida como o tipo de resistência vertical a um patógeno avirulento (Vanderplank, 1982), complementa o conceito de resistência dilatória (Browning et al., 1977). Do mesmo modo que Browning et al. (1977), Vanderplank (1982) enfatiza que esse tipo de resistência epidemiologicamente assemelha-se à resistência horizontal.

A resistência vertical incompleta é provavelmente comum (Vanderplank, 1982) e a interação diferencial entre raças e cultivares, observada na interação gene-a-gene, pode ser mais dificilmente detectada do que na resposta de hipersensibilidade observada na resistência vertical completa (Broers, 1989).

A dificuldade em se estabelecer interação diferencial foi observada em trabalho com 5 raças de *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* e 11 cultivares de trigo. A expressão da resistência vertical incompleta, medida pelo período latente, foi observada para algumas interações, entretanto, não houve repetibilidade. Neste caso, a resposta encontrada pelos autores foi altamente dependente do ambiente. No campo, também foi observada interação, mas os resultados foram inconsistentes (Broers, 1989).

No patossistema *Puccinia hordei*-cevada a interação cultivar-raça para este tipo de resistência foi verificado. Neste trabalho, a cultivar Vada apresentou resistência incompleta à ferrugem, que se desenvolveu mais vagarosamente em relação às cultivares suscetíveis. Utilizando como critério a produção de esporos por cm<sup>2</sup> de folha inoculada, foi demonstrada uma interação altamente significativa entre as cultivares de cevada e isolados de *P. hordei*, o que identificou a resistência como sendo do tipo vertical (Clifford & Clothier, 1974).

Componentes de resistência, como frequência de infecção, período de incubação, período latente, tamanho e tipo de lesão, produção de esporos e período infeccioso, entre outros (Parlevliet, 1979), estão associados com a resistência dilatória e podem ser úteis no desenvolvimento de materiais genéticos com esse tipo de resistência (Browning et al., 1977).

A importância destes componentes de resistência pode variar conforme o patossistema. Em trabalho realizado por Yeh & Bonman (1986), a frequência de infecção, medida pelo número de lesões esporulantes resultante do sucesso da infecção, foi considerada o componente de resistência parcial mais importante e comumente observado no patossistema arroz-*Pyricularia grisea*, seguido pelo tamanho de lesão. O período latente não contribuiu para a resistência parcial à brusone do arroz, nas condições estudadas.

Na cultura do sorgo, trabalhos visando identificar genótipos com resistência parcial a *C. sublineolum* já foram desenvolvidos (Casela & Ferreira, 1991b; Casela et al., 1993; Guimarães et al., 1998), sendo possível selecionar genótipos com bons níveis de resistência dilatória a *C. sublineolum*.

A resistência dilatória para alguns genótipos de sorgo foi correlacionada com o período latente, entretanto, não foi suficiente para explicar toda a variabilidade existente em cultivares de sorgo quanto à resistência parcial a *C. sublineolum*, uma vez que algumas cultivares apresentaram período latente curto e resistência elevada (Casela & Ferreira, 1991a).

Alta correlação entre período latente medido em casa de vegetação e resistência dilatária a *C. sublineolum*, medida em diferentes genótipos de sorgo, conduzidos no Brasil e nos Estados Unidos, foi relatada por Casela et al. (1993). Segundo estes autores, o período latente é uma ferramenta útil na seleção de genótipos de sorgo visando à resistência dilatária a *C. sublineolum*, mesmo em áreas com alta pressão de inóculo, como é o caso do Brasil.

Com o objetivo de identificar se a resistência dilatária observada em genótipos de sorgo em campo é do tipo horizontal ou vertical incompleta, Casela & Ferreira (1991c) realizaram estudos sobre a existência de interação entre alguns genótipos de sorgo e raças de *C. sublineolum*. Esses autores observaram interação significativa quanto ao período latente. Em campo, a tendência foi a mesma, tendo ocorrido interações significativas, entretanto, não puderam concluir que a resistência dilatária observada fosse do tipo vertical incompleta.

Como a resistência vertical incompleta pode ser “quebrada”, como ocorre na resistência vertical completa (Robinson, 1976; Vanderplank, 1984), é possível que nem toda a resistência dilatária a *C. sublineolum* em sorgo seja do tipo vertical. A perda da resistência dilatária neste patossistema não ocorre de forma generalizada, conforme demonstrado pelo comportamento estável de genótipos de sorgo ao longo do tempo (Santos et al., 2005).



### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, M.E.K.; WARREN, H.L. Physiological races of *Colletotrichum graminicola* on sorghum. **Plant Disease**, Saint Paul, v.71, n.5, p.402-404, May 1987.

ALI, M.E.K.; WARREN, H.L. Anthracnose of sorghum. In: MILLIANO, W.A.J. (Ed.). **Sorghum and millets diseases: a second world review**. Patancheru: ICRISAT, 1992. p.203-208, 370p.

ARX, J.A. von. Die arten der gattung *Colletotrichum corda*. **Phytopathologische Zeitschrift**, Berlin, v.29, n.4, p.413-468, 1957.

BROERS, L.H.M. Race-specific aspects of partial resistance in wheat to wheat leaf rust, *Puccinia recondita* f.sp. *tritici*. **Euphytica**, Wageningen, v.44, n.3, p.273-282, Dec. 1989.

BROWNING, J.A.; FREY, K.J. Multiline cultivars as a means of disease control. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.7, p.355-382, Sept. 1969.

BROWNING, J.A.; SIMONS, M.D.; TORRES, E. Managing host genes: epidemiologic and genetic concepts. In: HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. **Plant disease an advanced treatise**. New York: Academic, 1977. v.1, p.191-212.

CARDWELL, K.F.; HEPPELRY, P.R.; FREDERIKSEN, R.A. Pathotypes of *Colletotrichum graminicola* and seed transmission of sorghum anthracnose. **Plant Disease**, Saint Paul, v.73, n.3, p.255-257, Mar. 1989.

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, dez. 1987.

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S. **Avaliação do período de latência de antracnose (*Colletotrichum graminicola*) em sorgo e sua correlação com a resistência parcial**: relatório técnico anual do centro nacional de pesquisa de milho e sorgo 1988-1991. Brasília: EMBRAPA, 1991a. 131p.

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S. **Identificação de genótipos de sorgo com resistência parcial a *Colletotrichum graminicola***: relatório técnico anual do centro nacional de pesquisa de milho e sorgo 1988-1991. Brasília: EMBRAPA, 1991b. 129p.

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S. **Resistência parcial a diferentes raças de *Colletotrichum graminicola***: relatório técnico anual do centro nacional de pesquisa de milho e sorgo 1988-1991. Brasília: EMBRAPA, 1991c. 131p.

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S. Manejo da resistência genética a patógenos nas culturas de milho e sorgo. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS, 6., 2006, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2006. p.184-201.

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S.; FERNANDES, F.T.; PINTO, N.F.J.A. **Doenças foliares**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2007. Disponível em: <<http://www.cnpm.embrapa.br/publicacoes/sorgo/doencas.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

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, jun. 1998.

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S.; SCHAFFERT, R.E. Sorghum diseases in Brasil. In: MILLIANO, W.A.J. (Ed.). **Sorghum and millets diseases**: a second world review. Patancheru: ICRISAT, 1992. p.57-62, 370p.

CASELA, C.R.; FREDERIKSEN, R.A. Survival of *Colletotrichum graminicola* sclerotia in sorghum stalk residues. **Plant Disease**, Saint Paul, v.77, n.8, p.825-827, Aug. 1993.

CASELA, C.R.; FREDERIKSEN, R.A.; FERREIRA, A.S. Evidence for dilatory resistance to anthracnose in sorghum. **Plant Disease**, Saint Paul, v.77, n.9, p.908-911, Sept. 1993.

CASELA, C.R.; PINTO, N.F.J.A.; OLIVEIRA, E.; FERREIRA, A.S. Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench): controle de doenças. In: VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Controle de doenças de plantas**: grandes culturas. Viçosa, MG: UFV, 1997. cap.22, p.1025-1063.

CLIFFORD, B.C.; CLOTHIER, R.B. Physiologic specialization of *Puccinia hordei* on barley hosts with non-hypersensitive resistance. **Transactions of the British Mycological Society**, Cambridge, v.63, n.3, p.421-430, Dec. 1974.

COSTA, R.V. **Estudo da herança da resistência do sorgo à antracnose e manejo da doença pela diversificação da população hospedeira**. 2004. 96p. Tese (Doutorado em Fitopatologia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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, ago. 2003.

COSTA, R.V.; CASELA, C.R.; ZAMBOLIM, L.; SANTOS, F.G.; VALE, F.X.R. do. Evaluation of genetic mixtures of sorghum lines for anthracnose resistance management. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p.525-526, set. 2005.

DOGGETT, H. **Sorghum**. 2.ed. Longman: Tropical Agricultural, 1988. 512p.

EL-DASH, A.; CHANG, Y.K.; CAMPOS, J.E.; MAZZARI, M.R. Tecnologia de produção de farinha de sorgo para alimentação humana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.144, p.6-10, 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de produção, 2**: cultivo do sorgo. 4.ed. Sete Lagoas, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/index.htm>>. Acesso em: 20 maio 2009.

FERREIRA, A.S. **Evaluation of leaf anthracnose, head blight and red stalk rot of sorghum caused by *Colletotrichum graminicola***. 1979b. 63p. Thesis (Ph.D. in Plant Pathology)-Purdue University, Purdue.

FERREIRA, A.S.; CASELA, C.R. Raças patogênicas de *C. graminicola*, agente causal da antracnose em sorgo (*Sorghum bicolor*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.11, n.4, p.83-87, jul./ago. 1986.

FERREIRA, A.S.; WARREN, H.L. Resistance of sorghum to *Colletotrichum graminicola*. **Plant Disease**, Saint Paul, v.66, n.9, p.773-775, Sept. 1982.

FERREIRA, J.J. Sorgo granífero na alimentação animal. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.5, n.56, p.59-60, 1979a.

FLOR, H.H. The complementary genic systems of flax and flax rust. **Advances Genetics**, San Diego, v.8, n.1, p.29-54, 1956.

- FREDERIKSEN, R.A. **Compendium of sorghum diseases**. Saint Paul: American Phytopathological Society, 2000. 82p.
- FREDERIKSEN, R.A. Anthracnose stalk rot. In: MUGHOGHO, L.K. (Ed.). **Sorghum root and stalk rots: a critical review**. Patancheru: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 1984. p.37-42.
- GUIMARÃES, F.B.; CASELA, C.R.; SANTOS, F.G.; FERREIRA, A.S. Controle da antracnose do sorgo através da utilização de misturas de cultivares. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.24, n.2, p.131-135, abr./jun. 1998a.
- GUIMARÃES, F.B.; CASELA, C.R.; VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L.; SANTOS, F.G. Resistência dilatória de genótipos de sorgo a diferentes raças de *C. graminicola*. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.24, n.2, p.136-140, abr./jun. 1998b.
- HARRIS, H.B.; JONHSON, R. Sorghum anthracnose symptoms, importance and resistance. In: BIEN GRAIN SORGHUM RESEARCH AND UTIL CONFERENCE, 5., 1967, Lubbock. **Proceedings...** Lubbock: Grain Sorghum Producers Association, 1967. p.48-52.
- HARRIS, H.B.; JOHNSON, B.J.; DOBSON, J.W.; LUTTREL, E.S. Evaluation of anthracnose on grain sorghum. **Crop Science**, Madison, v.4, n.5, p.460-462, Sept./Oct. 1964.
- LI, Y.; TEBEEST, D.O. Temporal and spatial development of sorghum anthracnose in Arkansas. **Plant Disease**, Saint Paul, v.93, n.3, p.287-292, Mar. 2009.
- NAKAMURA, K. **Especialização fisiológica em *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wils. (sensu Arx.; 1957) agente causal da antracnose em sorgo**. 1982. 147f. Tese (Doutorado em Fitopatologia)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- 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**, Oxford, v.49, n.1, p.129-140, Feb. 2000.

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**, Saint Paul, v.75, n.8, p.778-783, Aug. 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, n.3, p.157-166, Sept. 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.

PARLEVLIT, J.E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.17, p.203-222, 1979.

PASTOR-CORRALES, M.A.; FREDERIKSEN, R.A. Sorghum anthracnose. In: SORGHUM DISEASES, A WORLD REVIEW: INTERNATIONAL WORKSHOP ON SORGHUM DISEASES, 1., 1978, Hyberabad. **Proceedings...** Patancheru: ICRISAT, 1980. p.289-294.

PAUL, C.L. **Agronomia del sorgo**. Patancheru: ICRISAT, 1990. 301p.

PINTO, N.F.J.A. Controle químico de *Colletotrichum graminicola* associado a sementes de sorgo. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.25, n.4, p.349-352, out./dez. 1999.

PINTO, N.F.J.A. **Tratamento profilático de panículas de sorgo com fungicidas em campo de produção de sementes**. Brasília: EMBRAPA, 2006. 4p. (Comunicado Técnico, 142).

PRASAD, S.; SINGH, A.; JAIN, N.; JOSHI, H.C. Ethanol production from sweet sorghum syrup for utilization as automotive fuel in India. **Energy & Fuels**, Washington, v.21, n.4, p.2415-2420, May 2007.

ROBINSON, R.A. **Plant pathosystem**. Berlin: Springer-Verlag, 1976. 184p.

SANTOS, F.G.; CASELA, C.R.; WAQUIL, J.M. Melhoramento do sorgo. In: BORÉM, A. **Melhoramento das espécies cultivadas**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. p.605-812.

SCHAFFERT, R.E. Desenvolvimento de cultivares de sorgo para uso na alimentação humana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.144, p.13-14, 1986.

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, n.4, p.475-478, Apr. 1995.

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

STAKMAN, E.C.; HARRAR, J.G. **Principles of plant pathology**. New York: Ronald, 1957. 581p.

SUTTON, B.C. Development of fructifications in *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wils. and related species. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.44, n.7, p.887-897, July 1966.

SUTTON, B.C. The appressoria of *Colletotrichum graminicola* and *C. falcatum*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.46, n.7, p.873-876, July 1968.

SUTTON, B.C. The genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. In: BAILEY, J.A.; JEGGER, E.M.J. (Ed.). **Colletotrichum: biology, pathology and control**. London: British Society for Plant Pathology, 1992. p.1-26.

TARR, S.A.J. **Diseases of sorghum, sudan grass and broom corn**. Oxford: The University Oxford, 1962. 380p.

THAKUR, R.P.; MATHUR, K. Anthracnose. In: FREDERIKSEN, R.A. (Ed.). **Compendium of sorghum diseases**. Saint Paul: American Phytopathological Society, 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**, Saint Paul, v.80, n.2, p.151-153, Feb. 1996.

VANDERPLANK, J.E. **Plant disease**: epidemic and control. New York: Academic, 1963. 349p.

VANDERPLANK, J.E. **Host**: pathogen interactions in plant diseases. New York: Academic, 1982. 207p.

VANDERPLANK, J.E. **Disease resistance in plants**. 2.ed. Orlando: Academic, 1984. 194p.

VAILLANCOURT, L.J.; HANAU, R.M. A method for genetic analysis of *Glomerella graminicola* (*Colletotrichum graminicola*) from maize. **Phytopathology**, Saint Paul, v.81, n.5, p.530-534, May 1991.

VAILLANCOURT, L.J.; HANAU, R.M. Genetic and morphological comparisons of *Glomerella* (*Colletotrichum*) isolates from maize and from sorghum. **Experimental Mycology**, Orlando, v.16, n.3, p.219-229, Sept. 1992.

YEH, W.H.; BONMAN, J.M. Assessment of partial resistance to *Pyricularia oryzae* in six rice cultivars. **Plant Pathology**, Oxford, v.35, n.3, p.319-323, Sept. 1986.

## **CAPÍTULO 2**

### **RESISTÊNCIA VERTICAL DE LINHAGENS GENITORAS E HÍBRIDOS SIMPLES DE SORGO À ANTRACNOSE**



## RESUMO

Foi avaliada a reação de resistência de 10 híbridos simples de sorgo (*Sorghum bicolor*) e 14 linhagens genitoras destes híbridos ao patógeno *Colletotrichum sublineolum*, agente causal da antracnose. Em casa de vegetação, os genótipos foram inoculados separadamente com 20 isolados monospóricos obtidos de diferentes regiões produtoras do país. A avaliação foi realizada aos 10 dias após a inoculação, utilizando-se a metodologia proposta por Cardwel et al. (1989). Nenhum genótipo de sorgo foi resistente a todos os isolados inoculados. A linhagem CMSXS657 foi resistente a 95%; a linhagem ATF14, a 90%; ATF08, a 85% e CMSXS210, a 70% dos isolados. Dentre os híbridos, destaca-se o BRS305 (CMSXS210A X BR012R), resistente a 75% dos isolados; 9920045 (ATF14A X CMSXS180R), a 65% dos isolados; BRS308 (CMSXS233A X BR012R), a 60% dos isolados e BRS650 (CMSXS222A X CMSXS657R), a 55% dos isolados. As linhagens BR001 e CMSXS222 foram suscetíveis a 90% dos isolados. A frequência de resistência dos híbridos foi igual ou inferior, em relação às linhagens genitoras. Exceção faz-se ao híbrido BRS305 (CMSXS210A X BR012R), que foi resistente a um maior número de isolados que seus genitores. Nenhum dos isolados testados foi virulento a todos os genótipos. Os isolados de Campo Novo dos Parecis (MT) foram os mais virulentos enquanto os isolados de Jardinópolis (SP) foram os menos virulentos.

Palavras chave: *Colletotrichum sublineolum*, *Colletotrichum. graminicola*, *Sorghum bicolor*, Resistência monogênica

## ABSTRACT

The reaction of resistance to 10 simple hybrids of sorghum (*Sorghum bicolor*), as well as of their 14 parent lines were evaluated to the pathogen *Colletotrichum sublineolum*, the causal agent of anthracnose. Under greenhouse conditions, the genotypes were inoculated separately with 20 monosporic isolates obtained from different sorghum producing areas in the Brazil. Evaluation was carried out 10 days after inoculation utilizing methodology proposed by Cardwel et al. (1989). No sorghum genotype was resistant to all the isolates inoculated. Line CMSXS657 was resistant to 95%, ATF14 to 90%, ATF08 to 85% and CMSXS210 to 70% of the isolates. The most outstanding hybrids were BRS305 (CMSXS210A X BR012R) resistant to 75% of the isolates, 9920045 (ATF14A X CMSXS180R) to 65% of the isolates, BRS308 (CMSXS233A X BR012R) to 60% of the isolates, and BRS650 (CMSXS222A X CMSXS657R) to 55% of the isolates. Lines BR001 and CMSXS222 were susceptible to 90% of the isolates. The resistance frequency of the hybrids was equal or inferior to that of the parent lines, except for hybrid BRS305 (CMSXS210A X BR012R) which was resistant to a larger number of isolates than its parents. None of the isolates tested were virulent to all the genotypes. The isolates from Campo Novo dos Parecis (MT) were the most virulent while the isolates from Jardinópolis (SP) were the least virulent.

