

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomico do Estado de S. Paulo

Vol. 28

Campinas, fevereiro de 1969

N.º 4

ESTUDO DA RESISTÊNCIA A *VERTICILLIUM ALBO-ATRUM* REINKE & BERTH EM VARIEDADES PAULISTAS DE ALGODOEIRO (1)

ERIC BALMER, *engenheiro-agrônomo, Cadeira de Fitopatologia, ESA "Luiz de Queiroz"*, EDIVALDO CIA, *engenheiro-agrônomo, Seção de Algodão, Instituto Agrônomico*, CLÉLIO L. SALGADO, *engenheiro-agrônomo, Cadeira de Fitopatologia, ESA "Luiz de Queiroz"*, e ATÍLIO A. MODELLI (2)

SINOPSE

Foi estudada a variação na resistência a *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berth em variedades e linhagens de algodoeiro procedente do Instituto Agrônomico de Campinas, Estado de São Paulo.

Em experimento de campo, com inóculo de *Verticillium*, as plantas que apresentaram sintomas internos da moléstia decresceram, para as variedades e linhagens, na seguinte ordem: IAC 13, IAC 13-1, IAC 12-2, IAC 12-1, IAC RM2-2173, IAC 13-3109, IAC RM4, IAC RM2 SM e IAC RM3.

No experimento realizado em casa de vegetação, com inoculação artificial, a severidade da moléstia, medida em porcentagem das folhas verdadeiras apresentando sintomas, decresceu para as variedades e linhagens na seguinte ordem: IAC 13-1, IAC 13, IAC RM3 e IAC RM2 SM.

1 — INTRODUÇÃO

Existem dois fungos patogênicos — *Fusarium oxysporum* f. *vasinfectum* (Atk.) Snyd. e Hans e *Verticillium albo-atrum* Reinke e Berth. — capazes de causar murchas em plantas de algodoeiro.

(1) Trabalho realizado com auxílio da Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional e da Fundação Rockefeller. Recebido para publicação em 25 de abril de 1968.

(2) Bolsista da Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional.

A ocorrência da murcha causada por *Verticillium* já é conhecida há muito tempo, no Estado de São Paulo, enquanto a originada por *Fusarium* é mais recente e de maior importância, devido aos grandes prejuízos que chega a causar à lavoura algodoeira.

Viegas (3) constatou a ocorrência da murcha do algodoeiro, provocada por *Verticillium*, no Estado de São Paulo, em 1933, e, segundo o mesmo autor, em 1935 nessa região só havia sido assinalado a murcha causada por *Verticillium*. Willes (5), fazendo um estudo comparativo de linhagens e espécies de *Gossypium* cultivadas nos Estados Unidos, quanto à resistência à murcha de *Fusarium* e *Verticillium*, mostrou que nem todo material resistente a *Fusarium* era ao mesmo tempo resistente a *Verticillium*. Mostrou também que seleções feitas para resistência a *Verticillium* em variedades resistentes a *Fusarium* apresentavam um maior grau de resistência a *Verticillium* que as próprias variedades de onde foram selecionadas.

Schnathorst e Mathre (2) mostraram que existe uma variabilidade na patogenicidade dos isolamentos de *Verticillium albo-atrum*, o que mostra a importância a ser dada aos isolamentos a serem usados nos experimentos em casas de vegetação, com a finalidade de estudar a resistência ao patógeno.

O presente trabalho visa detectar possíveis fontes de resistência a *Verticillium* em variedades e linhagens de algodoeiros criadas no Instituto Agrônomo de Campinas. A determinação de fontes de resistência possibilitará ao melhorista a criação de variedades resistentes, para fazer frente a possíveis ocorrências da moléstia, em condições mais severas no futuro, e provavelmente concorrerá para uma redução do potencial de inóculo do patógeno no solo. Todas as medidas que levam a uma diminuição do inóculo do patógeno no solo são benéficas, tendo em vista o grande número de plantas cultivadas que servem como hospedeiras.

