

**ADRIANE VIEIRA REIS**

**REAÇÃO DE CULTIVARES E PROGÊNIES DE TOMATEIRO A DOIS ISOLADOS  
(BIOVARES I E III) DE *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Smith EM CONDIÇÕES  
DE CASA DE VEGETAÇÃO.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitossanidade, para obtenção do título de "Mestre".

**Orientador**

Prof. RICARDO MAGELA DE SOUZA

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1996

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da  
Biblioteca Central da UFLA

Reis, Adriane Vieira

Reação de cultivares e progênies de tomateiro a dois isolados  
(Biovars I e III) de Pseudomonas solanacearum (Smith) Smith,  
em condições de casa de vegetação / Adriane Vieira Reis. -- Lavras :  
UFLA, 1966.

44p. : il.

Orientador: Ricardo Magela de Souza.  
Dissertação (Mestrado) - UFLA.  
Bibliografia.

1. Tomate - Bacteria - Resistência. 2. Parâmetro Genético. 3. Doença.  
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.642932

ADRIANE VIEIRA REIS

REAÇÃO DE CULTIVARES E PROGÊNIES DE TOMATEIRO A DOIS ISOLADOS  
(BIOVARES I E III) DE *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Smith EM CONDIÇÕES  
DE CASA DE VEGETAÇÃO.

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitossanidade, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 30 de agosto de 1996.



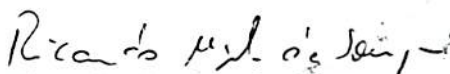
Prof. Dr. João Bosco dos Santos



Prof. Dr. Hilário Antônio de Castro



Prof. Dr. Vicente Paulo Campos



Prof. Dr. Ricardo Magela de Souza  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS:

À Deus por estar presente em todos os momentos e por mais esta conquista;

Aos meus pais José Alves Vieira Ribeiro Reis e Nídia Barbosa Vieira Reis pelo amor, incentivo e amizade em todos os passos da minha vida;

Aos meus irmãos José Vieira e Cristiane pelo carinho e amizade;

Ao grande amor Alessandro Cruvinel Fidelis por todo o apoio, amizade, paciência e companheirismo na execução deste trabalho;

Ao professor e amigo Ricardo Magela de Souza pela orientação e amizade;

Aos professores Hilário Antônio de Castro, Vicente Paulo Campos e João Bosco dos Santos pelas sugestões dadas para enriquecimento deste trabalho;

Ao professor Márcio Antônio da Silveira pelos materiais genéticos e sugestões;

Aos demais professores pelos ensinamentos e amizade;

Aos funcionários e amigos do Depto.: Eliana, Di Lourdis, Ana Maria, Psida, Eloísa, Carlos, Milton, Lisiane;

Aos colegas e amigos: Ângela, Eduardo, Samara, Jamilson, Leonardo, Gilma, Edson, Vera, Renata, Helga, Reisilane, Juliana, Adriana, Leimi, Luciana, Cátia, Laura, Kleber, Murillo, Douglas, Zilá, Regina, Gina, Luciano, Jorge.

À Universidade Federal de Lavras e ao Depto. de Fitossanidade pela oportunidade de realização deste trabalho;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa;

Aos amigos que conquistei nesta etapa e aos de sempre pelo apoio e amizade.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURA.....	viii
RESUMO.....	ix
SUMMARY.....	xi
1.INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1 A murcha bacteriana.....	03
2.2 Identificação da bactéria.....	05
2.3 Tolerância e efeito do ambiente no desenvolvimento da doença.....	06
2.4 Sobrevivência da bactéria.....	07
2.5 Controle da murcha bacteriana.....	08
2.6 Resistência à <i>P. solanacearum</i> .....	08
2.7 Métodos de inoculação.....	12
2.8 Avaliação da reação.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Local.....	16
3.2 Obtenção de isolados de <i>Pseudomonas solanacearum</i> .....	16
3.3 Obtenção das progênies.....	17



3.4 Genótipos utilizados.....	18
3.5 Avaliação de F <sub>4</sub> e F <sub>5</sub> quanto a resistência à <i>P. solanacearum</i> .....	18
3.5.1 Preparo das mudas.....	19
3.5.2 Delineamento experimental.....	19
3.5.3 Preparo do inóculo.....	19
3.5.4 Técnica de inoculação.....	20
3.5.5 Avaliação.....	20
3.6 Análise dos dados.....	21
3.6.1 Cálculo da área sob a curva de progresso da doença.....	21
3.6.2 Análise dos dados.....	22
3.6.3 Estimativa da herdabilidade da resistência à murcha bacteriana.....	22
3.6.4 Estimativa da herdabilidade realizada.....	23
3.6.5 Estimativa do progresso genético (Gs).....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Área sob a curva de progresso da doença.....	25
4.2 Virulência dos isolados de <i>Pseudomonas solanacearum</i> .....	25
4.3 Análise de variância.....	27
4.4 Análise dos materiais genéticos, de acordo com a geração testada.....	27
4.5 Análise da reação das progênes da geração F <sub>4</sub> , aos isolados de <i>P. solanacearum</i> (biovars 1 e 3).....	28
4.6 Análise da reação das progênes da geração F <sub>5</sub> , aos isolados de <i>P. solanacearum</i> (biovars 1 e 3).....	30
4.7 Estimativa da herdabilidade da reação das gerações F <sub>4</sub> e F <sub>5</sub> para os isolados de <i>P. solanacearum</i> pertencentes ao biovar 1.....	32
4.8 Estimativas do progresso genético com a seleção, baseadas na reação ao isolado IT <sub>3</sub> (biovar 1) de <i>P. solanacearum</i> .....	33
4.9 Estimativa da herdabilidade da resistência e progresso genético através de seleção, utilizando-se a média das duas gerações de tomateiros avaliadas.....	34
5 CONCLUSÕES.....	35

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....36**

**ANEXOS.....42**

## LISTA DE TABELAS

TABELAS		página
1	Comportamento dos genótipos de tomate (geração F <sub>4</sub> ) aos biovares 1 e 3 de <i>P. solanacearum</i> , avaliado pela área sob a curva de progresso da doença.....	29
2	Comportamento dos genótipos de tomate (geração F <sub>5</sub> ) aos biovares 1 e 3 de <i>P. solanacearum</i> , avaliado pela área sob a curva de progresso da doença.....	31
1a	Resumo da análise de variância conjunta da área sob a curva de progresso da doença das populações de tomate (progênie + cultivares) avaliadas em F <sub>4</sub> e F <sub>5</sub> , relativa a reação a dois isolados de <i>Pseudomonas solanacearum</i> .....	43
2a	Resumo da análise da variância da área sob a curva de progresso da doença com as progênie de tomateiro da geração F <sub>4</sub> , em reação aos dois isolados de <i>Pseudomonas solanacearum</i> .....	43
2b	Resumo da análise da variância da área sob a curva de progresso da doença com as progênie de tomateiro da geração F <sub>5</sub> , em reação aos dois isolados de <i>Pseudomonas solanacearum</i> .....	43
3a	Resumo da análise conjunta de variância da área sob a curva de progresso da doença de população dentro de cada geração e de cada biovar nos efeitos de progênie, testemunhas e grupos.....	44



## LISTA DE FIGURA

FIGURA	página
1 Esquema para estimativa da área sob a curva de progresso da doença, ilustrado com a progênie BPX313# 1.1, da geração F <sub>4</sub> inoculada com o isolado IT <sub>3</sub> (biovar 1) de <i>P. solanacearum</i> , para o bloco A.....	22

## RESUMO

REIS, Adriane Vieira. **Reação de cultivares e progênies de tomateiro a dois isolados (biovars I e III) de *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Smith em condições de casa de vegetação.** Lavras: UFLA, 1996. 44p. (Dissertação - Mestrado em Fitossanidade)\*.

