

# VARIABILIDADE DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* E RESISTÊNCIA DE TOMATEIRO À MURCHA-DE-FUSÁRIO

DOMINGOS EDUARDO GUIMARÃES TAVARES DE ANDRADE<sup>1</sup>

TEREZA CRISTINA DE ASSIS<sup>2</sup>

ISAAC BARBOSA ARAÚJO<sup>2</sup>

EDINARDO FERRAZ<sup>3</sup>

MARIA MENEZES<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, Alagoas.

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco.

<sup>3</sup>Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, Recife, Pernambuco.

<sup>4</sup>Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, Pernambuco.

---

## RESUMO

### **VARIABILIDADE DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* E RESISTÊNCIA DE TOMATEIRO À MURCHA-DE-FUSÁRIO**

Este estudo teve por objetivos investigar a variabilidade de populações de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, agente causal da murcha-de-fusário do tomateiro, oriundas de plantios comerciais da região Agreste e Sertão do Estado de Pernambuco e avaliar aspectos relacionados a resistência à doença. Diferentes áreas de plantio comercial de tomateiro foram visitadas e plantas com sintomas da doença coletadas para obtenção dos isolados e, posterior, caracterização das populações do fitopatógeno, quanto aos componentes epidemiológicos e raças. Complementarmente, foram identificadas fontes de resistência e avaliadas progênies de tomateiro quanto a resistência à doença, em casa de vegetação. Nas áreas estudadas, existe alta prevalência da raça 2 de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* em relação a raça 1, no entanto, variabilidade maior foi obtida quando estudados os componentes epidemiológicos. As cultivares BHRS-2,3, Floradade, Rio Grande, Secullus, Rotan-4 e TX 450-08 apresentaram-se como as mais resistentes às raças do patógeno, sendo portanto indicadas para o melhoramento genético da planta visando resistência a doença

**Termos para indexação:** epidemiologia, raças, cultivares, progênies.

## ABSTRACT

### **VARIABILITY OF *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* AND RESISTANCE OF TOMATO TO FUSARIUM WILT**

This study aimed to investigate the variability of populations of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* causal agent of fusarium wilt of tomato, from commercial fields in the Regions Agreste and Sertão, Pernambuco State, and evaluate aspects related to disease resistance. Different commercial tomato fields were visited, plants with disease symptoms were collected for isolations and, subsequent characterization of the pathogen populations in relation to epidemiological components and races. Additionally resistance sources were identified and tomato progenies evaluated for disease resistance under greenhouse conditions. In the studied areas exists higher prevalence of *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 2 in relation to race 1, however, larger variability was obtained in relation to epidemiological components. The cvs. BHRS-2,3, Floradade, Grande Rio, Secullus, Rotan-4 and TX 450-08 were the most resistant to the races of the pathogen, being therefore suitable for the tomato genetic breeding for disease resistance.

**Index terms:** epidemiology, races, cultivars, progenies.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do tomateiro, apresenta expressiva importância nas regiões Agreste e Sertão do Estado de Pernambuco, no entanto, pode ter sua produção limitada devido à ocorrência de problemas fitossanitários, dentre os quais se destaca a murcha-de-fusário ou fusariose, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder & Hansen (Melo *et al.*, 1984). A doença pode constituir-se num dos fatores limitantes da produção, causando destruição quase total das plantas ou reduzindo drasticamente o período de colheita pela queda prematura dos frutos (Lopes & Santos, 1994).

O conhecimento sobre a variabilidade de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* é de fundamental importância em programas de melhoramento genético visando a resistência à murcha-de-fusário. A separação deste fungo em raças é baseada na reação diferencial de germoplasmas de tomateiro, sendo conhecidas atualmente três raças. No Brasil, a raça 1 é a mais prevalente e ocorre em vários Estados produtores de tomate. A raça 2 vem crescendo de importância e já foi encontrada em São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco e Maranhão. A raça 3 ainda não foi constatada no Brasil (Andrade & Michereff, 2000; Juliatti *et al.*, 1994; Santos *et al.*, 1993).

A utilização de cultivares resistentes tem-se revelado como a única forma viável de controle da murcha-de-fusário, embora apresente algumas dificuldades, contribuindo para isto, principalmente, o surgimento de raças mais virulentas do fungo, o que requer estudos constantes de gens para resistência e a introdução destes

em cultivares comerciais ou a obtenção de progênies resistentes que futuramente possam ser utilizadas como cultivares (Nelson, 1981; Santos *et al.*, 1993).

O Estado de Pernambuco, através da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA, vem se projetando a nível nacional na área de melhoramento genético do tomateiro visando resistência a pragas e doenças, sendo o trabalho conjunto de pesquisadores imprescindível para a obtenção de novas cultivares.

Apesar da importância da cultura do tomateiro e da murcha-de-fusário no Estado de Pernambuco, existem poucos estudos aprofundados em relação a variabilidade do patógeno e fontes de resistência (Andrade & Michereff, 2000; Andrade *et al.*, 2000; Andrade *et al.*, 2001), que direcionem e otimizem os programas de melhoramento genético do tomateiro no Estado.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram realizados na Estação Experimental da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), em Vitória de Santo Antão, Pernambuco.

### 2.1. Variabilidade de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

#### - **Obtenção, isolamento e identificação de *Fusarium oxysporum***

Plantas de tomateiro apresentando sintomas da murcha-de-fusário foram coletadas em áreas de plantio comercial no Agreste do Estado de Pernambuco. Após as etapas rotineiras de limpeza e desinfestação superficial do material, fragmentos do caule de tomateiro demonstrando descoloração vascular foram transferidos para placas de Petri contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) (Riker & Riker, 1936) suplementado com tetraciclina (250 ppm), e incubados à 25 °C, sob luz contínua. Posteriormente, segmentos de colônias características de *Fusarium* foram transferidos para tubos contendo meio BDA e incubados nas mesmas condições anteriores. As culturas monospóricas foram obtidas e microculturas dos isolados preparadas pelo método do bloco de ágar (Menezes & Silva-Hanlin, 1997), visando a posterior identificação da espécie conforme os critérios estabelecidos por Nelson *et al.* (1983). As culturas puras foram preservadas em tubos de ensaio contendo meio BDA, sob refrigeração (5 °C) e em água destilada esterilizada (Castellani, 1963).