Key words: *Colletotrichum sublineolum*, *Colletotrichum. graminicola*, *Sorghum bicolor*, Monogenic resistance

## 1 INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Monch) é uma das principais fontes de alimento no mundo, particularmente nas regiões onde ocorrem altas temperaturas e baixas precipitações como condições climáticas preponderantes (Doggett, 1988). No Brasil, é plantado em sucessão a culturas de verão, na época de safrinha, principalmente nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e na região do Triângulo Mineiro (EMBRAPA, 2008).

A antracnose, causada por *Colletotrichum sublineolum* P. Henn. Kabat et Bub. (*Colletotrichum graminicola* (Ces.) G.W. Wils), pode reduzir em mais de 50% a produção de grãos, quando as condições são favoráveis à doença (Harris et al., 1964). A antracnose pode limitar a produção dessa cultura em áreas onde condições ambientais quentes e úmidas coincidem com abundante precipitação (Pastor-Corrales & Frederiksen, 1980). Atualmente, a doença encontra-se amplamente disseminada nas regiões onde o sorgo é produzido (Ali & Warren, 1992; Thakur & Mathur, 2000).

Os sintomas da antracnose variam de acordo com o genótipo do hospedeiro (Tarr, 1962), ocorrendo, normalmente, durante o florescimento (Ngugi. et al., 2000).

A utilização de materiais genéticos resistentes é a estratégia mais importante para o controle da doença. Entretanto, a alta diversidade encontrada na população de *C. sublineolum* (Casela et al., 2001a; Silva et al., 2008) reduz a eficiência desta estratégia em condições brasileiras (Santos et al., 2005).

Em casa de vegetação, nas interações patógeno-hospedeiro compatíveis e sob condições ideais, sintomas característicos de antracnose são observados, em torno de 10 dias após a inoculação, em plantas com idade superior a 25 dias (Ferreira & Warren, 1982), sendo esta uma metodologia para a seleção de materiais de sorgo com resistência à antracnose (Pande et al., 1994). Entretanto,

resultados obtidos por este tipo de seleção são variáveis, dependendo de fatores como concentração de inóculo, método de inoculação, idade da planta no momento da inoculação e condições ambientais (Pande et al., 1994).

Dentro da espécie ocorre alta variabilidade, observada pela presença de raças fisiológicas (Harris & Johnson, 1967), definidas como biótipo ou grupo de biótipos que podem ser distintos por meio de caracteres fisiológicos, incluindo a patogenicidade (Stakman & Harrar, 1957). A confirmação da presença de raças fisiológicas ocorreu em 1975, com estudos desenvolvidos no Ensaio Internacional de Virulência de Antracnose (ISAVN). Neste trabalho foi observada a “quebra” de resistência da variedade Wiley na Venezuela, Mn-960 e TAM-428 na Nigéria, enquanto as variedades BTx 398, Pioneer Brand 846 e C-424, suscetíveis na América, apresentaram resistência na Nigéria (Pastor-Corrales & Frederiksen, 1980). No Brasil, a presença de raças de *C. sublineolum* foi relatada, pela primeira vez, em 1984 (Nakamura, 1984).

A variabilidade deste patógeno é alta nas condições ambientais brasileiras. Em trabalho recente, foram encontradas 70 raças de *C. sublineolum*, a partir de uma amostra de 289 isolados, obtidos de seis regiões produtoras de sorgo do país, ocorrendo a presença de raças complexas em alta frequência, para algumas localidades (Silva et al., 2008).

Desse modo, este trabalho foi realizado com os objetivos de avaliar a resistência de híbridos de sorgo e seus genitores, verificar a virulência de isolados de *C. sublineolum* obtidos das principais regiões produtoras do país e selecionar os isolados do patógeno a serem utilizados no estudo da importância dos fatores período latente e capacidade de esporulação como componentes da resistência dilatária de sorgo a este patógeno.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa em Milho e Sorgo (Embrapa-CNPMS), localizada em Sete Lagoas, MG, no período de agosto de 2008 a novembro de 2008.

### 2.1 Materiais de sorgo utilizados e produção de mudas

Foram avaliados 10 híbridos simples obtidos pelo programa de melhoramento genético de sorgo da Embrapa-CNPMS e as linhagens genitoras destes híbridos quanto à resistência vertical à antracnose. Sete destes híbridos são comercializados e três estão em fase de liberação para comercialização (Tabela 1).

TABELA 1 Híbridos simples e as respectivas linhagens macho-estéreis (A) e restauradoras (R) genitoras

	Híbrido	Macho-estéreis <sup>1</sup>	Restauradoras <sup>2</sup>
1	BR304	BR001A	BR012R
2	BRS308	CMSXS233A	BR012R <sup>3</sup>
3	BRS310	ATF54A	BR012R <sup>3</sup>
4	BRS305	CMSXS210A	BR012R <sup>3</sup>
5	BR601	BR007A	BR501R
6	BRS610	ATF54A <sup>3</sup>	CMSXS656R
7	BRS650	CMSXS222A	CMSXS657R
8	9920045*	ATF14A	CMSXS180R
9	9920044*	ATF08A	CMSXS180R <sup>3</sup>
10	0144015*	ATF14A <sup>3</sup>	9910032R

<sup>1</sup> As linhagens macho-estéreis correspondem às fêmeas e são designadas pela letra A.

<sup>2</sup> As restauradoras correspondem aos machos e são designadas pela letra R. <sup>3</sup> Genitor utilizado em mais de um cruzamento. \*Híbridos não comercializados.

Para a produção de plantas, 20 sementes de cada genótipo de sorgo foram semeadas em vasos plásticos (23x18x18 cm) contendo solo corrigido e

adubado conforme recomendação para a cultura. Aos 15 dias após a emergência, foram desbastados para quatro plantas por vaso. As plantas foram mantidas em casa de vegetação, até o final dos ensaios.

## **2.2 Descrição e obtenção dos isolados de *Colletotrichum sublineolum***

Isolados de *C. sublineolum* foram obtidos a partir de folhas de sorgo com sintomas da antracnose. Com bisturi esterilizado, foram cortados fragmentos de folhas na região entre a área sadia e a infectada.

Os fragmentos foram esterilizados superficialmente, por 2 minutos, em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% e, em seguida, plaqueados em meio de farinha aveia-ágar (FAA), preparado conforme Dhingra & Sinclair (1995). As placas contendo os fragmentos foram incubadas sob luz fluorescente intermitente, à temperatura de 25°C, por 7 dias.

Para induzir a esporulação, aos 5 dias após o isolamento, raspou-se o micélio superficial das colônias características da espécie com a alça de platina previamente esterilizada.

Sete dias após a raspagem, conídios foram coletados a partir de fragmentos do meio de cultura. Eles foram transferidos para tubos de ensaio contendo 9 mL de água destilada e esterilizada, seguindo-se uma diluição em série até atingir  $10^{-4}$ . Ao final da diluição, 1 mL da suspensão obtida foi distribuído em 3 placas de Petri contendo agar-água (AA) a 2%. As placas foram incubadas, a 25°C, por 12 horas, para germinação.

A obtenção das culturas monospóricas foi realizada a partir de conídios isolados que foram coletados individualmente com um aparato de corte correspondente ao foco de luz montado em microscópio. O conídio individualizado foi colocado em meio de cultura FAA contido em tubo de ensaio e incubado sob luz intermitente por, aproximadamente, 7 dias. Adicionou-se, em

seguida, o óleo mineral previamente esterilizado para a conservação dos isolados até o início dos ensaios.

Foram obtidos 20 isolados monospóricos a partir de materiais procedentes de Sete Lagoas (MG), Patos de Minas (MG), Goiânia (GO), Jardinópolis (SP), Pelotas (RS) e Campo Novo dos Parecis (MT) (Tabela 2).

TABELA 2 Isolados de *C. sublineolum* obtidos de diferentes genótipos de sorgo e locais, utilizados para a determinação da reação de resistência

ISOLADO	ORIGEM	LOCAL DE COLETA
1 01.08D	Desconhecida	Jardinópolis (SP)
2 14.08D	Desconhecida	Jardinópolis (SP)
3 40.08D	Desconhecida	Jardinópolis (SP)
4 53.08D	BRS610	Sete Lagoas (MG)
5 60.08D	BR304	Sete Lagoas (MG)
6 69.08D	BR009	Sete Lagoas (MG)
7 91.08D	IF305	Sete Lagoas (MG)
8 102.08D	BR310	Patos de Minas (MG)
9 103.08D	Desconhecida	Patos de Minas (MG)
10 106.08D	Desconhecida	Patos de Minas (MG)
11 126.08D	IF305	Goiânia (GO)
12 128.08D	BR506	Goiânia (GO)
13 142.08D	BR700	Goiânia (GO)
14 151.08D	BR501	Goiânia (GO)
15 156.08D	DKB599	Pelotas (RS)
16 159.08D	Desconhecida	Pelotas (RS)
17 169.08D	Desconhecida	Pelotas (RS)
18 187.08D	822MP	Campo Novo do Parecis (MT)
19 210.08D	AG1018	Campo Novo do Parecis (MT)
20 222.08D	AG1018	Campo Novo do Parecis (MT)

### 2.3 Produção, preparo do inóculo e inoculação

Os isolados monospóricos foram transferidos do óleo mineral para placas de Petri contendo meio FAA e mantidos sob luz fluorescente intermitente, por 7 dias. Aos 5 dias após a transferência, raspou-se o micélio das colônias para induzir a esporulação. Em seguida, foram repicados para placas de Petri

contendo FAA. O mesmo procedimento foi realizado novamente para obter-se o número de conídios necessário para o preparo do inóculo.

O inóculo foi obtido em suspensão de água esterilizada, a qual foi adicionada às placas, procedendo-se, em seguida, a raspagem superficial. A contagem dos conídios foi realizada em câmara de Neubauer, para padronizar a concentração de inóculo para  $1 \times 10^6$  conídios.mL<sup>-1</sup>.

As plantas de cada material genético foram inoculadas aos 28 dias após o plantio, com a suspensão de conídios no volume de 10 mL/vaso. As inoculações ocorreram ao final da tarde, por meio de pulverizador manual. Após a inoculação, as plantas foram mantidas em câmara úmida, por 18 horas, à temperatura média de 25°C. Após este tempo, as plantas foram retiradas desta condição e mantidas sobre bancada em casa de vegetação até a avaliação.

O delineamento foi em parcela subdivida com os isolados nas parcelas e os materiais genéticos de sorgo nas subparcelas com duas repetições. Um vaso com quatro plantas caracterizou uma repetição.

#### **2.4 Avaliação**

As plantas foram avaliadas quanto à reação, 10 dias após a inoculação, utilizando-se escala de notas com valores de 1 a 5, proposta por Cardwel et al. (1989), em que: 1 - presença de pequenas pontuações necróticas, 2 - presença de pequenas manchas avermelhadas, 3 - lesões necróticas, algumas vezes alongadas, mas, sem a presença de esporulação, 4 - lesões necróticas com a presença de acérvulos no centro e 5 - lesões necróticas, algumas vezes coalescidas, com a presença de abundante esporulação.

Duas classes de reação foram consideradas: R = reação de resistência, incluindo as notas 1, 2 e 3 e S = reação de suscetibilidade, incluindo as notas 4 e 5.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As reações de resistência nos genótipos avaliados variaram de reação de hipersensibilidade (nota 1), caracterizada por *flecks* cloróticos, à presença de lesões necróticas, porém, sem a formação de estruturas de reprodução do patógeno (nota 3). As reações dos genótipos testados encontram-se descritas nas tabelas 1A a 3A.

Pela análise da frequência de resistência, os híbridos mais resistentes foram BRS305, resistente a 75% dos isolados; 9920045, resistente a 65% dos isolados; BRS308, resistente a 60% dos isolados e BRS650, resistente a 55% dos isolados inoculados. Os menos resistentes foram os híbridos 144015, BRS610 e BR601, que foram suscetíveis a 70% dos isolados inoculados, seguidos pelo híbrido BR304, suscetível a 65% dos isolados e pelo BRS310, suscetível a 60% dos isolados (Figura 1). Silva (2006), trabalhando em condições controladas, observou que o híbrido 9920045 foi resistente a 15% das raças inoculadas, apresentando moderada resistência em condições de campo em diferentes localidades.

Com elevada frequência de resistência, as linhagens CMSXS657, resistente a 95%; ATF14, resistente a 90%; ATF08, resistente a 85% e CMSXS210, resistente a 70% dos isolados inoculados, foram as mais resistentes dentre os genitores avaliados (Figura 1). A elevada frequência de resistência das linhagens ATF14, ATF08 (Silva, 2006) e CMSXS210 (Casela et al., 2001a) foi relatada para patótipos de *C. sublineolum* de diferentes regiões produtoras do país.

As linhagens BR012, CMSXS180, BR501 e 9910032 apresentaram frequência de resistência intermediária com resistência a 50%, 50%, 45% e 40% dos isolados, respectivamente. A linhagem ATF54 foi resistente a 30% dos isolados e as linhagens CMSXS233, BR007 e BR501, foram resistentes a 25%

dos isolados inoculados (Figura 1). Em testes em condições controladas, a linhagem BR012 foi variável quanto à resistência, dependendo da origem da população do patógeno. Entretanto, é um componente de híbridos com resistência a isolados de Sete Lagoas (MG). As linhagens ATF54, CMSXS180 e 9910032 já foram descritas como de baixa resistência à doença (Silva, 2006).

As linhagens BR001 e CMSXS222 foram suscetíveis a 90% dos isolados, sendo os materiais genéticos com menor frequência de resistência. A elevada suscetibilidade da linhagem BR001 já foi relatada para a região de Pelotas (Branção et al. 1983) e confirmada por Costa (2004), para diferentes populações do patógeno, assim como para a BR007.

Os híbridos apresentaram uma frequência de resistência igual ou inferior em relação às linhagens genitoras, com exceção do BRS305, que foi resistente a um maior número de isolados que seus genitores CMSXS210 e BR012. A linhagem CMSXS657, com alta frequência de resistência, cruzada com a linhagem CMSXS222, com baixa frequência de resistência, gerou o híbrido BRS650 com boa frequência de resistência. Desse modo, essas linhagens poderão ser mais exploradas em programas de melhoramento visando resistência a *C. sublineolum*.

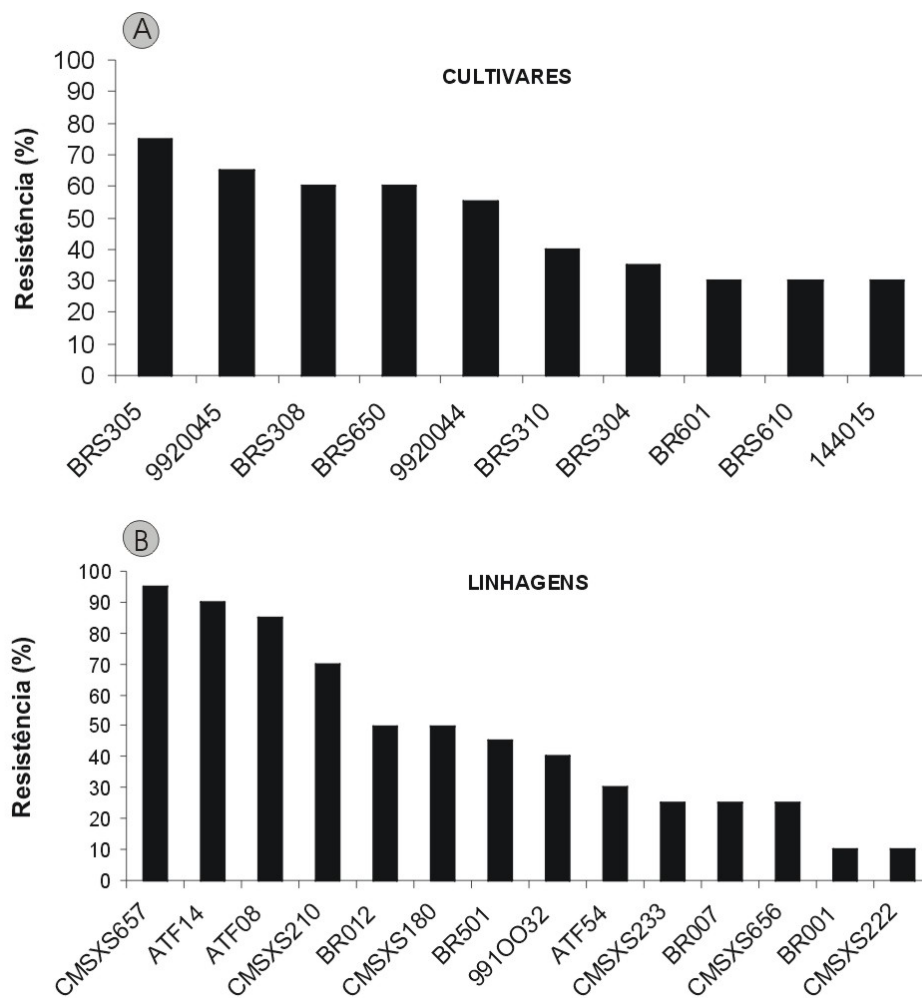


FIGURA 1 Resistência de híbridos de sorgo (A) e linhagens genitoras (B) a isolados monospóricos de *C. sublineolum*.

Quanto à virulência, os isolados 222.08D e 210.08D foram os mais virulentos, seguidos pelos isolados 126.08D, 187.08D, 102.08D, 53.08D e 159.08D. Contudo, nenhum deles foi virulento a todos os materiais.

Para a virulência intermediária, podem-se agrupar os isolados 169.08D, 69.08D, 40.08D, 60.08D, 103.08D, 128.08D e 156.08D. O isolado 142.08D

seguido pelo isolado 01.08D foram os menos virulentos. Os isolados 14.08D, 106.08D, 91.08D e 151.08D também foram pouco virulentos aos materiais genéticos estudados.

De acordo com a localidade de obtenção, os isolados de Campo Novo dos Parecis (MT) foram os mais virulentos e os de Jardinópolis (SP) apresentaram menor virulência. Estes resultados divergem daqueles relatados por Cardwell et al. (1989), segundo os quais os indivíduos mais complexos foram obtidos em estações experimentais onde havia uma maior diversidade no hospedeiro em função do maior número de genótipos de sorgo plantados. Esses indivíduos eram muito mais complexos do que aqueles obtidos de populações naturais.

Nota-se também que os isolados de Sete Lagoas (MG), coletados no Centro Nacional de Pesquisa em Milho e Sorgo, não foram os mais virulentos, apesar de nesta localidade ocorrer maior diversidade na população do hospedeiro dentre as localidades de coleta dos isolados. Destaca-se, entretanto, que alguns desses isolados foram coletados a partir de genótipos de sorgo com baixa resistência à antracnose (BR304, BR 009 e BRS610). Por exemplo, a linhagem BR 009 é tida como padrão de suscetibilidade (Casela & Ferreira, 1991; Casela et al., 2001a).

O acúmulo de genes de virulência desnecessários resulta em custo adaptativo, expresso na forma de perda de agressividade. Assim, predomina na população de hospedeiro que tem maior facilidade na sua sobrevivência quando comparada àqueles indivíduos com elevado número de genes de virulência (Vanderplank, 1968), fato observado neste estudo.

