

JEFFERSON FERNANDES DO NASCIMENTO

**RESISTÊNCIA DO ALGODOEIRO E VARIABILIDADE DE *Colletotrichum*
gossypii var. *cephalosporioides***

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia, para obtenção do título de "*Magister Scientiae*".

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

A meus pais José e Rosália.

A meus irmãos Francisco, Roberto, Rodolfo, Sebastião e Mônica.

A meus sobrinhos e sobrinhas.

Aos meus familiares e amigos que acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

Eternamente agradecido a Deus, sempre presente em minha vida.

Ao professor Laércio Zambolim, pela valorosa orientação, pela paciência, pelos ensinamentos e, sobretudo, por sua amizade.

Aos professores Paulo Geraldo Berger e Francisco Xavier Ribeiro do Vale, pelo aconselhamento, amizade e colaboração.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente aos professores do Departamento de Fitopatologia, exemplos inspiradores, pelos ensinamentos e pela oportunidade para realização do programa de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores Ulisses Gomes Batista e Reginaldo da Silva Romeiro, pela sincera amizade e ao professor Paulo Roberto Cecon, pela orientação durante a realização das análises estatísticas.

Ao CNPA (EMBRAPA – Campina Grande – PB), pelo envio das sementes de algodoeiro.

Aos pesquisadores Alderí Araújo do CNPA, Maria Angélica Pizzinato do IAC, Onaur Ruano do IAPAR, pelo envio dos isolamentos.

À Universidade Federal de Roraima pelo afastamento temporário e oportunidade oferecida para realização do programa de mestrado.

Aos colegas professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima, especialmente ao colega José Maria pelo incentivo.

Aos funcionários João Bosco, Macabeu, José Cláudio, José Carlos, Sérgio e Carla, pela amizade, colaboração e convívio sempre agradável.

Aos colegas de curso, pela convivência e amizade demonstradas.

Aos amigos Claudia, Cláudio, Hélcio, Rodrigo, Claudine, José Ricardo, Fábio, Sirlei, Michelli, Carol, Suzuki, Antônio, Isabela, João Vida, Clévio, pela ajuda e pelo convívio agradável, tanto nos momentos de lazer, quanto nos momentos difíceis.

A meus pais, pelo incentivo e apoio, para que este filho, que muito os ama, pudesse prosseguir em sua formação acadêmica.

Aos meus irmãos, pelo estímulo, pela ajuda nos momentos difíceis, pela alegria compartilhada, e, sobretudo pelo exemplo de humildade.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

JEFFERSON FERNANDES DO NASCIMENTO, filho de José Fernandes de Freitas e Rosália Nascimento de Freitas, nasceu em 23 de setembro de 1964, em Boa Vista-RR.

Em janeiro de 1993, concluiu o curso de graduação em Engenharia Agrônômica, pela Universidade Federal do Ceará.

Em novembro de 1993, prestou concurso público na Universidade Federal de Roraima, sendo nomeado Professor Auxiliar do curso de Bacharelado em Agronomia em dezembro do mesmo ano.

Em março de 1998, foi admitido no curso de Mestrado em Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 08 de dezembro de 2000.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1	6
RESISTÊNCIA DO ALGODOEIRO À RAMULOSE (<i>Colletotrichum gossypii</i> var. <i>cephalosporioides</i>).....	6
1. INTRODUÇÃO.....	6
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
2.1. Avaliação da resistência do algodoeiro a <i>Colletotrichum gossypii</i> var. <i>cephalosporioides</i> , de quatro cultivares e 21 linhagens de algodão no ano agrícola de 1997/1998	10
2.1.1. Delineamento experimental.....	12
2.1.2. Avaliações.....	12
2.1.3. Análises estatísticas.....	13
3. RESULTADOS.....	14
4. DISCUSSÃO.....	19

	Página
CAPÍTULO 2.....	23
VARIABILIDADE FISIOLÓGICA DE <i>Colletotrichum gossypii</i> var. <i>cephalosporioides</i>	23
1. INTRODUÇÃO.....	23
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
2.1. Origem, isolamento e manutenção dos isolados de <i>Colletotrichum gossypii</i> var. <i>cephalosporioides</i>	27
2.2. Genótipos e teste de patogenicidade.....	29
2.3. Semeadura.....	29
2.4. Preparo do inóculo.....	29
2.5. Inoculação.....	30
2.6. Avaliação.....	30
2.7. Delineamento experimental e análise estatística.....	31
3. RESULTADOS.....	32
3.1. Virulência dos isolados de <i>Colletotrichum gossypii</i> var. <i>cephalosporioides</i>	32
4. DISCUSSÃO.....	37
RESUMO E CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
APÊNDICE.....	50

RESUMO

NASCIMENTO, Jefferson Fernandes, M. S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2000. **Resistência do algodoeiro e variabilidade de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides***. Orientador: Laércio Zambolim. Conselheiros: Francisco Xavier Ribeiro do Vale e Paulo Geraldo Berger.

O índice de doença para as quatro cultivares e 21 linhagens avaliadas variou de 20,0 a 57,1 e a AACPD de 567 a 1627. Ficaram evidenciados dois grupos distintos, um formado por duas cultivares e nove linhagens suscetíveis e o outro por duas cultivares e 12 linhagens resistentes. De modo geral, o ID apresentou crescimento linear para as 25 cultivares e, ou linhagens avaliadas. A linhagem CNPA 94-101 empregada como padrão de suscetibilidade apresentou valores médios de INC=83,4, ID=57,1 e AACPD=1.627,7 sendo, portanto a mais suscetível. Por outro lado, a linhagem CNPA 96-08 apresentou INC=37,8, ID=20,0 e AACPD=567,7 sendo a mais suscetível. Dentre as cultivares comerciais a IAC 22 foi a mais suscetível, com ID=47,3 e a CNPA Precoce2, utilizada como padrão de resistência foi a mais resistente, com ID=28,9.

Foi observado que os dez isolados utilizados apresentaram grande virulência, que variou em função do genótipo no qual foram inoculados. O isolado MTRM 14, oriundo do Estado do Mato Grosso, foi o menos virulento e o isolado RAV 20, de Minas Gerais, o mais virulento, com ID= 6,36 e

ID=46,47, respectivamente. A Linhagem HR 102 e a cultivar ANTARES foram as mais resistentes com ID=18,32 e 19,14, respectivamente. Portanto, ocorreu variabilidade entre os dez isolados estudados quanto à virulência e variação na resistência das cultivares e linhagens de algodão aos isolados. Efetuou-se análise de agrupamento e observou-se a separação de dois grupos distintos de isolados, um mais virulento e outro menos virulento.

ABSTRACT

NASCIMENTO, Jefferson Fernandes, M. S., Universidade Federal de Viçosa, December 2000. **Resistance of cotton plants and variability of *Colletotrichum gloeosporioides* var. *aplosporoides***. Adviser: Laércio Zambolim. Committee Members: Francisco Xavier Ribeiro do Vale and Paulo Geraldo Berger.

The index of the disease (ID) in four cotton cultivars and twenty one line varied from 20 to 57,1; and the AADPC from 567 to 1627. Two distinct group of plants was formed; one group (susceptible) had two cultivars and nine lines, and another (resistant groups) had two cultivars and 12 lines. The ID was linear for all the 25 cultivars and cotton lines evaluated. The line CNPA 94-101, used as a susceptible pattern, had ID=57,1, AADPC=1.627,7 and 83,4 of incidence. But in the trial the most susceptible line was CNPA 96-08 with ID=20,0, AADPC=567,7 and incidence equal to 37,8. Among the comercial cultivars the IAC-22 was the most susceptible, with ID=47,3 whereas CNPA Precoce 2 used as a pattern of resistance was the most resistant line (ID=28,9). The ten isolates of the pathogen used were highly virulent, and varied according to the cotton genotype. The isolate MTRM 14 from Mato Grosso State was the least virulent, and the isolate RAV 20 from Minas Gerais State the most virulent with ID=6,36 and 46,47, respectively. The line HR 102 and the cultivar ANTARES were the most resistant with

ID=18,32 and 19,14, respectively. In conclusion it was observed great variability on the population of *C. gossypii* var. *cephalosporioides* and great variation on the plant genotype. Two distinct groups of isolate of the pathogen was found, one virulent and another less virulent.

INTRODUÇÃO

A produção mundial de algodão em caroço no ano agrícola 1999/00^(*) foi de 19,1 milhões de toneladas métricas, tendo como maiores produtores a China, os Estados Unidos e a Índia (AGRIANUAL, 2000).

O Brasil encontra-se entre os oito maiores produtores mundiais, sendo a cultura do algodão considerada uma das mais importantes, tanto pelo seu valor econômico quanto pelo seu valor social (CIA e SALGADO, 1997). A produção brasileira de algodão em pluma em 1996/97 foi de 355,2 mil toneladas, o que equivale ao atendimento de apenas 42,0% do consumo, estimado em 850 mil toneladas, portanto, refletindo uma demanda por importação recorde da ordem de 500 mil toneladas, tornando-se o segundo importador mundial, superado apenas pela China (COTTON, 1999). O parque têxtil do Brasil tem se modernizado, ampliando suas instalações e aumentando consideravelmente a demanda por matéria-prima. No mercado mundial de algodão o Brasil sempre desempenhou papel de grande exportador. No decorrer das últimas décadas a defasagem entre a produção e o consumo alterou a posição do Brasil de exportador de pluma para importante importador. A abertura total do mercado brasileiro, via isenção de alíquotas de importação em 1990, associada ao hiato entre a produção e a demanda e as condições de

(*) estimativa

financiamentos externos mais atrativos propiciaram a entrada de volumes recordes, trazendo problemas para a comercialização do produto nacional. Hoje, importa-se algodão de mais de vinte países para suprir as necessidades do nosso parque têxtil (BARROS e SANTOS, 1997).

Atualmente, as áreas de cerrado da Região Centro-Oeste do Brasil representam a nova fronteira agrícola da cultura do algodão. O aumento nas áreas plantadas com a cultura é bem recente e as pesquisas não conseguem acompanhar este avanço e resolver os problemas que estão surgindo nos cultivos do algodoeiro herbáceo nesta Região (FERREIRA, 1996). Hoje, cerca de 50% do algodão brasileiro vem do Estado do Mato Grosso, cuja produção passou de 36,7 na safra 90/91 para 311,0 mil toneladas na safra 99/00^(*), onde o módulo de produção médio é 500 hectares, explorado intensivamente e com colheita mecanizada do produto. Na verdade, nestas novas fronteiras de produção da pluma, que englobam também os Estados de Goiás e Mato Grosso do Sul, o algodão tem entrado no sistema de rotação de culturas, já bem desenvolvido com soja e milho (FERREIRA FILHO, 2000).

O Estado de Minas Gerais encontra-se entre os seis maiores produtores de algodão do Brasil. A produção estadual na safra 99/00^(*) foi de 78.831 toneladas de algodão em caroço, obtidas numa área colhida de 51.848 ha, correspondendo, portanto, ao rendimento médio de 1.520 kg/ha. A cultura do algodão concentra-se praticamente, em apenas três regiões do Estado: Triângulo, Alto Paranaíba e Noroeste, que juntas respondem por 99% da área cultivada e da produção estadual (RESENDE e MOURA, 1990).

De modo geral, as condições edafoclimáticas dos cerrados brasileiros são peculiares, porque nesta região a topografia é plana, com baixos teores de macro e micro-nutrientes, além da presença de alumínio trocável. O clima, porém, é considerado marginal para o algodoeiro, em função da precipitação excessiva (acima de 1.500 mm anuais), altitude e umidade elevadas e temperaturas noturnas amenas que favorecem a incidência de doenças fúngicas. Nestas condições, as cultivares nacionais apresentam ciclo mais prolongado, fibras de boa qualidade tecnológica, porém, alta suscetibilidade à

(*) estimativa

ramulose e outras doenças foliares (ramulária, alternária, antracnose), além da pouca adequação à colheita mecanizada (FREIRE et al., 1993).