### **- Preparo do inóculo e inoculação de *Fusarium oxysporum***

No preparo do inóculo, discos de BDA contendo estruturas de *F. oxysporum*, com sete dias de crescimento, foram transferidos para Erlenmeyers contendo meio de Armstrong (Armstrong & Armstrong, 1948) suplementado com solução de micronutrientes (Lilly & Barnett, 1951) e incubados por 15 dias a 25 °C sob luz contínua. Posteriormente, o inóculo foi homogeneizado em agitador mecânico e filtrado através de duas camadas de gaze esterilizada. A concentração de conídios na suspensão obtida foi aferida em câmara de Neubauer e ajustada para  $1 \times 10^7$  conídios/mL. A inoculação foi efetuada pelo método do corte de raízes (Santos *et al.*, 1993), onde plantas de tomateiro, aos 21 dias após a semeadura (2 a 3 folhas definitivas), cultivadas sob condições de casa-de-vegetação em substrato Plantmax® (Eucatex Mineral Ltda., Paulínia, SP), foram removidas de bandejas tipo “plantágio”, submetidas à lavagem para remoção do substrato e ao corte das raízes a 3 cm do colo da planta, com tesoura flambada. Em seguida, as plantas foram imersas por um minuto na suspensão de conídios até a altura da região do colo e transplantadas para vasos plásticos contendo solo esterilizado. Após o transplântio, foram adicionados 5 mL da suspensão de conídios no solo em torno da base de cada planta. A testemunha consistiu de plantas com raízes cortadas e imersas no referido meio de cultura, por um minuto, sem a presença de conídios do fungo, mais a adição de 5 mL do meio de cultura em torno da base de cada planta.

### **- Caracterização das populações de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici***

#### a) Caracterização de raças

Na caracterização das raças, foram utilizados os 23 isolados de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* oriundos de áreas de plantio comercial do Estado de Pernambuco e os isolados padrões F-27 e F-23 respectivamente das raças 1 e 2 do patógeno, fornecidos pelo Centro Nacional de Pesquisa de Hortalças (CNPQ-EMBRAPA, Brasília - DF). As cultivares de tomateiro Ponderosa (suscetível às raças 1 e 2), IPA-5 (resistente à raça 1 e suscetível a raça 2), Floradade (resistente às raças 1 e 2) e BHRS-2,3 (resistente às raças 1, 2 e 3) constituíram a série de germoplasma diferenciadora para a avaliação das raças do patógeno (Santos *et al.*, 1993). Os experimentos foram realizados em casa de vegetação, com o preparo do inóculo e a inoculação efetuados como descrito anteriormente. As plantas foram avaliadas aos 21 dias após a inoculação, sendo

verificado o aparecimento de sintomas externos (amarelecimento e/ou murcha) e internos (descoloração vascular).

#### b) Componentes epidemiológicos

No teste de patogenicidade, plântulas de tomateiro da cultivar Ponderosa foram inoculadas, conforme descrito anteriormente, com os isolados identificados previamente como *F. oxysporum*, sendo mantidas em casa de vegetação e observadas diariamente quanto ao aparecimento de sintomas externos, caracterizados pelo amarelecimento e murcha. Após 21 dias da inoculação, as plantas foram seccionadas longitudinalmente na região do caule, sendo avaliada a ocorrência de descoloração vascular.

Os isolados foram caracterizados quanto aos seguintes componentes epidemiológicos: a) incidência da murcha-de-fusário (*IMF*) aos 21 dias após a inoculação; b) área abaixo da curva de progresso da doença (*AACPD*), calculada pela expressão:  $AACPD = \sum (y_i + y_{i+1}) / 2 \cdot d_{ii}$ , onde  $y_i$  e  $y_{i+1}$  são os valores de incidência observados em duas avaliações consecutivas e  $d_{ii}$  o intervalo entre as avaliações (Shaner & Finney, 1977); c) taxa de progresso da doença (*k*), estimada por regressão linear simples, tendo a proporção da incidência diária da doença como variável dependente e o tempo em dias após a inoculação como variável independente (Campbell & Madden, 1990).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis repetições, sendo cada uma constituída por um vaso com 5 plantas. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias separadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

## 2.2. Avaliação da resistência de tomateiros à murcha-de-fusário

### - Identificação de fontes de resistência à murcha-de-fusário

Os materiais vegetais testados, em condições de casa de vegetação, foram fornecidos pelo Programa de Melhoramento do IPA, sendo avaliadas as seguintes cultivares: IPA-5, Rotam-4, Caline IPA-6, TSW-10, Gem Pride, TX450-02, TX450-08, Viradoro, Petomec, Santa Adélia, Santa Clara, FLA-438, FLA-591, RX5293FG, LA3473, TX468-1, Floradade, BHRS, Belmonte, Rio Grande e Seculus.

A metodologia de preparo do inóculo e inoculação dos isolados de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, CA-4 e F-27 (pertencentes a raça 1) e CA-1 e F-23 (pertencentes a

raça 2) foi realizada conforme descrito anteriormente. As plantas inoculadas foram observadas diariamente quanto ao aparecimento de sintomas externos (amarelecimento e/ou murcha) e internos (descoloração vascular) até 21 dias após a inoculação do patógeno.

Na avaliação da reação das cultivares de tomateiro, foram considerados três componentes epidemiológicos: a) incidência da murcha-de-fusário, aos 21 dias após a inoculação (*IMF*); b) taxa de progresso da doença (*k*); e, c) área abaixo da curva de progresso da doença (*AACPD*) (obtidos conforme descrito anteriormente).

Para obtenção da taxa de progresso da doença, os dados diários de incidência da doença (*y*), originais ou linearizados para  $\ln(y)$ ,  $\text{monit}(y) = \ln[1/(1-y)]$  (Kushalappa *et al.*, 1984),  $\text{logit}(y) = \ln[y/(1-y)]$  (Vanderplank, 1963) e  $\text{gompit}(y) = -\ln[-\ln(y)]$  (Berger, 1981), foram ajustados a modelos de regressão linear simples, tendo o tempo em dias após a inoculação (*DAI*) como variável independente. Os melhores ajustes foram selecionados com base no maior coeficiente de determinação da regressão ( $R^2$ ) para reciprocidade entre valores observados e previstos de incidência da doença e menor quadrado médio do resíduo (*QMR*).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial, com seis repetições, sendo cada uma constituída por um vaso com cinco plantas. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### **- Avaliação de progênies de tomateiro quanto a resistência à doença**

Foram utilizadas 250 plantas oriundas do cruzamento entre a cultivar IPA-6 e Rotan-4 (bulk) do programa de melhoramento genético do tomateiro, da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, sendo avaliada a resistência a *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, em condições de casa de vegetação.