Avaliou-se em casa de vegetação, sob condições de temperatura entre 17 e 45°C, a resistência de progênies e cultivares de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a 2 isolados de *Pseudomonas solanacearum*, biovars 1 e 3, em inoculações através de imersão de raízes seccionadas em suspensão bacteriana. Avaliações foram feitas aos 8, 15 e 20 dias após a inoculação, estimando-se a área sob a curva de progresso da doença para cada parcela, a qual foi utilizada nas análises. O isolado pertencente ao biovar 1 foi mais agressivo que o isolado pertencente ao biovar 3. Quando as progênies BPX313C# 2.2, BPX313C# 18.2 e BPX313C# 9.2 foram inoculadas com o isolado do biovar 1, se comportaram como as testemunhas resistentes para ambas gerações avaliadas, apresentando boa resistência à murcha bacteriana. A resistência ao isolado pertencente ao biovar 3 não pode ser avaliada devido ao baixo índice de murcha bacteriana apresentado. As herdabilidades estimada em F<sub>4</sub> e realizada em F<sub>5</sub> em relação ao biovar 1 foram respectivamente 45,24 e

---

\* Orientador: Prof. Ricardo Magela de Souza. Membros da Banca: Prof. João Bosco dos Santos, Prof. Vicente Paulo Campos e Prof. Hilário Antônio de Castro.

24,39%, indicando a grande influência do ambiente na expressão da resistência pelas progênies avaliadas. O progresso genético realizado em  $F_5$  (0,84%) foi bem menor que o estimado em  $F_4$  (6,36%) confirmando a influência do ambiente na expressão da resistência. Por outro lado, procederam-se as estimativas de herdabilidade e progresso genético, utilizando-se as médias de  $F_4$  e  $F_5$ . Tais estimativas foram 63,41% e 5,55% respectivamente, sendo mais precisas que as obtidas para cada geração, implicando em maior chance de progresso com a seleção quando se fazem avaliações com maior número de repetições. Os resultados demonstram a influência do ambiente na expressão da resistência das progênies e sugerem resistência do tipo horizontal.

## SUMMARY

### REACTION OF TOMATO CULTIVARS AND PROGENIES TO *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Smith (BIOVARS I AND III) IN GREENHOUSE CONDITIONS.

It was evaluated the resistance of tomato cultivars and progenies to *P. solanacearum* isolates, biovars 1 and 3, under partially controlled temperature in greenhouse. Fifteen-day-old seedlings were inoculated by dipping roots technique. The plants were evaluated at 8, 15 and 20 days after inoculation, and area for disease progress was estimated. Biovar 1 was the most aggressive, and BPX313C# 2.2, BPX313C# 18.2 and BPX313C# 9.2 progenies in F<sub>4</sub> and F<sub>5</sub> performed as resistant cultivars. The resistance to biovar 3 was not evaluated due to low index of the bacterial wilt on tomatoes all that time. The heritability for resistance of tomato to biovar 1 of *P. solanacearum* was 45,24 (when estimated) and 24,39% (when calculated), respectively for generations F<sub>4</sub> e F<sub>5</sub>, indicating great environmental influence to the expression of the resistance of the progenies. The genetic progress in F<sub>5</sub> (0,84%) was lower than in F<sub>4</sub> (6,36%) which confirms the environmental influence on the tomato resistance expression. On the other hand, the heritability and genetic progress estimated using F<sub>4</sub> and F<sub>5</sub> means were 63,41 and 5,55% respectively, becoming more precise than the obtained for each generation, which implies in better chance for selection progress

when evaluation is done with greater number of replicates. Then, the results demonstrate the environmental influence and suggest the horizontal type resistance on tested tomato cultivars and progenies.

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do tomate, dentre as hortaliças, é a segunda mais importante, mundialmente, em aspectos econômicos (FAO, 1994). No mercado sul-americano, o Brasil possui a maior produção, seja para consumo *in natura* (tutorado ou envarado) ou industrial (rasteiro). Sendo assim, é a principal hortaliça cultivada correspondendo a 23% do total da produção (Camargo Filho e Mazzei, 1995). As maiores produções brasileiras estão nos estados de São Paulo, Pernambuco, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Goiás (IBGE, 1994). Entretanto, nos últimos anos, com o aumento da produção de tomate para indústria, tem havido um deslocamento de parte da produção para as regiões Centro-Oeste e Nordeste onde ainda são baixos os custos de produção (Camargo Filho e Mazzei, 1995).

Um dos fatores limitantes à cultura do tomatario, principalmente em regiões de clima quente, é a murcha bacteriana causada por *Pseudomonas solanacearum*, que está amplamente distribuída no Brasil e pode afetar várias outras culturas como batata, fumo, banana, berinjela, pimentão e amendoim. A doença se manifesta inicialmente por murcha acentuada dos folíolos mais velhos, seguida de murcha dos ponteiros. A evolução é rápida podendo ocorrer a morte da planta 2 a 4 dias depois do aparecimento de sintomas. Relatos da doença afetando várias culturas de

solanaceaes, indicam perdas da ordem de 25 a 75% em campo (Tokeshi e Carvalho, 1980; Sharma e Kumar, 1994)

Devido a dificuldade de controle da murcha bacteriana por métodos tradicionais comumente utilizados em outras fitodoenças, a utilização de cultivares resistentes surge como uma maneira viável economicamente de produção de tomate em áreas onde a doença já é problema. Por esta razão, certa prioridade tem sido dada para projetos de melhoramento no sentido de se reduzir os prejuízos. Fitopatologistas e melhoristas, com o intuito de obter material resistente, têm voltado sua atenção para a produção de novas cultivares e padronização de métodos para avaliação da resistência (Krausz e Thurston, 1975; Hayward, 1991; Martins, Takatsu e Reifschneider, 1994)

O conhecimento básico sobre os mecanismos e fontes de resistência do hospedeiro, faz-se necessário para proceder os programas de melhoramento. Vários materiais genéticos têm sido conseguidos com boa resistência em programas desenvolvidos em diversos locais, constatando-se boa herdabilidade para combinação de resistências. Em contrapartida, a grande maioria dos materiais avaliados apresenta frutos com baixo valor comercial, reduzido tamanho e desuniformidade, pois a herdabilidade para estes caracteres, em frutos com boa resistência à murcha é baixa, tendendo sempre para frutos menores (Acosta, Gilbert e Quinon, 1964; Krausz e Thurston, 1975; Grimault e Prior, 1993).

Este trabalho teve como principais objetivos:

- a) Avaliar a resistência de cultivares e progênies F<sub>4</sub> e F<sub>5</sub> de tomateiro em relação a dois isolados de *P. solanacearum* pertencentes aos biovars 1 e 3;
- b) Estimar parâmetros genéticos e selecionar as progênies mais promissoras.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A murcha bacteriana

A primeira descrição de uma bactéria causando murcha em plantas de tomate e batata foi feita no ano de 1896 por E. F. Smith, o qual a classificou como *Bacillus solanacearum*. Em 1914 uma nova classificação foi feita, passando esta bactéria a ser chamada de *Pseudomonas solanacearum* (Smith) Smith (Lucas, 1975).

Além do tomate, culturas de importância econômica como a batata, fumo, banana, amendoim, pimentão, berinjela e eucalipto têm sofrido grandes perdas com a murcha bacteriana (Robbs, Cruz e Rodrigues Neto, 1988; Hayward, 1991).

A doença manifesta-se inicialmente com murcha acentuada dos folíolos mais velhos passando para toda a planta, podendo chegar à morte rapidamente, dependendo da agressividade do patógeno e das condições ambientais (Tokeshi e Carvalho, 1986). Como sintomas externos além da murcha, que é causada pela translocação via xilema de substâncias extracelulares da bactéria, com entupimento e rompimento dos vasos do xilema, o escurecimento dos tecidos pela ação de enzimas celulolíticas e pectíca, podendo ocorrer o amarelecimento e necrosamento das folhas devido a falta de nutrientes e água, bem como a epinastia pelo aumento de ácido indol acético (AIA) e etileno. O aparecimento de raízes adventícias possivelmente

ocorre devido ao aumento de AIA, decorrente da interferência da condução no floema (Buddenhagen e Kelman, 1964).

*P. solanacearum* é uma bactéria tipicamente de solo, podendo sobreviver em restos culturais, tubérculos de batata e na rizosfera tanto de plantas cultivadas como de hospedeiros alternativos. A falta de sintomas nestes hospedeiros constitui um sério problema, pois eles podem servir como fonte de inóculo e de sobrevivência para o patógeno, reduzindo o efeito da rotação de cultura (Kelman e Jensen, 1951; Buddenhagen e Kelman, 1964; Hayward, 1991; Soares e Lopes, 1994).