A principal alteração observada na cultura do algodão no Brasil foi a mudança no eixo de produção, antes centrado na região sudeste (Paraná, São Paulo e Minas Gerais), baseado em pequenos módulos produtivos, com colheita manual do produto, para a região centro-oeste, principalmente nos Estados do Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul (FERREIRA FILHO, 2000). O cotonicultor do cerrado é diferente do meeiro e arrendatário que plantava algodão no nordeste e do colono que implantou a cultura do algodão em São Paulo e Paraná. O novo cotonicultor é um produtor tecnificado, que planta soja e que busca alternativas mais rentáveis para a sua propriedade e procura novas tecnologias através de visitas a lavouras, contratação de mão-de-obra especializada, avaliação de custos, rentabilidade, disponibilidade de máquinas e implementos específicos para o algodão, incluindo aquisição ou aluguel de colheitadeiras e usinas de descaroçamento. Além disso, o produtor é mais organizado e informado sobre o mercado e participa de associações, sindicatos, cooperativas para estabelecimento de convênios com instituições públicas e privadas (Embrapa, BM&F, Coodetec, empresas de produção de máquinas, insumos, biotecnologia e de melhoramento de sementes) (FREIRE et al., 1999a).

Hoje, sem dúvida, a doença mais importante no cerrado brasileiro é a ramulose, causada pelo fungo *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. A doença é mais severa quando ocorre em plantas jovens, até 60 dias, visto que as gemas terminais das ramificações surgidas a partir da quebra de dominância apical, provocada pelo patógeno, podem sofrer novas infecções (ARAÚJO, 2000).

Além da ramulose, outras doenças como mosaico das nervuras, mosaico comum e o vermelhão provocados por vírus, mancha angular causada pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*, doenças provocadas pela ação de nematóides como *Meloidogyne incognita* e *Rotylenchulus reniformis*, doenças fúngicas como a murcha de *Fusarium* e a murcha de

Verticillium, o tombamento (*Rhizoctonia solani*), a antracnose (*Colletotrichum gossypii*) (JULIATTI e RUANO, 1997), mancha de *ramularia* (*Ramularia areola* Atk.), *Alternaria* sp.e *Stemphylium solani* Weber podem ocorrer (ARAÚJO, 2000).

A ramulose, causada pelo fungo *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, foi observada pela primeira vez no município de Racharia, São Paulo, em 1935 por COSTA e FRAGA Jr. (1937). Pensou-se, no início, tratar-se de uma doença causada por vírus (CIA, 1977).

Atualmente, a ramulose encontra-se distribuída em quase todos os Estados do Brasil em que se cultiva o algodão. Além de São Paulo e Paraná, a ramulose foi detectada também nos Estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pará, Bahia, Goiás (CIA,1977), Ceará (ARAÚJO et al., 1978), Mato Grosso do Sul (CIA e SALGADO, 1997) e Minas Gerais (GAEIRAS, 1978).

Além do Brasil, sua ocorrência também foi relatada na Venezuela, Bolívia (MALAGUTI, 1955) e Paraguai (MATHIESON e MANGANO, 1985). Na Venezuela e em alguns países de língua inglesa, a doença é conhecida por “witches broom” devido à semelhança dos sintomas morfológicos externos com a vassoura-de-bruxa do cacaueteiro e pela aparência de vassoura, induzida às plantas infectadas pela emissão de ramificações excessivas (ARAÚJO, 2000).

No Brasil, a ramulose sempre esteve relacionada a grandes perdas. Alguns autores relatam prejuízos severos ocasionados pela ramulose, da ordem de 20 a 30%, chegando a 85% em casos extremos (ABRAHÃO e COSTA, 1949; ABRAHÃO, 1961; CIA, 1977; KIMATI, 1980; CARVALHO et al., 1984). Se houver distribuição generalizada da doença no campo, COSTA e FRAGA Jr. (1937) e TÓFFANO e SILVEIRA (1964) consideram que as perdas podem ser totais. Portanto, são poucos os dados disponíveis sobre danos provocados pela ramulose. Porém, recentemente, FREIRE et al., (1999b) estimou perdas de 14% nos Estados de Mato Grosso e Goiás devido à mancha angular 4,3%, mancha de *ramularia* 3,8%, doença azul 2%, ramulose 1,5% e outras doenças com 2,4%. As perdas devido à ramulose estão diretamente relacionadas às

características da doença. *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* causa a morte da gema apical, estimulando as gemas axilares a formarem número excessivo de galhos, incitando superbrotamento e provocando esgotamento de reservas em detrimento da carga de capulhos, afetando, dessa forma, diretamente a produção.

Freqüentemente, ouve-se o comentário de que uma variedade que era resistente à determinada doença, depois de certo tempo de plantio, tornou-se suscetível. Muitos produtores e mesmo técnicos chegam à falsa conclusão de que houve mistura de sementes ou perda de resistência da variedade, esquecendo-se de que os microrganismos são seres vivos e acham-se constantemente sob pressão de seleção. Neste caso, via de regra, o microrganismo adapta-se às condições, em função do emprego contínuo da mesma variedade resistente e das condições de ambiente. Com o decorrer do tempo, a população do patógeno se modifica, surgindo maior número de plantas doentes. Houve variabilidade e adaptação dos microrganismos e não perda de resistência da variedade (CIA, 1977). Destaca-se no algodoeiro a variabilidade da bactéria *Xanthomonas axonopododis* com a identificação de 17 raças fisiológicas (BRINKERHOFF, 1970), sendo que três delas ocorrem no Estado de São Paulo (CIA et al., 1973). Provavelmente, esta seja, também, uma das principais dificuldades na obtenção de variedades resistentes à ramulose.

A identificação de novas fontes de resistência e o conhecimento da variabilidade do patógeno são fundamentais para os programas de melhoramento genético da cultura. Assim, o presente trabalho teve por objetivos avaliar a resistência de genótipos de algodoeiro à ramulose e estudar a variabilidade fisiológica de *C. gossypii* var. *cephalosporioides*.

CAPÍTULO 1

RESISTÊNCIA DO ALGODOEIRO À RAMULOSE (*Colletotrichum Gossypii* *var. cephalosporioides*).

1. INTRODUÇÃO

A ramulose, doença causada por *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, dependendo das condições climáticas e da suscetibilidade da cultivar, pode comprometer totalmente a produção e torná-la anti-econômica, chegando a 85% de perdas em casos extremos (COSTA e FRAGA Jr., 1937; TÓFFANO e SILVEIRA, 1964). As perdas tornam-se, particularmente, importantes quando a infecção ocorre em plantas jovens, pois neste caso, a morte do broto apical estimula as gemas axilares a formarem número excessivo de galhos, provocando um esgotamento das reservas em detrimento da formação de capulhos, que pode ser nula em muitas plantas (ABRAHÃO, 1952; 1961).

Dentre os principais sintomas observados numa planta com ramulose destacam-se folhas jovens com pequenas manchas necróticas; folhas com manchas necróticas com diâmetro em geral não superior a 2 mm com formato estrelado; ramificação excessiva; altura sempre abaixo do normal e internódios curtos, contorcidos; nós intumescidos; e ramos com manchas pardacentas de forma alongada (ABRAHÃO, 1961; ABRAHÃO e COSTA, 1949; COSTA e FRAGA Jr., 1937; TÓFFANO e SILVEIRA, 1964).

O mais eficiente e econômico meio de controlar a ramulose é o uso de cultivares resistentes ou tolerantes ao patógeno (CIA, 1977; CARVALHO et al., 1988; LIMA et al., 1984; 1986).

Os primeiros trabalhos realizados no Brasil, com o objetivo de avaliar cultivares e linhagens resistentes à ramulose, foram feitos na década de 40. Na época, a maioria das cultivares de algodoeiro herbáceo apresentou acentuada suscetibilidade à doença. Dentre as cultivares testadas naquela época, apenas a Piratininga 086 apresentou resistência (COSTA, 1941). Mais tarde, na Venezuela MALAGUTI (1955), observando o comportamento de diferentes variedades em condições de campo, verificou que Stoneville 5-A, I.A. 21077-75132, Tanganica e Cambodia não apresentaram sintomas da doença.

Os trabalhos de melhoramento genético do algodoeiro no Brasil intensificaram-se na década de 80. CARVALHO et al. (1981) verificaram que a cultivar IAC 17 poderia ser utilizada como testemunha resistente em trabalhos de melhoramento, pois se mostrou com certa tolerância à ramulose. LIMA et al. (1984) observaram que mais de 80% das plantas da linhagem HR 21 T 16 inoculadas, nas gerações F_2 - F_4 foram resistentes ou imunes à *C. gossypii* var. *cephalosporioides*, sendo então essa linhagem eleita pelo Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPQ) como fonte de resistência para trabalhos de melhoramento do algodoeiro.

CARVALHO et al. (1985) selecionaram quatro genótipos resistentes La 17801, HR 100, HR 101 e HR 102, sem pêlos, e três intermediários, em condições de campo. Concluíram que a pilosidade influencia a expressão de sintomas da ramulose e que a cultivar La 17801 pode ser indicada como boa

fonte de resistência. As cultivares HR 102 e HR 100 mostraram-se resistentes. Do mesmo modo, CARVALHO et al. (1994) ressaltaram que a variedade HR 102, originária dos EUA, constitui boa fonte de genes de resistência à ramulose, sendo uma boa opção para programas de melhoramento que se baseiam na seleção de gerações segregantes oriundas de hibridações. Utilizando o método de seleção recorrente, LIMA et al. (1996) verificaram que as populações melhoradas (C₂ e C₃) da cultivar HR 102 podem ser utilizadas nos trabalhos de melhoramento genético, como excelentes fontes de resistência à ramulose do algodoeiro.

Avaliando o comportamento de 35 genótipos de algodoeiro em condições de casa-de-vegetação e de campo, incluindo materiais americanos e nacionais, VON PINHO et al. (1997) destacaram as cultivares ACALA 3080, COKER 310, STONEVILLE 731N e COKER 4360, originárias da América do Norte, como boas fontes de resistência à ramulose em casa-de-vegetação. Dentre os genótipos avaliados no campo, os mais resistentes foram DES 56, COKER 220, HY BEE 200 A e LOCKETT 77. Os autores relataram a existência de variabilidade para a resistência à ramulose entre os genótipos testados, tanto em condições de casa-de-vegetação quanto em campo, concluindo que ensaios em casa-de-vegetação poderão ser utilizados em fases iniciais de avaliação da doença. Entretanto, em fases mais avançadas de seleção, será necessária a avaliação dos genótipos em condições de campo. ALVES et al. (1997) avaliaram o grau de severidade da ramulose em cinco genótipos de algodão e em 20 híbridos F1, em condições de campo em Viçosa-Minas Gerais e constataram que a variedade CNPA Precoce 1 foi a mais resistente à ramulose; a linhagem que apresentava folha do tipo “okra”, bem como a cultivar CNPA 7H, foram as mais suscetíveis. As cultivares Embrapa 114 e CNPA ITA 96, obtidas como resultado do programa de melhoramento do algodoeiro desenvolvido no cerrado de Mato Grosso, mostraram-se resistentes a ramulose e virose, e tolerantes ao complexo fusarium-nematóide para as condições daquela região. Entretanto, essas cultivares apresentaram-se suscetíveis a manchas foliares causadas por *Stemphylium*, Bacteriose e *Alternaria* (FREIRE

et al., 1997). GODINHO et al. (1997) verificaram que as cultivares ITA 92-63, ITA 91-18, SICALA 34 e CS 189 apresentaram produtividades acima de 2.200 kg/ha e se mostraram mais tolerantes à ramulose e mais produtivas que a cultivar IAC 20, genótipo atualmente recomendado e mais plantado no Estado de Rondônia. LANZA et al. (1999) estudaram o comportamento de 24 genótipos de algodoeiro quanto à ramulose, em Uberaba-Minas Gerais, e concluíram que os genótipos HD24, HD20 e OSF foram os mais resistentes.

A utilização de cultivares resistentes e produtivas apresenta-se como uma das mais viáveis e econômicas medidas de controle da ramulose do algodoeiro. Observa-se que muitos trabalhos vêm sendo feitos no Brasil ao longo do tempo para identificar fontes de resistência à ramulose e em todos foram encontradas boas fontes de resistência à doença (ABRAHÃO e COSTA, 1949; CARVALHO et al., 1981; LIMA et al., 1984; VON PINHO et al., 1997; LANZA et al., 1999). Entretanto, não são raros os relatos de que variedades que eram resistentes à ramulose, em determinadas regiões, tornaram-se suscetíveis. Portanto, torna-se necessário a continuidade na avaliação de genótipos para a utilização como fontes de resistência em programas de melhoramento genético da cultura.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência de cultivares e linhagens de algodoeiro a *C. gossypii* var *cephalosporioides* em condições de campo, visando a identificação de novas fontes de resistência.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Avaliação da resistência do algodoeiro a *C. gossypii* var. *cephalosporioides*, de quatro cultivares e 21 linhagens de algodão, *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium*, no ano agrícola de 1997/98.