A metodologia de preparo do inóculo e inoculação de isolados CA-1 e F-23, pertencentes a raça 2 de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* foi realizada conforme descrito anteriormente.

Os testes em casa de vegetação foram conduzidos, conforme descrito no item anterior, e avaliados pela incidência da murcha-de-fusário, aos 21 dias após a inoculação (*IMF*).

Na obtenção das progênies de tomateiro resistentes a murcha-de-fusário, as plantas sobreviventes, sem sintomas aparentes da doença, foram transplantadas para canteiros de alvenaria (1,0x10,0 m) em condições de campo, para produção de sementes.

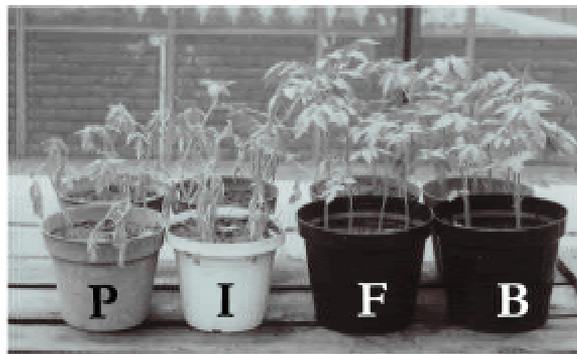
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Variabilidade de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Vinte e três culturas puras de *Fusarium* foram obtidas a partir de plantas de tomateiro com sintomas da murcha-de-fusário, oriundas de diferentes áreas de plantio dos municípios de Camocim de São Félix, Serra Talhada, S.J. do Belmonte, São Joaquim do Monte e Bonito, estado de Pernambuco. A identificação da espécie foi realizada com base nas observações das estruturas fúngicas presentes em microculturas e comparação com a literatura especializada, constatando-se que todos os isolados pertenciam à *F. oxysporum*.

Todos os isolados de *F. oxysporum* demonstraram patogenicidade quando inoculados em plantas de tomateiro da cultivar Ponderosa, permitindo caracterizá-los como *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, pois isolados saprófitas de *F. oxysporum* não podem ser distinguidos de isolados patogênicos, baseado apenas em características culturais e morfológicas, sendo essencial a realização de testes de patogenicidade (Booth, 1971; Burgess *et al.*, 1994).

A alta prevalência da raça 2 (Figura 1) de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* foi evidente entre os isolados obtidos de diferentes áreas do Agreste do Estado de Pernambuco, sendo detectada em 22 das 23 áreas analisadas, assemelhando-se ao verificado por Andrade *et al.* (2001). Apenas o isolado CA-4 foi caracterizado como pertencente à raça 1. Os isolados F-23 e F-27, utilizados respectivamente como padrões para virulência às raças 1 e 2 do patógeno, apresentaram as reações esperadas (Tabela 1).



**Figura 1.** — Reação de cultivares da série diferenciadora em relação ao isolado CA-1 (raça 2) de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. P = ponderosa (suscetível às raças 1 e 2), I = IPA-5 (resistente a raça 1 e suscetível à raça 2), F = floradade (resistente às raças 1 e 2) e B = BHRS-2,3 (resistentes às raças 1, 2 e 3).

**Tabela 1.** – Caracterização das raças dos isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* baseada na reação da série de germoplasma

Isolado <sup>a</sup>	Série <sup>b</sup>				Raça <sup>c</sup>	Isolado <sup>a</sup>	Série <sup>b</sup>				Raça <sup>c</sup>
	P	I	F	B			P	I	F	B	
CA-1	+	+	-	-	2	BO-2	+	+	-	-	2
CA-2	+	+	-	-	2	BO-3	+	+	-	-	2
CA-3	+	+	-	-	2	BO-4	+	+	-	-	2
CA-4	+	-	-	-	1	BO-5	+	+	-	-	2
CA-5	+	+	-	-	2	SJ-1	+	+	-	-	2
CA-6	+	+	-	-	2	SJ-2	+	+	-	-	2
CA-7	+	+	-	-	2	SJ-3	+	+	-	-	2
CA-8	+	+	-	-	2	SJ-4	+	+	-	-	2
CA-9	+	+	-	-	2	SJ-5	+	+	-	-	2
CA-10	+	+	-	-	2	SJ-6	+	+	-	-	2
ST-1	+	+	-	-	2	F-23	+	+	-	-	2
BE-1	+	+	-	-	2	F-27	+	-	-	-	1
BO-1	+	+	-	-	2						

<sup>a</sup> Isolados com a sigla CA são oriundos de Camocim de São Félix (PE), ST de Serra Talhada, BE de Belmonte, BO de Bonito e SJ de São Joaquim, enquanto com sigla F foram fornecidos pelo Centro Nacional de Pesquisa em Hortaliças (CNPH-EMBRAPA, Brasília - DF). + = presença de sintomas ; - = ausência de sintomas.

<sup>b</sup> Série de germoplasma diferenciadora constituída pelas cultivares: P = Ponderosa, I = IPA-5, F = Floradade e B = BHRS 2,3 (Santos et al., 1993).

<sup>c</sup> Raça determinada conforme a reação na série diferenciadora (Santos et al., 1993).

Considerando-se que a maioria dos isolados obtidos foram oriundos de plantas da cultivar Santa Clara, a constatação da alta prevalência da raça 2, em relação à raça 1, pode ser devido a possível pressão de seleção exercida por esta cultivar em relação às raças do patógeno, devido ao uso maciço desta cultivar nas áreas de plantio. No Estado de São Paulo, Kurozawa & Pavan (1982) verificaram que a utilização da cultivar de tomateiro Ângela, resistente à raça 1, permitiu a seleção da raça 2, com esta passando a se sobressair, em detrimento da primeira.