O agente causal da murcha bacteriana, quando mantido em meio de cultura, pode apresentar variação ou perda da virulência (Kelman e Jensen, 1951). A separação de colônias virulentas das avirulentas pode ser feita através da repicagem da suspensão bacteriana para placas de Petri contendo meio de Kelman (1954) com cloreto de trifênil tetrazólio. Após um período de incubação de 36 a 48h, os mutantes fracamente virulentos ou avirulentos formam pequenas colônias com cor vermelha escura, ao passo que as colônias virulentas formam-se irregularmente circulares, totalmente brancas ou com o centro róseo.

A virulência dos isolados de *P. solanacearum* tem sido mantida através da utilização de diferentes técnicas de armazenamento. Os isolados têm sido mantidos por 18 meses em meio BDA sob óleo mineral estéril (Kelman e Jensen, 1951), por 18 a 24 meses em água de torneira esterilizada (Kelman e Person, 1961), por 24 meses após liofilização (Tuite, 1969) e por 18 meses dessecadas em papel (Takatsu, 1980).

## 2.2 Identificação da bactéria

Há uma certa confusão no sentido de se estabelecer a origem e difusão do patógeno, bem como a importância dos hospedeiros alternativos devido ao pouco conhecimento sobre os strains (Palleroni e Doudoroff, 1971; Hayward, 1991).

Buddenhagen e Kelman (1964), fizeram a separação dos strains em grupos, com base em propriedades bioquímicas, reações serológicas, virulência, temperatura e sensibilidade a bacteriocinas. Em geral, os resultados *in vitro* mostraram grupos diferentes denominados patótipos, variando em patogenicidade sob condições de campo, ou por inoculações artificiais em diferentes hospedeiros como tomate, fumo, berinjela, amendoim e gergelim.

A separação dos strains em raças e biovars foi feita de acordo com o aspecto observado, quando se enfatiza a afinidade para com o hospedeiro ou quando se utilizam as propriedades bioquímicas, respectivamente. Assim, raças e biovars são grupos informais ao nível subespecífico que não constam do Código de Nomenclatura da Bactéria. De acordo com a gama de hospedeiros, três raças podem ser determinadas até o presente: Raça 1 que afeta principalmente solanáceas, Raça 2 bananas e Helicônias, e Raça 3 batata e tomate. Plantas de batata afetadas pela Raça 3, também podem ser parasitadas pela Raça 1, caracterizando esta espécie de bactéria como muito heterogênea (Bradbury, 1986; Buddenhagen e Kelman, 1964).

A diferenciação entre biovars é feita de acordo com a habilidade de oxidar hexose, álcoois e dissacarídeos, não havendo relação definida entre as duas classificações, exceto para a raça 3 que corresponde ao biovar 2 (Hayward, 1991; Goto, 1992). Hayward (1964), dividiu a espécie em 4 biovars. Quando não há



produção de ácido a partir de nenhuma das seis fontes de carbono (celobiose, lactose, maltose, dulcitol, manitol e sorbitol), o isolado é classificado como biovar 1. Quando há produção de ácido a partir de celobiose, lactose e maltose pelo isolado, este é classificado como biovar 2, quando há produção de ácido a partir de todas as seis fontes de carbono é classificado como biovar 3, e quando há produção de ácido a partir de dulcitol, manitol e sorbitol é classificado como biovar 4. Goto (1992) acrescentou um quinto biovar (biovar 5) caracterizado pela produção de ácido a partir de celobiose, lactose, maltose e manitol.

### **2.3 Tolerância e efeito do ambiente no desenvolvimento da doença**

Reifschneider e Takatsu (1985) através de levantamento conduzido nas diferentes regiões brasileiras, dando ênfase à plantas da família solanaceae, constataram a presença do biovar 1 em todas as regiões, do biovar 2 predominando em regiões de clima ameno (Sul, Sudeste e Centro Oeste) e do biovar 3 nas regiões Norte e Nordeste. Em 1995, Reis *et al.* constataram a ocorrência do biovar 3 na região sul do Estado de Minas Gerais, de clima mais frio.

A temperatura é um dos fatores limitantes que afetam a interação patógeno-hospedeiro. Em geral, o aumento da temperatura na faixa de 30-35°C aumenta a incidência de murcha em plantas de tomate para quase todos os strains do patógeno. Strains pertencentes aos biovars 3 e 4, apresentaram maior virulência em temperaturas mais altas, em relação aos pertencentes ao biovar 2 (raça 3), que teve aumento de virulência significativa em temperaturas mais baixas (Buddenhagen e Kelman, 1964).

Segundo Gallegly e Walker (1949), a temperatura ambiente, bem como a umidade do solo são fatores importantes para determinação do índice de murcha bacteriana. Após a inoculação artificial, a manutenção das plantas em condições de temperatura e umidade mais altas, favorece o aumento da incidência da doença. Temperatura acima de 21°C nos cinco primeiros dias após a inoculação garante a sua eficiência. Martins (1988), obteve índices de murcha muito mais expressivos em experimentos conduzidos em condições de temperatura controlada (25–40°C) em casa de vegetação, do que em experimentos conduzidos em campo, onde a temperatura variou entre 17 e 32°C. Buddenhagen e Kelman (1964) observaram uma rápida multiplicação e disseminação da bactéria para as plantas vizinhas ocorrendo em temperatura do solo acima de 21,9°C. Estes mesmos autores também observaram que a exposição do solo a 43°C continuamente, por um período de quatro dias, tem deixado o solo livre do patógeno.

## **2.4 Sobrevivência da bactéria**

A sobrevivência do patógeno tem sido maior em solos úmidos do que em solos bem drenados. Condições secas contribuem para redução de *P. solanacearum* no solo (Hayward, 1991). Pereira e Normando (1993) estudando o moko da bananeira na cultivar Pacovan, mostraram que o tipo de solo não afetou a sobrevivência do patógeno, mas que durante a estação chuvosa, a bactéria sobreviveu por 4 meses enquanto que na seca, este período foi de apenas 2 meses. McCarter (1976) através de infestação artificial do solo, concluiu que altas populações de *P. solanacearum* podem ser mantidas na presença de um hospedeiro suscetível por no mínimo 4 anos.

Em relação à manutenção da bactéria no solo, na ausência de uma cultura suscetível como a da batata, espécies de plantas daninhas como *Ageratum conyzoides* e *Ranunculus scleratus*, apesar de não apresentarem sintomas, são consideradas importantes para sobrevivência do patógeno (Soares e Lopes, 1994).

## **2.5 Controle da murcha bacteriana**

Devido à dificuldade de controle da murcha bacteriana por métodos tradicionalmente utilizados em outras fitodoenças como produtos químicos comerciais, a utilização de medidas conjuntas como utilização de mudas saudáveis e de materiais genéticos resistentes à murcha, poderia viabilizar a produção econômica em áreas onde a murcha já é problema e impedir o avanço da doença para outras áreas. Algumas cultivares de tomate estão sendo desenvolvidas em determinados ambientes, com resistência estável sob condições de alta temperatura e umidade.

## **2.6 Resistência à *P. solanacearum***

A base fisiológica da resistência de plantas maduras tem sido relacionada com a síntese e translocação de uma substância antimicrobiana denominada  $\beta$ -D-glucogallin, normalmente encontrada em tecidos saudáveis (Buddenhagen e Kelman, 1964). Plantas jovens são mais suscetíveis que as mais velhas, podendo a infecção natural no campo ocorrer por ocasião do transplante, desbrota ou ainda em estágios mais avançados de desenvolvimento (Buddenhagen e Kelman, 1964; Hayward, 1991; Kelman e Person 1961).



Hipóteses sobre a natureza dos determinantes genéticos para patogenicidade, conduzem à existência de vários genes, incluindo o grupo *hrp*, que estariam relacionados com o desenvolvimento da doença e indução de reação de hipersensibilidade (Boucher, Gouch e Arlat, 1992; Gijsegem *et al.*, 1994; Genin *et al.*, 1993; Schell *et al.*, 1993). Estudos têm sugerido a existência de genes tanto de virulência, quanto de avirulência (*avr*), sempre muito específicos com relação ao strain (Boucher, Gouch e Arlat, 1992).