No trabalho, foram encontrados isolados com alta virulência, mas, em baixa frequência, devido ao número de genes de virulência desnecessários, reforçando o que foi encontrado por Casela et al. (2001b), que verificaram predominância de raças mais simples em relação a raças mais complexas, as

quais acumulam desvantagem adaptativa. Destaca-se que estudos sobre a diversidade populacional do patógeno fazem-se necessários com um maior número de isolados em diferentes épocas ao longo do ciclo da cultura, para que haja maior representatividade da população no local de coleta.

#### **4 CONCLUSÕES**

1. As linhagens CMSXS657, ATF14, ATF08 e CMSXS210 apresentaram elevada frequência de resistência aos isolados inoculados.
2. Nenhum genótipo de sorgo foi resistente a todos os isolados inoculados.
3. Foi constatada a presença de isolados de *C. sublineolum* com elevada virulência em condições naturais de cultivo de sorgo.

#### 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, M.E.K.; WARREN, H.L. Anthracnose of sorghum. In: MILLIANO, W.A.J. (Ed.). **Sorghum and millets diseases: a second world review**. Patancheru: ICRISAT, 1992. p.203-208, 370p.
- BRANCÃO, N.; CASELA, C.R.; SILVEIRA JUNIOR, P.; AZAMBUJA, N.H.G.; MARTINS, R.M. Etiologia e controle das doenças fúngicas do sorgo. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DA CULTURA DO SORGO, 12., 1983, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-UEPAE, 1983. p.34-37.
- CARDWELL, K.F.; HEPPELRY, P.R.; FREDERIKSEN, R.A. Pathotypes of *Colletotrichum graminicola* and seed transmission of sorghum anthracnose. **Plant Disease**, Saint Paul, v.73, n.3, p.255-257, Mar. 1989.
- CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S. **Identificação de raças de *Colletotrichum graminicola*, agente causal da antracnose em sorgo**: relatório técnico anual do centro nacional de pesquisa de milho e sorgo 1988-1991. Brasília: EMBRAPA, 1991. 125p.
- CASELA, C.R.; SANTOS, R.G.; FERREIRA, A.S. Reaction of sorghum genotypes to the anthracnose fungus *Colletotrichum graminicola*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.197-200, jun. 2001a.
- CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S.; SANTOS, F.G. Differences in competitive ability among races of *Colletotrichum graminicola* in mixtures. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.217-219, jun. 2001b.
- COSTA, R.V. **Estudo da herança e manejo da antracnose do sorgo por meio da diversificação da população hospedeira**. 2004. 98p. Tese (Doutorado em Fitopatologia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- DHINGRA, O.D.; SINCLAIR, J.B. **Basic plant pathology methods**. 2.ed. Boca Raton: CRC, 1995. 434p.
- DOGGETT, H. **Sorghum**. 2.ed. Longman: Tropical Agricultural, 1988. 512p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de produção, 2**: cultivo do sorgo. 4.ed. Sete Lagoas, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/index.htm>>. Acesso em: 20 maio 2009.

FERREIRA, A.S.; WARREN, H.L. Resistance of sorghum to *Colletotrichum graminicola*. **Plant Disease**, Saint Paul, v.66, n.9, p.773-775, Sept. 1982.

HARRIS, H.B.; JONHSON, R. Sorghum anthracnose symptoms, importance and resistance. In: BIEN GRAIN SORGHUM RESEARCH AND UTIL CONFERENCE, 5., 1967, Lubbock. **Proceedings...** Lubbock: Grain Sorghum Producers Association, 1967. p.48-52.

HARRIS, H.B.; JOHNSON, B.J.; DOBSON, J.W.; LUTTREL, E.S. Evaluation of anthracnose on grain sorghum. **Crop Science**, Madison, v.4, n.5, p.460-462, Sept./Oct. 1964.

NAKAMURA, K. **Especialização fisiológica em *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wils. (sensu Arx., 1957) agente causal da antracnose em sorgo**. 1982. 147f. Tese (Doutorado em Fitopatologia)-Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

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**, Oxford, v.49, n.1, p.129-140, Feb. 2000.

PANDE, S.; TAKUR, 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, n.3, p.157-166, Sept. 1994.

PASTOR-CORRALES, M.A.; FREDERIKSEN, R.A. Sorghum anthracnose. In: SORGHUM DISEASES, A WORLD REVIEW: INTERNATIONAL WORKSHOP ON SORGHUM DISEASES, 1., 1978, Hyberabad. **Proceedings...** Hyberabad: ICRISAT, 1980. p.289-294.

SANTOS, F.G.; CASELA, C.R.; WAQUIL, J.M. Melhoramento do sorgo. In: BORÉM, A. **Melhoramento das espécies cultivadas**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. p.605-812.

SILVA, D.D. **Resistência de híbridos de sorgo a *Colletotrichum sublineolum*: previsibilidade por meio da reação de linhagens genitoras**. 2006. 124p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

STAKMAN, E.C.; HARRAR, J.G. **Principles of plant pathology**. New York: Ronald, 1957. 581p.

TARR, S.A.J. **Diseases of sorghum, sudan grass and broom corn**. Oxford: The University Oxford, 1962. 380p

THAKUR, R.P.; MATHUR, K. Anthracnose. In: FREDERIKSEN, R.A. (Ed.). **Compedium of sorghum diseases**. Saint Paul: American Phytopathological Society, 2000. p.10-12.

VANDERPLANK, J.E. **Disease resistance in plants**. London: Academic, 1968. 206p.



### **CAPÍTULO 3**

## **RESISTÊNCIA DILATÓRIA DE LINHAGENS GENITORAS E HÍBRIDOS SIMPLES DE SORGO À ANTRACNOSE E COMPONENTES DE RESISTÊNCIA**

## RESUMO

Este trabalho foi realizado com os objetivos de avaliar a resistência dilatória de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*) e suas linhagens genitoras a *Colletotrichum sublineolum* e caracterizar a importância do período latente e a capacidade de esporulação como componentes da referida resistência. A resistência dilatória de genótipos de sorgo a três isolados de *C. sublineolum* foi avaliada em campo, em duas épocas de plantio: safra e safrinha. Os componentes de resistência (período latente e capacidade de esporulação) foram avaliados em casa de vegetação, com os mesmos genótipos de sorgo e isolados de *C. sublineolum* utilizados na avaliação de resistência dilatória. Elevada resistência dilatória foi constatada nas linhagens ATF14, ATF08 e CMSXS657, no plantio da safra e para as linhagens ATF54, CMSXS210, ATF14, ATF08, CMSXS656, CMSXS657, CMSXS180 e 9910032, no plantio da safrinha. Os genótipos BR304 e BR001 foram os que apresentaram menor resistência dilatória nas duas épocas de plantio. Foi possível detectar interação significativa entre isolados e genótipos de sorgo para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), nas duas épocas de cultivo e para o período latente avaliado em casa de vegetação. Houve correlação significativa entre AACPD média, severidade na metade da epidemia ( $Y_{50}$ ) e severidade máxima ( $Y_{máx}$ ). Também foi observada correlação negativa entre período latente e AACPD média para as duas épocas de plantio. Verificou-se correlação negativa entre capacidade de esporulação e período latente e positiva entre a capacidade de esporulação e AACPD média para o período de safra. Período latente e capacidade de esporulação são importantes componentes de resistência dilatória no patossistema *C. sublineolum* e sorgo. A resistência dilatória observada neste patossistema é do tipo vertical incompleta.

Palavras chave: *Colletotrichum. sublineolum*, *Colletotrichum. graminicola*, Resistência parcial

## ABSTRACT

The objectives of this work were to evaluate the dilatory resistance of hybrids of sorghum (*Sorghum bicolor*) and of their parent lines to *Colletotrichum sublineolum* and to characterize the importance of the latent period and sporulation capacity as components of this resistance. The dilatory resistance of sorghum genotypes to three isolates of *C. sublineolum* was evaluated in the field during two growing seasons: regular and late. The resistance components (latent period and sporulation capacity) were evaluated under greenhouse conditions, with the same sorghum genotypes and isolates of *C. sublineolum* used to evaluate dilatory resistance. High dilatory resistance was confirmed for lines ATF14, ATF08 and CMSXS657 in regular growing season and for lines ATF54, CMSXS210, ATF14, ATF08, CMSXS656, CMSXS657, CMSXS180 and 9910032 in late growing season. The genotypes BR304 and BR001 presented the lowest dilatory resistance in both growing seasons. It was possible to detect a significant interaction between isolates and sorghum genotypes for the area under the disease progress curve (AUDPC), during both growing seasons and during the latent period evaluated under greenhouse conditions. A significant correlation was found between mean AUDPC, half epidemics severity ( $Y_{50}$ ) and maximum severity ( $Y_{\text{máx}}$ ). A negative correlation was also observed between the latent period and mean AUDPC for the two growing seasons. A negative correlation was verified between sporulation capacity and latent period and a positive one between sporulation capacity and mean AUDPC for the regular growing season. Latent period and sporulation capacity are important components of dilatory resistance in the *C. sublineolum* and sorghum pathosystem. The dilatory resistance observed in this pathosystem is of the incomplete vertical type.

Key words: *Colletotrichum. sublineolum*, *Colletotrichum. graminicola*, Partial resistance

## 1 INTRODUÇÃO

A antracnose, causada por *Colletotrichum sublineolum* Henn. Kabát et Bub. (sin. *C. graminicola* (Ces.) G.W.Wils.) (Sutton, 1992; Sherrif, et al., 1995) que está presente em todas as regiões produtoras no Brasil (Costa et al., 2003), é considerada um dos principais problemas da cultura do sorgo (*Sorghum bicolor*), principalmente nas regiões quentes e úmidas onde este cereal é cultivado (Ali e Warren, 1992). A doença pode causar perdas que chegam a 50% em cultivares suscetíveis (Harris et al., 1964; Thomas et al., 1996).

O patógeno é capaz de infectar folhas, colmo, panículas e grãos (Ali & Warren, 1992), sobrevive como micélios e conídios em restos culturais (Thakur & Mathur, 2000) e é transmitido pelas sementes com acérvulos do patógeno (Cardwell et al., 1989), que são as principais fontes de inóculo primário. Conídios produzidos em plantas doentes servem como inóculo secundário, sendo dispersos pelas gotas d'água entre plantas suscetíveis.

A doença se desenvolve mais lentamente antes do florescimento e rapidamente durante o estágio de enchimento de grãos. O atraso no início da epidemia é considerado um importante parâmetro para a seleção de genótipos de sorgo resistentes à antracnose (Ngugi et al., 2000; Li & TeBeest, 2009), sendo necessários vários ciclos da doença no hospedeiro para acúmulo suficiente de inóculo secundário para dispersão da doença (Li & TeBeest, 2009).

A utilização da resistência genética em cultivares comerciais é considerada a estratégia de manejo da antracnose de maior eficiência (Casela et al., 1998). Entretanto, o emprego dessa medida é dificultado pela alta variabilidade patogênica apresentada por *C. sublineolum*, que determina rápida adaptação do patógeno às cultivares resistentes (Costa, 2004; Silva et al., 2008). Assim, o uso da resistência dilatária (Browning et al., 1977), ou resistência horizontal (Vanderplank, 1963), o piramidamento de genes de resistência, a

rotação de culturas e de genes, o uso de misturas de cultivares (Guimarães et al., 1998a) e multilinhas dinâmicas (Costa et al., 2005) têm se mostrado importantes no manejo desta doença, aumentando a durabilidade da resistência a esta enfermidade. A combinação de tais medidas disponíveis pode fornecer um controle efetivo e econômico da antracnose (Thakur & Mathur, 2000; Casela & Ferreira, 2006).

A resistência dilatória, já demonstrada para o patossistema (Cardwell et al., 1988; Casela et al., 1993; Guimarães et al., 1998b), pode estar associada a componentes de resistência que reduzem a taxa de progresso da doença, tais como período latente (Casela et al., 1993), produção de esporos e período infeccioso entre outros. Faltam, entretanto, estudos a respeito da grandeza com que essa associação ocorre.

Desse modo, este trabalho foi realizado com os objetivos de avaliar a resistência dilatória de híbridos de sorgo e suas linhagens genitoras a *C. sublineolum* e caracterizar a importância do período latente e a capacidade de esporulação como componentes da referida resistência.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Experimento I: Avaliação da resistência dilatória em plantio de safra e safrinha**

Para avaliação da resistência dilatória de materiais de sorgo à antracnose, foram realizados dois ensaios, correspondentes à safra principal (outubro a janeiro) e à safrinha (fevereiro a maio) de sorgo, na região central do país, no ano agrícola 2008/2009.

#### **2.1.1 Caracterização da área experimental**

Os experimentos foram instalados na área experimental do Núcleo de Fitossanidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa em Milho e Sorgo (Embrapa-CNPMS), no município de Sete Lagoas, região central de Minas Gerais, situado nas coordenadas geográficas 19°28' sul e 44°15'08'' oeste, à altitude de 732 m.

A vegetação nativa dominante da área é o cerrado arbóreo-arbustivo e o solo é do tipo Latossolo. O clima da região é do tipo AW (savana com inverno seco e temperatura média do ar do mês mais frio acima de 18°C), segundo classificação de Köppen. Conforme dados climáticos coletados na Estação Meteorológica Principal de Sete Lagoas, a temperatura média anual é de 22,1°C, e a amplitude de variação anual está em torno de 5°C.

A precipitação média anual é de 1.345 mm, com períodos de seca e chuva bem definidos, ocorrendo maiores precipitações em dezembro (293 mm) e as menores, em agosto (8,5 mm). Os dados climáticos principais do período de condução dos experimentos de safra e safrinha foram coletados na Estação Meteorológica Principal de Sete Lagoas, que se localiza a, aproximadamente, 2.000 m da área experimental (Figuras 1 e 2).

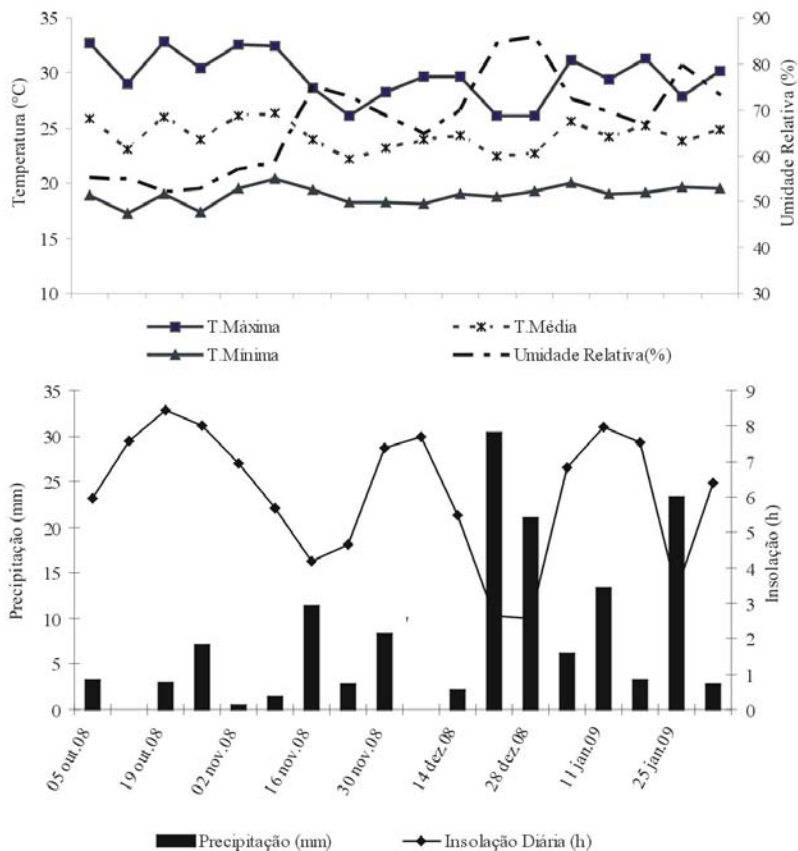


FIGURA 1 Dados climáticos médios semanais para o período de condução do experimento de safra, entre outubro de 2008 a janeiro de 2009, no CNPMS, Sete Lagoas, MG. Dados obtidos na Estação Meteorológica Principal de Sete Lagoas, MG.

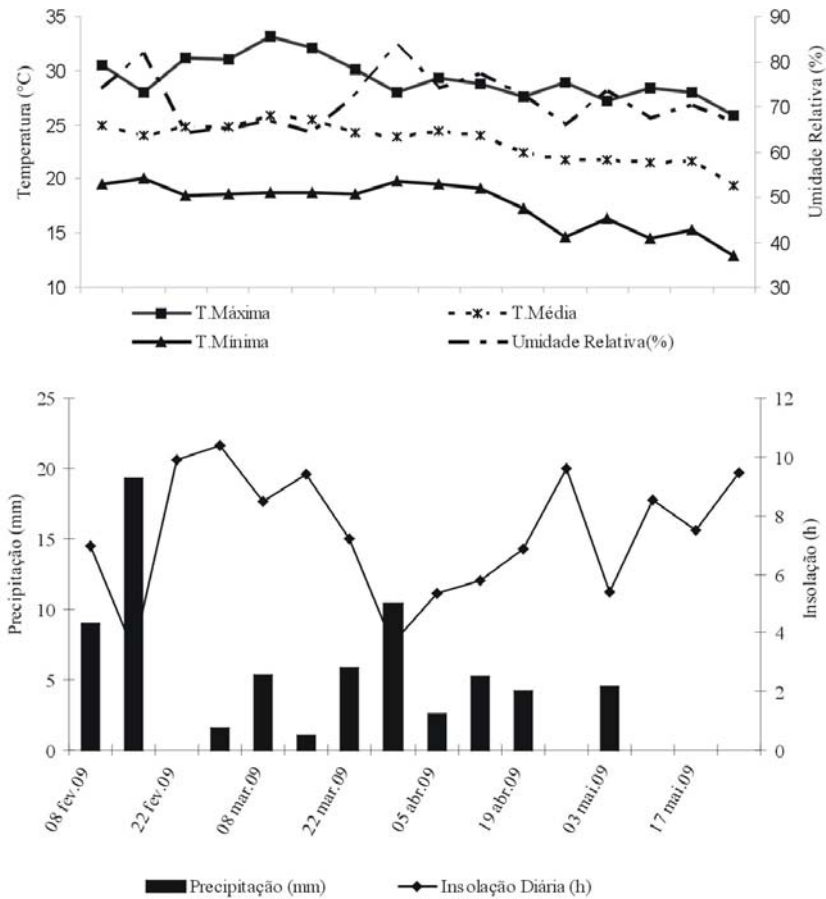


FIGURA 2 Dados climáticos médios semanais para o período de condução do experimento de safrinha, entre fevereiro de 2009 a maio de 2009, no CNPMS, Sete Lagoas, MG. Dados obtidos na Estação Meteorológica Principal de Sete Lagoas, MG.