2 — MATERIAL E MÉTODO

Experimento de campo — Neste experimento foram plantadas para estudo as variedades e linhagens dadas a seguir: IAC 13-1, IAC 13, IAC 12-1, IAC 12-2, IAC RM2-2173, IAC 13-3109, IAC RM2-SM, IAC RM4 e IAC RM3. As nove variedades e linhagens foram plantadas em campo comprovadamente infetado com *Verticillium*, seguindo o delineamento de blocos ao acaso

com 4 repetições, sendo cada repetição constituída por uma linha de 8 m de comprimento, cada uma com um número mínimo de 18 plantas por linha.

O plantio do experimento de campo foi feito em 20 de outubro de 1966, e a tomada dos dados quando as plantas apresentavam os primeiros capulhos abertos.

Os dados utilizados para a análise foram baseados na porcentagem de plantas que não apresentaram descoloração dos vasos lenhosos na região do colo, sendo os dados obtidos posteriormente transformados em $\text{arc sen } \sqrt{V\%}$, para análise estatística.

Experimento em casa de vegetação — Para o experimento em casa de vegetação foram selecionadas 4 das 9 variedades que haviam sido testadas no experimento de campo. As variedades IAC 13-1 e IAC 13 formaram um grupo, e IAC RM2 SM e IAC RM3, outro, compreendendo tais grupos as variedades que mostraram no experimento de campo respectivamente maior e menor número de plantas com sintomas internos.

As plantas, obtidas de sementes desinfetadas superficialmente com ácido sulfúrico e posteriormente semeadas em solo autoclavado, foram mantidas nesse substrato até atingirem o estágio de 3 a 4 folhas verdadeiras, ocasião em que foram inoculadas com culturas do patógeno.

O isolado do fungo usado neste experimento foi obtido de uma planta do experimento de campo, a qual apresentava sintomas severos da moléstia. O patógeno foi cultivado em laboratório, à temperatura ambiente, em meio de maltose-peptona-agar.

O inóculo foi obtido pelo cultivo do fungo por um período de 6 dias em meio líquido usado por Armstrong e Armstrong (1) e agitação mecânica das culturas. O volume de inóculo obtido, 300 cc, foi diluído a 1 litro com água destilada e homogeneizado em liquidificador.

O método de inoculação, em linhas gerais, foi semelhante ao usado por Willes (4), e consistiu na imersão do sistema radicular no inóculo diluído, quando as plantas apresentavam de 3 a 4 folhas verdadeiras. Após a inoculação as plantas foram transplantadas para vasos de barro que continham areia de rio autoclavada.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 4 repetições, cada uma com 6 plantas.

Paralelamente, foram feitas duas repetições para cada variedade ou linhagem, em água destilada, sem inóculo, com a finalidade de servirem como testemunhas.

A temperatura ambiente, na casa de vegetação, foi mantida numa faixa de 18°C a 25°C, e o experimento regado com água de torneira.

A leitura dos dados baseou-se na porcentagem de fôlhas que apresentavam sintomas da moléstia, sendo neste caso incluídas as fôlhas que conseqüentemente haviam caído. As porcentagens foram posteriormente transformadas em $\text{arc sen } \sqrt{\%}$, para a análise estatística.

3 — RESULTADOS

Experimento em condições de campo — Os resultados obtidos no experimento de campo são apresentados no quadro 1.

A análise da variância revelou diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade para repetições e tratamentos.

QUADRO 1. — Porcentagem de plantas sem descoloração dos vasos para as variedades e linhagens IAC testadas em campo que continha inóculo de *Verticillium*

Variedades	Repetições				Médias não transformadas	Médias transformadas em $\text{arc sen } \sqrt{\%}$ *
	I	II	III	IV		
	Porcentagem de plantas sem sintomas					
IAC RM3	89,0	50,0	66,6	80,0	71,4	58,4
IAC RM2 SM	52,0	58,6	70,0	38,8	54,8	47,8
IAC RM4	64,2	36,8	33,3	76,9	52,8	46,8
IAC 13-3109	55,0	66,6	29,1	21,0	42,9	40,6
IAC RM2-2173	52,1	55,1	24,1	34,3	41,4	39,8
IAC 12-1	33,3	67,7	29,1	16,6	36,6	36,8
IAC 12-2	28,0	75,7	27,2	13,6	36,1	36,4
IAC 13-1	17,3	54,5	18,1	17,3	26,8	30,5
IAC 13	38,4	44,4	21,4	0,1	26,0	27,2

* d.m.s., segundo o teste de Tukey (P = 5%) = 27,36.