Grimault e Prior (1993) e Grimault *et al.* (1994), observaram que a diferença entre cultivares resistentes e suscetíveis a *P. solanacearum* não é determinada pela penetração da bactéria nas raízes, mas sim pela diferença de colonização dos vasos, possivelmente relacionada com a produção de xiloses.

Mew e Ho (1976) reconheceram como poligênica a natureza da resistência e Walter (1967) reconheceu a maioria dos genes como recessivos.

Algumas fontes de resistência à murcha bacteriana em tomateiro foram identificadas, como *Lycopersicon pimpinellifolium*, PI 127805 A, Vênus, Saturno, PI 126408, VC8-1-2-1 e Rodade (Kalloo, 1988). Entretanto, em estudos realizados na Índia com genótipos provenientes dos EUA e das Filipinas, as cultivares Vênus e Saturno foram classificadas como suscetíveis (Rao, Sohi e Tikoo, 1975). Nas Filipinas a atuação de híbridos  $F_1$  e suas linhagens parentais (duas resistentes, uma moderadamente suscetível e duas suscetíveis) foram avaliadas e apresentaram heterose quanto a resistência à murcha (Narcisco e Rosario, 1988). Prior, Steva e Cadet (1990), inocularam strains de *P. solanacearum* nas cultivares Capitan, Caraíbe e Floradel. 'Capitan' expressou resistência condicionada à temperatura, ao passo que



'Caraíbe' e 'Foradel' demonstraram ou não resistência de acordo com o strain utilizado.

Bosch *et al.* (1990) a partir do cruzamento de L1051 com 'Floradade', produziram uma cultivar de tomate resistente a várias doenças denominada 'Rotam 4'. L 1051 é resistente a nematóides do gênero *Meloidogyne*, cancro bacteriano, murcha bacteriana, mas apresenta baixa qualidade de fruto. Já 'Floradade' tem boas qualidades hortícolas e é resistente à murcha de *Fusarium* e de *Verticillium*. Submetidas a avaliações, 90% das plantas da cultivar 'Rotam 4' não apresentaram sintoma de murcha quando inoculadas com o biovar 3.

Bosch, Louw e Aucamp (1985) na tentativa de produzir uma cultivar resistente à murcha bacteriana, realizaram diversos cruzamentos, nos quais a principal fonte de resistência foi a linhagem BW<sub>2</sub>, chegando à cultivar 'Rodade'. Em estudos sobre herdabilidade da resistência nestes cruzamentos foi sugerido o modelo de dois genes com epistasia. O alelo A<sup>3</sup> é epistático sobre o alelo B<sup>3</sup>, tanto que o gene B não contribui para a resistência à murcha na ausência do gene A. Provavelmente a linhagem Roma VF (quando cruzada com 'Kada' produziu F<sub>1</sub>, que foi cruzada com BW<sub>2</sub>) foi a fonte do gene B e, BW<sub>2</sub> a possível fonte do gene A. Ao serem avaliadas, as plantas da cultivar 'Rodade' obtiveram 100% de resistência à murcha bacteriana.

A interação entre *P. solanacearum* e o nematóide das galhas (*Meloidogyne* spp) em tomateiro tem aumentado a severidade da murcha, pois o ferimento provocado pelos nematóides facilita a penetração da bactéria (Kermarrec *et al.*, 1990; Hayward, 1991). Tikoo *et al.* (1989) tentaram o melhoramento para combinar ambas resistências, cruzando a linhagem BWR 1, resistente à murcha, com 4 variedades resistentes ao nematóide (Patriot, Pelican, VFN8 e 864-15b). Toda a progênie F<sub>1</sub> foi

resistente a ambos, mantendo-se ainda esta resistência e boa característica de fruto até F<sub>7</sub>.

Acosta, Gilbert e Quinon (1964) observaram uma aparente associação da resistência à murcha bacteriana com o alelo *sp*<sup>+</sup>, para hábito de crescimento indeterminado, assim como para o alelo *Mi* de resistência a *Meloidogyne*, e nenhuma relação com o alelo *u* de amadurecimento.

A produção da cultivar Kewalo, a partir do cruzamento de *Lycopersicon pimpinellifolium* com a cultivar havaiana Anahu, por Gilbert, Tanaka e Takeda (1974), originou um material com combinação dos alelos *sp* (hábito de crescimento determinado), *u* (maturação uniforme), *I* (resistência a raça 1 *Fusarium oxysporum* f. sp. *licopersici*), *Sw*<sup>a</sup> (resistência a Tospovirus), *Sm* (resistência a *Stemphylium solani*), *Mi* (resistência a *Meloidogyne* spp.) e resistência a murcha bacteriana em temperaturas moderadas (abaixo de 27°C).

No Brasil, Lopes, Soares e Melo (1994) avaliando a resistência de diferentes materiais genéticos a isolados de *P. solanacearum* pertencentes aos biovares 1 e 3, constataram que os genótipos Hawaii 7998, Irat L3 e CI 1131-0-0-130006 foram resistentes a ambos biovares, enquanto que os genótipos 'Yoshimatsu 4-11', 'Rotam-4' e 'Rodade' foram geralmente resistentes ao biovar 3 e suscetíveis ao biovar 1.

Silva *et al.* (1993) utilizaram o biovar 3 para avaliar a resistência das cultivares e linhagens Hawaii 7997, Hawaii 7998, CI 9515-153, IPA-5, IPA-6, sendo as duas primeiras resistentes e as três últimas suscetíveis. 'Rinore', 'Castone', 'Campbell 28', CRA-66, PI 126408, GA 1565, GA 219, GA 1095, GA 1405, CI 5915-93, CI 5915-153 e Caline foram intermediárias.

Soares *et al.* (1993) em testes com progênies, verificaram que a população mais promissora envolvia o cruzamento entre 'Stevens' (resistente a Tospovírus) e 'Rotam 4' (resistente à murcha bacteriana). Após inoculação, 30% das progênies foram identificadas como resistentes, enquanto todas as mudas de 'L-390' (padrão de suscetibilidade) e de 'Stevens' se encontravam mortas e apenas 8% das mudas de 'Rotam 4' se mostraram murchas.

Martins (1987) através do método de inoculação pela raiz, selecionou como fontes de resistência ao biovar 1 os genótipos PT 3027 e 'Tainan nº2', ao biovar 3 'L 66S52 e 'Caraíbe' e a ambos, as cultivares L 65S2, 'Rodade', 'Saladette'. Martins *et al.* (1986 a, b), em testes de avaliação utilizaram as cultivares Ângela Gigante e Bonny Best como materiais suscetíveis aos biovars 1 e 3, e Caraíbe como resistente ao biovar 3.

## 2.7 Métodos de inoculação

Vários trabalhos têm sido realizados no intuito de adequar a metodologia de avaliação dos diferentes materiais genéticos quanto à resistência a *P. solanacearum*. Em relação à metodologia de inoculação, Mew e Ho (1976) verificaram que haviam diferenças quanto ao índice de doença em plantas com infecção natural, e em plantas infectadas artificialmente. Este índice foi maior nas infectadas por inoculação artificial.

Winstead e Kelman (1952) utilizaram três métodos de inoculação para *P. solanacearum*, através de punção na haste, por ferimento nas raízes ou por imersão das raízes em suspensão bacteriana. No primeiro, uma gota de suspensão bacteriana foi colocada na axila da folha e então feita a punção com agulha, no segundo método

as raízes laterais foram cortadas com um bisturi à profundidade de 4 cm e regadas com 10 ml de suspensão bacteriana, e no terceiro, as raízes foram mergulhadas em suspensão bacteriana. Em todos os métodos, foram utilizadas mudas da cultivar suscetível Marglobe. Foi verificado que o índice de doença foi mais alto no material inoculado pela raiz, e que a suscetibilidade à doença diminuiu à medida que as mudas tornaram-se mais velhas (4 a 8 semanas). Grimault e Prior (1993) também observaram um aumento da resistência com o avanço da idade da muda, e que plantas mais suscetíveis, têm seu tecido vascular invadido até partes mais altas quando inoculadas pela raiz.