Em 14 de novembro de 1997, foram plantadas 21 linhagens e quatro cultivares de algodão em uma área experimental denominada Prof. Diogo Alves de Mello, do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, altitude de 689 m, latitude 20° 45' S e longitude 42° 51' W.

A área experimental foi devidamente preparada com aração e gradagem. Os sulcos foram abertos, obedecendo a um espaçamento de 1,0 m e uma profundidade de 0,10 m, aproximadamente. As adubações de plantio e cobertura foram realizadas manualmente, de forma a suprir as necessidades da cultura, conforme a análise do solo. Por ocasião do plantio fez-se a adubação com o formulado 4-14-8, aplicando-se 500 kg/ha e, aos 60 DAE, realizou-se a adubação de cobertura, aplicando-se 300 kg de sulfato de amônio por hectare. A emergência ocorreu entre os dias 20 e 21 de novembro de 1997. Decorridos 25 dias após a emergência (DAE) fez-se o desbaste, deixando-se em média cinco plantas por metro.

As linhagens e cultivares utilizadas neste ensaio foram todas oriundas do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPA-EMBRAPA), Campina Grande, Paraíba, as quais estão relacionadas no Quadro 1.

Nesta área experimental a doença ocorre de forma endêmica, em experimentos com a cultura do algodão (SANTOS et al, 1994; ALVES et al 1997).

Dentre os genótipos avaliados, considerou-se a linhagem CNPA 94-101 como padrão de suscetibilidade e a cultivar CNPA-Precoce 2 como padrão de resistência.

Os dados climáticos de temperatura máxima e mínima do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica diária (mm) foram fornecidos pela estação meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, instalada a aproximadamente 300 metros do experimento.

Quadro 1 - Linhagens e cultivares de algodão utilizadas nas avaliações de resistência à ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*) no ano de 1997/98

Linhagens		Cultivares
1. CNPA T _B 80	12. CNPA 94 – 139	22. IAC 20
2. CNPA T _B 55	13. CNPA 94 – 101	23. IAC 22
3. CNPA T _B 66	14. CNPA 96 – 08	24. CNPA-Precoce 2
4. CNPA T _B 75	15. CNPA T _B – 41	25. CNPA 7H
5. CNPA T _B 90	16. CNPA 96 – 21	
6. CNPA T _B 85	17. CNPA T _B – 93	
7. CNPA T _B 15	18. CNPA 96 –39	
8. CNPA T _B 91	19. CNPA 96 – 40	
9. CNPA T _B 87	20. CNPA 96 – 121	
10. CNPA 96 – 16	21. CNPA 96 – 09	
11. CNPA 94 – 108		

2.1.1. Delineamento experimental

As cultivares e linhagens foram dispostas em látice quadrado 5 X 5 com três repetições. A parcela foi constituída por duas fileiras centrais e duas bordaduras laterais comuns da cultivar CNPA 7H, com 5,0 m de comprimento, distanciadas entre si de 1,0 m. A área útil da parcela foi representada pelas duas fileiras centrais, perfazendo uma área útil de 10,0 m².

Para efeito de análise estatística utilizou-se um esquema de parcela subdividida, tendo nas parcelas os genótipos, e nas subparcelas, os dias após a emergência no delineamento em blocos casualizados.

2.1.2. Avaliações

As avaliações da severidade da ramulose no campo foram feitas aos 107, 114, 120, 128 e 135 DAE. Nas avaliações adotou-se a escala de notas, modificada para condições de campo, baseada em COSTA (1941), considerando-se as seguintes notas:

SEVERIDADE	SINTOMA
1	Ausência de sintomas
2	Poucas lesões necróticas nas folhas
3	Muitas lesões necróticas nas folhas
4	Plantas com internódios superiores curtos
5	Plantas com internódios superiores curtos, associado a superbrotamento
6	Plantas com internódios curtos com superbrotamento com possibilidade de produzir frutos (acima de três frutos/planta)
7	Plantas com internódios curtos com superbrotamento sem possibilidade de produzir frutos (abaixo de três frutos/planta)
8	Superbrotamento acentuado com porte reduzido
9	Superbrotamento excessivo com porte reduzido e ausência total de frutos

A partir dessa escala de notas foi calculado o Índice de Doença (ID), pela fórmula sugerida por McKINNEY (1923):

$$ID = \frac{\sum f(v)}{NX} \cdot 100 \text{ em que:}$$

ID = índice de doença

f = número de plantas com determinado grau de infecção

v = grau de infecção observado

N = número total de plantas avaliadas

X = grau máximo de infecção

A incidência da doença foi calculada, tomando-se a proporção da divisão do número de plantas doentes pelo total de plantas da parcela. Utilizando-se o índice de doença no tempo, a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi calculada com o auxílio do programa AVACPD (TORRES e VENTURA, 1991).

2.1.3. Análises Estatísticas

As análises foram feitas, empregando-se o programa Sistema de Análise Estatística e Genética (S.A.E.G.), desenvolvido pelo Centro de Processamento de Dados da Universidade Federal de Viçosa (EUCLIDES, 1983).

As características avaliadas foram submetidas à análise de variância individual. Os critérios para escolha dos modelos de regressão foram maior coeficiente de determinação (r^2); significância dos coeficientes de regressão até 5% de probabilidade pelo teste F; e significado biológico do modelo.

3. RESULTADOS

Houve efeito significativo de genótipo e épocas de avaliação (107; 114, 120, 128 e 135DAE), entretanto, a interação cultivar e épocas não foi significativa.

Os resultados das avaliações da resistência de diferentes cultivares e linhagens de algodão à *C. gossypii* var. *cephalosporioides* são apresentados no Quadro 2.

A incidência da ramulose foi elevada na maioria das cultivares e linhagens no campo, com acentuada variação no nível de resistência das cultivares e linhagens ao patógeno. Os resultados, pelo critério de agrupamento de Scott-Knott, para incidência (INC), índice de doença (ID) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) do ensaio 2.1 estão apresentados no Quadro 2. Observa-se que os valores médios variaram de 37,8 a 83,4 para a INC, 20,0 a 57,1 para ID e 567,7 a 1627,6 para AACPD.

As quatro cultivares e 21 linhagens foram separados em dois grupos distintos para INC, ID e AACPD. Para ID e AACPD, o grupo A (GA) foi formado por duas cultivares e nove linhagens suscetíveis, reunindo as cultivares IAC 20 e IAC 22 e as linhagens CNPA 94-101, CNPA TB91, CNPA TB80, CNPA 96-121, CNPA 94-108, CNPA 96-16, CNPA TB90, CNPA TB41e CNPA TB55. O

grupo B (GB) foi formado por duas cultivares e 12 linhagens resistentes e reuniram as cultivares CNPA 7H e CNPA Precoce2 e as linhagens CNPA TB85, CNPA TB15, CNPA TB87, CNPA 96-21, CNPA TB75, CNPA TB93, CNPA 94-139, CNPA 96-39, CNPA TB66, CNPA 96-09, CNPA 96-40 e CNPA 96-08. Para INC as linhagens CNPA TB85, CNPA TB15 e CNPA 7H encontraram-se reunidas no GA, diferentemente de ID e AACPD (Quadro 2).

Observou-se que a linhagem CNPA 94-101 apresentou maior INC, ID e AACPD, sendo portanto a mais suscetível. Por outro lado, a linhagem CNPA 96-08 mostrou-se mais resistente como menor INC, ID e AACPD. Dentre as cultivares comerciais a mais suscetível foi a IAC 22 e a mais resistente a CNPA Precoce 2, com AACPD de 1.322,7 e 824,1, respectivamente.

De modo geral, o ID apresentou crescimento linear para todas as cultivares e linhagens avaliadas. Na Figura 1, estão apresentadas as equações que descrevem a relação entre o ID e os DAE (variável independente) para três linhagens (CNPA 94-101, CNPA TB 15 e CNPA 96-08), escolhidas com base nos resultados apresentados no Quadro 2. A linhagem CNPA 96-08, a mais resistente, apresentou ID=6,9 e 31,5 aos 107 e 135 DAE, respectivamente. Por outro lado, a linhagem CNPA 94-101, a mais suscetível, atingiu ID= 45,0 aos 107 DAE e ID=69,4 aos 135 DAE. A linhagem CNPA TB 15 mostrou-se intermediária com ID=50,3 aos 135 DAE.

Das 25 cultivares e, ou, linhagens avaliadas quatro são cultivares, IAC 20, IAC22, CNPA 7H e CNPA Precoce 2, cujos comportamentos estão representados na Figura 2. Destas, a cultivar CNPA Precoce 2 foi a mais resistentes apresentando ID=45,9 aos 135 DAE e a IAC 22 a mais suscetível com ID=77,8 também aos 135 DAE.

Quadro 2 - Valores Médios de Incidência (INC) de Ramulose, Índice de Doença (ID) e Área Abaixo da Curva de Progresso de Doença (AACPD) avaliados aos 107, 114, 120, 128 e 135 DAE

Cultivar/Linhagem	INC(%)	ID	AACPD
1.CNPA 94-101	83,4 A*	57,1 A*	1.627,6 A*
2.CNPA TB91	79,7 A	53,1 A	1.499,9 A
3.CNPA TB80	78,7 A	50,4 A	1.453,1 A
4.CNPA 96-121	78,6 A	50,2 A	1.432,1 A
5.CNPA 94-108	73,3 A	47,5 A	1.377,9 A
6.CNPA 96-16	72,4 A	45,7 A	1.322,7 A
7.CNPA TB90	71,5 A	46,8 A	1.319,3 A
8.IAC 22	69,3 A	47,3 A	1.322,7 A
9.CNPA TB41	68,0 A	45,8 A	1.286,3 A
10.CNPA TB55	67,2 A	42,1 A	1.219,1 A
11.IAC 20	66,5 A	41,2 A	1.185,4 A
12.CNPA TB85	65,8 A	36,8 B	1.061,7 B
13.CNPA TB15	64,3 A	38,4 B	1.114,9 B
14.CNPA 7H	63,6 A	34,3 B	1.005,7 B
15.CNPA TB87	61,4 B	32,8 B	950,9 B
16.CNPA 96-21	60,8 B	33,1 B	965,7 B
17.CNPA TB75	60,1 B	34,7 B	1005,5 B
18.CNPA TB93	58,8 B	33,8 B	981,3 B
19.CNPA 94-139	58,5 B	31,9 B	919,1 B
20.CNPA 96-39	57,5 B	33,9 B	966,8 B
21.CNPA TB66	51,5 B	25,6 B	740,6 B
22.CNPA 96-09	51,4 B	27,6 B	803,0 B
23.CNPA 96-40	46,2 B	26,2 B	740,0 B
24.CNPA Precoce2	45,1 B	28,9 B	824,1 B
25.CNPA 96-08	37,8 B	20,0 B	567,7 B

* Grupos de médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo critério de Scott-Knott.

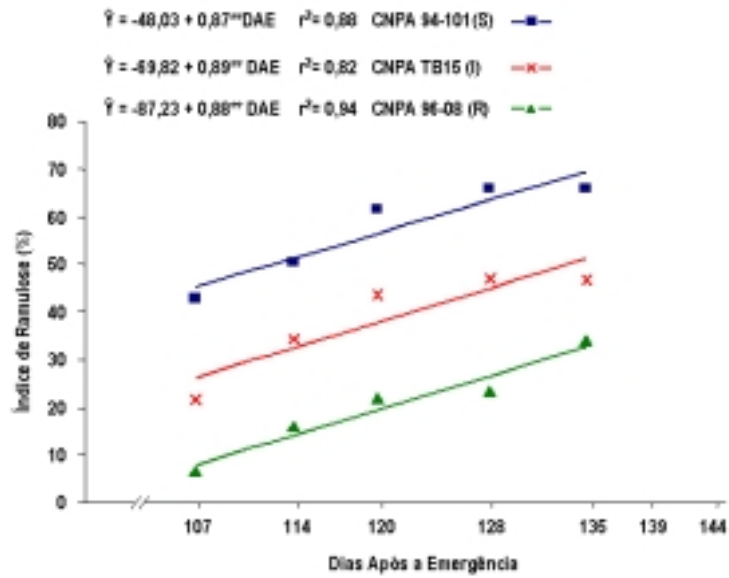


Figura 1: Estimativa do Índice de Ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*) em três linhagens de algodão (CNPA 94-101, CNPA TB 15 e CNPA 96-08) em função do número de dias após a emergência das plantas.