QUADRO 2. — Porcentagem de folhas verdadeiras, na planta apresentando sintomas de "murcha de Verticillium", e folhas caídas do total de folhas verdadeiras produzidas na planta, para as variedades e linhagens de algodoeiro testadas em condições de casa de vegetação

Variedade	Repetição	P l a n t a						Média *	Média trans- formada em arc sen $\sqrt{\%}$ **
		1	2	3	4	5	6		
IAC RM3	I	50,0	50,0	50,0	66,7	40,0	57,1	62,0	54,1
	II	40,0	66,7	75,0	57,1	83,3	100,0		
	III	62,5	50,0	57,1	50,0	50,0	100,0		
	IV	60,0	50,0	100,0	57,1	50,0	75,0		
IAC RM2 SM	I	62,5	71,4	37,5	100,0	37,5	0,0	49,9	45,0
	II	28,6	50,0	75,0	66,7	50,0	57,1		
	III	42,9	50,0	50,0	50,0	57,1	33,3		
	IV	28,6	50,0	50,0	57,1	42,9	50,0		
IAC 13-1	I	100,0	44,4	100,0	66,7	100,0	100,0	90,2	80,4
	II	100,0	71,4	100,0	42,9	100,0	100,0		
	III	100,0	100,0	100,0	100,0	80,0	100,0		
	IV	100,0	100,0	100,0	60,0	100,0	100,0		
IAC 13	I	100,0	100,0	100,0	75,0	100,0	100,0	81,6	72,2
	II	37,5	100,0	40,0	71,4	42,9	100,0		
	III	66,7	80,0	50,0	80,0	100,0	100,0		
	IV	100,0	50,0	100,0	66,7	100,0	100,0		

* Médias não transformadas.

** d.m.s., segundo o teste de Tukey (P = 1%) = 16,46.

O teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade revelou diferença entre o tratamento IAC RM3 e os tratamentos IAC 13 e IAC 13-1, os dois últimos não diferindo entre si.

Experimento em casa de vegetação — Os resultados obtidos no experimento em casa de vegetação são apresentados no quadro 2.

A análise da variância revelou efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade para tratamentos. Isso pode ser interpretado como sendo decorrente de uma diferença na severidade da moléstia, medida em porcentagem, tanto de fôlhas mostrando sintomas como de fôlhas caídas, nas variedades e linhagens testadas.

O teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade, revelou diferenças entre as severidades da moléstia obtidas para as variedades IAC RM2 SM e IAC RM3, as quais não diferiram entre si e entre as variedades IAC 13 e IAC 13-1, estas duas últimas também não diferindo entre si.

Na ocasião da tomada dos dados, isto é, 46 dias após a inoculação, as plantas, embora não tivessem morrido, apresentaram, para as variedades, diferentes graus de severidade da moléstia. Nas variedades IAC 13 e IAC 13-1 a moléstia chegou a causar uma desfolha considerável nas plantas. Decorrido um período após a colheita dos dados do experimento em casa de vegetação, duas repetições do tratamento IAC 13-1 apresentaram mortas tôdas as plantas, enquanto nas duas repetições restantes as plantas mostravam sintomas severos da moléstia. As plantas correspondentes aos tratamentos testemunhas apresentavam bom desenvolvimento, e em nenhum caso foram observados sintomas da moléstia.

4 — DISCUSSÃO

Os dados obtidos no experimento de campo mostraram que as variedades IAC RM3 e IAC RM2-SM apresentavam menor porcentagem de plantas com sintomas internos. No início do ano agrícola, as plantas da variedade IAC 13 apresentaram sintomas severos de murcha. Com o decorrer do tempo, e após um período prolongado de chuvas, houve como que uma recuperação das plantas, as quais mostraram uma brotação intensa e sem os sintomas característicos da moléstia. Daí por diante, até a colheita dos dados, não foi mais possível diferenciar os diversos

graus de severidade da moléstia pelos sintomas externos, pois as plantas de todos os tratamentos, com exceção de algumas, mortas, apresentaram aspecto sadio. A leitura baseada nos sintomas internos, embora o patógeno não estivesse uniformemente distribuído no solo, revelou diferentes tendências na suscetibilidade à murcha, para as variedades e linhagens testadas.