### 2.1.2 Genótipos avaliados e isolados de *C. sublineolum*

Foram avaliados dez híbridos simples, obtidos pelo programa de melhoramento genético de sorgo da Embrapa-CNPMS e as linhagens genitoras desses híbridos, quanto à resistência dilatária a *C. sublineolum*. Sete desses



híbridos são comercializados e três estão em fase de liberação para comercialização (Tabela 1).

TABELA 1 Híbridos simples e as respectivas linhagens macho-estéreis (A) e restauradoras (R) genitoras

	<b>Híbrido</b>	<b>Macho-estéreis<sup>1</sup></b>	<b>Restauradoras<sup>2</sup></b>
1	BR304	BR001A	BR012R
2	BRS308	CMSXS233A	BR012R <sup>3</sup>
3	BRS310	ATF54A	BR012R <sup>3</sup>
4	BRS305	CMSXS210A	BR012R <sup>3</sup>
5	BR601	BR007A	BR501R
6	BRS610	ATF54A <sup>3</sup>	CMSXS656R
7	BRS650	CMSXS222A	CMSXS657R
8	9920045	ATF14A	CMSXS180R
9	9920044	ATF08A	CMSXS180R <sup>3</sup>
10	0144015	ATF14A <sup>3</sup>	9910032R

<sup>1</sup> As linhagens macho-estéreis correspondem às fêmeas e são designadas pela letra A. <sup>2</sup> As restauradoras correspondem aos machos e são designadas pela letra R. <sup>3</sup> Genitor utilizado em mais de um cruzamento.

Previamente, foi selecionado o isolado de *Colletotrichum sublineolum*, 126.08D obtido do híbrido IF 305, coletado em Goiânia (GO) e os isolados 210.08D e 222.08D, obtidos do híbrido AG 1018, provenientes de Campo Novo dos Parecis (MT), por serem virulentos ao maior número de genótipos de sorgo utilizados neste experimento.

### 2.1.3 Instalação e condução dos experimentos

O plantio do experimento de safra principal foi realizado na primeira semana de outubro de 2008 e o experimento de safrinha, na primeira semana de fevereiro de 2009, sendo estes em áreas contíguas.

O preparo do solo foi de forma convencional, com uma aração e duas gradagens, para ambas as safras (safra e safrinha). As adubações de plantio e de

cobertura foram realizadas de acordo com a análise de solo e a recomendação técnica para a cultura do sorgo.

As sementes dos genótipos descritos foram tratadas com o inseticida Cruiser 350 FS<sup>®</sup> (600mL/100kg) e os fungicidas Maxim XL<sup>®</sup> (150mL/100kg) e Vitavax-Thiram 200 SC<sup>®</sup> (300mL/100kg), registrados para a cultura do sorgo.

A semeadura foi realizada com semeadora manual e, trinta dias após o plantio, o estande foi padronizado em 10 plantas/m por desbaste manual.

As plantas daninhas que ocorreram na área experimental foram controladas por meio de cultivador com tração animal e capina com enxada manual. As pragas lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e pulgão-do-sorgo (*Stenodiplosis sorghicola*) foram controladas, quando necessário, com o inseticida Decis 25 CE<sup>®</sup> (200 mL.ha<sup>-1</sup>), por meio de pulverizador costal manual.

Foram realizadas irrigações suplementares, em toda a área experimental, por aspersão convencional.

#### **2.1.4 Preparo do inóculo e inoculação no campo**

Os isolados monospóricos previamente obtidos e conservados em tubos de ensaio contendo óleo mineral foram transferidos para placas de Petri contendo meio de farinha aveia-ágar (FAA), preparado conforme Dhingra & Sinclair (1995). Essas placas foram mantidas sob luz fluorescente intermitente por 7 dias. Aos 5 dias após a transferência, raspou-se o micélio das colônias para induzir a esporulação. Em seguida, foram repicados para placas de Petri contendo FAA. O mesmo procedimento foi realizado novamente, para obter-se o número de conídios necessário para o preparo do inóculo.

O inóculo foi obtido em suspensão de água esterilizada, a qual foi adicionada às placas. Procedeu-se, em seguida, à raspagem superficial e à posterior contagem de esporos em câmara de Neubauer. A concentração de inóculo foi padronizada em  $1 \times 10^6$  conídios.mL<sup>-1</sup>. As inoculações foram

realizadas na bordadura suscetível, aos 45 dias após a semeadura e repetidas uma semana depois, para reforçar a inoculação. Estas foram efetuadas, individualmente, em cada parcela, com uma suspensão de conídios na proporção de 100 mL/m linear, utilizando pulverizador costal manual. Tween 20 (0,01%) foi utilizado como espalhante. As inoculações ocorreram ao final da tarde para maior eficiência.

### **2.1.5 Delineamento experimental, avaliações e análises estatísticas**

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em parcelas subdivididas e três repetições, constando de 3 isolados do patógeno, 24 genótipos de sorgo e 3 repetições. Cada isolado monospórico de *C. sublineolum* constituiu uma parcela e cada genótipo uma subparcela.

A resistência dilatória foi avaliada utilizando-se o método do gradiente de inóculo preconizado por Notteghem & Andriatempo (1977), em que há em uma extremidade da parcela uma fonte de inóculo constituída por um material susceptível (BR009) e, na outra extremidade, uma bordadura formada por um material resistente (SC283).

A subparcela foi constituída de uma linha de 5,0 m de comprimento e 0,7 m de espaçamento entre linhas. A 0,5 m de uma das extremidades de cada subparcela, foi semeada bordadura da linhagem suscetível BR009 (Tx623), formada por fileiras de 1,0 m, para atuar como fonte de inóculo. Na extremidade oposta, foi semeada outra bordadura com a linhagem resistente SC283, nas mesmas dimensões da primeira, permitindo o isolamento entre as parcelas. Entre uma parcela e outra, foram semeadas duas fileiras da linhagem SC283, resistente à antracnose, de modo a se obter isolamento entre os genótipos avaliados (Figura 3).

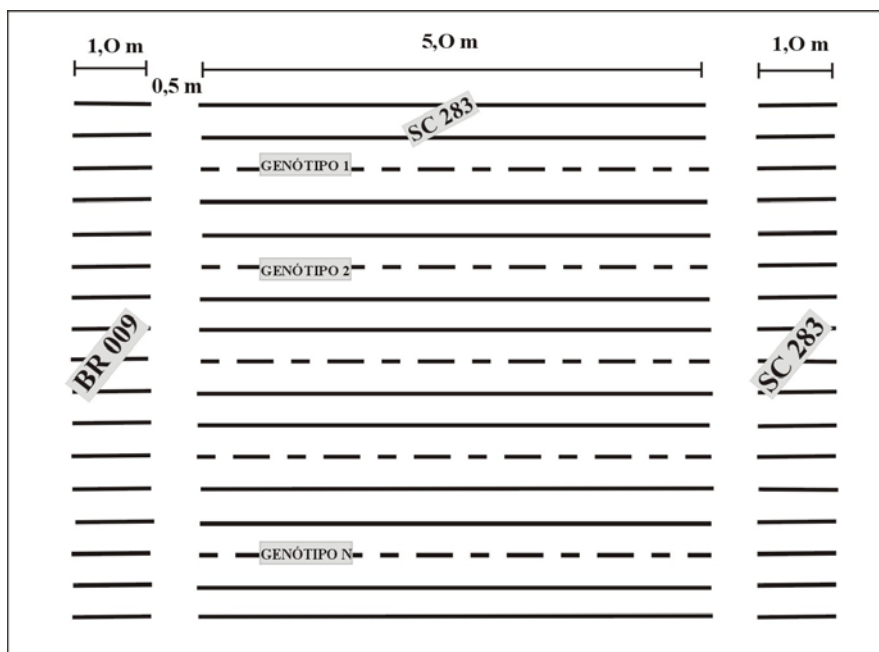


FIGURA 3 Representação esquemática das parcelas.

Avaliações semanais da severidade da antracnose foram realizadas em três pontos da subparcela, localizados a 0,5 m, 3,0 m e 5,5 m da fonte de inóculo. Em cada ponto de avaliação foi marcada uma planta pelo uso de fitas. Todas as folhas das plantas marcadas foram avaliadas individualmente a partir do 14º dia após a primeira inoculação no experimento da safra e do 7º dia após a inoculação no experimento da safrinha. A severidade da doença foi avaliada semanalmente e se estenderam até a estabilização da doença no campo.

Dados da severidade foram coletados utilizando-se escala proposta por Sharma (1983), para avaliação da antracnose foliar do sorgo.

Com os valores médios de severidade para cada ponto, foram estimadas a severidade média ( $Y_{50}$ ) na metade da epidemia e a severidade máxima ( $Y_{\text{máx}}$ ) com os valores de severidade ao final da epidemia e calculou-se a área abaixo da

curva de progresso da doença para severidade (AACPD), determinada pela equação proposta por Sharner & Finney (1977):

$$\text{AACPD} = \sum_i^{n-1} \left( \frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i),$$

em que  $n$  é o número de avaliações,  $y$  a intensidade da doença,  $t$  o tempo quando da avaliação da intensidade da doença.

Os valores de  $Y_{50}$ ,  $Y_{\text{máx}}$  e AACPD foram submetidos à análise de variância após transformação de dados e, se significativo, ao teste de comparação de médias pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). Todas as análises foram realizadas no programa computacional SISVAR 5.1 (Ferreira, 2007).

Os dados de progresso foram submetidos ao programa SAS System 8.0 para a seleção de modelos matemáticos por meio de regressão não linear (Campbell & Madden, 1990).

## **2.2 Experimento II: Avaliação dos componentes de resistência dilatória**

Três ensaios foram conduzidos em casa de vegetação na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa em Milho e Sorgo (Embrapa-CNPMS), localizada em Sete Lagoas, MG, nos meses de dezembro de 2008, fevereiro e junho de 2009. Para este experimento, foram utilizados os mesmos genótipos de sorgo e isolados descritos para o experimento anterior (item 2.1.2).

### **2.2.1 Produção de plantas, produção do inóculo e inoculação**

Para a produção de plantas, vinte sementes de cada genótipo de sorgo foram semeadas em vasos plásticos (23x18x18 cm), contendo solo corrigido e adubado conforme recomendação para a cultura. Aos 15 dias após a emergência, foram desbastadas para 4 plantas por vaso. As plantas foram mantidas em casa de vegetação, sem controle de temperatura, até o final dos ensaios.

Para a produção de inóculo, procedeu-se conforme descrito no item 2.1.4.

A inoculação das plantas de cada material genético ocorreu aos 28 dias após o plantio, com a suspensão de conídios na proporção de 10 mL/vaso. A inoculação ocorreu ao final da tarde, por meio de pulverizador manual. Após a inoculação, as plantas foram mantidas em câmara úmida por 18 horas à temperatura média de 25°C sendo, em seguida, retiradas desta condição e mantidas sobre bancada em casa de vegetação para avaliações.

### **2.2.2 Avaliação do período latente e taxa de esporulação**

O experimento foi instalado utilizando-se o delineamento blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com os isolados nas parcelas e cultivares nas subparcelas e duas repetições. A parcela foi representada pela média de três plantas contidas em um vaso.

Os componentes de resistência, o período de incubação e o período latente foram avaliados diariamente, entre o 2º e o 14º dia após a inoculação. As avaliações foram realizadas na primeira, segunda e terceira folhas, contadas a partir da folha mais jovem de duas plantas previamente marcadas mantidas no vaso.

A fim de se determinar a taxa de esporulação, aos 17 dias após a inoculação, foi selecionada uma folha em cada parcela, dentre as previamente marcadas. Essas folhas foram coletadas, cortadas em segmentos de 3 cm<sup>2</sup> e dispostas em placas de Petri com fundo coberto por papel de filtro umedecido, onde permaneceram por 48 horas, sob condição de câmara úmida. Ao final deste período, esses segmentos de folhas foram colocados em tubos de ensaio contendo 9 mL de água esterilizada e, em seguida, submetidos à agitação, por 30 segundos, em agitador tipo vórtex. Após esse procedimento, foi retirada uma

alíquota de cada tubo, para a contagem dos conídios em hemacitômetro em microscópio de luz.

### **2.2.3 Delineamento experimental, avaliações e análises estatísticas**

Para análise do número de conídios e período latente, os genótipos que apresentaram resistência do tipo reação de hipersensibilidade foram excluídos.

Os valores para número de conídios foram transformados para número de conídios por  $\text{cm}^2$  e, previamente às análises estatísticas, foram transformados para  $\log(\text{número de conídios}+1)$ .

As análises foram realizadas por meio do programa computacional Sisvar 5.1 (Ferreira, 2007), cujos valores foram submetidos à análise de variância após transformação de dados para número de conídios e, em seguida, ao teste de agrupamento de médias de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

### **2.3 Correlação entre as variáveis área abaixo da curva de progresso da doença, período latente e número de conídios**

Foi analisada a correlação entre os componentes de resistência estudados em casa de vegetação (período latente médio e número de conídios) e a média da AACPD estudada em condições de campo, para as três distâncias da fonte de inóculo, utilizando-se os dados coletados na época de safra e de safrinha separadamente. Dentro de cada época de plantio, foi analisada a correlação entre a AACPD de cada distância da fonte de inóculo. Foi analisada também a correlação da AACPD a cada distância da fonte de inóculo com a respectiva severidade máxima ( $Y_{\text{máx}}$ ) e a severidade na metade da epidemia ( $Y_{\text{média}}$ ).

Para a determinação dos coeficientes de correlação, foi utilizado o método de Pearson, com auxílio do programa SAEG.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Experimento I

#### 3.1.1 Área abaixo da curva de progresso, severidade máxima e severidade média da antracnose no plantio de safra

Com os dados de severidade observados, não foi possível ajustar um modelo que explicasse as epidemias, independente do isolado utilizado ou distância da fonte de inóculo. Segundo Li & TeBeest (2009), valores de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) podem ser utilizados para comparar e analisar epidemias que não são adequadamente descritos utilizando-se modelos matemáticos de crescimento.

A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) é utilizada para avaliar a resistência de genótipos de sorgo à antracnose (Casela et al., 1993; Guimarães et al., 1998b; Ngugi et al., 2000; Li & TeBeest, 2009), sendo estes valores constantes e de fácil interpretação, incorporando a influência do tempo de início da epidemia, a taxa de progresso da doença e a severidade final (Campbell & Madden, 1990).

Pela análise estatística para a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), realizada a 0,5 m de distância da fonte de inóculo, o efeito da interação isolado e genótipo de sorgo foi significativo (Tabela 1B). A 3,0 m e a 5,5 m de distância da fonte de inóculo, foi significativo somente o efeito do genótipo para variável em questão (Tabela 1B).

A AACPD a 0,5 m da fonte de inóculo para o isolado 126.08D foi menor para os híbridos BRS650 e 9920044 e as linhagens ATF14, ATF08, BR501, CMSXS656, CMSXS657 e CMSXS180, cujos valores não diferiram estatisticamente (Tabela 2). Os maiores valores foram encontrados para BR304 e



BR001, que não diferiram estatisticamente, tendo os demais materiais se agrupado de forma intermediária.

TABELA 2 Área abaixo da curva de progresso da antracnose (AACPD) para genótipos de sorgo inoculados com os isolados 126.08D, 210.08D e 222.08D, a 0,5 m de distância da fonte de inóculo no plantio de safra

Genótipos	ISOLADOS		
	126.08D	210.08D	222.08D
1 BRS 304	1254,6 d	349 c	612,6 c
2 BRS308	66 b	43,3 b	29,6 A
3 BRS310	87 b	30,6 a	57 b
4 BRS305	50,6 b	35,3 a	42,6 b
5 BR601	254,3 b	28,3 a	78 b
6 BRS610	46 b	21,6 a	20,6 A
7 BRS650	13 a	27,6 a	10,3 A
8 9920045	68 b	35,3 a	60 b
9 9920044	30,6 a	30,6 a	188 b
10 144015	42,6 b	27 a	47,3 b
11 BR001	1818 d	1547,3 d	1601,6 c
12 CMSXS 233	44,3 b	28 a	54 b
13 ATF54	66,3 b	47,3 b	65,6 b
14 CMSXS210	60,6 b	48 b	10,6 A
15 BR007	42,3 b	92,3 b	159,3 b
16 CMSXS222	339,3 c	80,3 b	101 b
17 ATF14	20,3 a	20 a	21,6 A
18 ATF08	24,3 a	28 a	25 A
19 BR012	127 b	61,6 b	103 b
20 BR501	30,3 a	53 b	74,6 b
21 CMSXS656	24 a	42,3 b	16 A
22 CMSXS657	14 a	12,6 a	9,3 A
23 CMSXS180	33,6 a	37 a	71,3 b
24 9910032	63,3 b	95,3 b	50,6 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quando foi inoculado o isolado 210.08D, a AACPD foi inferior para os híbridos simples BRS310, BRS305, BR601, BRS610, BRS650, 9920044, 9920045 e 144015 e as linhagens CMSXS233, ATF14, ATF08, CMSXS657 e CMSXS180. O material mais suscetível foi a linhagem BR001, seguida pelo híbrido BR304. Os demais materiais tiveram valores para AACPD intermediários.

Pela inoculação do isolado 222.08D, os menores valores de AACPD foram observados para híbridos BRS308, BRS610 e BRS650 e nas linhagens CMSXS210, ATF14, ATF08, CMSXS656 e CMSXS657, e os maiores valores para o híbrido BR304 e linhagem BR001. Os demais genótipos inoculados com este isolado apresentaram valores intermediários, agrupando-se.

A 3,0 m de distância da fonte de inóculo, destaca-se a resistência dos híbridos comerciais BRS610 e BRS650 e da linhagem CMSXS657, pelos baixos valores da AACPD observados. De modo contrastante, destaca-se a linhagem BR001, seguida pelo híbrido BR304 com elevados valores de AACPD. Os demais materiais de sorgo apresentaram valores intermediários para a variável analisada (Tabela 3).

A 5,5 m da fonte de inóculo, os menores valores foram observados para o híbrido BRS650, linhagens ATF14, CMSXS657 e CMSXS180, que se agruparam como os mais resistentes e, opostamente, destaca-se a linhagem BR001 como a mais suscetível. O híbrido BR304 e a linhagem CMSXS222 apresentaram altos valores de AACPD, inferiores à linhagem BR001 e superior aos demais materiais com valores intermediários (Tabela 3).