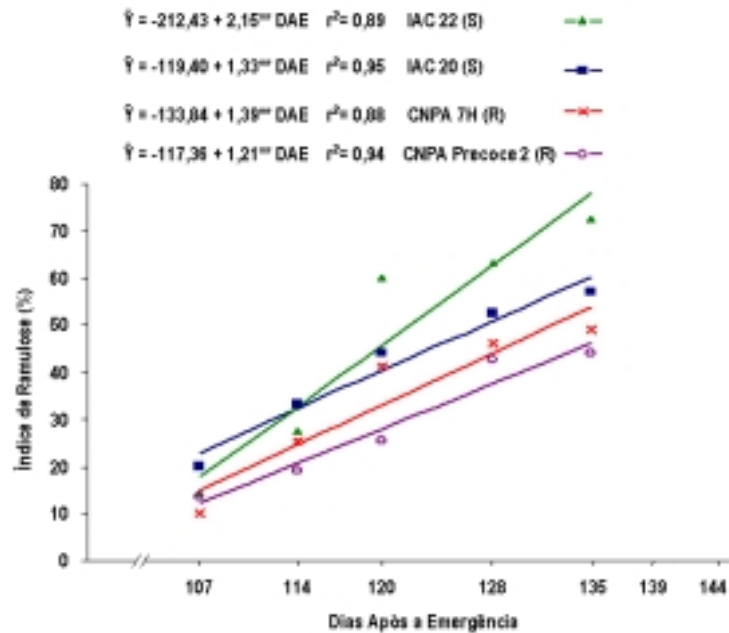


Figura 2: Estimativa do Índice de Ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*) em quatro cultivares de algodão (IAC 22, IAC 20, CNPA 7H e CNPA Precoce 2) em função do número de dias após a emergência das plantas.

Na Figura 3 (A) são apresentados os dados climáticos de temperaturas máxima e mínima, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica, registrada durante as avaliações no campo. Observou-se que a umidade relativa do ar e a temperatura máxima mantiveram-se elevadas durante as avaliações, atingindo os valores máximos de 86,3% e 31,6°C, respectivamente. A maior média de precipitação pluviométrica, 14mm, foi observada aos 89 DAE. A Figura 3 (B) mostra o progresso da doença nos genótipos CNPA 94-101 e IAC 22, os mais suscetíveis de acordo com os resultados apresentados no Quadro 2. Para a linhagem CNPA 94-101 foram observados ID=42,0 na primeira avaliação, aos 107 DAE e ID 65,0 na última, aos 135 DAE. Por outro lado, a cultivar IAC 22 apresentou ID 14,0 aos 107 e ID 72,0 aos 135 DAE.

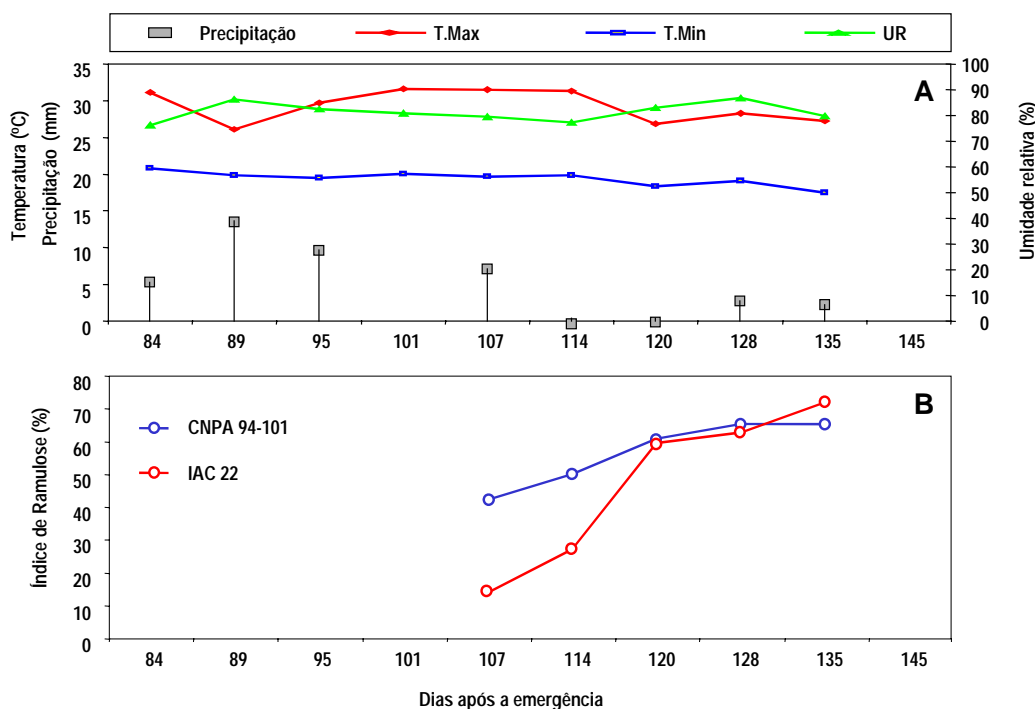


Figura 3 - Valores de Precipitação Pluviométrica, Umidade Relativa, Temperatura Máxima e Mínima observados no Município de Viçosa-MG, nos meses de fevereiro a abril de 1998 (A). Índice médio de ramulose da linhagem de algodão CNPA 94-101 e da cultivar IAC 22 (B).

4. DISCUSSÃO

A avaliação da resistência a doenças pode ser feita de vários modos. Pode-se medir a incidência da doença, a severidade ou a área abaixo da curva de progresso da doença (PARLEVLIE, 1979). Vale salientar que a utilização da AACPD tem sido recomendada por vários autores (BAILEY et al., 1987; LEONARD e FRY, 1986), uma vez que, além de usar todos os dados disponíveis das diferentes avaliações, a AACPD não é afetada por transformações que podem influenciar a taxa de desenvolvimento da doença.

Neste ensaio, verificou-se alta incidência da doença na maioria dos genótipos avaliados no campo. A linhagem CNPA 94-101, empregada como padrão de suscetibilidade, apresentou maior INC, ID e AACPD. Observou-se acentuada variação do nível de resistência dos genótipos de algodoeiro à *C. gossypii* var. *cephalosporioides*. Tal variação tem sido relatada por vários autores em outros ensaios com o mesmo objetivo (LIMA et al., 1984; VON PINHO et al., 1997; CARVALHO et al., 1985; FUZATTO et al., 1999; ANDRADE et al., 1999). VON PINHO et al. (1997), avaliando a resistência de 35 genótipos de algodoeiro à *C. gossypii* var. *cephalosporioides*, observaram que as cultivares variaram de 22,9 a 40,0 unidades de área, para AACPD com média de 30,6. Por outro lado, ANDRADE et al. (1999) observaram diferenças

significativas no grau de resistência de 18 genótipos avaliados em condições de campo em Mato Grosso do Sul. Concluíram que a cultivar CNPA 7H foi a mais suscetível, apresentando nota 4,5, de uma escala de um a cinco e as cultivares Deltaopal e Antares mostraram-se como boas opções para plantio naquela região pois apresentaram baixas notas à ramulose e à doença azul.

Pelos resultados, aqui, apresentados verificou-se que, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-knott, os 25 genótipos avaliados distribuíram-se em apenas dois grupos considerando-se a INC, ID e AACPD. Sendo que para ID e AACPD o grupo A (GA) é formado por 11 genótipos suscetíveis e o grupo B (GB), por 14 genótipos resistentes. Dentre os genótipos mais resistentes destacam-se a linhagem CNPA 96-08, por apresentar os menores valores de INC, ID e AACPD (567,7) e a cultivar CNPA Precoce 2, empregada como padrão de resistência com AACPD 824,1. Destacam-se também as linhagens CNPA TB 66 e CNPA 96-40, ambas com AACPD abaixo de 750. Dentre os genótipos suscetíveis destacam-se as linhagens CNPA 94-101, CNPA TB 91, CNPA TB 80 e CNPA 96-121, com AACPD entre 1400 e 1630.

Vale ressaltar que dos 25 genótipos avaliados somente quatro são cultivados comercialmente, IAC 20 (seleção de IAC 17), IAC 22 (originado do cruzamento IAC 20 x GH-11-19-75), CNPA 7H (originado do cruzamento Tamcot SSP37 x IAC 17) e CNPA Precoce 2 (originado do cruzamento entre as linhagens introduzidas PNH 3 e C-25-6-79). As cultivares IAC 20 e IAC 22 foram lançadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas, adaptadas às condições do Estado de São Paulo, em atendimento aos vários setores da economia algodoeira. Por outro lado, as cultivares CNPA 7H e CNPA Precoce 2, lançadas pelo Centro Nacional de Pesquisa do Algodão/EMBRAPA, foram desenvolvidas para plantio nas regiões Norte e Nordeste (PENNA, 1999). Entre os 35 genótipos avaliados por VON PINHO et al. (1997), a cultivar IAC 20 apresentou desempenho médio no campo, entretanto, no presente trabalho, a mesma apresentou-se como suscetível. Neste ensaio, as cultivares IAC 20 e IAC 22 comportaram-se como suscetíveis e a cultivar CNPA 7H como resistente. Com exceção da cultivar CNPA 7H esses resultados concordam com

os resultados obtidos por FARIAS et al. (1997) que avaliaram 16 genótipos de algodão, dentre eles as cultivares CNPA 7H, IAC 20 e IAC 22, e verificaram que as mesmas foram suscetíveis. A cultivar CNPA 7H apresentou ID 34,3, comportando-se como resistente, contrariando os resultados obtidos por ANDRADE et al. (1999) que estudaram a reação de 18 cultivares e linhagens de algodoeiro quanto às principais doenças no Mato Grosso do Sul, dentre elas a ramulose, e verificaram que a cultivar CNPA 7H foi a mais suscetível à doença.

Em avaliações da resistência a doenças em condições de campo, o comportamento de cultivares pode ser afetado devido a variações climáticas (VON PINHO et al., 1997). A influência da umidade relativa e da precipitação sobre a ramulose tem sido relatada por vários autores (KIMATI, 1980; LIMA et al., 1985). De acordo com ARNDT (1944), a temperatura ótima para o desenvolvimento de *C. gossypii* está entre 25 e 30°C, não verificando infecção em temperaturas inferiores a 18°C e superiores a 36°C. SANTOS et al. (1994) estudaram o progresso da ramulose do algodoeiro em condições de campo e verificaram que na distância de 1 a 2 m da fonte de inóculo a tendência da doença aumentou linearmente com o tempo até o período de 123 DAE, coincidindo com períodos de escassez de chuva e com temperatura média das mínimas (média semanal) de 12,8°C. A doença atingiu a distância de 9 m da fonte de inóculo após 46 dias da emergência, atingindo uma taxa de progresso de 1m, em cada cinco dias, aproximadamente.

O índice da doença em todos os genótipos foi crescente durante o período em que foram feitas as avaliações. Verificou-se que a umidade relativa do ar permaneceu acima de 75% e temperatura máxima em torno de 30°C e a temperatura mínima em torno de 20°C, evidenciando que estas variáveis climáticas são importantes na severidade da doença no campo. Provavelmente, além da temperatura e umidade relativa, a precipitação tenha exercido grande influência no desenvolvimento da doença, considerando-se a precipitação média ocorrida antes (18 dias) da primeira avaliação que esteve em torno de 14

mm. A última avaliação foi feita aos 135 dias após a emergência quando não mais se verificou aumento da severidade da doença.

Experimentos para a avaliação da resistência a *C. gossypii* var. *cephalosporioides* tem sido realizados por vários pesquisadores (ABRAHÃO e COSTA, 1949; LIMA et al., 1984; CARVALHO et al., 1985; VON PINHO et al., 1997; FARIAS, et al., 1997; ANDRADE et al., 1999) ao longo dos anos. A continuidade de trabalhos de avaliação de diferentes genótipos na busca de novas fontes de resistência é fundamental no melhoramento do algodão, visando o lançamento de novas cultivares. Entretanto, verifica-se grande variação de comportamento de genótipos nas diversas regiões do país, indicando a necessidade de ser o ensaio realizado em condições de campo para cada local. Com isso, é justificada a cautela que se deve ter na indicação de variedade resistente para diferentes locais.