Embora a cultivar Santa Clara seja considerada resistente à raça 1 de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Kurozawa & Pavan, 1997), o isolado C-4A foi originalmente obtido desta cultivar e caracterizado como pertencente à raça 1. Tal fato pode estar relacionado com a ocorrência de segregação nas sementes, como observado por Juliatti et al. (1994) em relação à presença de plantas doentes da cultivar Santa Clara quando inoculadas com isolados da raça 1 do patógeno.

A resistência completa verificada em cultivares de tomateiro impede o crescimento e a reprodução do patógeno (Shew & Shew, 1994), entretanto, a identificação de raças de *F. oxysporum* através de cultivares diferenciadoras pode ser fortemente influenciada pelas condições do ambiente, seleção e número de cultivares, virulência e agressividade do isolado, tipo e densidade do inóculo, critério de classificação de raça e idade do hospedeiro (Windels, 1991). Portanto, não se pode descartar a influência destes fatores sobre os resultados da caracterização de raça, como verificado por Swanson & Van Gundy (1985) no patossistema *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* x *Vigna unguiculata*, onde fatores ambientais como a temperatura e umidade foram responsáveis por mudanças nas reações de resistência e/ou suscetibilidade das cultivares diferenciadoras de caupi às raças 1, 2 e 3 do patógeno.

Foram constatadas diferenças significativas entre os isolados do patógeno (Tabela 2) quando considerados os componentes epidemiológicos separadamente. Tomando-se a incidência da murcha-de-fusário, foi possível a separação dos isolados em dois grupos, igualmente ao número de grupos obtidos quando considerada a área abaixo da curva de progresso da doença (Tabela 2). Os isolados CA-1, CA-3, CA-7, CA-8, BO-1, SJ-4 e SJ-6 incitaram maiores níveis de incidência da murcha-de-fusário, diferindo significativamente dos isolados BE-1, SJ-1 e SJ-3 que induziram menores níveis de *IMF*. Em relação a área abaixo da curva de progresso da doença, os isolados CA-1 e CA-3 propiciaram os maiores valores, diferindo significativamente dos isolados ST-1, BE-1, BO-3, BO-5 e SJ-3 que causaram os menores valores para a *AACPD*.

Em relação à taxa de progresso da doença (*k*), foram constatadas diferenças significativas entre os isolados do patógeno, sendo possível a separação de três grupos (Tabela 2). Os isolados CA-2 e SJ-4 constituíram o grupo de maior taxa de progresso da doença, diferindo significativamente dos demais isolados.

Os níveis de incidência da murcha-de-fusário e os valores da área abaixo da curva de progresso e da taxa de progresso da doença observados indicam a ocorrência de variações nestes componentes epidemiológicos entre os isolados de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* oriundos do Agreste de Pernambuco, assemelhando-se ao verificado neste (Andrade *et al.*, 2001) e em outros patossistemas (Amorim, 1984; Larkin *et al.*, 1990; Fiely *et al.*, 1995; Löffler *et al.*, 1995). Essas variações podem também ser decorrentes da origem geográfica ou de diferenças nos hospedeiros (cultivar) a partir dos quais foram obtidos os isolados, o que em certos casos, repercute no nível de virulência ou de agressividade (Rapilly, 1991).

**Tabela 2.** - Variabilidade de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* oriundos diferentes localidades do Estado de Pernambuco baseada em componentes epidemiológicos, representados pela incidência da murcha-de-fusário (IMF), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e taxa de progresso (k) da doença

Isolado	Município	IMF (%) <sup>a</sup>	AACPD <sup>b</sup>	k <sup>c</sup>
CA-1	Camocim de São Félix	100,00d a	1.837,5 a	0,1185 b
CA-2	Camocim de São Félix	68,75 a	1.709,4 a	0,1810 a
CA-3	Camocim de São Félix	87,50 a	1.831,2 a	0,0677 c
CA-4	Camocim de São Félix	62,50 a	1.490,6 b	0,0260 c
CA-5	Camocim de São Félix	63,50 a	1.396,0 b	0,0269 c
CA-6	Camocim de São Félix	43,75 b	1.540,6 b	0,1003 b
CA-7	Camocim de São Félix	87,50 a	1.796,9 a	0,1247 b
CA-8	Camocim de São Félix	87,50 a	1.753,1 a	0,0611 c
CA-9	Camocim de São Félix	75,00 a	1.759,4 a	0,0438 c
CA-10	Camocim de São Félix	50,00 b	1.606,2 a	0,0737 c
ST-1	Serra Talhada	42,60 b	1.296,9 b	0,0276 c
BE-1	Belmonte	40,00 b	1.356,0 b	0,0126 c
BO-1	Bonito	87,50 a	1.759,4 a	0,1237 b
BO-2	Bonito	75,00 a	1.606,2 a	0,0621 c
BO-3	Bonito	62,50 a	1.396,0 b	0,0707 c
BO-4	Bonito	63,50 a	1.606,2 a	0,0264 c
BO-5	Bonito	50,00 b	1.296,9 b	0,0299 c
SJ-1	São Joaquim do Monte	41,20 b	1.540,6 b	0,0296 c
SJ-2	São Joaquim do Monte	63,50 a	1.490,6 b	0,0543 c
SJ-3	São Joaquim do Monte	43,75 b	1.396,9 b	0,0456 c
SJ-4	São Joaquim do Monte	87,50 a	1.759,4 a	0,1806 a
SJ-5	São Joaquim do Monte	75,00 a	1.606,2 a	0,0511 c
SJ-6	São Joaquim do Monte	87,50 a	1.753,1 a	0,1345 b

<sup>a</sup> Incidência da murcha-de-fusário aos 21 dias após a inoculação.

<sup>b</sup> Área abaixo da curva de progresso da doença, calculada conforme Shaner & Finney (1977).

<sup>c</sup> Taxa de progresso da doença estimada por regressão linear simples, tendo a proporção da incidência diária da doença (dados originais) como variável dependente e o tempo em dias após a inoculação como variável independente (Campbell & Madden, 1990).

<sup>d</sup> Média de quatro repetições. Médias seguidas pela mesma letra no sentido vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

As elevadas áreas abaixo das curvas de progresso da murcha-de-fusário do tomateiro observadas neste estudo não encontram similares em outros patossistemas, muito provavelmente devido a diferenças no tempo de avaliação e às características inerentes ao patossistema, pois cada epidemia apresenta suas particularidades (Campbell & Madden, 1990). Por outro lado, as taxas de progresso (*k*) da doença

( $0,0264 \leq k \leq 0,1810$  y/dia), obtidas pela regressão linear simples dos dados originais da incidência, foram semelhantes às taxas verificadas em outros patossistemas envolvendo fitopatógenos habitantes do solo (Campbell & Pennypacker, 1980; Pfender & Hagedorn, 1983; Nelson *et al.*, 1989).