TABELA 3 Área abaixo da curva de progresso da antracnose (AACPD) para genótipos de sorgo inoculados com três isolados de *C. sublineolum*, no período de safra, a 3,0 m da fonte de inóculo e a 5,5 m da fonte de inóculo

Genótipos	Distância da fonte de inóculo	
	3,0 m	5,5 m
1 BR304	403,8 e	372,2 f
2 BRS308	29,6 c	35,6 c
3 BRS310	34,6 c	47,7 c
4 BRS305	30,6 c	32,2 c
5 BR601	57,1 c	48,4 c
6 BRS610	10,7 a	20,8 B
7 BRS650	9,8 a	10,1 A
8 9920045	24,1 c	27,8 c
9 9920044	32,1 c	27,8 B
10 144015	25,1 c	29,5 c
11 BR001	1591,6 f	1542,7 g
12 CMSXS 233	29 c	27,4 B
13 ATF54	18,7 b	26,4 B
14 CMSXS210	22,4 c	24,5 B
15 BR007	60,1 c	59,4 d
16 CMSXS222	146,4 d	128,6 e
17 ATF14	20,6 b	18,4 A
18 ATF08	21,1 b	21,6 B
19 BR012	36,1 c	39,7 c
20 BR501	24,1 c	31,1 c
21 CMSXS656	24,7 c	20,2 B
22 CMSXS657	10,5 a	13,1 A
23 CMSXS180	22,8 c	18,6 A
24 9910032	38,1 c	23,8 B

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Pela análise dos valores de AACPD, pode-se perceber uma tendência para o acréscimo da intensidade da doença a 0,5 m da fonte de inóculo. Em algumas das parcelas não foi possível observar este efeito, devido à presença de focos da doença na área experimental, apesar de não significativo o efeito de bloco para o plantio na safra. A ocorrência de focos é explicada pela capacidade

de sobrevivência de *C. sublineolum* como micélio e conídios em restos de culturas no campo (Takhur & Mathur, 2000).

Quanto à severidade máxima  $Y_{\text{máx}}$ , obtida a partir da severidade ao final da epidemia, houve significância para a interação isolado e material genético de sorgo no ponto mais próximo à fonte de inóculo (Tabela 2B). Para a distância de 3,0 m e 5,5 m da fonte de inóculo, houve efeito de genótipo na variável analisada (Tabela 2B).

O híbrido BR304 e a linhagem BR001 apresentaram os maiores valores de  $Y_{\text{máx}}$ , para todos os isolados inoculados (Tabela 4).

Inoculando-se o isolado 126.08D, foi observado valor intermediário de  $Y_{\text{máx}}$  para o híbrido BR601 e linhagens CMSXS222 e BR012, que se agruparam diferindo-se dos demais materiais (Tabela 4).

Os valores de  $Y_{\text{máx}}$ , pela inoculação do isolado 210.08D, foram elevados para o híbrido BR304 e para a linhagem BR001, ao passo que os demais genótipos apresentaram baixos valores para a variável analisada (Tabela 4).

Com relação aos materiais inoculados com o isolado 222.08D, podem-se observar valores intermediários de  $Y_{\text{máx}}$  para BR601, 9920044, ATF54, BR007, CMSXS222, BR012, BR501 e CMSXS180. Os demais materiais agruparam-se com severidade baixa ao final da epidemia, com exceção de BR304 e BR001, que se mostraram como os mais suscetíveis (Tabela 4).

TABELA 4 Valores de severidade máxima da antracnose ( $Y_{\text{máx}}$ ) em genótipos de sorgo inoculados com os isolados 126.08D, 210.08D e 222.08D, avaliados a 0,5 m da fonte de inóculo no período de safra

Genótipos	Isolado		
	126.08D	210.08D	222.08D
1 BR304	74,7 c	37,3 b	57,3 c
2 BRS308	4 a	2 a	1,7 a
3 BRS310	6,7 a	3 a	3,3 a
4 BRS305	3 a	4,7 a	1,7 a
5 BR601	22,7 b	3,3 a	7,3 b
6 BRS610	1 a	0,7 a	1,3 a
7 BRS650	0,7 a	1,3 a	1 a
8 9920045	5 a	2 a	3,3 a
9 9920044	2 a	2 a	27,7 b
10 144015	3,3 a	2,7 a	5,7 a
11 BR001	100 c	96 c	97,3 d
12 CMSXS 233	3 a	2 a	3 a
13 ATF54	6,7 a	5,7 a	8,3 b
14 CMSXS210	3,7 a	4 a	1 a
15 BR007	4,7 a	7 a	18 b
16 CMSXS222	21,3 b	9,3 a	10 b
17 ATF14	1,3 a	1,3 a	1 a
18 ATF08	2 a	2,3 a	1,7 a
19 BR012	14 b	6 a	10 b
20 BR501	4 a	8,7 a	9,3 b
21 CMSXS656	1 a	1,3 a	1,3 a
22 CMSXS657	1 a	1 a	0,7 a
23 CMSXS180	3 a	4,3 a	8 b
24 9910032	3,3 a	6,7 a	5 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Os maiores valores de  $Y_{\text{máx}}$  a 3,0 m e a 5,5 m foram observados para a linhagem BR001, seguida pelo híbrido BR304 e pela linhagem CMSXS222, que diferiram estatisticamente entre si (Tabela 5). Os demais materiais genéticos de sorgo avaliados apresentaram baixos valores para  $Y_{\text{máx}}$ , agrupando-se.

TABELA 5 Severidade máxima da antracnose ( $Y_{\text{máx}}$ ) em genótipos de sorgo para os 3 isolados avaliados a 3,0 m e a 5,5 m de distância da fonte de inóculo no período de safra

Genótipos	Distância da fonte de inóculo	
	3,0 m	5,5 m
1 BR304	40,9 d	40,7 d
2 BRS308	1,6 a	2,8 a
3 BRS310	1,8 a	3,0 a
4 BRS305	1,4 a	1,5 a
5 BR601	6,8 b	5,6 b
6 BRS610	0,5 a	1,2 a
7 BRS650	0,7 a	0,6 a
8 9920045	1,4 a	1,5 a
9 9920044	2,8 b	1,9 a
10 144015	1,5 a	1,5 a
11 BR001	96,1 e	96,9 e
12 CMSXS 233	1,9 a	1,7 a
13 ATF54	1,7 a	3,8 a
14 CMSXS210	1,3 a	1,2 a
15 BR007	4,1 b	6 b
16 CMSXS222	17,3 c	12,3 c
17 ATF14	1,3 a	1,2 a
18 ATF08	1,3 a	1,3 a
19 BR012	3,7 b	4,8 b
20 BR501	3,7 b	4,3 a
21 CMSXS656	0,8 a	0,8 a
22 CMSXS657	0,7 a	0,7 a
23 CMSXS180	1,6 a	1,1 a
24 9910032	3,8 b	2,1 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Para a variável severidade média ( $Y_{50}$ ), a interação isolado e genótipo de sorgo não foi significativa, pelo teste de F, a 5% de probabilidade. Esta variável permitiu distinguir os genótipos mais suscetíveis: BR001, BR304 e CMSXS222 a 0,5 m da fonte de inóculo, BR001 a 3,0 m da fonte de inóculo e BR001 e

BR304 a 5,5 m da fonte de inóculo. Os demais materiais não puderam ser diferenciados pelo teste de agrupamento de médias (Tabela 6).

TABELA 6 Valores de severidade média da antracnose ( $Y_{50}$ ) em genótipos de sorgo para os 3 isolados avaliados a 0,5 m, 3,0 m e 5,5 m de distância da fonte de inóculo, no plantio de safra

Genótipos	Distância da fonte de inóculo		
	0,5 m	3,0 m	5,5 m
1 BR304	3,11 c	1,6 a	1,96 b
2 BRS308	0,38 a	0,07 a	0,07 a
3 BRS310	0,48 a	0,29 a	0,24 a
4 BRS305	0,38 a	0,44 a	0,37 a
5 BR601	0,43 a	0,05 a	0,15 a
6 BRS610	0,17 a	0,07 a	0,12 a
7 BRS650	0,12 a	0,09 a	0,07 a
8 9920045	0,16 a	0,06 a	0,1 a
9 9920044	0,11 a	0,08 a	0,07 a
10 144015	0,14 a	0,05 a	0,08 a
11 BR001	9,13 d	9 b	6,38 c
12 CMSXS 233	0,09 a	0,04 a	0,05 a
13 ATF54	0 a	0,02 a	0 a
14 CMSXS210	0,47 a	0,27 a	0,24 a
15 BR007	0,40 a	0,16 a	0,17 a
16 CMSXS222	1,56 b	0,27 a	0,56 a
17 ATF14	0 a	0 a	0 a
18 ATF08	0,05 a	0,02 a	0,05 a
19 BR012	0,28 a	0,06 a	0,09 a
20 BR501	0 a	0 a	0 a
21 CMSXS656	0,52 a	0,46 a	0,30 a
22 CMSXS657	0,02 a	0,03 a	0,02 a
23 CMSXS180	0,16 a	0,04 a	0 a
24 9910032	0,07 a	0 a	0,01 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

### **3.1.2 Área abaixo da curva de progresso, severidade máxima ( $Y_{máx}$ ) e severidade média ( $Y_{50}$ ) da antracnose no plantio de safrinha**

A partir dos dados de severidade observados durante o trabalho, não foi possível ajustar um modelo que explicasse as epidemias, independente do isolado utilizado ou da distância da fonte de inóculo, do mesmo modo que ocorreu para o experimento conduzido no plantio de safra.

Pela análise de variância para a variável AACPD, foi possível detectar interação significativa entre os materiais genéticos e isolados (Tabela 4B) para as três distâncias da fonte de inóculo.

A interação significativa entre isolados e genótipos de sorgo, para a variável AACPD, encontrada neste trabalho, para as duas épocas de plantio, está de acordo com os resultados encontrados por Casela & Ferreira (1991a) e Guimarães et al. (1998b). Buiate (2009) também relatou a presença de interação entre isolados de *C. sublineolum* e genótipos de sorgo que apresentaram resistência horizontal. Havendo tal interação, essa resistência pode ser classificada como sendo do tipo vertical incompleta. Segundo Vanderplank (1982), a resistência dilatória (*slow rusting*) condicionada pela resistência vertical incompleta entre os cereais é comum, sendo identificada nos patossistemas *Puccinia hordei-cevada* (Clifford & Clothier; 1974); *Puccinia recondita* f.sp. *tritici-trigo* (Browder, 1973) e *Pyricularia grisea*-arroz (Roumen, 1992) entre outros.

Quanto aos isolados inoculados, não houve diferença significativa entre eles (Tabela 4B).

Mais próximo à fonte de inóculo, para os três isolados, destaca-se a alteração na classificação quanto à resistência da linhagem BR012 e a linhagem CMSXS 233. A linhagem BR012 foi classificada como o 11º genótipo mais resistente ao isolado 222.08D, 17º genótipo mais resistente ao isolado 126.08D e 19º mais resistente ao isolado 210.08D. A linhagem CMSXS 233 foi classificada



como o 17º genótipo mais resistente ao isolado 210.08D e 19º e 20º genótipo mais resistente em relação aos isolados 126.08D e 222.08D, respectivamente (Tabela 7). Para os três isolados pelo valor da AACPD avaliado a 0,5m da fonte de inóculo, a linhagem BR001 foi a mais suscetível, seguida pelo híbrido BR304 e pela linhagem CMSXS222 que não diferiram estatisticamente (Tabela 7).

TABELA 7 Área abaixo da curva de progresso da antracnose (AACPD) para genótipos de sorgo inoculados com os isolados 126.08D, 210.08D e 222.08D avaliados a 0,5m da fonte de inóculo no período de safrinha

Genótipos	ISOLADOS		
	126.08D	210.08D	222.08D
1 BR304	501,6 c	486,9 c	345,4 b
2 BRS308	15,6 a	12,9 a	35,8 a
3 BRS310	32,8 a	84,2 a	49,4 a
4 BRS305	10,2 a	43,3 a	56,2 a
5 BR601	347,9 c	210,3 b	339,7 b
6 BRS610	36,1 a	37,3 a	66,2 a
7 BRS650	24,5 a	11,5 a	8,6 a
8 9920045	13,4 a	21 a	29,9 a
9 9920044	16,6 a	19,9 a	20 a
10 144015	19,1 a	17,3 a	30,6 a
11 BR001	1414,8 d	2617,8 d	1163,6 c
12 CMSXS233	219,3 b	103,3 a	268,1 b
13 ATF54	50,7 a	88,3 a	138,7 a
14 CMSXS210	33,5 a	37,1 a	36,1 a
15 BR007	289,4 b	272,9 b	220,8 b
16 CMSXS222	464,7 c	391,3 c	246,4 b
17 ATF14	25,2 a	48,8 a	22,2 a
18 ATF08	71,4 a	36,2 a	49,3 a
19 BR012	200,5 b	213,7 b	43,8 a
20 BR501	213,8 b	213,7 b	275,2 b
21 CMSXS656	19,8 a	15,2 a	26,3 a
22 CMSXS657	2,3 a	5,7 a	4,9 a
23 CMSXS180	54,8 a	40,3 a	25,5 a
24 9910032	106,5 a	42,3 a	114,3 a

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A 3,0 m da fonte de inóculo, a interação ocorreu pela alteração no comportamento de BR304, CMSXS222, BR012 e 9910032 em relação aos isolados. As cultivares BR304 e a BR012 foram mais resistentes aos isolados 126.08D e 222.08D, a linhagem CMSXS222 foi mais resistente ao isolado 222.08D e a linhagem 9910032 foi mais resistente aos isolados 126.08D (Tabela 8).

TABELA 8 Área abaixo da curva de progresso da antracnose (AACPD) para genótipos de sorgo inoculados com os isolados 126.08D, 210.08D e 222.08D avaliados a 3,0m da fonte de inóculo, no período de safrinha

Genótipos	Isolados inoculados		
	126.08D	210.08D	222.08D
1 BR304	306,8 b	419,9 c	224,2 b
2 BRS308	28,9 a	25,4 a	26,7 a
3 BRS310	29,8 a	65,4 a	29,1 a
4 BRS305	12,7 a	6,2 a	22,1 a
5 BR601	420,6 c	164,4 b	351,4 b
6 BRS610	31,7 a	34,5 a	25,3 a
7 BRS650	17,4 a	7,7 a	6,0 a
8 9920045	22,5 a	11,2 a	21,8 a
9 9920044	10,2 a	14,8 a	14,0 a
10 144015	19,1 a	17,4 a	26,9 a
11 BR001	1433,8 e	2287,1 d	1597,7 c
12 CMSXS 233	303,5 b	140,1 b	217,2 b
13 ATF54	38,7 a	49,5 a	69,1 a
14 CMSXS210	30,2 a	27,7 a	35,6 a
15 BR007	224,2 b	220,8 b	175,0 b
16 CMSXS222	648,8 d	326,1 c	208,8 b
17 ATF14	71,9 a	46,6 a	17,9 a
18 ATF08	25,0 a	116,1 a	27,5 a
19 BR012	181,4 a	121,8 b	58,4 a
20 BR501	185,8 b	267,7 c	212,2 b
21 CMSXS656	27,5 a	15,3 a	20,7 a
22 CMSXS657	2,2 a	3,4 a	2,9 a
23 CMSXS180	64,8 a	43,1 a	73,1 a
24 9910032	65,4 a	39,7 a	146,4 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A 5,5 m da fonte de inóculo, a linhagem CMSXS 233 agrupou-se entre os genótipos mais resistentes com a inoculação do isolado 126.08D, as linhagens BR007 e BR012 foram mais suscetíveis ao isolado 210.08D e a linhagem 9910032 mais resistente ao isolado 126.08D. Essas alterações foram as que mais significativamente contribuíram para que houvesse interação nesta distância da fonte de inóculo (Tabela 9).

TABELA 9 Área abaixo da curva de progresso da antracnose (AACPD) para genótipos de sorgo inoculados com os isolados 126.08D, 210.08D e 222.08D avaliados a 5,5 m da fonte de inóculo, no período de safrinha

	Genótipos	Isolados inoculados		
		126.08D	210.08D	222.08D
1	BR304	384,7 c	407,6 b	387,5 c
2	BRS308	13,2 a	11,0 a	29,3 a
3	BRS310	34,3 a	44,8 a	56,4 a
4	BRS305	15,4 a	25,0 a	17,4 a
5	BR601	437,0 c	197,1 b	288,7 c
6	BRS610	72,9 a	42,9 a	18,7 a
7	BRS650	10,9 a	5,8 a	6,5 a
8	9920045	13,7 a	14,5 a	18,0 a
9	9920044	21,5 a	11,6 a	14,3 a
10	144015	19,3 a	25,3 a	16,8 a
11	BR001	1379,3 d	2150,3 c	1273,8 d
12	CMSXS 233	231,4 b	73,6 a	193,6 b
13	ATF54	49,1 a	55,6 a	104,1 b
14	CMSXS210	33,6 a	59,0 a	51,6 a
15	BR007	216,2 b	212,5 b	145,4 b
16	CMSXS222	499,2 c	274,6 b	187,6 b
17	ATF14	42,5 a	66,8 a	40,8 a
18	ATF08	23,5 a	26,1 a	23,1 a
19	BR012	148,4 a	193,4 b	52,1 a
20	BR501	244,4 b	252,1 b	176,7 b
21	CMSXS656	26,9 a	18,0 a	30,7 a
22	CMSXS657	0,69 a	2,5 a	2,3 a
23	CMSXS180	33,8 a	19,3 a	41,4 a
24	9910032	73,3 a	116,7 b	139,6 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Os maiores valores para a AACPD, para os três isolados, foram observados para a linhagem BR001, seguida pelo híbrido BR304.

Em valores de AACPD, a maior resistência foi observada para a linhagem CMSXS657 e para o híbrido BRS650, independente dos isolados inoculados.

A resistência dilatária, relatada para o patossistema *C. sublineolum*-sorgo (Cardwell et al., 1988; Casela et al. 1993; Guimarães et al., 1998b; Buiate, 2009), pode ser verificada no trabalho para as duas épocas de plantio. Esse tipo de resistência, que confere redução na taxa de desenvolvimento da doença ao longo do tempo (Browning et al., 1977), foi comprovada pelo baixo avanço da doença entre as diferentes distâncias da fonte de inóculo, para alguns genótipos testados.

Elevada resistência dilatária aos três isolados de *C. sublineolum* inoculados foi constatada para as linhagens ATF14, ATF08 e CMSXS657, no plantio da safra e para as linhagens ATF54, CMSXS210, ATF14, ATF08, CMSXS656, CMSXS657, CMSXS180 e 9910032, no plantio da safrinha.

A classificação dos híbridos e linhagens de sorgo em relação à resistência dilatária alterou conforme o isolado, tomando por base os valores obtidos a 0,5 m da fonte de inóculo. Por exemplo, na safra, o híbrido BRS308, foi o 8º genótipo mais resistente ao isolado 222.08D e o 16º ao isolado 126.08D e 15º ao isolado 210.08D; o híbrido BRS310, 9º genótipo mais resistente ao isolado 210.08D e o 19º ao 126.08D e 13º ao isolado 222.08D; o híbrido BRS 601 foi o 8º mais resistente ao isolado 210.08D e o 21º ao isolado 126.08D e 18º ao isolado 222.08D. Na safrinha, as alterações também ocorreram, porém, para outros genótipos e isolados. Não houve, portanto, repetibilidade da classificação para os dois plantios.