CAPÍTULO 2

VARIABILIDADE FISIOLÓGICA DE *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*.

1. INTRODUÇÃO

Colletotrichum gossypii, estágio anamorfo de *Glomerella gossypii*, normalmente causa antracnose no algodoeiro. Uma forma virulenta, *C. gossypii* var. *cephalosporioides*, ocorre na América Latina causando a ramulose do algodoeiro (BAILEY et al., 1996).

Inicialmente, a ramulose foi considerada como sendo causada por vírus, em decorrência da sintomatologia (COSTA e FRAGA Jr., 1937). Mais tarde, COSTA e FRAGA JÚNIOR, 1939) identificaram o fungo *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* como agente causal da ramulose. No Brasil, a doença encontra-se disseminada em quase todos os Estados em que se cultiva o algodão. Em alguns Estados, a doença é a mais importante da cultura do algodão, especialmente quando as condições climáticas são favoráveis ao seu

desenvolvimento, sejam temperatura entre 25 a 30°C e altas precipitações pluviométricas. Neste caso, podem ocorrer reduções de 30 a 70% na produção, podendo chegar a 85% (SILVEIRA, 1965; CIA, 1977; KIMATI, 1980; CARVALHO et al., 1984).

Os sintomas da ramulose em plântulas são bastante semelhantes aos da antracnose; entretanto, em plantas jovens e adultas apenas *C. gossypii* var. *cephalosporioides* incita o quadro sintomatológico da ramulose, que é caracterizado por um superbrotamento, conferindo à planta aspecto ramalhudo. O patógeno causa a morte da gema apical, estimulando as gemas axilares a formarem excessivo número de ramos. Em consequência, há um esgotamento das reservas em detrimento da carga de capulhos, que pode chegar a ser nula. As plantas doentes apresentam porte abaixo do normal, internódios curtos com regiões de aspecto ressecado e áspero. Nas folhas ocorrem lesões necróticas escuras que, com o crescimento do limbo, desenvolvem fissuras em forma de estrela no interior das lesões. Quando a infecção ocorre antes do florescimento, pode haver aborto das estruturas florais e redução da produção de capulhos, podendo ocorrer plantas totalmente improdutivas (ABRAHÃO, 1961; ABRAHÃO e COSTA, 1949; COSTA e FRAGA Jr., 1937; 1939; TÓFFANO e SILVEIRA, 1964).

Diante do fato da ramulose atingir níveis quase epidêmicos em algumas regiões cotonicultoras do Brasil, intensificou-se a busca de fontes de resistência ao patógeno (LIMA et al., 1984). Muitos trabalhos foram realizados utilizando inoculações artificiais, visando apenas a avaliação da severidade da doença nas plantas (CARVALHO et al., 1981; LIMA et al., 1984; VON PINHO et al., 1997). Entretanto, o conhecimento da variabilidade fisiológica de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* é fundamental em programas de melhoramento do algodão, objetivando a obtenção de cultivares resistentes.

A variabilidade patogênica no gênero *Colletotrichum* é bastante conhecida na literatura (Von ARX, 1957; STRADIOTO, 1993; BAILEY et al., 1996). Em 1957, von ARX considerou que os fungos dos gêneros *Colletotrichum*, *Vermicularia* e *Gloesporium* pertenciam ao mesmo gênero, mas

priorizou a denominação *Colletotrichum* por ter esta maior emprego na literatura, embora não fosse a denominação mais antiga. Segundo este autor, as diversas espécies de *Colletotrichum* não apresentam diferenças morfológicas, mas sim uma especialização fisiológica.

Recentemente, BAILEY et al.(1996) realizaram um estudo para definir a posição taxonômica de isolados de *Colletotrichum*, incluindo *C. gossypii*, *C. gossypii* var. *cephalosporioides*, *C. gloesporioides* f. sp. *malvae* e *C. malvarum*; os resultados indicaram que os isolados de algodão são diferentes dos de outras malvaceas. A comparação da sequência de rDNA mostrou que *C. gossypii* e *C. gossypii* var. *cephalosporioides* são idênticos, apresentando 99,5% de homologia, o que não justificaria considerar os patógenos como espécies distintas. Uma grande homologia, 97%, foi também encontrada entre as diferentes espécies de *Colletotrichum* com alguns isolados de *C. gloesporioides*, sugerindo que os isolados de algodão deveriam ser considerados como forma *speciales* de *C. gloesporioides*.

Considerando que o trabalho de BAILEY et al.(1996) é um dos poucos, até o momento, na literatura que sugere uma nova denominação para o patógeno em questão, utilizou-se no presente trabalho a nomenclatura proposta por COSTA e FRAGA Jr. em 1939, quando identificaram o fungo *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* como agente causal da ramulose.

O conhecimento da variabilidade fisiológica de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* é fundamental em programas de melhoramento de algodão, visando a obtenção de cultivares resistentes. Neste sentido, LIMA e CHAVES (1992), estudando a variabilidade de isolamentos monoconidiais de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* quanto à virulência e às características culturais, verificaram que ocorreu variabilidade em relação à virulência e evidenciaram a provável existência de diferentes raças entre os isolamentos testados; a possibilidade de existência de raças deveu-se ao fato de algumas cultivares e linhagens apresentarem reações diferentes a determinados isolamentos. TANAKA e MENTEN (1992), avaliando a patogenicidade de seis isolados em nove genótipos de algodão, verificaram também a variação na reação diante da

inoculação com diferentes isolados. Cinco dos seis isolados utilizados diferiram, significativamente, em sua patogenicidade, expressa pelo índice de doença. A impossibilidade de ordenamento dos isolados estudados em relação aos genótipos, e destes em relação aos isolados, caracterizou a existência de raças virulentas de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* e resistência vertical incompleta.

Embora a ramulose seja a principal doença do algodão na maioria das regiões produtoras, poucos trabalhos foram feitos estudando a variabilidade do seu agente etiológico. Assim, este trabalho teve como objetivo estudar a variabilidade fisiológica de *C. gossypii* var. *cephalosporioides*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido nos meses de dezembro de 1999 a fevereiro de 2000 na área experimental do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal Viçosa, Minas Gerais.

A variabilidade de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* foi estudada por meio da inoculação de dez isolados do patógeno em quatro cultivares e cinco linhagens de algodão *Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* sob condições de telado.

2.1. Origem, isolamento e manutenção dos isolados de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*

De um total de dez isolados utilizados (Quadro 1), cinco foram obtidos a partir de folhas e ramos de plantas de algodoeiro, apresentando sintomas de *C. gossypii* var. *cephalosporioides*, em Viçosa-Minas Gerais, e outros cinco isolados foram recebidos de outras regiões produtoras de algodão onde ocorre a doença.

Os cinco isolados de Viçosa foram obtidos de pequenos fragmentos dos bordos das lesões de folhas, apresentando sintomas característicos da ramulose. Os fragmentos foram submetidos ao tratamento com álcool 70% e de hipoclorito de sódio a 2% por dois minutos, e após foram depositados em placas de Petri contendo meio BDA suplementado com 250mg/L de estreptomicina. As placas foram mantidas em incubadora tipo BOD à temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, sob regime de 12 horas de luz durante oito dias. Após crescimento e esporulação do patógeno, fez-se a repicagem para tubos de ensaio contendo meio BDA, os quais foram submetidos às mesmas condições de temperatura e fotoperíodo descritos anteriormente, durante oito dias. Em seguida, os tubos foram conservados em geladeira, a 5°C .

Quadro 1 - Relação dos isolados utilizados, sua procedência, órgão da planta de onde foi isolado, genótipo e data da coleta

Nº	Isolado	Procedência	Órgão da Planta	Genótipo	Data de coleta
1	RAV 31	Viçosa – MG	Folha e ramo	Antares*	01/99
2	PR10938	São João do Ivaí – PR	-	IAC 20*	12/93
3	PB7581	Campina Grande – PB	-	-	08/86
4	MTRM 14	Campo Verde – MT	-	ITA 96*	-
5	RAV 16	Viçosa – MG	Folha e ramo	CNPA 94-101**	03/98
6	SP6236	São Paulo – SP	-	-	-
7	RAV 20	Viçosa – MG	Folha e ramo	CNPA 96-09**	03/98
8	RAV 4	Viçosa – MG	Folha e ramo	CNPA 7H*	03/98
9	MGA 30	Uberaba – MG	Ramo	ELITE*	12/97
10	RAV 30	Viçosa – MG	Folha e ramo	ITA 96*	01/99

*Cultivar **Linhagem

2.2. Genótipos e teste de patogenicidade

Foram utilizados nove genótipos de algodoeiro, todos procedentes do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPA-EMBRAPA), Campina Grande, Paraíba. Os genótipos ITA 96, ANTARES, IAC 22 e CNPA 7H são cultivares e CNPA 96-08, CNPA 96-09, HR 102, CNPA 96-40, e CNPA 94-101 são linhagens.

O teste de patogenicidade foi realizado na cultivar CNPA 7H para confirmar a virulência dos isolados. Considerou-se como padrão de resistência (R) as linhagens CNPA 96-08, CNPA 96-09, HR 102, CNPA 96-40, as cultivares ITA 96 e ANTARES, e como padrão de suscetibilidade (S), a cultivar CNPA 7H e a linhagem CNPA 94-101.

2.3. Semeadura

Todos os genótipos foram cultivados sob telado em bandejas de madeira medindo 0,45 X 0,45 X 0,14 m. Semeou-se cerca de 30 sementes de cada genótipo, tratadas previamente com Pencycuron na dose de 40g de i.a/100kg de sementes, conforme recomendação de GOULART (1999). Em cada bandeja adicionaram-se 20 kg de uma mistura de solo e matéria orgânica, na proporção 4:1 mais 5kg de fertilizante N, P, K fórmula 4-14-8. Após 15 dias da emergência foi feito o desbaste, deixando-se 15 plantas por bandeja.

2.4. Preparo do inóculo

Cada um dos dez isolados (Quadro 1) foi repicado para vinte placas de Petri, contendo BDA, e submetidos às mesmas condições descritas no item 2.1. Oito dias após a repicagem, verificou-se crescimento micelial e esporulação adequada. Em seguida, adicionaram-se 20 mL de água estéril a cada placa, e desprenderam-se os conídios da superfície da colônia com auxílio de um pincel de pêlo macio, obtendo-se assim uma suspensão de conídios. A concentração

da suspensão de conídios foi ajustada, utilizando-se hemacitômetro de Neubauer para 10^5 conídios/mL, de acordo com a metodologia utilizada por vários autores (LIMA et al., 1992; CARVALHO et al., 1984; TANAKA e MENTEN, 1992).

2.5. Inoculação

Os isolados foram inoculados individualmente nos diferentes genótipos, no final da tarde, 30 dias após a emergência das plantas. A inoculação foi realizada com auxílio de atomizador manual tipo De Vilbiss nº 15, acoplado a um compressor aspirador modelo CA marca FANEM. Procurou-se direcionar a atomização para a parte mais sensível à infecção pelo patógeno, ápice e par de folhas definitivas mais novas, conforme recomendação de CARVALHO et al. (1981). As plantas inoculadas foram mantidas em câmara de nevoeiro ($22 \pm 1^\circ\text{C}$) e umidade relativa próximo a 100% por 48 horas e posteriormente mantidas sob telado com irrigação diária.

2.6. Avaliação

Foram feitas quatro avaliações da severidade da doença, sendo a primeira aos 15 dias após a inoculação, e as outras três realizadas a intervalo de cinco dias. Nas avaliações atribuiu-se nota em cada planta, obedecendo à escala descrita por CARVALHO et al. (1985), considerando as seguintes notas:

NOTA	SINTOMA
1	Ausência de sintomas.
2	Apenas lesões necróticas nas folhas.
3	Plantas com internódios superiores curtos, com ou sem superbrotamento.
4	Superbrotamento acentuado; redução do porte da planta.
5	Excessivo superbrotamento e porte reduzido, de maneira mais acentuada do que no caso anterior.

A virulência de cada isolado foi expressa por meio do índice de doença (ID), calculada pela fórmula sugerida por McKINNEY (1923):

$$ID = \frac{\sum f(v)}{NX} \cdot 100 \text{ em que:}$$

ID = índice de doença

f = número de plantas com determinado grau de infecção

v = grau de infecção observado

N = número total de plantas inoculadas

X = grau máximo de infecção

A temperatura mínima, média e máxima observadas sob o telado durante o período em que foi realizado o experimento foram de 16,0, 25,8 e 36,0°C, respectivamente.