### 3.2. Avaliação da resistência de tomateiros à murcha-de-fusário

Na avaliação das reações de cultivares de tomateiro em relação à resistência à murcha-de-fusário, foram constatadas variações significativas entre as cultivares, entre os isolados e nas interações cultivares x isolados (Tabela 3). A incidência da murcha-de-fusário nas cultivares de tomateiro avaliadas variou bastante, sendo comum cultivares apresentarem resistência à raça 1 e não à raça 2 do patógeno.

Todas as cultivares analisadas apresentaram plantas de tomateiro com sintomas de murcha-de-fusário, quando inoculadas com os isolados da raça 2 de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (CA-1 e F-23), excetuando as interações CA-1 x Rotan-4 e F-23 x BHRS-2,3. Apenas as cultivares TX 450-08, FLA-591, BHRS-2,3, Seculus e Rio Grande, evidenciaram resistência total aos isolados da raça 1 (F-27 e CA-4) (Tabela 3).

As cultivares Rotan-4, TX 450-08, FLA-591, Floradade, BHRS-2,3, Seculus e Rio Grande, que possuem genes de resistência à raça 2 do patógeno, além de evidenciarem resistência ao isolado da raça 1, apresentaram reduzidos níveis de incidência da murcha-de-fusário na maioria das interações com os isolados da raça 2 do patógeno (Tabela 3). Fatos semelhantes foram constatados por Juliatti *et al.* (1994) e Andrade *et al.* (2000) quando inocularam isolados dessa raça em cultivares de tomateiro com genes de resistência à respectiva raça. As cultivares Ponderosa, Ourovivo, Caline IPA-6-38, Caline IPA-6-37 e Viradoro evidenciaram níveis acima de 70% para este componente epidemiológico na interação com os isolados do patógeno (Tabela 3).

Os menores valores de área abaixo da curva de progresso da doença foram apresentados pelas cultivares BHRS-2,3, TX 450-08 e Rotan-4 (AACPD média = 1,25 a 7,50) em relação a todos os isolados, enquanto valores elevados foram obtidos nas cultivares Ponderosa, Caline IPA-6-38 e Viradoro (AACPD média = 848,75 a 1200,6) (Tabela 4). As elevadas áreas abaixo das curvas de progresso da murcha-de-fusário do tomateiro observadas neste estudo foram similares às evidenciadas nesse (Andrade *et al.*, 2000) e em outros patossistemas (Johnson *et al.*, 1986; Burpee, 1992),

**Tabela 3.** - Incidência da murcha-de-fusário (ymáx)<sup>1</sup> em cultivares de tomateiro, causada por isolados raça 1 e 2 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

Cultivar	Isolados <sup>2</sup>			
	F-27	CA-4	F-23	CA-1
Rotan-4	0,00 f A	6,67 f A	13,33 fg A	0,00 k A
TSW-10	0,00 f B	10,00 f B	20,00 efg AB	33,33 efg hij A
GEM PRIDE	0,00 f B	20,00 ef AB	33,33 cdef A	30,00 fghijk A
TX 450-02	30,00 cdef A	43,33 de A	50,00 bcde A	40,00 defghi A
TX 450-08	0,00 f A	0,00 f A	6,67 fg A	10,00 ijk A
VIRADORO	60,00 bc B	73,33 abcd AB	76,67 ab AB	83,33 abc A
RX5293FG	36,67 cde A	43,33 de A	50,00 bcde A	46,67 defgh A
LA3473	10,0 ef C	53,33 cd AB	33,33 cdef B	56,67 cdefg A
TX 468-1	36,67 cde C	86,67 ab A	73,33 ab AB	60,00 cdef B
PONDEROSA	96,67 a A	93,33 ab A	93,33 a A	96,67 ab A
OUROVIVO	76,67 ab A	76,67 abc A	93,33 a A	96,67 ab A
BELMONTE	13,33 def A	13,33 ef A	26,67 defg A	33,33 efg hij A
FLA-438	0,00 f A	20,00 ef A	3,33 fg A	16,67 hijk A
FLA-591	0,00 f B	0,00 f B	6,67 fg AB	26,67 ghijk A
K-7615	16,67 def B	66,67 bcd A	70,00 ab A	63,33 cde A
FLA-7421	13,33 def B	70,00 abcd A	56,67 bcd A	23,33 hijk B
CALINE IPA-6-N	23,33 def B	73,33 abcd A	60,00 bc A	66,67 bcd A
CALINE IPA-6-37	20,00 def B	100,00 a A	93,33 a A	83,33 abc A
CALINE IPA-6-38	43,33 cd B	90,00 ab A	96,67 a A	100,00 a A
FLORADADE	3,33 f A	6,67 f A	10,00 fg A	6,67 jk A
BHRS-2,3	0,00 f A	0,00 f A	0,00 g A	3,33 jk A
SECULUS	0,00 f A	0,00 f A	13,33 fg A	6,67 jk A
RIO GRANDE	0,00 f A	0,00 f B	10,00 fg A	13,33 ijk A

<sup>1</sup> Incidência ao final de 21 dias de avaliação. Médias de 6 repetições. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Isolado CA-4 E F-27, pertencentes à raça 1. Isolados CA-1 e F-23, pertencentes à raça 2.

no entanto, devem ser consideradas as condições inerentes ao patossistema, pois cada epidemia apresenta suas particularidades (Campbell & Madden, 1990).