A inconsistência de resultados neste tipo de trabalho já foi questionada, uma vez que diferenças nas condições ambientais podem ter influência nessas interações (Broers, 1989b). Diferenças entre épocas de plantio quanto à interação entre patótipos de *C. sublineolum* e linhagens de sorgo foi relatada por Guimarães et al. (1998b), que observaram interação significativa somente para uma época de plantio, correspondente à safra principal. Pode-se supor que alguns fatores tenham influenciado nesta inconsistência de resultados. Por exemplo, o isolado 222.08D foi contaminado, reduzindo sua produção de conídios *in vitro* para inoculação na safrinha. Assim, na primeira inoculação, foi pulverizado em concentração inferior àquelas utilizadas para os outros isolados, acarretando redução do inóculo inicial nesse tratamento. Na segunda inoculação, para esta mesma época de plantio, foi utilizada a concentração ideal.

Também houve efeito de blocos detectado na análise estatística da AACPD, a 0,5 m da fonte de inóculo, durante o período de safrinha (Tabela 4B), apesar de todo o esforço para o isolamento e a redução do inóculo existente nos restos culturais. Um problema comum nesse tipo de experimento é a interferência entre parcelas, sobretudo daquelas próximas aos genótipos que não possuem resistência dilatária (BR001), apesar de o plantio de quatro linhas de bordadura resistente (SC283). O inóculo secundário de *C. sublineolum* pode ser disperso pelo impacto da água de 3,25 m a 9,75 m, dependendo do estágio fenológico das plantas (Pande et al., 1994; Li & TeBeest, 2009), ultrapassando, neste caso, a bordadura resistente.

Ao se analisar a variável severidade máxima da antracnose  $Y_{\text{máx}}$ , verificou-se a ocorrência de interação significativa entre isolados e genótipos de sorgo (Tabela 5B), para as três distâncias da fonte de inóculo. Não foi significativo o efeito do isolado. Houve influência do bloco à distância de 0,5 m e 3,0 m da fonte de inóculo.

Pode-se identificar a alteração na severidade máxima a 0,5 m da fonte de inóculo para os genótipos ATF54 e BR012 em relação ao isolado 126.08D e CMSXS 233 em relação ao isolado 210.08D. Os demais genótipos mantiveram-se na mesma posição, estatisticamente, para a variável analisada, independente do isolado inoculado (Tabela 10).

TABELA 10 Severidade máxima da antracnose ( $Y_{\text{máx}}$ ) em genótipos de sorgo inoculados com os isolados 126.08D, 210.08D e 222.08D, a 0,5 m de distância da fonte de inóculo, no período de safrinha

Genótipos	Isolados inoculados		
	126.08D	210.08D	222.08D
1 BR304	21,7 c	18,0 b	19,0 b
2 BRS308	2,3 a	1,0 a	4,0 a
3 BRS310	4,0 a	8,7 a	3,7 a
4 BRS305	1,3 a	3,0 a	4,3 a
5 BR601	28,3 c	14,0 b	27,7 b
6 BRS610	3,3 a	2,0 a	4,7 a
7 BRS650	1,7 a	0,3 a	0,3 a
8 9920045	1,3 a	1,3 a	1,7 a
9 9920044	1,3 a	1,3 a	1,3 a
10 144015	2,3 a	1,0 a	2,7 a
11 BR001	80,3 d	100,0 c	58,7 c
12 CMSXS 233	12,3 b	4,7 a	12,3 b
13 ATF54	2,7 a	10,7 b	18,7 b
14 CMSXS210	1,7 a	2,0 a	2,0 a
15 BR007	25,7 c	22,3 b	16,7 b
16 CMSXS222	38,3 c	27,3 b	17,3 b
17 ATF14	2,3 a	5,0 a	1,0 a
18 ATF08	9,0 b	3,0 a	4,0 a
19 BR012	16,3 c	8,7 a	3,0 a
20 BR501	15,7 c	15,7 b	22,0 b
21 CMSXS656	0,7 a	1,0 a	1,0 a
22 CMSXS657	0,0 a	0,0 a	0,0 a
23 CMSXS180	3,3 a	3,3 a	1,7 a
24 9910032	3,7 a	3,0 a	6,7 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A 3,0 m da fonte de inóculo, houve alteração na severidade máxima em relação aos isolados inoculados, para os híbridos BR304, CMSXS222 e BR012. Para os demais genótipos, não ocorreram alterações que pudessem ser percebidas estatisticamente (Tabela 11).

TABELA 11 Severidade máxima da antracnose ( $Y_{\text{máx}}$ ) em genótipos de sorgo inoculados com os isolados 126.08D, 210.08D e 222.08D, a 3 m de distância da fonte de inóculo, no período de safrinha

Genótipos	Isolados inoculados		
	126.08D	210.08D	222.08D
1 BR304	13,0 b	15,3 b	10,7 a
2 BRS308	2,7 a	3,7 a	2,3 a
3 BRS310	2,7 a	5,7 a	2,7 a
4 BRS305	1,3 a	1,0 a	2,3 a
5 BR601	33,3 c	13,3 b	26,3 b
6 BRS610	1,7 a	2,3 a	2,3 a
7 BRS650	2,7 a	0,7 a	0,3 a
8 9920045	2,3 a	1,0 a	1,7 a
9 9920044	1,0 a	1,0 a	1,7 a
10 144015	2,3 a	2,0 a	2,0 a
11 BR001	78,7 d	90,3 c	85,3 c
12 CMSXS 233	19,7 b	12,3 b	19,7 b
13 ATF54	4,3 a	4,3 a	6,0 a
14 CMSXS210	1,7 a	2,3 a	1,3 a
15 BR007	18,7 b	16,7 b	13,0 b
16 CMSXS222	64,3 d	21,7 b	22,0 b
17 ATF14	8,3 b	5,3 a	1,3 a
18 ATF08	1,0 a	5,3 a	2,7 a
19 BR012	11,3 b	9,3 b	3,3 a
20 BR501	15,3 b	19,7 b	16,7 b
21 CMSXS656	1,0 a	1,0 a	1,0 a
22 CMSXS657	0,3 a	0,0 a	0,0 a
23 CMSXS180	3,3 a	3,3 a	4,0 a
24 9910032	4,3 a	2,3 a	5,3 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

A 5,5 m de distância, a interação ocorreu pela alteração na severidade máxima dos genótipos BR304, CMSXS222 e BR012, em relação aos isolados (Tabela 12).

TABELA 12 Severidade máxima da antracnose ( $Y_{\text{máx}}$ ) em genótipos de sorgo inoculados com os isolados 126.08D, 210.08D e 222.08D, a 5,5 m de distância da fonte de inóculo, no período de safrinha

Genótipos	Isolados inoculados		
	126.08D	210.08D	222.08D
1 BR304	21,3 b	17,0 b	15,7 b
2 BRS308	1,3 a	1,0 a	3,0 a
3 BRS310	2,7 a	4,7 a	5,0 a
4 BRS305	1,7 a	2,7 a	1,3 a
5 BR601	30,7 c	13,3 b	27,3 b
6 BRS610	5,0 a	3,0 a	1,7 a
7 BRS650	1,3 a	0,7 a	0,3 a
8 9920045	1,3 a	1,7 a	1,3 a
9 9920044	1,7 a	1,0 a	1,0 a
10 144015	1,3 a	2,7 a	1,3 a
11 BR001	70,7 d	91,0 c	68,3 c
12 CMSXS 233	13,0 b	6,7 a	19,0 b
13 ATF54	6,0 a	5,0 a	12,0 b
14 CMSXS210	1,3 a	4,0 a	3,7 a
15 BR007	18,3 b	15,7 b	13,3 b
16 CMSXS222	37,3 c	14,3 b	9,7 a
17 ATF14	5,7 a	11,0 b	5,0 a
18 ATF08	1,7 a	4,0 a	1,0 a
19 BR012	10,3 a	13,7 b	3,0 a
20 BR501	19,0 b	15,7 b	17,0 b
21 CMSXS656	1,0 a	1,0 a	1,3 a
22 CMSXS657	0,0 a	0,0 a	0,3 a
23 CMSXS180	2,3 a	2,7 a	3,0 a
24 9910032	4,7 a	6,7 a	3,7 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.



Para a variável  $Y_{50}$ , pelo teste de F, houve interação entre materiais genéticos e isolados a 0,5 m e a 5,5 m de distância da fonte de inóculo, não ocorrendo interação na distância de 3,0 m, sendo significativo o fator materiais genéticos (Tabela 6B).

A interação ocorreu pela troca de posição entre os materiais mais suscetíveis em relação aos isolados inoculados. O híbrido BR304 foi o segundo mais suscetível aos isolados 126.08D e 222.08D e o mais suscetível ao isolado 210.08D; a linhagem CMSXS222 foi a segunda mais suscetível aos isolados 126.08D e 210.08D e agrupou-se junto aos outros materiais com resistência moderada ao isolado 222.08D (Tabelas 13 e 14).

TABELA 13 Valores de severidade média da antracnose ( $Y_{50}$ ) em híbridos simples de sorgo inoculados com os isolados 126.08D, 210.08D e 222.08D, avaliados a 0,5 m, 3,0 m e 5,5 m de distância da fonte de inóculo, no plantio de safrinha

GENÓTIPOS		I - 126.08D		I - 210.08D		I - 222.08D	
		0,5 m	5,5 m	0,5 m	5,5 m	0,5 m	5,5 m
1	BR304	, b	4,7 b	12,3 c	10,7 c	6,0 b	9,7 b
2	BRS308	0,3 a	0,3 a	0,3 a	0,0 a	0,0 a	0,3 a
3	BRS310	0,3 a	0,3 a	0,7 a	0,0 a	0,3 a	0,3 a
4	BRS305	0,0 a	0,0 a	0,3 a	0,0 a	1,3 a	0,0 a
5	BR601	5,7 b	7,7 c	4,7 b	2,7 b	5,3 b	5,7 b
6	BRS610	0,7 a	0,7 a	0,7 a	0,3 a	1,3 a	0,3 a
7	BRS650	0,3 a	0,0 a	0,3 a	0,0 a	0,3 a	0,0 a
8	9920045	0,3 a	0,0 a	0,3 a	0,0 a	1,0 a	0,3 a
9	9920044	0,3 a	0,3 a	0,3 a	0,0 a	0,7 a	0,0 a
10	144015	0,3 a	0,3 a	0,7 a	0,3 a	1,0 a	0,7 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

TABELA 14 Valores de severidade média da antracnose ( $Y_{50}$ ) em linhagens de sorgo inoculados com os isolados 126.08D, 210.08D e 222.08D avaliados a 0,5 m e a 5,5 m de distância da fonte de inóculo, no plantio de safrinha

GENÓTIPOS	I - 126.08D		I - 210.08D		I - 222.08D	
	0,5 m	5,5 m	0,5 m	5,5 m	0,5 m	5,5 m
11 BR001	45,7 d	29,3 d	77,0 d	63,3 d	26,7 c	33,3 c
12 CMSXS233	8,3 c	5,0 b	3,0 a	1,7 a	7,7 b	3,3 b
13 ATF54	0,7 a	0,0 a	0,7 a	0,7 a	1,7 a	1,0 a
14 CMSXS210	0,7 a	1,0 a	1,0 a	1,7 a	0,7 a	1,0 a
15 BR007	4,0 b	2,7 b	4,7 b	3,7 b	4,0 b	3,3 b
16 CMSXS222	11,7 c	10,0 c	12,0 c	8,3 c	4,7 b	3,3 b
17 ATF14	0,3 a	0,3 a	0,7 a	1,0 a	0,3 a	0,3 a
18 ATF08	0,7 a	0,0 a	0,7 a	0,7 a	0,7 a	0,0 a
19 BR012	1,0 a	0,7 a	4,3 b	3,3 b	0,7 a	1,0 a
20 BR501	3,0 b	2,7 b	4,3 b	3,0 b	4,0 b	2,3 b
21 CMSXS656	0,7 a	0,0 a	0,0 a	0,3 a	1,0 a	0,7 a
22 CMSXS657	0,0 a	0,0 a	0,3 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
23 CMSXS180	1,0 a	0,3 a	0,3 a	0,0 a	0,3 a	0,3 a
24 9910032	1,3 a	0,7 a	1,0 a	2,3 b	2,0 a	2,3 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

À distância de 3,0 m, o maior valor encontrado foi para a BR001, que apresentou, no momento da avaliação 47,0% de severidade da doença, seguido pelos genótipos BRS304, BR601, BR007, CMSXS222 e BR501 (Tabela 15).

TABELA 15 Valores de severidade média da antracnose ( $Y_{50}$ ) para genótipos de sorgo inoculados com os isolados 126.08D, 210.08D e 222.08D, avaliados a 3,0 m de distância da fonte de inóculo, no plantio de safrinha

	Genótipos	Distância da fonte de inóculo	
		3,0 m	
1	BR304	6,4	b
2	BRS308	0,1	a
3	BRS310	0,1	a
4	BRS305	0,1	a
5	BR601	4,6	b
6	BRS610	0,6	a
7	BRS650	0,0	a
8	9920045	0,1	a
9	9920044	0,1	a
10	144015	0,3	a
11	BR001	47,0	c
12	CMSXS233	5,8	b
13	ATF54	0,6	a
14	CMSXS210	0,9	a
15	BR007	3,8	b
16	CMSXS222	7,4	b
17	ATF14	0,3	a
18	ATF08	0,3	a
19	BR012	0,9	a
20	BR501	4,1	b
21	CMSXS656	0,4	a
22	CMSXS657	0,0	a
23	CMSXS180	0,3	a
24	9910032	1,1	a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Os maiores valores para AACPD foram, em média, observados para o plantio de safrinha. Este resultado reflete o elevado valor para  $Y_{50}$  observado para alguns materiais, como, por exemplo, as linhagens BR001 e CMSXS222 e para os híbridos BR304 e BR601. Pode-se relacionar este resultado com as condições climáticas mais favoráveis à doença nesta época de plantio, principalmente no período inicial do cultivo. Embora grandes quantidades de inóculo sejam essenciais para o início da doença, condições climáticas, como alta pluviosidade, afetam muito o progresso da doença (Ali et al., 1987; Guimarães et al., 1998b; Ngugi et al., 2000; Li & TeBeest, 2009).

Foi considerável a diferença entre a severidade da doença na metade da epidemia ( $Y_{50}$ ) e a severidade final ( $Y_{máx}$ ), para as duas épocas de plantio. A metade da epidemia corresponde à fase entre o florescimento e o enchimento de grãos para a maioria dos materiais, época em que se inicia a epidemia da antracnose e há a maior taxa de desenvolvimento da doença (Ngugi et al., 2000). É nesta fase também que ocorre o maior acúmulo de matéria seca nos grãos (Dogget, 1988), podendo ser realizada a seleção de genótipos de sorgo visando resistência à antracnose nesta fase, conforme resultados obtidos por Ngugi et al. (2000), que indica a seleção com três semanas após o florescimento das plantas.

Em ambos os plantios, o valor máximo de AACPD foi observado para a linhagem BR001, independente do isolado e da distância da fonte de inóculo, assim como o  $Y_{50}$  e o  $Y_{máx}$ . Este baixo nível de resistência foi transferido ao híbrido BR304. A elevada resistência da linhagem CMSXS657 pode ser explicada pela resistência do tipo reação de hipersensibilidade (vertical) aos três isolados utilizados (Capítulo 2) em ensaio em condições controladas, cujo nível de resistência foi transmitido ao híbrido BRS650.

Diante dos resultados obtidos neste trabalho, foi possível observar que a resistência dilatória existente no patossistema é do tipo vertical incompleta,

apesar da não ocorrer repetibilidade na classificação dos genótipos nos diferentes plantios em relação à AACPD.

Um fato que auxilia nesta conclusão é ocorrência da “quebra” da resistência do híbrido BR304, após um longo período de cultivo, material que foi considerado como de alta resistência horizontal, quando do seu lançamento. Apesar de ter sido uma resistência de alta durabilidade, houve seleção gradativa de uma população do patógeno mais adaptada a este genótipo, o que está associado, provavelmente, à maior extensão de área de plantio deste híbrido, pelas suas qualidades agrônômicas (precocidade e produtividade).

Outro aspecto que precisa ser acrescentado é a ocorrência de antracnose no híbrido BR 005, anteriormente considerado um híbrido com resistência dilatória durável (Santos et al., 2005). A antracnose vem ocorrendo nesse material em nível ainda não muito elevado, talvez pelo ainda reduzido potencial de inóculo dessas “novas” raças, mas com lesões bem características de um material suscetível.

## **3.2 Experimento II**

### **3.2.1 Avaliação dos componentes de resistência dilatória**

Os genótipos BRS305, BRS650, ATF14 e CMSXS657 apresentaram resistência a um ou mais isolados de *C. sublineolum* inoculados e, por isso, foram retirados das análises estatísticas realizadas. A resistência desses genótipos é do tipo reação de hipersensibilidade, não sendo possível a realização da contagem do período latente (PL) e da capacidade de produção de conídios.

Para este experimento, foram conduzidos três ensaios em casa de vegetação, para a confirmação dos resultados encontrados. Entretanto, devido a problemas ocorridos durante a execução dos dois últimos experimentos, os resultados não puderam ser apresentados.

Os isolados 126.08D e 222.08D foram os menos virulentos, por não “quebrarem” a resistência de três materiais. O isolado 126.08D não foi virulento ao BRS650, ATF14 e CMSXS657; o 222.08D não foi virulento a BRS305, CMSXS210 e ao CMSXS657 e o 210.08D, ao BRS305 e CMSXS657.

Em média, o PL encontrado foi de 8,4 dias.

Pelo teste de F, a 1% de probabilidade, houve interação significativa entre isolado de *C. sublineolum* inoculado e genótipo de sorgo em relação ao período latente (Tabela 7B). A interação entre patótipos de *C. sublineolum* e cultivares de sorgo para esta variável já havia sido observada por Casela & Ferreira (1991) e por Guimarães et al. (1998b).

Não foi observada diferença estatística entre os isolados para esta variável, o que se opõe aos resultados obtidos por Casela & Ferreira (1991) e por Guimarães et al. (1998b), apesar de já ter sido observada em outros patossistemas (Broers, 1989b; Yeh & Bonman, 1986).

Os maiores PL foram observados nas linhagens CMSXS210, 9910032 e ATF08 em relação ao isolado 222.08D; CMSXS 233, BR012 e CMSXS180, em relação ao isolado 210.08D e CMSXS180, BR012 e BR007, em relação ao isolado 126.08D. O menor PL foi encontrado nas linhagens BRS308 e BR304, em relação ao isolado 222.08D; BR601 e BR501, em relação ao isolado 210.08D e CMSXS 233 e BR001, em relação ao isolado 126.08D (Tabela 16).

Boa parte da interação ocorreu pelas mudanças de comportamento observadas, por exemplo, com a linhagem CMSXS 233, com menor PL em relação ao isolado 126.08D e maior PL em relação ao isolado 210.08D. A linhagem CMSXS210 apresentou o maior PL em relação ao isolado 222.08D e o terceiro e quarto menor PL em relação aos isolados 126.08D e 210.08D, respectivamente. A linhagem BR012 apresentou o quinto menor PL em relação ao isolado 222.08D e o segundo maior PL para os outros dois isolados. E a

linhagem BR501 apresentou o segundo menor PL em relação ao isolado 210.08D e o terceiro maior PL em relação ao isolado 126.08D.