2.7. Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi montado segundo um esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os isolados RAV 31, PR 10938, PB 7581, MTRM 14, RAV 16, SP 6236, RAV 20, RAV 4, MGA 30 e RAV 30 e nas subparcelas os genótipos CNPA 94-101, CNPA 7H, IAC 22, CNPA 96-08, CNPA 96-09, HR 102, CNPA 96-40, ITA 96 e ANTARES no delineamento em blocos casualizados com três repetições.

As análises foram feitas utilizando-se o programa Sistema de Análise Estatística e Genética (SAEG), desenvolvido pelo Centro de Processamento de Dados da Universidade Federal de Viçosa (EUCLIDES, 1983). Efetuou-se análise de variância e comparação das médias utilizando-se o teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

Utilizando-se o índice de doença, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) com o auxílio do programa AVACPD (TORRES e VENTURA, 1991). Com os valores de AACPD empregou-se a “cluster análise” para verificar a semelhança entre os isolados.

3. RESULTADOS

Verificou-se efeito significativo para isolados e genótipos, no entanto não houve efeito significativo para a interação entre isolados e genótipos. Constataram-se diferenças significativas entre os isolados e os genótipos para o índice de doença (ID) (Quadros 2 e 3).

3.1. Virulência dos Isolados de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*

Os sintomas iniciais da doença começaram a se manifestar três a quatro dias após a inoculação, na forma de pequenas lesões necróticas no limbo foliar, nervuras e ao longo dos pecíolos, com posterior necrose da parte apical, com intensidade variável conforme a suscetibilidade do genótipo. O Quadro 2 mostra a virulência dos dez isolados de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* em quatro cultivares e cinco linhagens de algodão.

De acordo com os resultados, os isolados MTRM 14, PB 7581 e PR 10938 destacaram-se como os menos virulentos, com ID=6,36, 15,52 e 17,87 respectivamente, não apresentando diferenças estatísticas do isolado RAV 20 que comportou-se como o mais virulento com ID=46,47.

Quadro 2 - Virulência de isolados expressa pelo índice de doença (ID) de dez isolados de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* em quatro cultivares e cinco linhagens de algodão

ISOLADOS	ÍNDICE DE DOENÇA
1.RAV 20	46,47 a
2.RAV 4	38,24 ab
3.RAV 30	37,11 ab
4.RAV 16	36,77 ab
5.RAV 31	34,56 ab
6.MGA 30	30,34 bc
7.SP 6236	24,63 bcd
8.PR 10938	17,87 cde
9.PB 7581	15,52 de
10.MTRM 14	6,36 e
CV (%)	33,57

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre (Tukey 5%).

Quadro 3 - Valores médios do Índice de Doença (ID) em quatro cultivares e cinco linhagens de algodão inoculadas com dez isolados de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*

CULTIVAR OU LINHAGEM	ÍNDICE DE DOENÇA
1.CNPA 7H ¹	40,33 a
2.IAC 22 ¹	40,32 a
3.CNPA 94-101 ²	33,76 ab
4.CNPA 96-40 ²	32,07 b
5.ITA 96 ¹	26,96 bc
6.CNPA 96-09 ²	26,16 bcd
7.CNPA 96-08 ²	22,03 cde
8.ANTARES ¹	19,14 de
9.HR 102 ²	18,32 e
CV (%)	33,57

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre (Tukey 5%).

¹ Cultivar

² Linhagem

As quatro cultivares e cinco linhagens de algodão apresentaram diferentes níveis de reação quanto ao ID. No Quadro 3, são apresentados os ID's nas cultivares e linhagens de algodão inoculadas com dez isolados de *C. gossypii* var. *cephalosporioides*. De acordo com os resultados o ID variou de 18,32 a 40,33 e destacaram-se como mais resistentes a cultivar Antares e a linhagem HR 102, sendo estatisticamente diferentes das cultivares CNPA 7H e IAC 20, as mais suscetíveis. Convém ressaltar que a cultivar CNPA 7H foi uma das cultivares utilizadas como padrão de suscetibilidade e as cultivares ANTARES e a linhagem HR 102 como padrão de resistência.

Mediante as notas de severidade da doença feitas aos 15, 20, 25 e 30 dias após a inoculação, calculou-se o índice da doença utilizando-se a fórmula sugerida por MCKINNEY (1923). Após, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), cujos valores são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 – Valores de Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) de nove genótipos, em resposta à inoculação de dez isolados de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, avaliados aos 15, 20, 25 e 30 dias após a inoculação

Genótipos	Isolados de <i>C. gossypii</i> var. <i>cephalosporioides</i>										Média
	RAV 31	PR10938	PB7581	MTRM 14	RAV 16	SP6236	RAV 20	RAV 4	MGA 30	RAV 30	
1.CNPA 94-101	573,1	241,1	200,0	47,7	533,1	381,1	643,1	595,6	346,5	535,4	409,6
2.CNPA 7H	703,2	428,8	302,2	182,2	480,0	319,9	659,8	589,6	598,6	616,6	488,0
3.IAC 22	508,9	474,4	256,6	51,1	603,2	544,3	705,3	631,8	519,7	654,1	494,9
4.CNPA 96-08	223,3	120,0	133,3	47,8	537,7	166,7	449,6	386,5	163,3	420,0	264,8
5.CNPA 96-09	458,9	180,0	135,5	14,4	489,9	228,9	566,4	394,1	298,9	433,1	320,0
6.HR 102	227,8	74,4	161,7	50,0	265,3	192,2	401,9	275,4	175,5	308,8	213,3
7.CNPA 96-40	371,1	246,7	241,1	176,7	460,0	355,4	625,4	455,5	473,2	507,5	391,2
8.ITA 96	386,6	92,2	83,3	106,7	436,6	227,8	474,1	557,5	426,6	399,8	319,1
9.ANTARES	335,5	86,7	162,2	13,3	236,5	146,7	622,8	244,3	266,7	207,7	232,2
Média	420,9	216,0	186,2	76,6	449,1	284,7	572,0	458,9	363,2	453,6	

Com os valores de AACPD apresentados no Quadro 3 empregou-se a “cluster análise”, utilizando o método do vizinho mais próximo, permitindo a construção de um dendrograma para verificar a semelhança entre os isolados de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* inoculados em quatro cultivares e cinco linhagens de algodoeiro. Considerando um limite de 600 de distância euclidiana, a Figura 1 mostra que os dez isolados formaram dois grupos distintos. No grupo 1, encontram-se os isolados RAV 31, MGA 30, RAV 16, RAV 4, RAV 30 e RAV 20, mais virulentos de acordo com o índice de doença. Os isolados PR 10938, PB 7581 e MTRM 14, menos virulentos agruparam-se no grupo 2 (Quadro 2).

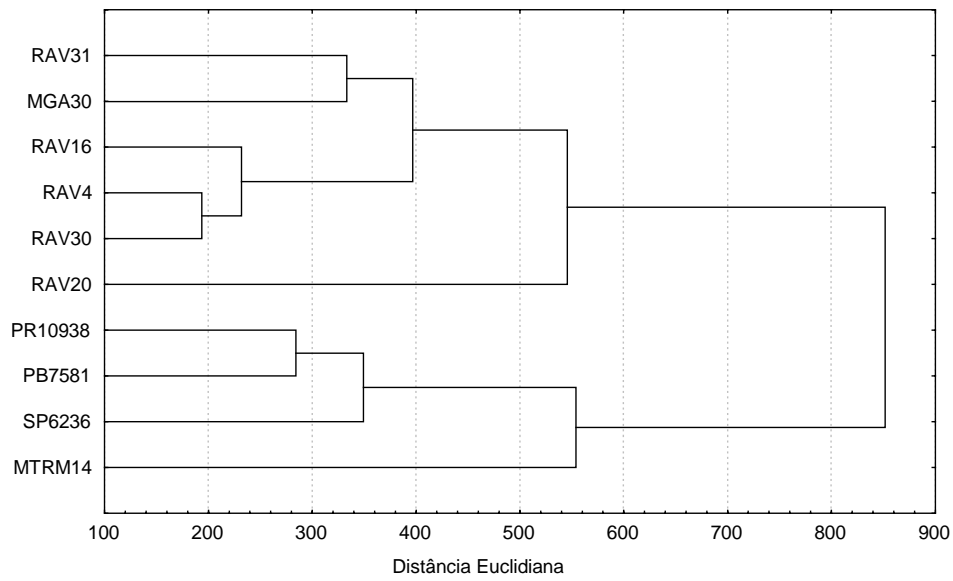


Figura 1 - Agrupamento pelo Método do Vizinho Mais Próximo de dez isolados de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* quanto à Área Abaixo da Curva de Progresso de Doença (AACPD) em quatro cultivares e cinco linhagens de algodão.

4. DISCUSSÃO

A variação sintomatológica apresentada pelos genótipos de algodão indica a variabilidade dos isolados testados.

Foi observado que os isolados utilizados apresentaram grande virulência, que variou em função do genótipo no qual foram inoculados. De modo geral, o isolado MTRM 14 foi o menos virulento e o isolado RAV 20 o mais virulento, com ID= 6,36 e ID=46,47, respectivamente. Esses resultados estão de acordo com LIMA e CHAVES (1992), em que a variabilidade no que se refere à virulência de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* foi estudada em três cultivares e sete linhagens de algodão. No estudo, foram utilizados dez isolados monoconidiais onde os autores observaram variabilidade entre os isolados quanto à capacidade de provocar sintomas de superbrotamento. Ficou evidenciado que os genótipos também variaram na sua reação aos diferentes isolados, levando os autores a sugerirem a provável existência de raças do patógeno.

Da mesma forma TANAKA e MENTEN (1992) estudaram a reação de nove genótipos de algodoeiro à inoculação com seis isolados de *C. gossypii* var. *cephalosporioides*. Os autores encontraram diferenças significativas em cinco dos seis isolados em relação à patogenicidade, expressa pelo índice de

doença e concluíram que a impossibilidade de ordenamento dos isolados em relação aos genótipos, e destes em relação aos isolados, caracterizou-se pela existência de raças virulentas de *C. gossypii* var. *cephalosporioides* e resistência vertical incompleta em algodoeiro.

A resistência é definida como sendo a capacidade do hospedeiro de impedir o crescimento e, ou, o desenvolvimento do patógeno. O termo resistência completa é usado quando a multiplicação do patógeno é totalmente impedida, isto é, quando a esporulação é nula; resistência incompleta refere-se àquela que permite alguma produção de esporos, e resistência parcial é uma forma de resistência incompleta na qual a produção de esporos é reduzida, ainda que as plantas sejam suscetíveis à infecção (PARLEVLIT, 1979).

Segundo PARLEVLIT (1979), Van der Plank classificou resistência como horizontal (RH) e vertical (RV); contudo, o autor considerou tais definições pouco consistentes, preferindo utilizar aquelas propostas anteriormente por Robinson. Assim sendo, PARLEVLIT (1979) considerou RH como sendo resistência raça-não específica, a qual é caracterizada pela ausência de interações genéticas entre genótipos do hospedeiro e genótipos do patógeno. A RV ou resistência raça-específica, por sua vez é caracterizada pela presença de interações genéticas entre os genótipos do hospedeiro e do patógeno. Complementando os termos RH e RV o autor sugere a utilização dos termos patogenicidade horizontal e vertical, as quais são equivalentes a patogenicidade cultivar-não específica e cultivar-específica, respectivamente.

No presente trabalho, houve diferença significativa para praticamente todos os isolados quanto à virulência, que foi expressa pelo índice de doença. Por outro lado, as cultivares e linhagens diferiram, significativamente, na resistência à infecção pelos diferentes isolados. Considerando-se que a interação entre genótipo e isolado não foi significativa, caracterizou-se a existência de resistência horizontal. Esses resultados contrariam o estudo de TANAKA e MENTEN (1992). Entretanto, os resultados apresentados estão de acordo com LIMA e CHAVES (1992) que evidenciou a variabilidade entre isolamentos monoconidiais e ULLSTRUP (1938), os quais evidenciaram grande

variação em patogenicidade entre isolamentos monoconidiais de *Colletotrichum gossypii* South, agente etiológico do tombamento do algodão.