Winstead e Kelman (1952), Krausz e Thurston (1975), Couto (1978), (Hayward e Moffet, 1978), Martins *et al.* (1986-a, b) e Martins, Takatsu e Reifschneider (1994), utilizaram a técnica de inoculação através de ferimento com palito na haste, alegando a obtenção de índices maiores de doença. Entretanto, os últimos autores observaram que esta técnica é muito severa e não simula as condições naturais de infecção. A técnica de inoculação pelas raízes do tomateiro, com ou sem ferimento tem sido mais utilizada, talvez por propiciar melhor diferenciação entre plantas de materiais resistentes e suscetíveis (Winstead e Kelman, 1952; Krausz e Thurston, 1975; Kapoor, Sugha e Singh, 1991; Adhikari, 1993; Lopes e Soares, 1993; Soares *et al.*, 1993; Boiteux e Monma, 1994 e Lopes, Soares e Melo, 1994).

Para determinação da melhor época de inoculação das mudas pelo método da raiz, Boiteux e Monma (1994) estudaram quatro diferentes idades, 2, 3, 4 e 5 semanas após o plantio, onde a idade recomendada foi entre 3 a 4 semanas, havendo assim maior diferenciação entre os genótipos resistentes e suscetíveis. Adhikari (1993), Lopes e Soares (1993), Soares *et al.* (1993) e Lopes, Soares e Melo (1994) utilizaram



para inoculação, mudas com duas a três folhas definitivas, correspondendo a duas semanas de idade, com boa diferenciação dos materiais.

Quanto à concentração da suspensão bacteriana, uma padronização geral tem sido observada, utilizando-se aproximadamente  $10^8$  ufc/ml, conforme Winstead e Kelman (1952), Kelman e Person (1961), Krausz e Thurston (1975), Lopes e Soares (1993), Soares *et al.* (1993) e Martins, Takatsu e Reifschneider (1994). Esta concentração pode ser ajustada e medida em turbidímetro a 600nm com 0,1 de absorvância (Adhikari, 1993).

## 2.8 Avaliação da reação

O critério de avaliação de resistência à murcha bacteriana mais amplamente utilizado, é o de escalas (Lopes, Soares e Melo, 1994). Neste método atribuem-se valores de acordo com a severidade da doença, sendo o índice de murcha bacteriana obtido através de conversões entre o grau numérico atribuído na escala, e o respectivo número de plantas murchas correspondentes a este grau, à semelhança de critérios utilizados por Winstead e Kelman (1952), Kelman e Person (1961), Krausz e Thurston (1975), Martins, Takatsu e Reifschneider (1994).

Martins, Takatsu e Reifschneider (1994) estudando a melhor época de avaliação, observaram que não parecia justificável aguardar mais de oito dias após a inoculação para se fazer a leitura, pois a variação na detecção da doença era muito pequena. Grande variação na época de avaliação tem sido observada de acordo com cada autor. Mew e Ho (1976) verificaram diferença no tempo necessário para completar o período de incubação, implicando em diferença na época de

aparecimento dos sintomas, nos vários materiais observados. Adhikari (1993) fez a avaliação para cada cultivar de acordo com o aparecimento de sintomas, enquanto que Boiteux e Monma (1994) avaliaram a partir do 14º dia após a inoculação, Krausz e Thurston (1975) aos 10 dias, Lopes, Soares e Melo (1994) aos 15 dias, Soares et al. (1993) aos 21 dias e Kapoor, Sugha e Singh (1991) aos 30 dias após a inoculação.

## **3 - MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Local**

Todas as etapas de execução do experimento foram realizadas no laboratório de bacteriologia ou na casa de vegetação do Departamento de Fitossanidade da Universidade Federal de Lavras, no período de setembro de 1994 a maio de 1996.

### **3.2 Obtenção dos isolados de *Pseudomonas solanacearum***

Os isolados utilizados foram obtidos a partir de plantas de tomate com suspeita de murcha bacteriana, provenientes das cidades mineiras de Campanha, Itapeva, Caxambu e Maria da Fé. No laboratório de bacteriologia essas plantas foram lavadas, seccionadas e submetidas ao teste do copo, para confirmação da doença. Uma vez confirmada a exsudação bacteriana, as hastes foram levadas para câmara de fluxo laminar, cortadas em pequenas seções, as quais foram desinfestadas superficialmente em álcool etílico 50% por 30 segundos e depois em hipoclorito de



sódio 2% por 1 minuto. A seguir, as seções foram lavadas em água destilada esterilizada e colocadas perpendicularmente em placas de Petri com a extremidade imersa em água esterilizada para que ocorresse a exsudação. Após certo tempo, observada a exsudação bacteriana, foi feita a repicagem, com auxílio de uma alça de platina flambada, para placas de Petri contendo meio de cultura 523 (Kado e Heskett, 1970), as quais foram levadas para incubadora a  $30^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , onde permaneceram por aproximadamente 48 horas. Passado o período de incubação, foram observadas colônias puras de coloração branca, crescimento irregular e fluídas, as quais foram novamente repicadas para tubos de ensaio contendo o meio 523 inclinado.

Os isolados obtidos foram submetidos a testes para confirmação da espécie e determinação do biovar. Feita a confirmação e identificação, o material foi preservado em tubos contendo meio 523 inclinado, cobertos por uma camada de óleo mineral esterilizado. Em intervalos de aproximadamente 3 meses, os isolados foram submetidos a inoculação artificial para revigoração da patogenicidade, e posteriormente reisolados.

Na implantação do experimento, foram utilizados dois isolados de *P. solanacearum*, provenientes das cidades de Itapeva (IT<sub>3</sub>) e Campanha (C<sub>1</sub>), e pertencentes aos biovars 1 e 3, respectivamente.

### 3.3 Obtenção das Progênes

Inicialmente foram cruzadas as cultivares de tomate Dina e Cometa. A cultivar Dina é resistente a *P. solanacearum*, mas não possui boas características comerciais, como pouca resistência ao transporte. Já a cultivar Cometa, tem boa qualidade de

fruto e é resistente a *Meloydogyne* spp., mas suscetível à murcha bacteriana. As plantas F<sub>1</sub> foram retrocruzadas com 'Dina'. As progênies F<sub>2</sub> provenientes deste cruzamento foram originárias do programa de melhoramento de tomate do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras juntamente com a Universidade Federal do Tocantins. Sua descendência foi autofecundada na casa de vegetação do Departamento de Fitossanidade da UFLA, até as gerações F<sub>4</sub> e F<sub>5</sub>, sendo utilizadas 28 progênies destas duas gerações nas avaliações.

### **3.4 Genótipos utilizados**

Foram testadas 28 progênies das gerações F<sub>4</sub> e F<sub>5</sub> com relação a resistência a *P. solanacearum*, utilizando-se como padrões de resistência as cultivares Yoshimatsu e Hawaii 7998, gentilmente cedidas pela EMBRAPA/CNPH, juntamente com a cultivar Caraíbe, e como padrões de suscetibilidade as cultivares comerciais Santa Clara e Ângela.

### **3.5 Avaliação de F<sub>4</sub> e F<sub>5</sub> quanto a resistência a *P. solanacearum***

Para avaliação das progênies das gerações F<sub>4</sub> e F<sub>5</sub>, foram montados experimentos distintos, um para cada geração. Ambos foram conduzidos na casa de vegetação do Departamento de Fitossanidade, sob condições de temperatura parcialmente controladas (máx.45°C - mín.17°C).

### 3.5.1 Preparo das mudas

O semeio dos 33 materiais genéticos foi feito em bandejas de isopor de 128 células, contendo substrato comercial "Plantcell", colocando-se 1 semente por célula. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação e regadas no mínimo duas vezes por dia.

Os experimentos das gerações F<sub>4</sub> e F<sub>5</sub> foram instalados simultaneamente em casa de vegetação, procurando-se estabelecer ao máximo as mesmas características para ambos experimentos, evitando-se assim variações na temperatura e na fonte de inóculo.

### 3.5.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial com 2 biovares de *P. solanacearum*, 33 cultivares ou progênies e 3 blocos para ambos experimentos, cada parcela foi constituída de 8 plantas, sendo 4 plantas por vaso, totalizando um número de 24 plantas por tratamento.