TABELA 16 Período latente (em dias) de genótipos de sorgo inoculados em casa de vegetação com diferentes isolados de *C. sublineolum*

Genótipos	Isolados					
	126.08D		210.08D		222.08D	
1 BRS 304	8,9	b A	7,2	a A	6,4	a A
2 BRS 308	8,9	b A	8,8	b A	6,3	a A
3 BRS 310	8,8	b A	9,6	b A	7,4	a A
5 BR 601	8,1	a A	6,4	a A	7,2	a A
6 BRS 610	8,2	a A	9,1	b A	7,9	a A
8 9920045	9,5	b A	9,2	b A	7,8	a A
9 9920044	9,5	b A	8,2	b A	8	a A
10 144015	9,3	b A	9,6	b A	9,1	b A
11 BR 001	6,9	a A	8,2	b A	7,1	a A
12 CMSXS 233	6,9	a A	10,2	b B	9,1	b B
13 ATF 54	9	b A	8,9	b A	9,5	b A
14 CMSXS 210	7,2	a A	7,4	a A	10,9	b B
15 BR 007	9,7	b A	8,8	b A	8,6	b A
16 CMSXS 222	7,9	a A	8,8	b A	6,8	a A
18 ATF 08	9,3	b A	9,4	b A	10,1	b A
19 BR 012	9,7	b B	9,8	b B	7	a A
20 BR 501	9,6	b B	6,8	a A	7,2	a A
21 CMSXS 656	7,7	a A	9,3	b A	6,7	a A
23 CMSXS 180	10,9	b B	9,7	b B	7,5	a A
24 9910032	7,3	a A	8,3	b A	10,1	b B

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Em relação ao número de conídios por cm<sup>2</sup>, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os isolados do patógeno e os genótipos do hospedeiro, pelo teste de F, a 5% de probabilidade, não diferiram entre si, assim como não ocorreu interação entre eles (Tabela 7B). Os materiais com resistência vertical foram excluídos na análise estatística, uma vez que não houve produção de conídios. Segundo Johnson & Taylor (1976), a produção total de esporos em



tecidos do hospedeiro infectados prediz com acurácia a resistência do hospedeiro, fato não comprovado para este patossistema. A produção de conídios, neste trabalho, pode estar ligada ao tamanho da lesão da folha amostrada, à idade relativa da lesão, ao estágio fenológico da planta e à idade da folha amostrada, entre outras. Como não foi coletado maior número de lesões, pode ter ocorrido de alguma destas ocupar toda a área amostrada, ao passo que outras lesões não ocuparam os 3 cm<sup>2</sup> amostrados.

Em alguns patossistemas, o crescimento da lesão é fator importante na epidemia, como, por exemplo, para *Helminthosporium turcicum*, em milho (Berguer, 1973) e *Puccinia striiformis*, no trigo (Emge et al., 1975).

A produção de esporos, como critério para a distinção de genótipos resistentes, não é confiável para alguns patossistemas (Chee, 1976), contrariando a afirmação de Johnson & Taylor (1976) que consideram este parâmetro a melhor representação da soma de todos os componentes de resistência.

O ambiente influencia a produção de esporos em muitos patógenos (Bergamin Filho & Amorim, 1996). A produção de esporos de *Puccinia graminis tritici* ocorre em maior intensidade na presença de luz do que no escuro (Prabhu & Wallin, 1971), para *Puccinia sorghi* em milho, temperaturas extremas reduzem sua capacidade de produção de esporos ao passo que isso não ocorre para *Helminthosporium turcicum* (Vitti et al., 1995).

### **3.3 Correlação entre as variáveis área abaixo da curva de progresso da doença, período latente e número de conídios**

Detectou-se correlação positiva entre a AACPD de cada distância da fonte de inóculo e a respectiva severidade máxima ( $Y_{máx}$ ). Houve também correlação positiva entre a AACPD de cada distância da fonte de inóculo e a sua respectiva severidade à metade da epidemia ( $Y_{50}$ ). A correlação entre essas variáveis analisadas ocorreu do mesmo modo para as duas épocas de plantio

(Tabelas 17 e 18). Em face da alta correlação entre AACPD e  $Y_{50}$  para as condições estudadas há a confirmação de que a avaliação da doença à metade da epidemia ( $Y_{50}$ ) é um critério eficiente a ser utilizado para seleção de materiais em programas de melhoramento na região centro-sul do país.

TABELA 17 Coeficientes de correlação de Pearson entre área abaixo da curva de progresso da antracnose (AACPD), severidade máxima ( $Y_{\text{máx}}$ ) e severidade média ( $Y_{50}$ ), avaliados no período de safra e período latente e número de conídios de 24 genótipos de sorgo

		Fator 2		Fator 2	
Fator 1	$Y_{\text{máx}}^{(1)}$	$Y_{50}^{(1)}$	AACPD <sup>(2)</sup>	Fator 1	Período latente <sub>m</sub> <sup>(5)</sup>
AACPD <sup>(1)</sup>	0,96**	0,77**	0,93**	AACPD <sub>m</sub> <sup>(4)</sup>	- 0,26*
		$Y_{\text{máx}}^{(2)}$	$Y_{50}^{(2)}$	AACPD <sup>(3)</sup>	Número de conídios
AACPD <sup>(2)</sup>	0,96**	0,72**	0,00ns	AACPD <sub>m</sub>	0,31**
		$Y_{\text{máx}}^{(3)}$	$Y_{50}^{(3)}$	AACPD <sup>(1)</sup>	Número de conídios
AACPD <sup>(3)</sup>	0,96**	0,77**	0,00ns	Período Latente <sub>m</sub>	-0,32**

<sup>(1)</sup>Refere-se a 0,5 m; <sup>(2)</sup>a 3,0 m e a <sup>(3)</sup>a 5,5 m de distância da fonte de inóculo. <sup>(4)</sup> Área abaixo da curva de progresso da doença média. <sup>(5)</sup> Período latente médio. \*Significativo, a 0,5% de probabilidade. \*\*Significativo, a 0,1% de probabilidade. ns - Não significativo.

Foi observada correlação entre as AACPD somente a 0,5 m e a 3,0 m da fonte de inóculo (Tabela 17), para o plantio de safra. Para o plantio de safrinha, as AACPD estavam correlacionadas para as três distâncias da fonte de inóculo (Tabela 18).

Entre o período latente médio e a AACPD média houve correlação negativa, para as duas épocas de plantio. Houve correlação negativa entre o período latente e a AACPD média, resultado da média da AACPD para as três

distâncias da fonte de inóculo, nas duas épocas de plantio avaliadas, indicando que o período latente é importante fator para progresso da epidemia.

Esses resultados corroboram os encontrados por Casela et al. (1993) e Casela & Ferreira (1991a). Casela et al. (1993) observaram elevada correlação entre o período latente e o nível de resistência dilatária entre genótipos de sorgo, medida no Brasil e nos Estados Unidos.

O período latente é considerado um dos componentes de resistência de maior importância relativa (Parlevliet & Van Ommeren, 1975; Parlevliet, 1979; Broers, 1989a; Browne, 2009). Entretanto, para alguns patossistemas, o período latente não é considerado um componente importante na resistência parcial, como para o patossistema *Pyricularia grisea*-arroz (Roumen & Boef, 1993).

Não houve correlação entre AACPD média e o número de conídios para a safrinha, ocorrendo correlação positiva para o plantio de safra.

Houve correlação negativa entre o período latente médio e o número de conídios (Tabela 17).

É necessária a realização de trabalhos adicionais referentes aos fatores ambientais que possam interferir nos componentes de resistência, sobretudo na produção de conídios e período latente, a fim de que esses componentes sejam utilizados nos programas de melhoramento desta cultura, visando resistência à antracnose.

TABELA 18 Coeficientes de correlação de Pearson entre área abaixo da curva de progresso da antracnose (AACPD), severidade máxima ( $Y_{\text{máx}}$ ), severidade média ( $Y_{50}$ ), avaliados na safrinha e período latente e número de conídios de 24 genótipos de sorgo

		Fator 2		Fator 2	
Fator 1	$Y_{\text{máx}}^{(1)}$	$Y_{50}^{(1)}$	AACPD <sup>(2)</sup>	Fator 1	Período latente <sub>m</sub> <sup>(5)</sup>
AACPD <sup>(1)</sup>	0,93**	0,97**	0,96**	AACPD <sub>m</sub> <sup>(4)</sup>	-0,25*
		$Y_{\text{máx}}^{(2)}$	$Y_{50}^{(2)}$	AACPD <sup>(3)</sup>	Número de conídios
AACPD <sup>(2)</sup>	0,93**	0,96**	0,97**	AACPD <sub>m</sub>	0,04ns
		$Y_{\text{máx}}^{(3)}$	$Y_{50}^{(3)}$	AACPD <sup>(1)</sup>	
AACPD <sup>(3)</sup>	0,95**	0,97**	0,98**		

<sup>(1)</sup>Refere-se a 0,5 m; <sup>(2)</sup>a 3,0 m e a <sup>(3)</sup>a 5,5 m de distância da fonte de inóculo. <sup>(4)</sup> Área abaixo da curva de progresso da doença média. <sup>(5)</sup> Período latente médio. \*Significativo, a 0,5% de probabilidade. \*\*Significativo, a 0,1% de probabilidade. ns - Não significativo.

## 4 CONCLUSÕES

1. Ocorreu interação significativa entre genótipos de sorgo e isolados de *C. sublineolum* para a variável AACPD, nas duas épocas de plantio, indicando que a resistência existente neste patossistema é do tipo vertical incompleta.

2. Pode-se comprovar a importância do período latente na resistência dilatória pela correlação negativa desta variável com AACPD média nas duas épocas de plantio.

3. Pode-se verificar a importância da produção de esporos na resistência dilatória pela correlação positiva desta variável com a AACPD média no período de safra e pela correlação negativa com o período latente.

4. Avaliações na metade da epidemia  $Y_{50}$  podem ser utilizadas como critério para a seleção de materiais em programas de melhoramento visando resistência à antracnose, conforme constatado pela correlação significativa entre AACPD e  $Y_{50}$ , nas condições estudadas.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, M.E.K.; WARREN, H.L. Anthracnose of sorghum. In: MILLIANO, W.A.J. (Ed.). **Sorghum and millets diseases: a second world review**. Patancheru: ICRISAT, 1992. p.203-208, 370p.
- ALI, M.E.K.; WARREN, H.L.; LATIN, R.X. Relationship between anthracnose leaf blight and losses in grain yield of sorghum. **Plant Disease**, Saint Paul, v.71, n.5, p.803-806, May 1987.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1996. 289p.
- BERGER, R.D. *Helminthosporium turcicum* lesion numbers related to numbers of trapped spores and fungicides sprays. **Phytopathology**, Saint Paul, v.63, n.7, p.930-933, July 1973.
- BROERS, L.H.M. Partial resistance to wheat to wheat leaf rust in 18 spring wheat cultivars. **Euphytica**, Wageningen, v.44, n.3, p.247-258, Dec. 1989a.
- BROERS, L.H.M. Race-specific aspects of partial resistance in wheat to wheat leaf rust, *Puccinia recondita* f.sp. *tritici*. **Euphytica**, Wageningen, v.44, n.3, p.273-282, Dec. 1989b.
- BROWDER, L.E. Specificity of the *Puccinia recondita* f.sp. *tritici*: *Triticum aestivum* "Bulgaria 88" relationship. **Phytopathology**, Saint Paul, v.63, n.4, p.524-528, Apr. 1973.
- BROWNE, R.A. Investigation into components of partial disease resistance, determined in vitro, and the concept of types of resistance to *Fusarium* head blight (FHB) in wheat. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v.123, n.2, p.229-234, Feb. 2009.
- BROWNING, J.A.; SIMONS, M.D.; TORRES, E. Managing host genes: epidemiologic and genetic concepts. In: HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. **Plant disease an advanced treatise**. New York: Academic, 1977. v.1, p.191-212.
- BUIATE, E.A.S. **Avaliação da resistência de genótipos de sorgo ao agente causal da antracnose**. 2009. 67p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CAMPBELL, C.L.; MADDEN, L.V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J.Wiley, 1990. 532p.

CARDWELL, K.F.; COLLINS, S.D.; FREDERIKSEN, R.A. Dilatory resistance character of sorghum hybrids as measured by area under the disease progress curve. **Biological and Cultural Tests**, Madison, v.3, p.36, 1988.

CARDWELL, K.F.; HEPPELRY, P.R.; FREDERIKSEN, R.A. Pathotypes of *Colletotrichum graminicola* and seed transmission of sorghum anthracnose. **Plant Disease**, Saint Paul, v.73, n.3, p.255-257, Mar. 1989.

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S. **Resistência parcial a diferentes raças de *Colletotrichum graminicola***: relatório técnico anual do centro nacional de pesquisa de milho e sorgo 1988-1991. Brasília: EMBRAPA Milho e Sorgo, 1991. 131p.

CASELA, C.R.; FERREIRA, A.S. Manejo da resistência genética a patógenos nas culturas de milho e sorgo. In: SIMPÓSIO DE CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS, 6., 2006, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2006. p.184-201.

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, Jun. 1998.

CASELA, C.R.; FREDERIKSEN, R.A.; FERREIRA, A.S. Evidence for dilatory resistance to anthracnose in sorghum. **Plant Disease**, Saint Paul, v.77, n.9, p.908-911, Sept. 1993.

CHEE, K.H. Assessing susceptibility of *Hevea* clones to *Microcyclus ulei*. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v.84, n.2, p.135-145, Oct. 1976.

CLIFFORD, B.C.; CLOTHIER, R.B. Physiologic specialization of *Puccinia hordei* on barley hosts with non-hypersensitive resistance. **Transactions of the British Mycological Society**, Cambridge, v.63, n.3, p.421-430, Dec. 1974.

COSTA, R.V. **Herança da resistência do sorgo à antracnose e manejo da doença pela diversificação da população hospedeira**. 2004. 96p. Tese (Doutorado em Fitopatologia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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, Ago. 2003.

COSTA, R.V.; CASELA, C.R.; ZAMBOLIM, L.; SANTOS, F.G.; VALE, F.X.R. do. Evaluation of genetic mixtures of sorghum lines for anthracnose resistance management. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p.525-526, set./out. 2005.

DHINGRA, O.D.; SINCLAIR, J.B. **Basic plant pathology methods**. 2.ed. Boca Raton: CRC, 1995. 434p.

DOGGETT, H. **Sorghum**. 2.ed. Longman: Tropical Agricultural, 1988. 512p.

EMGE, R.G.; KINGSOLVER, C.H.; JOHNSON, D.R. Growth of sporulating zone of *Puccinia striiformis* and its relationship to stripe rust epiphytology. **Phytopathology**, Saint Paul, v.65, n.6, p.679-681, Jun. 1975.

FERREIRA, D.F. **SISVAR 5.1**. Lavras: UFLA, 2007. Disponível em: <[www.ufla.br](http://www.ufla.br)>. Acesso em: 10 mar. 2009.

GUIMARÃES, F.B.; CASELA, C.R.; SANTOS, F.G.; FERREIRA, A.S. Controle da antracnose do sorgo através da utilização de misturas de cultivares. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.24, n.2, p.131-135, abr./jun. 1998a.

GUIMARÃES, F.B.; CASELA, C.R.; VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L.; SANTOS, F.G. Resistência dilatória de genótipos de sorgo a diferentes raças de *Colletotrichum graminicola*. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.24, n.2, p.136-140, abr./jun. 1998b.

HARRIS, H.B.; JOHNSON, B.J.; DOBSON, J.W.; LUTTREL, E.S. Evaluation of anthracnose on grain sorghum. **Crop Science**, Madison, v.4, n.5, p.460-462, Sept./Oct. 1964.

JOHNSON, R.; TAYLOR, A.J. Spore yield of pathogens in investigations of the race-specificity of host resistance. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.14, p.97-119, 1976.

LI, Y.; TEBEEST, D.O. Temporal and spatial development of sorghum anthracnose in Arkansas. **Plant Disease**, Saint Paul, v.93, n.3, p.287-292, Mar. 2009.



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**, Oxford, v.49, n.1, p.129-140, Feb. 2000.

NOTTEGHEM, J.L.; ADRIATOMPO, G.M. Mesuré au champ de la resistance dilatóriaie du riz a *Pyricularia orizae*. **Agronomie Tropicale**, Paris, v.32, p.400-412, 1977.

PANDE, S.; TAKUR, 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, n.3, p.157-166, Sept. 1994.

PARLEVLIET, J.E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.17, p.203-222, 1979.

PARLEVLIET, J.E.; OMMEREN, A. van. Partial resistance of barley to leaf rust, *Puccinia hordei*: II., relationship between field trials, micro-plots tests and latent period. **Euphytica**, Wageningen, v.24, n.2, p.293-303, June 1975.

PRABHU, A.S.; WALLIN, J.R. Influence of temperature and light on spore production of *Puccinia graminis tritici*. **Phytopathology**, Saint Paul, v.61, n.1, p.120-121, Jan. 1971.

ROUMEN, E.C. Small differential interactions for partial resistance in rice cultivars to virulent isolates of the blast pathogen. **Euphytica**, Wageningen, v.64, n.1/2, p.143-148, Jan. 1992.

ROUMEN, E.C.; BOEF, W.S. Latent period to leaf blast in rice an its importance as a component of partial resistance. **Euphytica**, Wageningen, v.69, n.3, p.185-190, Jan. 1993.

SANTOS, F.G.; CASELA, C.R.; WAQUIL, J.M. Melhoramento do sorgo. In: BORÉM, A. **Melhoramento das espécies cultivadas**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. p.605-812.

SHANER, G.; FINNEY, R.F. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in knox wheat. **Phytopathology**, Saint Paul, v.67, n.8, p.1051-1056, 1977.

SHARMA, H.L. A technique for identifying and rating resistance to foliar diseases of sorghum under field conditions. **Proceeding Indian Academy Science**, New Delhi, v.42, n.3, p.278-283, 1983.

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, n.4, p.475-478, Apr. 1995.

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

SUTTON, B.C. The genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. In: BAILEY, J.A.; JEGER, E.M.J. (Ed.). **Colletotrichum: biology, pathology and control**. London: British Society for Plant Pathology, 1992. p.1-26.

THAKUR, R.P.; MATHUR, K. Anthracnose. In: FREDERIKSEN, R.A. (Ed.). **Compendium of sorghum diseases**. Saint Paul: American Phytopathological Society, 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**, Saint Paul, v.80, n.2, p.151-153, Feb. 1996.

VANDERPLANK, J.E. **Plant disease: epidemic and control**. New York: Academic, 1963. 349p.

VANDERPLANK, J.E. **Host: pathogen interactions in plant diseases**. New York: Academic, 1982. 207p.

VITTI, A.J.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L.; FEGIES, N.C. Epidemiologia comparativa entre a ferrugem comum e a helmintosporiose do milho: II., efeito de variáveis climáticas sobre os parâmetros monocíclicos. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.21, n.2, p.127-130, abr./jun. 1995.