Dentre as linhagens testadas no presente trabalho, algumas citadas na literatura foram avaliadas em outras regiões quanto à resistência à ramulose em condições de campo. No Estado de Pernambuco, LIMA et al. (1996) com o objetivo de desenvolver linhagens resistentes à ramulose, utilizando o método de seleção recorrente, concluíram que as populações melhoradas (C₂ e C₃) da linhagem HR 102 são excelentes fontes de resistência à doença. Neste ensaio, entre as cultivares e linhagens avaliadas, nesta mesma linhagem foi que se observou o menor ID 18,32, comportando-se como a mais resistente. Resultados semelhantes foram obtidos por CARVALHO et al. (1985); CARVALHO et al. (1994) e LIMA et al. (1996). Observa-se que esta linhagem tem sido testada ao longo do tempo e vem se comportando como resistente. Este fato tem levado alguns autores a sugerirem a utilização desta linhagem como boa fonte de resistência à ramulose em trabalhos de melhoramento genético do algodão.

Para as cultivares comerciais testadas neste trabalho observou-se variação na resistência diante da inoculação com os diferentes isolados. Verificou-se pelos valores médios do ID obtidos da inoculação dos dez isolados, separadamente, em cada uma das cultivares e linhagens que a cultivar ANTARES, com ID=19,14, comportou-se como a mais resistente. Esses resultados confirmam o comportamento dessa cultivar em ensaio conduzido por FREIRE et al. (1999) na região Centro-Oeste e Cerrado Brasileiro. Por outro lado, a cultivar ITA 96 apresentou ID 26,96, comportando-se com resistência intermediária, contrariando os resultados obtidos por FREIRE et al. (1999) em ensaio de campo na região Centro-Oeste do Brasil, onde a cultivar comportou-se como resistente. ANDRADE et al. (1999), no Mato Grosso do Sul, avaliou 18 genótipos de algodão, e verificou que a cultivar CNPA 7H foi a mais suscetível à ramulose com nota média de 4,5 de uma escala de um a cinco. Os resultados do presente trabalho confirmam a maior suscetibilidade da cultivar CNPA 7H que apresentou ID=40,33. Não houve diferença significativa entre as cultivares

CNPA 7H e IAC 22, as mais suscetíveis, esses resultados estão de acordo com FARIAS et al. (1997) que avaliou 16 genótipos de algodão no Cerrado Matogrossense e observou que as mesmas cultivares foram suscetíveis com notas superiores a 1,2 de uma escala de um a cinco. Em Minas Gerais, ALVES, et al. (1997), utilizando escala de notas de um a quatro, avaliaram cinco genótipos e 20 híbridos F₁ e constataram que a cultivar CNPA 7H comportou-se como a mais suscetível, concordando com os resultados obtidos no presente trabalho. Portanto, pelos resultados apresentados neste trabalho a cultivar mais suscetível foi CNPA 7H, concordando os resultados obtidos em ensaio regional de cultivares e linhagens conduzido no Centro-Oeste do País (FARIAS et al., 1997) e Mato Grosso do Sul (ANDRADE et al., 1999). A resistência de cada cultivar ou linhagem provavelmente resulta da interação com os isolados inoculados artificialmente, ou presentes no local, caso a infecção seja natural.

A “cluster análise” separou dois grupos de isolados, um resistente e outro suscetível à ramulose. Vale ressaltar que os isolados mais virulentos, grupo 1, foram todos oriundos de Minas Gerais, sendo um de Uberaba e cinco de Viçosa; os do grupo 2, menos virulentos, foram procedentes dos Estados do Paraná, São Paulo, Paraíba e Mato Grosso. Portanto, os isolados originados de Minas Gerais foram mais virulentos, observando-se relação entre a virulência dos isolamentos testados e suas respectivas origens geográficas. Entretanto, considerando-se que não houve interação significativa entre os isolados e as cultivares e linhagens, qualquer um dos isolados poderia ser utilizado na avaliação da resistência à ramulose do algodão. Segundo LIBERATO (1995) é mais comum a utilização de “Cluster análise” na avaliação de similaridade entre isolados patogênicos que entre raças. Em um patossistema quantitativo, em que não ocorrem raças fisiológicas, segundo a definição clássica de Robinson, “cluster análise” pode ser utilizada para avaliar a similaridade entre isolados, baseada em seus padrões de virulência a uma gama de genótipos hospedeiros. Neste caso, a análise pode selecionar os isolados mais apropriados para serem utilizados em programas de melhoramento.

RESUMO E CONCLUSÕES

A resistência de quatro cultivares e 21 linhagens de algodão à ramulose (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*) foi avaliada em ensaio instalado numa área experimental da Universidade Federal de Viçosa, onde a doença ocorre de forma endêmica. O delineamento experimental foi Látice Quadrado 5 x 5 com três repetições. Utilizou-se a linhagem CNPA 94-101 com padrão de suscetibilidade e a cultivar CNPA Precoce 2 como padrão de resistência. A incidência (INC) foi calculada tomando-se a proporção de plantas doentes pelo total de plantas da parcela. As avaliações da severidade da doença foram feitas aos 107, 114, 120, 128 e 135 dias após a emergência, utilizando-se uma escala de notas de um a nove. Após calculou-se o Índice de Doença (ID) e a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD). Pelos resultados obtidos o ID variou de 20,0 a 57,1 e a AACPD de 567 a 1627 para as quatro cultivares e 21 linhagens avaliadas. Ficaram evidenciados dois grupos distintos, um formado por duas cultivares e nove linhagens suscetíveis e o outro por duas cultivares e 12 linhagens resistentes. De modo geral, o ID apresentou crescimento linear para as 25 cultivares e, ou, linhagens avaliadas. A linhagem CNPA 94-101, empregada como padrão de suscetibilidade, apresentou valores médios de INC=83,4, ID=57,1 e AACPD=1.627,7 sendo,

portanto a mais suscetível. Por outro lado, a linhagem CNPA 96-08 apresentou INC=37,8, ID=20,0 e AACPD=567,7, sendo a mais suscetível. Dentre as cultivares comerciais a IAC 22 (originada do cruzamento Tamcot SSP37 X IAC 17) foi a mais suscetível e a CNPA Precoce2 (originada do cruzamento da linhagem PNH 3 x C-25-6-79), utilizada como padrão de resistência foi a mais resistente. A variabilidade de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* foi estudada por meio da inoculação de dez isolados do patógeno em nove genótipos de algodão. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com três repetições e esquema experimental fatorial 9x10. Dos dez isolados utilizados, cinco foram oriundos de Minas Gerais e cinco de outros Estados produtores. Cada isolado foi inoculado, individualmente, em 15 plantas de cada genótipo, cultivados em bandeja de madeira, com uma suspensão de conídios de 10^5 conídios/ml. Efetuaram-se quatro avaliações da severidade da doença, aos 15, 20, 25, e 30 dias após a inoculação, utilizando-se escala de notas de um a cinco. A virulência dos isolados foi expressa pelo índice de doença e as temperaturas mínima, média e máxima observadas durante a condução do experimento foram 16,0, 25,8 e 36,0, respectivamente. Foi observado que os isolados utilizados apresentaram grande virulência, que variou em função do genótipo no qual foram inoculados. O isolado MTRM 14, oriundo do Estado do Mato Grosso, foi o menos virulento e o isolado RAV 20 de Minas Gerais, o mais virulento, com ID= 6,36 e ID=46,47, respectivamente. A Linhagem HR 102 e a cultivar ANTARES foram as mais resistentes com ID=18,32 e 19,14, respectivamente. Portanto, ocorreu variabilidade entre os dez isolados estudados quanto a virulência e variação na resistência das cultivares e linhagens de algodão aos isolados. Efetuou-se análise de agrupamento e observou-se a separação de dois grupos distintos de isolados, um mais virulento e outro menos virulento e constatou-se relação entre a virulência dos isolamentos testados e suas respectivas origens geográficas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, J., COSTA, A.S. Instruções para o reconhecimento da “Ramulose” do algodoeiro. **O Biológico**, São Paulo, v.15, p.59-60, 1949.
- ABRAHÃO, J. A manifestação tardia da “ramulose” ou “superbrotamento” do algodoeiro. **O Biológico**, v.18, p.135-138, 1952.
- ABRAHÃO, J. Combate a ramulose tardia do algodoeiro. **O Biológico**, v.27, p.121-123, 1961.
- AGRIANUAL, **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**, FNP Consultoria e Comércio, SP, Ed. Agros Comunicação, p.152-167, 2000.
- ALVES, J.M.A., SEDIYAMA, T., SAMPAIO, N.F., BERGER, P.G., COSTA H. Resistência de híbridos F₁ e algodoeiro e seus progenitores à ramulose Causada por *Colletotrichum gossypii* South var. *cephalosporioides*. In: XXX CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA. **Res...** Suplemento, v.22, 242p, 1997.
- ANDRADE, D. F. A. A., LAMAS, F. M., FORTUNA, P. A. Comportamento de cultivares/linhagens de algodoeiro frente à ocorrência de doenças em chapadão do Sul, MS, safra 19988/1999. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2. Ribeirão Preto. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, p.458-460, 1999.
- ARAÚJO, A. E. Doenças da cultura do algodoeiro no cerrado. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO AGRONEGÓCIO DO ALGODÃO:V Seminário Estadual da Cultura do Algodão, Cuiabá-MT. **Anais...** p.189-195, 2000.

- ARAÚJO, F.E., CAVALCANTE, R.D., CAVALCANTE, M.L.S. Ocorrência de ramulose em algodoeiro herbáceo no Ceará. **Fitossanidade**, v.2, p.89, 1978.
- ARNDT, C. H. Infection of cotton seedlings by *Colletotrichum gossypii* as affected by temperature. **Phytopathology**, v.34, p.861-869, 1944.
- BAILEY, B. A., SCHUH, W., FREDERIKSEN, R.A., BOCKHOLT, A. J., SMITH, J. D. Identification of "slow rusting" resistance to *Puccinia polysora* in maize inbreds and single crosses. **Plant Disease**, St. Paul, v.71, n.6, p.518-521, 1987.
- BAILEY, J. A., NASH, C., MORGAN, L. W., O'CONNELL, R. J. & TEBEEST, D. O. Molecular Taxonomy of *Colletotrichum* Species Causing Anthracnose on the Malvaceae. **Phytopathology**, v.86, n.10, p.1076-1083, 1996.
- BARROS, M.A.L. & SANTOS, R.F. Perspectivas do algodão brasileiro no ano agrícola 1996/1997. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 1, Fortaleza. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1998. p.110-112.
- BRINKERHOFF, L. A. Variation in *Xanthomonas maveacearum* and its relation to control. **An. Rev. Phytopath.** v.8, p.85-110, 1970.
- CARVALHO, L.P., CARVALHO, J.M.F.C., LIMA, E.F., CAVALCANTE, F.B. Influência da concentração de esporos na patogenicidade de *Colletotrichum gossypii* South. var. *cephalosporioides* A. S. Costa e avaliação da resistência de cultivares e linhagens de algodoeiro herbáceo à ramulose. **Fitopatologia Brasileira**, v.6, p.395-402, 1981.
- CARVALHO, L.P., CAVALCANTI, F.B., LIMA, E.F., SANTOS, E.O. Influência da ramulose nas características de fibra e produção do algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.9, p.593-598, 1984.
- CARVALHO, L.P., LIMA, E.F., RAMALHO, F.S., LUKEFAHR, M.J., CARVALHO, J.M.F.C. Influência da pilosidade do algodoeiro na expressão de sintomas de ramulose. **Fitopatologia Brasileira**, v.10, p.649-654, 1984.
- CARVALHO, L.P., LIMA, E.F., RAMALHO, F. S., LUKEFAHR, M. J., CARVALHO, J. M. F. C. Influência da pilosidade do algodoeiro na expressão de sintomas de ramulose. **Fitopatologia Brasileira**, v.10, p.649-654, 1985.
- CARVALHO, L.P., LIMA, E.F., CARVALHO, J.M.F.C., MOREIRA, J.A.N. Herança da resistência à ramulose do algodoeiro (*Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*). **Fitopatologia Brasileira**, v.13, p.10-15, 1988.