### 3.5.3 Preparo do inóculo

A partir de tubos de ensaio contendo os isolados de *P. solanacearum* preservados sob óleo mineral, foi feita a repicagem para placas de Petri contendo meio 523 de Kado e Heskett (1970). Após o período de incubação (30±2°C), foram

retiradas colônias características dos isolados C<sub>1</sub> e IT<sub>3</sub> e repicadas para placas de Petri contendo meio de Kelman (1954) com cloreto de trifetil tetrazólio. Depois de aproximadamente 48h de incubação, colônias de coloração branca ou brancas com o centro róseo, foram repicadas para placas contendo o meio 523 e espalhadas com o auxílio de alça de Drigalsky. Após 24h de incubação, foi preparada a suspensão bacteriana pela adição de solução salina (0,85%) esterilizada nas placas. Procedeu-se então à homogeneização com alça de Drigalsky e posterior filtração em gaze. A seguir a concentração foi ajustada em espectrofotômetro para  $A_{600} = 0,10$ , correspondendo a aproximadamente  $10^8$  cel/ml (Adhikari, 1993).

#### **3.5.4 Inoculação**

A inoculação foi feita 15 dias após a semeadura, quando as plantas estavam com 2 a 3 pares de folhas definitivas, cortando-se com uma tesoura previamente esterilizada, o terço final das raízes, e imergindo-as na suspensão bacteriana por um período de cinco minutos. Em seguida à inoculação, as mudas foram transplantadas para vasos de plástico contendo substrato à base de terra, areia e esterco de bovino curtido na proporção de 2:1:1, previamente fumigado com brometo de metila.

#### **3.5.5 Avaliação**

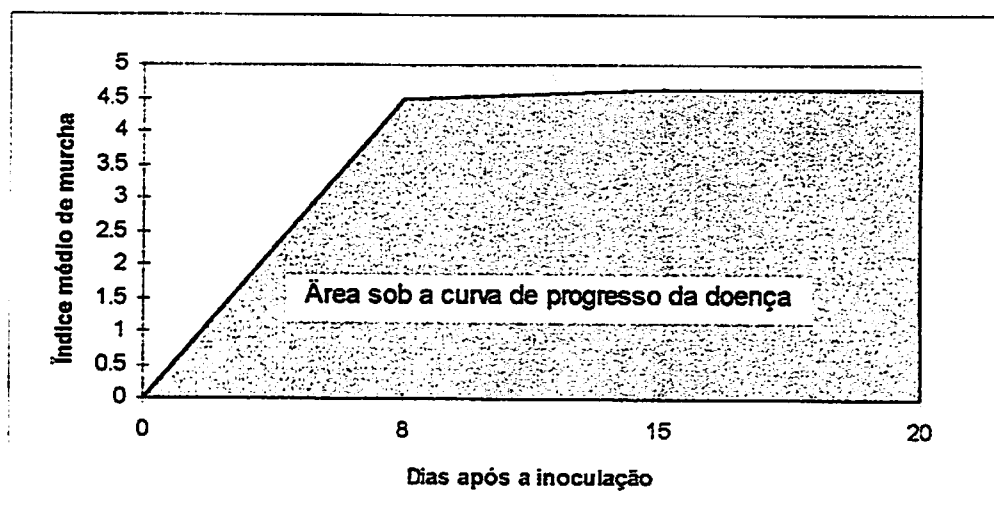
Como critério para avaliação da resistência dos genótipos de tomate a *P. solanacearum*, foi utilizado o Índice de Murcha Bacteriana (IMB) proposto inicialmente por Winstead e Kelman (1952), que consiste na utilização de uma escala de notas

variando de 1 a 5, onde 1 corresponde a planta sem sintoma, 2 a plantas com até 1/3 das folhas murchas, 3 de 1/3 a 2/3 das folhas murchas, 4 corresponde a todas as folhas murchas, podendo ser excessão os ponteiros, e para a morte da planta a nota 5. O IMB foi calculado para cada parcela, onde cada nota foi multiplicada pelo número de vezes que ocorreu, somados os seus valores e divididos pelo número de plantas. Três avaliações foram feitas, sendo a primeira 8 dias após a inoculação, a segunda aos 15 dias e a terceira aos 20 dias após a inoculação.

### **3.6 Análise dos dados**

#### **3.6.1 Cálculo da área sob a curva de progresso da doença**

Com os valores de IMB e as épocas de avaliação, foi feito o cálculo da área sob a curva de progresso da doença (Mew e Ho, 1976), baseado em um gráfico onde os dias de avaliação figuravam no eixo x e a nota do índice de murcha bacteriana no eixo y. Para cada parcela foi estimada a área conforme pode ser observado na Figura1.



**Figura 1** Esquema para a estimativa da área sob a curva de progresso da doença, ilustrado com a progênie BPX313# 1.1, da geração F<sub>4</sub>, inoculada com o isolado IT<sub>3</sub> (biovar 1) de *P. solanacearum*, para o bloco A.

### 3.6.2 Análise dos dados

Procedeu-se a análise de variância da área sob a curva de progresso da doença de cada experimento e também da análise conjunta. Nesta última foi realizada a decomposição de parcelas representadas pelas progênies e testemunhas conforme apresentado na tabela 2a. Utilizando-se dos programas estatísticos MSTAT e SANEST, de posse das análises de variância, estimou-se a herdabilidade no sentido amplo e a realizada, e com estas, o progresso genético.

### 3.6.3 Estimativa da herdabilidade da resistência à murcha bacteriana

A estimativa de herdabilidade no sentido amplo ( $\hat{h}^2$ ), relativa à reação das progênies à murcha bacteriana, calculada com base nos dados obtidos através das

análises estatísticas simples e conjunta, conforme a fórmula (Ramalho, Santos e Zimmermann, 1993):

$$\hat{h}^2 = (\hat{\sigma}_G^2 / \hat{\sigma}_F^2) \times 100,$$

onde:

$$\hat{\sigma}_G^2 = (Qm_{prog.} - Qm_{erro})/n$$

$$\hat{\sigma}_F^2 = Qm_{prog.}/n$$

onde:

$\hat{\sigma}_G^2$  = variância genética entre médias de progênies;

$\hat{\sigma}_F^2$  = variância fenotípica entre médias de progênies;

$Qm_{prog.}$  = quadrado médio das progênies

$Qm_{erro}$  = quadrado médio do erro

$n$  = número de repetições (3) para as estimativas obtidas em cada geração ou produto repetições x gerações (6) para as estimativas obtidas da análise conjunta das reações das progênies para as duas gerações quando inoculadas com o biovar 1.

### 3.6.4 Estimativa da herdabilidade realizada

A estimativa da herdabilidade realizada ( $\hat{h}_r^2$ ), relativa à reação das progênies à murcha bacteriana para a geração  $F_5$ , foi calculada com base nos dados obtidos através da análise estatística conjunta, conforme a fórmula descrita (Fehr, 1987; Nyquist, 1991):

$$\hat{h}_r^2 = \hat{R} / \hat{S} \quad \text{onde:}$$

$\hat{R}$  = resposta realizada = média prog.  $F_5$  sel.  $F_4$  - média todas prog.  $F_5$

$\hat{S}$  = diferencial de seleção = média prog. sel  $F_4$  - média todas prog.  $F_4$



### 3.6.5 Estimativa do progresso genético ( $\hat{G}_s$ )

O progresso genético foi estimado pela seguinte fórmula (Ramalho, Santos e Pinto, 1989):

$$\hat{G}_s = \hat{h}^2 \times \hat{d}_s \quad \text{onde:}$$

$\hat{h}^2$  = herdabilidade estimada para cada geração, ou para a média das gerações;

$$\hat{d}_s \text{ (diferencial de seleção)} = \hat{M}_s - \hat{M}_0 \quad \text{sendo:}$$

$\hat{M}_s$  = médias das progênies selecionadas  
 $M_0$  = média de todas as progênies da população

A % do progresso genético pode ser estimada por:

$$\% \hat{G}_s = \hat{G}_s / \hat{M}_0 \times 100$$

## **4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Área sob a curva de progresso da doença**

A forma de análise dos dados escolhida foi a utilização da área sob a curva de progresso da doença, devido ao fato de apresentar o nível de reação médio entre todas as avaliações feitas. Devido à grande influência do ambiente sobre a reação das plantas de tomateiro em relação à murcha bacteriana, a utilização de dados provenientes de leitura de apenas um dia pudesse sub ou superestimar a reação de resistência das plantas. Com a utilização da área sob a curva de progresso da doença buscou-se diminuir a interferência do ambiente, conseguindo-se assim um resultado mais homogêneo, amenizando as variações de temperatura que pudessem ocorrer.