YEH, W.H.; BONMAN, J.M. Assessment of partial resistance to *Pyricularia oryzae* in six rice cultivars. **Plant Pathology**, Oxford, v.35, n.3, p.319-323, Sept. 1986.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelos resultados, foi possível constatar a presença de isolados com elevada virulência em condições naturais de cultivo, sendo necessárias investigações acerca da frequência com que esses isolados estão presentes na natureza, sobretudo nas regiões produtoras do Mato Grosso. Foi possível constatar que as linhagens genitoras utilizadas no programa de melhoramento da Embrapa possuem elevada resistência dilatória. Entretanto, como essa resistência é, provavelmente, do tipo vertical incompleta, sugere-se a utilização de estratégias visando à sua durabilidade, tais como rotação de cultura, rotação de genes de resistência, misturas de cultivares e multilinhas dinâmicas, entre outras. Os componentes de resistência estudados dão bom indício da resistência dilatória presente nos materiais. Para que esses componentes sejam utilizados em programas de melhoramento de forma rotineira, são necessários estudos sobre o efeito do ambiente nestes componentes e devem-se ajustar às metodologias já utilizadas para o estudo destes componentes em condições controladas. Foi constatada, nos ensaios em campo, alta intensidade de míldio (*Peronosclerospora sorghi*) e helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) em alguns dos genótipos avaliados. Assim, sugere-se a realização de estudos sobre a interferência dessas enfermidades sobre a antracnose.

## ANEXOS

### ANEXO A

		<b>Página</b>
TABELA 1A	Reação de cultivares e respectivos genitores a três isolados provenientes de Jardinópolis (SP) e Sete Lagoas (MG).....	92
TABELA 2A	Reação de cultivares e respectivos genitores a três isolados provenientes de Patos de Minas (MG) e Goiânia (GO).....	93
TABELA 3A	Reação de cultivares e respectivos genitores a três isolados provenientes de Pelotas (RS) e Campo Novo dos Parecis (MT).....	94

### ANEXO B

		<b>Página</b>
TABELA 1B	Resumo das análises de variância (quadrados médios) da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para época de plantio safra.....	95
TABELA 2B	Resumo das análises de variância (quadrados médios) da severidade máxima ( $Y_{máx}$ ) da antracnose para época de plantio safra.....	95
TABELA 3B	Resumo das análises de variância (quadrados médios) da severidade média ( $Y_{50}$ ) da antracnose para época de plantio safra.....	96

TABELA 4B	Resumo das análises de variância (quadrados médios) da área abaixo da curva (AACPD) de progresso da antracnose para época de plantio safrinha.....	96
TABELA 5B	Resumo das análises de variância (quadrados médios) da severidade máxima da antracnose ( $Y_{\text{máx}}$ ) para época de plantio safrinha.....	97
TABELA 6B	Resumo das análises de variância (quadrados médios) da severidade média da antracnose ( $Y_{50}$ ) para época de plantio safrinha.....	97
TABELA 7B	Resumo das análises de variância (quadrados médios) do número de conídios por $\text{cm}^2$ de folha e do período latente dos genéticos inoculados em condições de casa de vegetação.....	98

**ANEXO A**

TABELA 1A Reação de cultivares e respectivos genitores a três isolados provenientes de Jardinópolis (SP) e Sete Lagoas (MG)

LOCALIDADE	Jardinópolis (SP)			Sete Lagoas (MG)				
	ISOLADOS	01.08D	14.08D	40.08D	53.08D	69.08D	91.08D	60.08D
Materiais genéticos	BRS304	R <sup>1</sup> (2,5)	R(2,5)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	R(3,5)	S(4,0)
	BRS308	R(2,0)	S(4,0)	S(4,0)	R(3,0)	R(3,0)	R(2,0)	S(4,0)
	BRS310	R(3,0)	R(2,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	R(2,0)	R(3,0)
	BRS305	R(2,5)	R(2,5)	S(4,0)	S(4,0)	R(2,0)	R(3,0)	R(3,0)
	BR601	R(3,0)	S(4,0)	R(3,5)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,0)	R(3,5)
	BRS610	R(3,0)	R(3,5)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	R(3,0)	S(4,0)
	BRS650	R(2,0)	R(3,5)	R(3,5)	R(3,0)	R(3,5)	S(4,0)	S(4,0)
	9920045	R(2,5)	R(3,5)	R(3,0)	S(4,0)	R(3,5)	R(2,0)	R(3,5)
	9920044	R(2,0)	R(3,0)	R(3,0)	S(4,0)	R(3,5)	R(2,5)	S(4,0)
	144015	R(2,5)	S(4,0)	R(3,5)	S(4,0)	R(3,5)	R(3,0)	S(4,0)
	BR001	S <sup>2</sup> (4,0 <sup>3</sup> )	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,5)
	CMSXS233	R(2,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	R(3,5)	S(4,0)
	ATF54	R(2,5)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	R(3,5)	S(4,0)	R(3,5)
	CMSXS210	R(2,5)	S(4,0)	S(4,5)	R(2,5)	S(4,0)	R(2,0)	S(4,0)
	BR007	R(3,0)	S(4,5)	S(4,0)	R(3,5)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,0)
	CMSXS222	S(4,0)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)
	ATF14	R(2,5)	R(2,0)	R(2,5)	R(3,5)	R(3,0)	R(1,0)	R(2,5)
	ATF08	R(2,0)	R(3,0)	R(2,5)	R(3,0)	R(2,0)	R(2,0)	R(3,0)
	BR012	R(2,5)	R(2,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	R(3,0)	R(2,5)
	BR501	R(2,5)	R(3,5)	R(3,5)	S(4,0)	S(4,5)	R(3,0)	R(2,0)
	CMSXS656	R(3,0)	R(3,5)	S(4,5)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,0)	R(3,5)
	CMSXS657	R(3,0)	R(3,5)	R(3,0)	R(3,0)	R(3,0)	R(3,0)	R(2,5)
	CMSXS180	R(2,0)	R(3,5)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	R(3,5)	R(3,5)
	9910032	R(3,0)	R(3,5)	R(3,5)	S(4,0)	S(4,0)	R(3,0)	S(4,0)

<sup>1</sup> R - resistente; <sup>2</sup>S - suscetível; <sup>3</sup>Nota atribuída.

TABELA 2A Reação de cultivares e respectivos genitores a três isolados provenientes de Patos de Minas (MG) e Goiânia (GO)

LOCALIDADE	Patos de Minas (MG)			Goiânia (GO)				
	ISOLADOS	102.08D	103.08D	106.08D	126.08D	128.08D	142.08D	151.08D
Materiais genéticos	BRS304	S(4,5)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	R(2,0)	R(2,5)	R(2,5)
	BRS308	S(4,0)	S(4,0)	R(3,0)	S(4,0)	R(2,0)	R(2,0)	R(3,0)
	BRS310	S(4,5)	S(4,0)	R(3,0)	S(4,0)	R(3,0)	R(2,0)	R(2,0)
	BRS305	R(3,5)	R(3,5)	R(2,5)	S(4,0)	R(2,0)	R(2,0)	R(2,0)
	BR601	S(4,0)	R(3,5)	R(3,5)	S(4,0)	S(4,0)	R(1,5)	S(4,0)
	BRS610	S(4,5)	S(4,0)	R(3,5)	S(4,0)	S(4,0)	R(3,0)	S(4,0)
	BRS650	S(4,0)	R(3,5)	R(2,5)	R(3,5)	R(3,5)	R(2,0)	R(3,0)
	9920045	S(4,0)	R(3,5)	R(3,5)	R(3,5)	R(3,5)	R(2,0)	R(3,5)
	9920044	R(3,5)	S(4,0)	R(3,5)	R(3,5)	S(4,0)	R(2,0)	R(3,5)
	144015	S(4,5)	S(4,0)	R(3,0)	S(4,0)	S(4,0)	R(2,0)	S(4,0)
	BR001	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	R(3,0)	R(3,5)
	CMSXS233	S(4,0)	S(4,0)	R(3,5)	S(4,0)	S(4,0)	R(2,0)	R(3,0)
	ATF54	S(4,5)	R(3,5)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	R(2,0)	R(3,5)
	CMSXS210	R(2,5)	R(1,0)	R(3,0)	S(4,5)	R(2,0)	R(2,5)	R(3,0)
	BR007	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	R(3,5)	R(2,0)	R(3,0)
	CMSXS222	S(4,5)	R(3,5)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	R(2,0)	S(4,0)
	ATF14	S(4,0)	R(2,0)	R(2,5)	R(3,0)	R(2,5)	R(2,0)	R(2,5)
	ATF08	R(3,5)	R(2,0)	R(2,0)	S(4,0)	R(3,0)	R(2,0)	R(2,0)
	BR012	S(4,0)	S(4,0)	R(3,5)	S(4,0)	R(2,5)	R(2,0)	R(3,0)
	BR501	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	R(2,0)	S(4,0)
	CMSXS656	S(4,5)	R(3,5)	S(4,0)	S(4,5)	S(4,0)	R(2,0)	S(4,0)
	CMSXS657	R(3,5)	R(3,0)	R(3,5)	R(2,0)	R(2,0)	R(2,0)	R(2,5)
	CMSXS180	R(3,0)	R(1,0)	S(4,0)	R(3,5)	R(3,5)	R(2,0)	R(3,5)
9910032	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	R(3,5)	R(3,0)	

<sup>1</sup>R - resistente; <sup>2</sup>S - suscetível; <sup>3</sup>Nota atribuída.

TABELA 3A Reação de cultivares e respectivos genitores a três isolados provenientes de Pelotas (RS) e Campo Novo dos Parecis (MT)

LOCALIDADE	Pelotas (RS)			Campo Novo do Parecis (MT)			
	ISOLADOS	156.08D	159.08D	169.08D	187.08D	210.08D	222.08D
Materiais genéticos	BRS304	S(4,0)	S(4,0)	R(3,5)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,5)
	BRS308	R(3,0)	R(2,5)	R(2,5)	R(2,5)	S(4,0)	S(4,0)
	BRS310	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,5)	S(4,5)	S(4,5)
	BRS305	R(2,0)	R(2,5)	R(2,5)	R(3,5)	S(4,0)	S(4,0)
	BR601	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,5)
	BRS610	S(4,0)	S(4,0)	R(2,0)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,5)
	BRS650	R(3,5)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,0)
	9920045	R(3,5)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,0)
	9920044	R(3,5)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)
	144015	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,0)
	BR001	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,5)
	CMSXS233	R(3,5)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,5)
	ATF54	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,5)
	CMSXS210	R(3,0)	R(3,0)	R(3,0)	R(3,0)	S(4,5)	R(3,0)
	BR007	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,5)	S(4,5)	S(4,5)
	CMSXS222	S(4,0)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,5)	S(4,0)	S(4,5)
	ATF14	R(2,5)	R(3,5)	R(2,0)	R(3,5)	R(3,5)	S(4,0)
	ATF08	R(3,0)	R(3,0)	R(3,5)	R(3,0)	S(4,0)	S(4,0)
	BR012	R(3,5)	R(3,5)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,5)
	BR501	R(2,5)	R(2,0)	R(2,5)	S(4,5)	S(4,5)	S(4,5)
	CMSXS656	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,5)
	CMSXS657	R(2,0)	R(2,5)	R(3,0)	R(3,0)	R(3,5)	S(4,0)
	CMSXS180	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)
	9910032	R(2,0)	S(4,0)	R(3,5)	S(4,0)	S(4,0)	S(4,0)

<sup>1</sup> R - resistente; <sup>2</sup>S - suscetível; <sup>3</sup>Nota atribuída.



TABELA 1B Resumo das análises de variância (quadrados médios) da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para época de plantio safra

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	DISTÂNCIA DA FONTE DE INÓCULO			
		0,5 m	3,0 m	5,5 m	
BLOCO	2	0,133979	NS 0,093744	NS 0,053308	NS
ISOLADO	2	0,130589	NS 0,120594	NS 0,029705	NS
ERRO 1	4	0,545572	0,318326	0,500048	
GENÓTIPO	23	1,977799	** 2,236805	** 1,994039	**
ISOLADO*GENÓTIPO	46	0,116811	* 0,063718	NS 0,068447	NS
ERRO 2	138	0,070204	0,078424	0,064772	
TOTAL	215				
CV 1 (%)		43,88	38,24	47,4	
CV 2 (%)		15,74	18,98	17,06	
MÉDIA GERAL		1,6833956	1,475357	1,491829	

NS - Não significativo; \* Significativo, pelo teste de F, a 5% de probabilidade; \*\*Significativo, pelo teste de F, a 1% de probabilidade. Dados transformados para log (AACPD+1).

TABELA 2B Resumo das análises de variância (quadrados médios) da severidade máxima ( $Y_{\text{máx}}$ ) da antracnose para época de plantio safra

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	DISTÂNCIA DA FONTE DE INÓCULO			
		0,5 m	3,0 m	5,5 m	
BLOCO	2	0,335929	NS 0,893425	NS 0,33496	NS
ISOLADO	2	2,391581	NS 0,467503	NS 0,27961	NS
ERRO 1	4	3,977782	1,61882	2,634393	
GENÓTIPO	23	34,133451	** 33,67281	** 32,862706	**
ISOLADO*GENÓTIPO	46	1,140253	* 0,35476	NS 0,209834	NS
ERRO 2	138	0,829152	0,424342	0,474537	
TOTAL	215				
CV 1 (%)		72,88	55,19	70,06	
CV 2 (%)		33,27	28,26	29,74	
MÉDIA GERAL		2,736659	2,305378	2,316669	

NS - Não significativo; \* Significativo, pelo teste de F, a 5% de probabilidade; \*\*Significativo, pelo teste de F, a 1% de probabilidade. Dados transformados para  $\sqrt{AACPD+1}$ .

TABELA 3B Resumo das análises de variância (quadrados médios) da severidade média ( $Y_{50}$ ) da antracnose para época de plantio safra

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	DISTÂNCIA DA FONTE DE INÓCULO					
		0,5 m	3,0 m	5,5 m			
BLOCO	2	2,000103	NS	0,893425	NS	1,237019	NS
ISOLADO	2	0,761119	NS	0,467503	NS	0,041749	NS
ERRO 1	4	0,590735		1,61882		0,080604	
GENÓTIPO	23	1,543419	**	33,67281	**	0,902251	**
ISOLADO*GENÓTIPO	46	0,092777	NS	0,35476	NS	0,062098	NS
ERRO 2	138	0,105795		0,424342		0,082542	
TOTAL	215						
CV 1 (%)		63,34		55,19		25,02	
CV 2 (%)		26,81		28,26		25,32	
MÉDIA GERAL		1,2134252		2,305378		1,1344991	

NS - Não significativo; \* Significativo, pelo teste de F, a 5% de probabilidade; \*\*Significativo, pelo teste de F, a 1% de probabilidade. Dados transformados para  $\sqrt{AACPD+1}$ .

TABELA 4B Resumo das análises de variância (quadrados médios) da área abaixo da curva (AACPD) de progresso da antracnose para época de plantio safrinha

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	DISTÂNCIA DA FONTE DE INÓCULO					
		0,5 m	3,0 m	5,5 m			
BLOCO	2	206,33284	**	160,17586	NS	117,16680	NS
ISOLADO	2	4,50269	NS	10,28383	NS	11,20734	NS
ERRO 1	4	19,86048		32,02339		33,13775	
GENÓTIPO	23	622,52458	**	641,47717	**	583,30753	**
ISOLADO*GENÓTIPO	46	20,59939	**	15,16204	*	13,72891	*
ERRO 2	138	10,08076		10,10772		9,89834	
TOTAL	215						
CV 1 (%)		44,48		59,16		60,8	
CV 2 (%)		31,69		33,24		33,23	
MÉDIA GERAL		10,01999		9,56545		9,46851	

NS - Não significativo; \* Significativo, pelo teste de F, a 5% de probabilidade; \*\*Significativo, pelo teste de F, a 1% de probabilidade. Dados transformados para  $\sqrt{AACPD+1}$ .

TABELA 5B Resumo das análises de variância (quadrados médios) da severidade máxima da antracnose ( $Y_{máx}$ ) para época de plantio safrinha

FONTES DE VARIÇÃO	GL	DISTÂNCIA DA FONTE DE INÓCULO		
		0,5 m	3,0 m	5,5 m
BLOCO	2	9,980495 *	5,455496 *	3,529557 NS
ISOLADO	2	0,460245 NS	1,482499 NS	0,540427 NS
ERRO 1	4	0,266629	0,734309	2,219289
GENÓTIPO	23	28,580732 **	30,957188 **	25,979864 **
ISOLADO*GENÓTIPO	46	0,989311 *	0,833920 *	0,900420 *
ERRO 2	138	0,628681	0,567089	0,583270
TOTAL	215			
CV 1 (%)		18,31	30,74	54,22
CV 2 (%)		28,11	27,01	27,8
MÉDIA GERAL		2,820583	2,787665	2,747503

NS - Não significativo; \* Significativo, pelo teste de F, a 5% de probabilidade; \*\*Significativo, pelo teste de F, a 1% de probabilidade. Dados transformados para  $\sqrt{AACPD+1}$ .

TABELA 6B Resumo das análises de variância (quadrados médios) da severidade média da antracnose ( $Y_{50}$ ) para época de plantio safrinha

FONTES DE VARIÇÃO	GL	DISTÂNCIA DA FONTE DE INÓCULO		
		0,5 m	3,0 m	5,5 m
BLOCO	2	0,972471 NS	1,115047 NS	0,883838 NS
ISOLADO	2	0,709950 NS	0,352779 NS	0,542866 NS
ERRO 1	4	0,379705	0,558984	0,344805
GENÓTIPO	23	13,776761 **	13,127387 **	11,401666 **
ISOLADO*GENÓTIPO	46	0,647269 **	0,378247 NS	0,452816 *
ERRO 2	138	0,272215	0,318567	0,330979
TOTAL	215			
CV 1 (%)		33,73	44,25	35,09
CV 2 (%)		28,56	33,41	34,37
MÉDIA GERAL		1,82690	1,68948	1,67363

NS - Não significativo; \* Significativo, pelo teste de F, a 5% de probabilidade; \*\*Significativo, pelo teste de F, a 1% de probabilidade. Dados transformados para  $\sqrt{AACPD+1}$ .

TABELA 7B Resumo das análises de variância (quadrados médios) do número de conídios por cm<sup>2</sup> de folha e do período latente dos genéticos inoculados em condições de casa de vegetação

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	NÚMERO DE CONÍDIOS <sup>a</sup>	GL	PERÍODO LATENTE
BLOCO	1	0,5771 NS	1	16,9840 NS
ISOLADO	2	4,5341 NS	2	4,1141 NS
ERRO 1	2	0,5393	2	1,3724
GENÓTIPO	23	6,5447 NS	19	8,4262 **
ISOLADO*GENÓTIPO	46	7,3550 NS	38	8,1394 **
ERRO 2	69	12,5127	297	3,7014
TOTAL	143		359	
CV 1 (%)	10,09			13,83
CV 2 (%)	9,10			22,72
MÉDIA GERAL	242.062			8,469763

NS - Não significativo; \* Significativo, pelo teste de F, a 5% de probabilidade; \*\*Significativo, pelo teste de F, a 1% de probabilidade. <sup>a</sup> Dados transformados para log (número de conídios).