O ajuste dos modelos de regressão com os dados da incidência ( $y$ ) da murcha-de-fusário não transformados ou transformados para  $\ln(y)$ ,  $\text{monit}(y)$ ,  $\text{logit}(y)$  e  $\text{gompit}(y)$ , em relação as cultivares e os isolados analisados, foram comparados em

**Tabela 4.** - Área abaixo da curva de progresso<sup>1</sup> da murcha-de-fusário em cultivares de tomateiro, causadas por isolados raça 1 e 2 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

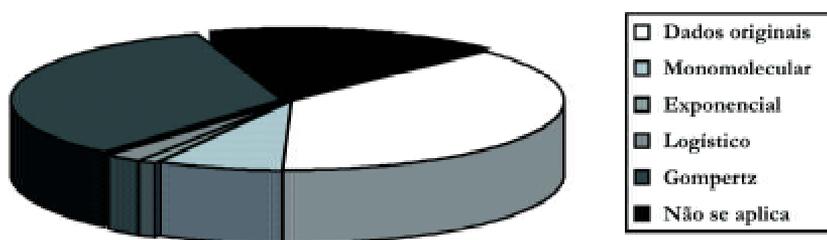
Cultivar	Isolados <sup>2</sup>			
	F-27	CA-4	F-23	CA-1
Rotan-4	0,0 d A	10,0 j A	20,0 ij A	0,0 i A
TSW-10	0,0 d A	15,0 j A	140,0 fghij A	210,0 fghi A
GEM PRIDE	0,0 d B	180,0 hij AB	230,0 efghij AB	265,0 fghi A
TX 450-02	255,0 cd A	375,0 efghi A	365,0 defgh A	230,0 fghi A
TX 450-08	0,0 d A	0,0 j A	10,0 ij A	15,0 hi A
VIRADORO	640,0 b B	840,0 abcd AB	905,0 bc A	885,0 cd AB
RX5293FG	215,0 cd A	265,0 ghij A	285,0 defghij A	280,0 fghi A
LA3473	85,0 d B	320,0 fghij AB	220,0 efghij AB	345,0 fgh A
TX 468-1	255,0 cd B	610,0 cdef A	590,0 cd A	410,0 ef AB
PONDEROSA	1.205,0 a A	1170,0 a A	1.330,0 a A	1.335,0 ab A
OUROVIVO	805,0 b BC	595,0 cdefg C	900,0 bc AB	1.095,0 bc A
BELMONTE	150,0 d AB	60,0 ij B	350,0 defghi A	240,0 fghi AB
FLA-438	0,0 d B	220,0 hij AB	45,0 ghij AB	275,0 fghi A
FLA-591	0,0 d B	0,0 j B	70,0 ghij B	380,0 efg A
K-7615	115,0 d C	510,0 defgh B	530,0 de B	805,0 cd A
FLA-7421	180,0 d A	395,0 efghi A	385,0 defg A	255,0 fghi A
CALINE IPA-6-N	225,0 cd B	680,0 bcde A	430,0 def B	790,0 cd A
CALINE IPA-6-37	100,0 d C	1010,0 ab A	950,0 b AB	705,0 de B
CALINE IPA-6-38	535,0 bc C	865,0 abc B	1.005,0 ab B	1.520,0 a A
FLORADADE	15,0 d A	10,0 j A	15,0 ij A	10,0 hi A
BHRS-2,3	0,0 d A	0,0 j A	0,0 j A	5,0 hi A
SECULUS	0,0 d A	0,0 j A	40,0 hij A	40,0 ghi A
RIO GRANDE	0,0 d A	0,0 j A	65,0 ghij A	60,0 ghi A

<sup>1</sup> Calculada segundo Shaner & Finney (1977). Médias de 6 repetições. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>2</sup> Isolado CA-4 E F-27, pertencentes à raça 1. Isolados CA-1 e F-23, pertencentes à raça 2.

termos de coeficiente de determinação e do quadrado médio do resíduo. Um total de 92 curvas de progresso da incidência da murcha-de-fusário do tomateiro foram analisadas. Com um mesmo modelo não foi possível obter o melhor ajuste dos dados de progresso da incidência da doença para todas as interações patógeno-

hospedeiro. Como os parâmetros da curva de progresso não podem ser comparados utilizando-se diferentes transformações (Campbell & Madden, 1990), os dados originais não transformados da incidência ( $y$ ) da murcha-de-fusário, que permitiram uma boa descrição do progresso na maioria dos casos (Figura 2), foram selecionados para comparar as taxas de crescimento da doença nas cultivares analisadas.



**Figura 2.** — Porcentagem de ajuste dos modelos de regressão às curvas de progresso da murcha-de-fusário do tomateiro, com dados da incidência ( $y$ ) da doença não transformados ou transformados em  $\ln(y)$  (Exponencial),  $\text{monit}(y)$  (Monomolecular),  $\text{logit}(y)$  (Logístico) e  $\text{gompit}(y)$  (Gompertz).

Em relação às taxas de progresso da murcha-de-fusário do tomateiro obtidas pela regressão dos dados transformados para  $\text{gompit}(y)$ , nas interações entre cultivares e isolados, a cultivar BHRS-2,3 apresentou a menor taxa de progresso da doença em relação a todos os isolados, sendo a maior obtida pela cultivar Ponderosa (Tabela 5). Considerando os dados originais de incidência ( $y$ ), as taxas médias de progresso da incidência da murcha-de-fusário do tomateiro ( $0,0002 \leq k \leq 0,0469$ ) foram semelhantes as encontradas em outros patossistemas (Carmo *et al.*, 1994; Farrera, 1994; Maffia & Berger, 1995). Há que se considerar o “genius epidemicus” (Gäumann, 1950), ou seja, cada epidemia tem suas particularidades. Além disso, a adoção de um modelo único para descrever epidemias permite a comparação dos resultados no estudo realizado, enquanto transformações inadequadas, em alguns casos, podem não refletir verdadeiramente as taxas de progresso da epidemia, impossibilitando analogias entre diferentes patossistemas.