- CARVALHO, L.P., CRUZ, C.D., MORAIS, C.F., LIMA, E.F. Hereditariedade da resistência do algodoeiro à ramulose causada por *Colletotrichum gossypii* South var. *cephalosporioides* A. S. Costa. **Revista Ceres**, v.41, p.245-262, 1994.
- CIA, E., SALGADO, C.L. Doenças do Algodoeiro (*Gossypium* spp.). In: KIMATI et al. (Eds.) **Manual de Fitopatologia**, 1997. p.33-48.
- CIA, E. Ocorrência e reconhecimento das doenças de algodoeiro anual *Gossypium hirsutum* L. no Brasil. **Summa Phytopathologica**. v.3, p.167-193, 1977.
- CIA, E., BALMER, E., FERRAZ, C. A. M., GRIDI-PAPP, PARADELA F. O. Variabilidade de *Xanthomonas malvacearum* (E. F. Smith) Dowson, no Estado de São Paulo. **Anais... E. S. A. "Luiz de Queiroz"** v.30, 1973. p.457-463.
- COSTA, A. S. & FRAGA JÚNIOR, C. G. Sobre a natureza da ramulose ou superbrotamento do algodoeiro. **Jornal de Agronomia**, Piracicaba, v.2, p.151-160, 1939.
- COSTA, A.S., FRAGA Jr., C.G. Superbrotamento ou ramulose do algodoeiro. **Revista de Agricultura**, v.12, p.249-252, 1937.
- COSTA, A.S. Investigações sobre ramulose. **Relatório**. Seção de Algodão nº 1012. Campinas, Instituto Agrônômico. Campinas. 1941. 42p.
- COTTON: **REVIEW OF THE WORLD SITUATION**. Washington: ICAC, v.52, p.3, 1999.
- EUCLIDES, R. F. **Sistema para Análise Estatística e Genética**. Viçosa, UFV, 53, 1983.
- FARIAS, F. J. C., FREIRE, E. C., CARVALHO, L. P., ARANTES, E. M., SOUSA, M., OLIVEIRA, L. C. & MORESCO, R. Avaliação de genótipos de algodoeiro herbáceo com relação à virose e à ramulose. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 1. Fortaleza. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997. p. 426-429.
- FERREIRA FILHO, J. B. S. Participantes dos agentes do agronegócio no financiamento global: financiamento e competitividade do algodão brasileiro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO AGRONEGÓCIO DO ALGODÃO: V Seminário Estadual da Cultura do Algodão., Cuiabá-MT. **Anais...**, 2000. p.115-117.
- FERREIRA, I.C. **Séries Históricas do Algodão**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1996. 63p.

- FREIRE, C. E., FARIAS, F. J. C. & AGUIAR, P. H. Algodão de Alta Tecnologia. In: CIA, E., FREIRE, E. C., SANTOS, W. J. (Eds): **Cultura do Algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999a. 286p.
- FREIRE, E. C., FARIAS, F. J. C., AGUIAR, P. H. & ARAÚJO, A. E. Comportamento de novas cultivares e linhagens com relação a doenças no centro-Oeste – safra 1998/1999. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2. Ribeirão Preto. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999. p.454-457.
- FREIRE, E. C., FARIAS, F. J. C., AGUIAR, P. H. Perdas estimadas da produção de algodão devido a pragas e doenças no centro-oeste-safra 1998/99. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2. Ribeirão Preto. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999b. p.1-3.
- FREIRE, E.C., ANDRADE, F.P., BOLDT, A.F., PEREIRA, D.J., VENTURA, E., ARRUDA, S.V. Melhoramento dos algodoeiros de fibras médias e longas no cerrado matogrossense. In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 7, Cuiabá. **Res...** Cuiabá: SAAF-MT/EMPAER-MT, EMBRAPA-CNPA. 1993. 46p.
- FREIRE, E.C., SANTOS, A.M., ARANTES, E.M., PARO, H., FARIAS, F.J.C. **Diagnóstico da Cultura do Algodão em Mato Grosso** – 1996. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA/EMPAER-MT, 1997. 31p. (EMBRAPA-CNPA. Documentos, 49).
- FUZATTO, M. G., CIA, E., CHIAVEGATO, E. J., PIZZINATTO, M. A., ERISMAR, E. J., ZIMBACK, L. Variabilidade genética e potencial de seleção para resistência à ramulose em cultivares e linhagens avançadas de algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2. Ribeirão Preto. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999. p. 473-475.
- GAEIRAS, L. A. Tecnologia de produção para o cotonicultor mineiro. **Informe Agropecuário**, v.41, p.44-47, 1978.
- GODINHO, V.P.C., RAMALHO, A.R., FREIRE, E.C., FARIAS, F.J.C., UTUMI, M.M., PRADO, E.E., FERRO, G.O. Avaliação de cultivares do algodoeiro herbáceo para região de Ouro Preto do Oeste, RO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 1. Fortaleza. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997. p.401-403.
- GOULART, A.C.P. Controle do tambamento de plântulas do algodoeiro causada por *Rhizoctonia solani* pelo tratamento de sementes com fungicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2. Ribeirão Preto. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999. p. 478-480.

- JULIATTI, F.C., RUANO, O. Algodão. In: VALE, F.X.R. e ZAMBOLIM, L. (Eds.). **Controle de Doenças de Plantas: grandes culturas**, v.2, 1997. p. 555-570.
- KIMATI, H. Doenças do algodoeiro. In: GALLI, F. et al. **Manual de Fitopatologia**. 2. São Paulo: Ceres, 1980. p.29-48.
- LANZA, M. A., FALLIERI, J., GUIMARÃES, F.B., REIS, E.I. & SILVA, P. J. Avaliação do progresso da ramulose do algodoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2. Ribeirão Preto. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999. p. 485-487.
- LEONARD, K. J., FRY, W. E. **Plant disease epidemiology** New York: Macmillan Publishing Company, 1986. p.372.
- LIBERATO, J. R. **Aplicações de técnicas de análise multivariada em fitopatologia** Viçosa, MG: UFV, 1995, 144p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 1995.
- LIMA, E.R., CARVALHO, L.P., SANTOS, E.O., CARVALHO, J.M.F.C. Avaliação de germoplasma de algodoeiro para resistência à ramulose causada por *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. **Fitopatologia Brasileira**, v.9, p.561-565, 1984.
- LIMA, E. CARVALHO, J. M. F. C., CARVALHO, L. P. COSTA, J. N. Transporte e transmissibilidade de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* através de semente de algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**. v.10, p.99-109, 1985.
- LIMA, E. F., CARVALHO, L. P., CARVALHO, J. M. F. C. Seleção para resistência à ramulose em algumas cultivares e linhagens de algodoeiro (*G. hirsutum* L. r. *latifolium* HUTCH). In: REUNIÃO NACIONAL DO ALGODÃO, 4., Belém, 1986. **Res....** Belém, EMBRAPA, 1986. p.104.
- LIMA, E.F., CHAVES, G.M. Variabilidade de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. **Fitopatologia Brasileira**, v.17, p.61-66, 1992.
- LIMA, E.F., CARVALHO, J.M.F.C., BATISTA, F.A.S., SANTOS, J.W., CARVALHO, L.P. Seleção recorrente para resistência à ramulose do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. var. *Latifolium* Hutch). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.31, n.2, p.101-104, 1996.
- MALAGUTI, G. La escobilla del algodón en Venezuela. **Agronomia Tropical**, v.5, p.73-86, 1955.
- MATHIESON, J.T. & MANGANO, V. Ramulose, a new cotton disease in Paraguay caused by *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. **Summa Phytopathologica**, v.11, p.115-118, 1985.

- McKINNEY, H.H. Influence of soil temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Jour. Agric. Res.**, Washington, v.26, p.195-219, 1923.
- PARLEVLIET, J. E. Components of resistance that reduce the rate epidemic development. **Ann. Rev. Phytopathology**, v.17, p.203-222, 1979.
- PENNA, J. C. V. Melhoramento do Algodoeiro. In: BORÉM, A. **Melhoramento de Espécies Cultivadas**, Ed. UFV. 1999. p.26-32.
- RESENDE, L. M. A., MOURA, P. A. M. Aspectos econômicos da cultura do algodoeiro. **Informe Agropecuário**, v.15 , n.166, p.5-12, 1990.
- SANTOS, G.R., ZAMBOLIM, L., RIBEIRO do VALE, F.X., VIEIRA, J.M. Progresso e gradiente da ramulose do algodoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.19, p.390-393, 1994.
- SILVEIRA, A. P. Fungos e Bactérias. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA. **Cultura e Adubação do Algodoeiro**. São Paulo, 1965. p. 417-419.
- STRADIOTO, M. F. **Variabilidade de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penzig) Penzig & Sacc. e Resistência de Seringueira (*Hevea spp.*) ao Patógeno**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 63p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Universidade Federal de Viçosa, 1993.
- TANAKA, M.A.S. & MENTEN, J.O.M. Variação patogênica e fisiológica de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides* em algodoeiro. **Summa Phytopathologica**, v.18, p.138-145, 1992.
- TÓFFANO, W. B., SILVEIRA, A. P. **Fusariose e ramulose do algodoeiro**. Campinas, Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo. 1964, 16p. DATE/SIR, Série D/n8.
- TORRES, J. C. & VENTURA, J. A. AVACPD: um programa para calcular a área e volume abaixo da curva de progresso da doença. In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA. **Res...**Rio de Janeiro, Fitopatologia Brasileira, v.16, n.2, 1991. p.52.
- ULLSTRUP, A. J. Variability of *Glomerella gossypii*. **Phytopathology**, v.28, n.11, p.787-797, 1938.
- Von ARX, J. A. Die Arten der Gattung *Colletotrichum*. **Phytopathologische Zeitschrift**, v.29, p.413-468, 1957.

VON PINHO, R.G., VON PINHO, E.V.R., FRAGA, A.C., MACHADO, J.C.
Avaliação de fontes de resistência à ramulose do algodoeiro causada por
Colletotrichum gossypii var. *cephalosporioides*. **Ciência e Agrotec.** v.21,
n.3, p.253-259, 1997.

APÉNDICE

APÊNDICE A

Quadro 1A - Dados climáticos observados no Município de Viçosa-MG, no período de fevereiro a abril de 1998 (Cap. 1)

Variável climática*	Épocas (dias)									
	84	89	95	101	107	114	120	128	135	
Umidade Relativa (%)	76,32	86,34	82,55	80,73	79,55	77,29	82,90	86,69	79,77	
Temperatura (°C)	Máxima	31,10	26,14	29,73	31,60	31,47	31,34	26,82	28,25	27,26
	Mínima	20,82	19,86	19,50	20,05	19,63	19,86	18,33	19,15	17,49
Precipitação (mm)	5,93	14,18	10,32	0,00	7,72	0,29	0,48	3,44	2,81	

* Valores que representam a média dos dias anteriores.

APÊNDICE B

Quadro 1B - Resumo da análise de variância para o índice de doença (ID) e incidência (INC) do ensaio de avaliação da resistência do algodoeiro a *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, de quatro cultivares e 25 genótipos de algodão no ano agrícola de 1997/1998

FV	GL	Q. MÉDIOS	
		ID	INC
BLOCO	2	7.993,18	8.763,42
CULTIVAR	24	1.401,56**	1.957,73**
RESÍDUO (A)	48	423,70	616,89
DAE	4	17.514,88**	40.450,89**
DAE*CULTIVAR	96	73,75 ^{NS}	175,32 ^{NS}
RESÍDUO (B)	200	62,02	165,95
CV% PARCELA		53,24	38,98
CV% SUB-PARCELA		20,37	20,22

**F significativo ao nível de 1% de probabilidade.

^{NS} = Não-Significativo.

Quadro 2B - Resumo da análise de variância para a Área Abaixo da Curva de Progresso de Doença (AACPD) do ensaio de avaliação da resistência do algodoeiro a *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*, de quatro cultivares e 25 genótipos de algodão no ano agrícola de 1997/1998

FV	GL	Q. MÉDIO
BLOCO	2	1.310.343,00
CULTIVAR	24	225.958,80 ^{NS}
RESÍDUO	48	67.396,56
CV%		23,39

^{NS} = Não-Significativo

Quadro 3B - Resumo da análise de variância do Índice de doença (ID) de nove genótipos de algodão inoculadas com dez isolados de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*

FV	GL	QM
BLOCO	2	19.237,33
ISOLADO	9	37.430,26**
RESÍDUO (A)	18	3.882,27
GENÓTIPO	8	16.810,86**
ISOLADO*GENÓTIPO	72	8.235,19 ^{NS}
RESÍDUO (B)	160	14.494,74
CV% PARCELA		50,6
CV% SUB-PARCELA		33,4

**F significativo ao nível de 5% de probabilidade.

^{NS} = Não-Significativo.