O experimento em casa de vegetação, feito em condições mais severas e com as variedades e linhagens que se colocaram nos dois extremos quanto à porcentagem de plantas sem sintomas internos no experimento de campo, veio confirmar os dados nêlo obtidos. As condições experimentais, no segundo caso, foram bem mais uniformes, o inóculo mais concentrado e os ferimentos mais drásticos, permitindo, provàvelmente, melhor separação entre as variedades que ocuparam as posições extremas no experimento anterior.

As plantas das variedades IAC RM3 e IAC RM2 SM, inoculadas em casa de vegetação, apresentaram diferentes graus de suscetibilidade à moléstia, levando a crer que futuras seleções feitas nestas populações poderão provàvelmente apresentar um nível de resistência bem mais elevado que a tolerância atual.

É interessante notar que as variedades IAC RM3 e IAC RM2 SM, que apresentaram maior tolerância ao fungo, resultaram de seleções feitas em variedades de algodoeiro que possuem certo grau de resistência a *Verticillium*, respectivamente Auburn 56 e Rex Cotton (5), as quais mostraram, em trabalhos feitos nos Estados Unidos, possuir certo grau de resistência ao fungo em questão.

As variedades IAC 13-1 e IAC 13 foram bem mais suscetíveis ao *Verticillium* que IAC RM3 e IAC RM2 SM, mostrando portanto serem boas indicadoras de suscetibilidade.

5 — CONCLUSÕES

Dos dados apresentados neste trabalho, pode-se concluir:

1. As diferentes variedades e linhagens, quando plantadas em terreno contaminado de *Verticillium*, apresentaram variação quanto à porcentagem de plantas com sintomas internos.

2. As diferentes variedades e linhagens, quando testadas em condições de casa de vegetação, apresentaram variação quanto à porcentagem de folhas verdadeiras com sintomas de "murcha" de *Verticillium* e de folhas caídas.

3. Considerando os dois testes as variedades IAC RM3 e IAC RM2 SM apresentaram maior tolerância a *Verticillium* que IAC 13 e IAC 13-1, e parecem ser promissoras para um programa de melhoramento visando obter resistência a esse fungo.

STUDY OF *VERTICILLIUM ALBO ATRUM* REINKE AND BERTH RESISTANCE IN SÃO PAULO COTTON VARIETIES AND STRAINS

SUMMARY

Different cotton varieties and strains were tested for resistance to *Verticillium albo-atrum* Reinke and Berth. under field and greenhouse conditions.

Under naturally infested field conditions, these varieties and strains were different in the percentages of plants with vascular discoloration.

Under greenhouse conditions, where the plants were artificially inoculated, the varieties and strains tested had different percentages of true leaves with disease symptoms.

In both experiments, the varieties IAC RM2 SM and IAC RM3 had the highest tolerance to *Verticillium*, while the strains IAC 13-1 and IAC 13 were the most susceptible. The other varieties tested were variable in degree of tolerance.

LITERATURA CITADA

1. ARMSTRONG, J. K. & ARMSTRONG, G. M. A race of the cotton wilt *Fusarium* causing wilt of Yelredo soybean and fluecured tobacco. *Plant Disease Reporter* 42:147-151, 1958.
2. SCHNATHORST, W. C. & MATHRE, D. E. Cross-protection in cotton with strains of *Verticillium albo-atrum*. *Phytopathology* 56:1204-1209, 1966.
3. VIEGAS, A. P. A murcha do algodoeiro. *Revista de Agricultura, Piracicaba* 14:449-556, 1939.
4. WILLES, A. B. A seedling inoculation technique for testing cotton varieties for resistance to *Verticillium* wilt. *Phytopathology* 42:288, 1952.
5. ———. Comparative reactions of certain cottons to *Fusarium* and *Verticillium* wilts. *Phytopathology* 53:586-588, 1963.