Do total de 250 plantas oriundas do cruzamento entre a cultivar IPA-6 e Rotan-4 (bulk) do programa de melhoramento genético do tomateiro, da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, inoculadas com *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, observou-se ao final de 21 dias (período de avaliação) 68 plantas sadias (28,0%), ou seja, sem sintomas da murcha-de-fusário (Figura 3). Entretanto, foram selecionadas 25 plantas que apresentaram maior vigor vegetativo e melhor estado

**Tabela 5.** - Taxas de crescimento (k)<sup>1</sup> da murcha-de-fusário em cultivares de tomateiro inoculadas com isolados pertencentes às raças 1 e 2 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*

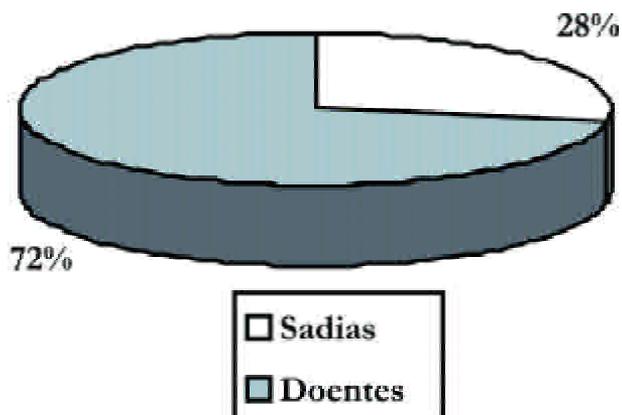
Cultivar	Isolados <sup>2</sup>			
	F-27	CA-4	F-23	CA-1
Rotan-4	0,000 g A	0,001 k A	0,003 ij A	0,000 i A
TSW-10	0,000 g B	0,002 k B	0,009 hij AB	0,016 defgh A
GEM PRIDE	0,000 g B	0,011 hijk A	0,015 fghi A	0,016 defg A
TX 450-02	0,016 cdef A	0,024 fghi A	0,026 defg A	0,018 cdef A
TX 450-08	0,000 g A	0,000 k A	0,001 ij A	0,002 ghi A
VIRADORO	0,027 bc B	0,036 bcdefg AB	0,040 abcd A	0,040 ab A
RX5293FG	0,017 cde A	0,021 ghij A	0,022 efgh A	0,022 cde A
LA3473	0,006 efg B	0,025 efgh A	0,016 fghi AB	0,027 bcd A
TX 468-1	0,019 cde C	0,043 abcd A	0,038 abcd AB	0,028 bcd BC
PONDEROSA	0,052 a A	0,045 abc A	0,042 abc A	0,046 a A
OUROVIVO	0,036 b B	0,040 abcde AB	0,051 a A	0,048 a A
BELMONTE	0,006 efg A	0,006 jk A	0,012 ghij A	0,016 defg A
FLA-438	0,000 g A	0,010 ijk A	0,001 ij A	0,005 fghi A
FLA-591	0,000 g B	0,000 k B	0,003 ij AB	0,012 defghi A
K-7615	0,008 defg B	0,029 defg A	0,034 bcde A	0,033 abc A
FLA-7421	0,007 defg B	0,035 cdefg A	0,027 defg A	0,010 efghi B
CALINE IPA-6-N	0,011 defg B	0,037 bcdef A	0,029 cdef A	0,032 abc A
CALINE IPA-6-37	0,009 defg B	0,054 a A	0,045 ab A	0,044 a A
CALINE IPA-6-38	0,022 bcd B	0,051 ab A	0,049 ab A	0,042 ab A
FLORADADE	0,001 fg A	0,001 k A	0,002 ij A	0,002 ghi A
BHRS-2,3	0,000 g A	0,000 k A	0,000 j A	0,001 hi A
SECULUS	0,000 g A	0,000 k A	0,004 ij A	0,003 fghi A
RIO GRANDE	0,000 g A	0,000 k A	0,005 ij A	0,006 fghi A

<sup>1</sup> Obtida pela regressão de dados originais da incidência da doença, ou seja, não transformadas. Médias de 6 repetições.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

<sup>2</sup> Isolado CA-4 E F-27, pertencentes à raça 1. Isolados CA-1 e F-23, pertencentes à raça 2.

fitossanitário geral, as quais originaram as progênies que serão utilizadas no programa de melhoramento genético do tomateiro do IPA.



**Figura 3.** — Percentual de plantas saudáveis obtidas no teste de progênies de tomateiro

A avaliação contínua da resistência é uma importante ferramenta durante os processos de identificação de novos genótipos resistentes, de transferência de genes entre cultivares (Santos *et al.*, 1993), bem como na manutenção da resistência dessas cultivares, permitindo a estabilidade por um longo período de tempo e contribuindo para o sucesso da utilização desses materiais em programas de manejo integrado de doenças (Juliatti *et al.*, 1994).

Os resultados indicaram o grande potencial de utilização das cultivares BHRS-2,3, Floradade, Rio Grande, Secullus, Rotan-4 e TX 450-08 em programas de manejo integrado da murcha-de-fusário do tomateiro. Entretanto, há necessidade de novos estudos visando a obtenção de genótipos com resistência à murcha-de-fusário do tomateiro e testes de progênies em futuros cruzamentos utilizando estas cultivares.

#### 4. CONCLUSÕES

Existe alta prevalência da raça 2 em relação a raça 1 de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*, em plantios da região Agreste e Sertão do Estado de Pernambuco. No entanto, variabilidade maior entre isolados do patógeno foi observada quando estudados os componentes epidemiológicos. Este fato deve ser levado em consideração em futuros estudos envolvendo esse patossistema. As cultivares BHRS-2,3, Floradade, Rio Grande, Secullus, Rotan-4 e TX 450-08, apresentaram-se como as mais resistentes às raças do patógeno, sendo portanto indicadas para o melhoramento genético da planta visando resistência a doença.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, L. Contribution à l'analyse des épidémies de la tavelure du pommier. Stabilité des résistances génétiques de l'hôte et valeur adaptative des pathotypes. (Thèse Doctorado) Paris. Université Paris-Sud Orsay. 1984.

ANDRADE, D.E.G.T. & MICHEREFF, S.J. Incidência da murcha-de-fusário do tomateiro no Agreste de Pernambuco e determinação do tamanho da amostra para quantificação da doença. *Fitopatologia Brasileira* 25:36-41. 2000.

ANDRADE, D.E.G.T., MARTINS, R.B. & MICHEREFF, S.J. Avaliação de cultivares de tomateiro para resistência à raça 2 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Summa Phytopathologica* 26:416-421. 2000.

ANDRADE, D.E.G.T., MICHEREFF, S.J. & MENEZES, M. Variabilidade de isolados de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* da Região Agreste de Pernambuco. *Summa Phytopathologica* 27:224-228. 2001.

ARMSTRONG, G.M. & ARMSTRONG, J.K. Nonsusceptible hosts as carriers of wilt fusaria. *Phytopathology* 38:808-826. 1948.

BERGER, R.D. Comparison of the Gompertz and logistic equations to describe plant disease progress. *Phytopathology* 71:716-719. 1981.

BOOTH, C. The genus *Fusarium*. Kew. Commonwealth Mycological Institute. 1971.

BURGESS, L.W., SUMMERELL, B.A., BULLOCK, S., GOTT, K.P. & BACKHOUSE, D. Laboratory manual for *Fusarium* research. 3rd ed. Sidney. University of Sidney. 1994.

BURPEE, L.L. Assessment of resistance to *Rhizoctonia solani* in tall fescue based on disease progress and crop recovery. *Plant Disease* 76:1065-1068. 1992.

CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. Introduction to plant disease epidemiology. New York. John Wiley & Sons. 1990.

CAMPBELL, C.L. & PENNYPACKER, S.P. Distribution of hipocotyl rot caused in snapbean by *Rhizoctonia solani*. *Phytopathology* 70:521-525. 1980.

CARMO, M.G.F., MAFFIA, L.A., HALLER, M.C.P. & ARAÚJO, G.A.A. Progresso e disseminação da ferrugem do feijoeiro nos sistemas de monocultivo e de consórcio com o milho. *Fitopatologia Brasileira* 19:413-419. 1994.

CASTELLANI, A. The "water cultivation" of pathogenic fungi. *Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 66:283-286. 1963.

FARRERA, P.R.E. Comparación de las funciones monomolecular, logística y gompertz para describir el desarrollo de la roya del café. *Fitopatología Venezolana* 7:36-41. 1994.

FIELY, M.B., CORRELL, J.C. & MORELOCK, T.E. Vegetative compatibility, pathogenicity, and virulence diversity of *Fusarium oxysporum* recovered from spinach. *Plant Disease* 79:990-993. 1995.

GÄUMANN, E. Principles of plant infection. London. Crosby Lockwood & Son. 1950.

JOHNSON, C.S., BEUTE, M.K. & RICKER, M.D. Relationship between components of resistance and disease progress of early leaf spot on Virginia-type peanut. *Phytopathology* 76:495-499. 1986.

JULIATTI, F.C., PEREIRA, J.J., MALUF, W.R., RODRIGUES, E.J.R. & LIMA, J.V.O. Avaliação e identificação de genótipos de tomateiro como diferenciais para as raças de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Fitopatologia Brasileira* 19:546-551. 1994.

KUROZAWA, C. & PAVAN, M.A. Distribuição de raças fisiológicas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (WR) Snyder & Hansen no Estado de São Paulo. *Summa Phytopathologica* 8:153-160. 1982.

KUROZAWA, C. & PAVAN, M.A. Doenças do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). In: Kimati, H., Amorim, L., Bergamin Filho, A., Camargo, L.E.A. & Rezende, J.A.M. (Eds.) Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. 3. ed. São Paulo. Editora Agronômica Ceres. 1997. pp.690-719.

KUSHALAPPA, A.C., SANTOS, D.P., AKUTSU, M., LUDWIG, A. & EUCLIDES, R.F. Patterns of host growth and rust progress curves in bean and coffee. *Fitopatologia Brasileira* 9:45-49. 1984.

LARKIN, R.P., HOPKINS, D.L. & MARTIN, F.N. Vegetative compatibility within *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* and its relationship to virulence, aggressiveness, and race. *Canadian Journal of Microbiology* 36:352-358. 1990.

LILLY, V.G. & BARNETT, H.C. Physiology of fungi. New York. McGraw-Hill. 1951.

LÖFFLER, H.J.M., STRAATHORF, T.P., MOURIS, J.R. & BAAYEN, R.P. Durability of resistance in lily to basal rot: evaluation of virulence and aggressiveness among isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lilii*. *European Journal of Plant Pathology* 101:261-271. 1995.

LOPES, C.A. & SANTOS, J.R.M. Doenças do tomateiro. Brasília. EMBRAPA-CNPQ/SPI. 1994.

MAFFIA, L.A. & BERGER, R.D. Models of plant disease epidemics. I. Progress of bean rust over time. *Fitopatologia Brasileira* 20:422-428. 1995.

MELO, P.C.T., FERRAZ, E. & WANDERLEY, L.J.G. Cultivo do tomate industrial em Pernambuco. Recife. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. 1984.

MENEZES, M. & SILVA-HANLIN, D.M.W. Guia prático para fungos fitopatogênicos. Recife. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1997.

NELSON, B.D., HERTSGAARD, D.M. & HOLLEY, R.C. Disease progress of sclerotinia wilt of sunflower at varying plant populations, inoculum densities, and environments. *Phytopathology* 79:1358-1363. 1989.

NELSON, P.E. Life cycle and epidemiology *Fusarium oxysporum*. In: Mace, M.E., Bell, A.A. & Beckman, C.H. (Eds.) Fungal wilt diseases of plants. New York. Academic Press. 1981. pp.51-80.

NELSON, P.E., TOUSSOUN, T.A. & MARASAS, W.F.O. *Fusarium* species: an illustrated manual for identification. New York. Pennsylvania State University Press. 1983.

PFENDER, W.F. & HAGEDORN, D.J. Disease progress and yield loss in *Aphanomyces* root rot of peas. *Phytopathology* 73:1109-1113. 1983.

RAPILLY, F. L'épidémiologie en pathologie végétale: mycoses aériennes. Paris. Institut National de la Recherche Agronomique. 1991.

RIKER, A.J. & RIKER, R.S. Introduction to research on plant diseases. St. Louis. John S. Swift. 1936.

SANTOS, J.R.M., LOPES, C.A. & LIMA, B.J.C. Cultivares de tomateiro diferenciadoras de raças de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Horticultura Brasileira* 11:27-29. 1993.

SHANER, G. & FINNEY, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology* 67:1051-1056. 1977.

SHEW, H.D. & SHEW, B.B. Host resistance. In: Campbell, C.L. & Benson, D.M. (Eds.) Epidemiology and management of root diseases. Heidelberg. Springer-Verlag. 1994. pp.244-275.

SWANSON, T.A. & VAN GUNGY, S.D. Influences of temperature and plant age on differentiation of races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* on cowpea. *Plant Disease* 69:779-781. 1985.

VANDERPLANK, J.E. Plant diseases: epidemics and control. New York. Academic Press. 1963.

WINDELS, C.E. Current status of *Fusarium* taxonomy. *Phytopathology* 81:1048-1051. 1991.