### **4.2 Virulência dos isolados de *Pseudomonas solanacearum***

O isolado IT<sub>3</sub> (biovar 1) apresentou virulência significativamente maior que o isolado C<sub>1</sub> (biovar 3). Um dos principais fatores que pode estar relacionado com esta diferença é a temperatura. Isolados de *P. solanacearum* são preferencialmente mais ativos em altas temperaturas, com exceção do biovar 2 (equivalente à raça 3), de

ocorrência em regiões de temperaturas mais amenas, justamente devido à distribuição de seu principal hospedeiro, a batata. De acordo com Reifschneider e Takatsu (1985), o biovar 1 já foi constatado em todas as regiões do Brasil, ao passo que o biovar 3, ocorre preferencialmente em regiões de temperaturas mais altas, como o Norte e Nordeste. Apesar da ocorrência do biovar 3 em região de clima mais frio como a do Sul de Minas Gerais (Reis *et al.*, 1995), a sua agressividade continua dependente da ocorrência de altas temperaturas.

Durante toda a condução do experimento, as condições de temperatura foram parcialmente controladas, com determinado limite para temperatura máxima, mas, contudo, sem possibilidade de se controlar a temperatura mínima. Em todo o período de realização do experimento, a temperatura na casa de vegetação variou entre a máxima de 45°C e a mínima de 17°C. Segundo Gallegly e Walker (1949), a redução da temperatura para menos de 21°C pode comprometer a eficiência do isolado. Apesar dos isolados utilizados serem provenientes de regiões de clima mais ameno, observou-se, em relação ao biovar 3, o comprometimento da atividade patogênica, sendo esta diferença detectada entre os materiais genéticos inoculados.

Apesar de ambos isolados passarem por testes de patogenicidade de três em três meses para verificação da virulência e revigoramento da patogenicidade, outro fator que pode ter diminuído a eficiência do isolado C<sub>1</sub> (biovar 3) pode ser o fato deste isolado ter sido obtido aproximadamente seis meses antes que o isolado IT<sub>3</sub> (biovar 1).

### **4.3 Análise de variância**

Nas análises de variâncias individuais foi observada variação significativa entre os biovares, população e interação população x biovar (Tabelas 2a e 2b). Através da análise de variância conjunta (Tabela 1a) pode-se observar diferença significativa entre biovar, população e nas interações geração x população e biovar x população.

Apesar de não haver diferença significativa entre as duas gerações, nem na interação tripla, com o objetivo de se estimar a herdabilidade ( $\hat{h}^2$ ) em  $F_4$  e a realizada em  $F_5$ , assim como o progresso genético, foram consideradas as avaliações das progênies em cada geração.

### **4.4 Análise dos materiais genéticos, de acordo com a geração testada**

Entre as duas gerações de progênies avaliadas não houve variação significativa, devido a alta percentagem de locos em homozigose em  $F_4$  e  $F_5$ . A pequena variação apresentada nas interações pode ser explicada pela grande diferença entre os dois isolados utilizados, e pela diferença entre áreas sob a curva de progresso da doença dos materiais testemunhas resistentes e testemunhas suscetíveis.

Dentro da população de tomate avaliada, áreas muito discrepantes foram observadas, devido à utilização de materiais testemunha padrão. Para o caso das testemunhas resistentes, a cultivar Hawaii 7998 apresentou áreas sempre muito pequenas, mesmo em relação à testemunhas resistentes. Esta variação tão elevada entre testemunhas resistentes e suscetíveis, talvez possa ter influenciado comparações nos testes de médias dentro da população. Esta interferência poderia ser ainda maior se houvesse variação dentro de uma mesma progênie. Apesar das populações avaliadas estarem em estágios avançados de homozigose, ainda foi observada segregação para algumas características de fruto.

#### **4.5 Análise da reação das progênies da geração F<sub>4</sub> aos isolados de *P. solanacearum* (biovars 1 e 3).**

Observando-se a Tabela 1, que corresponde às reações da população de tomate com progênies da geração F<sub>4</sub>, inoculadas com os biovars 1 e 3 separadamente, pode-se observar que para o biovar 1, as progênies BPX313C# 2.2, BPX313C# 18.2 e BPX313C# 3.2 se comportaram como resistentes, destacando-se progênie BPX313C# 2.2. Em relação ao isolado C<sub>1</sub> (biovar 3), pouca diferença foi observada entre os diferentes materiais. Não foi observada diferença entre os materiais resistentes e suscetíveis, tanto que a cultivar Ângela, padrão de suscetibilidade, se comportou como resistente. As três progênies que se mostraram resistentes frente ao biovar 1, o foram também ao biovar 3, indicando que a interação população x geração ocorreu principalmente devido a classificação discrepante das cultivares testemunhas frente aos dois biovars. Portanto, a baixa virulência do biovar 3, provavelmente ocasionada pelas condições ambientais não totalmente adequadas,

impediu a expressão do potencial de resistência das progênies. A confirmação da expressão de resistência das progênies avaliadas poderá ser verificada sob condições favoráveis de desenvolvimento da doença para os dois biovars.

**Tabela 1** Comportamento dos genótipos de tomate (geração F<sub>4</sub>) aos biovars 1 e 3 de *P. solanacearum*, avaliado pela área sob a curva de progresso da doença.

Progênies / Cultivares	Biovar 1 (IT <sub>3</sub> ) <sup>1</sup>	Progênies / Cultivares	Biovar 3 (C <sub>1</sub> ) <sup>1</sup>
BPX313C# 13.1	76,00 A	BPX313C# 1.2	44,13 A
BPX313C# 15.1	74,75 A	BPX313C# 1.1	37,60 AB
BPX313C# 16.1	73,48 A	BPX313C# 15.2	30,58 BC
BPX313C# 8.1	73,38 A	'SANTA CLARA'	30,48 BC
BPX313C# 6.2	73,31 A	BPX313C# 5.1	29,73 BCD
BPX313C# 9.1	73,15 AB	BPX313C# 8.2	28,42 BCD
'ÂNGELA'	73,02 AB	BPX313C# 21.2	27,00 BCD
BPX313C# 1.1	72,63 AB	BPX313C# 11.2	26,77 BCD
BPX313C# 18.1	71,88 ABC	BPX313C# 18.2	26,63 BCD
'SANTA CLARA'	71,17 ABC	BPX313C# 13.1	26,52 BCD
BPX313C# 5.1	70,69 ABCD	BPX313C# 9.2	26,38 BCD
BPX313C# 12.2	69,94 ABCD	BPX313C# 16.1	26,00 CD
BPX313C# 22.1	69,90 ABCD	'YOSHIMATSU'	25,92 CD
BPX313C# 15.2	69,75 ABCD	BPX313C# 14.2	25,79 CD
BPX313C# 16.2	69,50 ABCD	BPX313C# 16.2	25,73 CD
BPX313C# 2.1	69,27 ABCD	BPX313C# 8.1	25,63 CD
BPX313C# 8.2	68,94 ABCD	BPX313C# 10.1	25,50 CD
BPX313C# 17.2	68,29 ABCD	BPX313C# 12.2	25,46 CD
BPX313C# 12.1	67,46 ABCD	BPX313C# 2.1	25,38 CD
BPX313C# 22.2	66,75 ABCD	BPX313C# 15.1	25,35 CD
BPX313C# 21.2	66,54 ABCD	BPX313C# 6.2	24,98 CD
BPX313C# 14.2	64,58 ABCD	BPX313C# 3.1	24,94 CD
BPX313C# 1.2	64,06 ABCDE	BPX313C# 22.1	24,75 CD
BPX313C# 10.1	63,33 ABCDE	BPX313C# 18.1	24,52 CD
BPX313C# 11.2	61,73 ABCDE	'ÂNGELA'	23,08 CD
BPX313C# 3.1	61,67 ABCDE	BPX313C# 3.2	22,90 CD
BPX313C# 9.2	61,33 ABCDE	BPX313C# 12.1	22,63 CD
BPX313C# 3.2	58,48 BCDE	'CARAÍBE'	21,73 CD
BPX313C# 18.2	57,65 CDE	BPX313C# 17.2	21,65 CD
BPX313C# 2.2	56,13 DE	BPX313C# 2.2	21,29 CD
'YOSHIMATSU'	50,23 EF	BPX313C# 9.1	20,83 CD
'CARAÍBE'	41,54 F	BPX313C# 22.2	20,21 CD
'HAWAII'	20,94 G	'HAWAII'	18,13 D
MÉDIA GERAL=65,19	C.V.=11,23%	MÉDIA GERAL=25,96	C.V.=22,71%

1) Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan



#### **4.6 Análise da reação das progênies da geração F<sub>5</sub> aos isolados de *P. solanacearum* (biovars 1 e 3)**

De acordo com os dados apresentados na Tabela 3, pode-se observar para reação ao biovar 1, que as menores áreas obtidas, correspondentes aos maiores graus de resistência, são relativas às progênies BPX313C# 14.2, BPX313C# 21.2, BPX313C# 22.1, BPX313C# 9.1 e BPX313C# 16.1. Do material inoculado com o biovar 3, não foi observada diferença de reação entre as testemunhas e progênies, nem entre as progênies avaliadas (Tabela 3a).

**Tabela 2** Comportamento dos genótipos de tomate (geração F<sub>5</sub>) aos biovars 1 e 3 de *P. solanacearum*, avaliado pela área sob a curva de progresso da doença.

Progênes/Cultivares	Biovar 1 (IT <sub>3</sub> ) <sup>1</sup>	Progênes/Cultivares	Biovar 3 (C <sub>1</sub> ) <sup>1</sup>
'ÂNGELA'	75,29 A	BPX313C# 3.2	34,06 A
BPX313C# 8.1	74,98 A	BPX313C# 18.2	31,33 AB
BPX313C# 12.2	74,25 AB	BPX313C# 2.2	30,38 ABC
BPX313C# 6.2	73,44 ABC	BPX313C# 11.2	30,38 ABC
BPX313C# 5.1	73,13 ABC	BPX313C# 6.2	29,88 ABC
BPX313C# 8.2	73,00 ABC	'SANTA CLARA'	29,46 ABC
BPX313C# 15.2	72,67 ABCD	BPX313C# 9.2	28,98 ABC
BPX313C# 22.2	72,35 ABCD	BPX313C# 3.1	28,33 ABC
'SANTA CLARA'	72,02 ABCD	BPX313C# 18.1	28,29 ABC
BPX313C# 12.1	72,02 ABCD	BPX313C# 8.2	28,27 ABC
BPX313C# 1.1	71,25 ABCDE	BPX313C# 13.1	28,25 ABC
BPX313C# 11.2	71,02 ABCDE	BPX313C# 22.1	28,23 ABC
BPX313C# 1.2	70,40 ABCDE	BPX313C# 8.1	28,13 ABC
BPX313C# 2.1	70,13 ABCDE	BPX313C# 5.1	28,04 ABC
BPX313C# 17.2	70,13 ABCDE	BPX313C# 1.1	27,69 ABC
BPX313C# 16.2	69,29 ABCDEF	BPX313C# 1.2	27,48 ABC
BPX313C# 15.1	69,15 ABCDEF	BPX313C# 21.2	27,31 ABC
BPX313C# 3.1	68,58 ABCDEF	BPX313C# 9.1	27,08 ABC
BPX313C# 3.2	67,54 ABCDEF	BPX313C# 15.2	26,25 ABC
BPX313C# 18.1	66,94 ABCDEF	BPX313C# 12.1	26,19 ABC
BPX313C# 18.2	66,04 ABCDEFG	BPX313C# 16.1	25,88 ABC
BPX313C# 10.1	65,85 ABCDEFG	BPX313C# 14.2	25,77 ABC
BPX313C# 13.1	65,58 ABCDEFG	'ÂNGELA'	25,63 ABC
BPX313C# 2.2	65,42 ABCDEFG	BPX313C# 22.2	25,50 ABC
BPX313C# 9.2	64,54 ABCDEFG	'YOSHIMATSU'	24,81 ABC
BPX313C# 16.1	63,44 BCDEFG	BPX313C# 12.2	24,60 ABC
BPX313C# 9.1	62,67 CDEFG	BPX313C# 10.1	24,35 ABC
'CARAÍBE'	61,92 DEFG	BPX313C# 15.1	23,35 ABC
BPX313C# 22.1	60,71 EFGH	'CARAÍBE'	22,44 BC
'YOSHIMATSU'	59,17 FGH	BPX313C# 16.2	21,44 BC
BPX313C# 21.2	56,25 GH	BPX313C# 2.1	21,23 BC
BPX313C# 14.2	51,15 H	BPX313C# 17.2	20,52 BC
'HAWAII'	31,83 I	'HAWAII'	19,92 C
MÉDIA GERAL=66,73 C.V.=8,12%		MÉDIA GERAL=26,65 C.V.=20,35%	

1) Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan

#### **4.7 Estimativa da herdabilidade da reação das progênies $F_4$ e $F_5$ para os isolados de *P. solanacearum* pertencentes ao biovar 1.**

A herdabilidade da resistência foi estimada para as gerações  $F_4$  e  $F_5$  relativas aos materiais inoculados com o isolado IT<sub>3</sub> (biovar 1) de *P. solanacearum*, em razão das condições experimentais terem favorecido o pleno desenvolvimento da doença e permitido às progênies expressarem seus níveis de resistência, o que não ocorreu em relação ao biovar 3.

As estimativas de herdabilidade foram obtidas a partir das estimativas de variância genética e fenotípicas somente entre as progênies (Tabela 2a).

Para as progênies da geração  $F_4$  inoculadas com o isolado IT<sub>3</sub>, a herdabilidade estimada foi de 45,24%. Este valor confirma as expectativas, pois características altamente influenciáveis pelo ambiente, como é o caso da resistência à murcha bacteriana, apresentam herdabilidades baixas, geralmente inferiores a 40% (Ramalho, Santos e Pinto, 1989). Este dado é importante para se estimar o ganho esperado com a seleção.

A herdabilidade realizada em  $F_5$ , foi de 24,39%, confirmando a grande influência exercida pelo ambiente sobre a expressão da resistência nos diferentes materiais genéticos quando comparada à herdabilidade estimada em  $F_4$ .

#### 4.8 Estimativas do progresso genético com a seleção, baseadas na reação ao isolado IT<sub>3</sub> (biovar 1) de *P. solanacearum*.

De acordo com os resultados de reação à murcha bacteriana das progênies da geração F<sub>4</sub> inoculadas com o isolado IT<sub>3</sub> (biovar 1), a redução da área média sob a curva de progresso da doença foi de 4,32 pontos, ou seja, para uma média de 67,92 de área, espera-se que através da seleção das três progênies mais resistentes, se obtenha um material com área média de 63,60 pontos, ou seja, 6,36% mais resistentes do que a média das progênies. Tal ganho poderia ser maior se fosse selecionada apenas a progênie mais resistente. No entanto, tal procedimento impede a realização de novas seleções no futuro, para outros caracteres.

Considerando a média da resistência das três progênies selecionadas em F<sub>4</sub>, estimou-se em F<sub>5</sub> o ganho de seleção realizado, que foi de apenas 0,84%, devido à baixa herdabilidade realizada e ao pequeno ganho de seleção. A discrepância entre este valor e o esperado se deve, provavelmente, à grande influência ambiental na expressão da resistência ao patógeno.

De posse do ganho realizado em F<sub>5</sub> e do diferencial de seleção em F<sub>4</sub>, a herdabilidade realizada de apenas 24,39%, calculada segunda fórmula proposta por Fehr (1987), salienta a grande influência ambiental na expressão da resistência, apesar dos experimentos terem sido conduzidos nas condições mais semelhantes possíveis. Por outro lado, o valor relativamente elevado da  $\hat{h}^2$  estimada em F<sub>4</sub> (45,24%), indica que as progênies possuem níveis de resistência muito diferentes, embora as cultivares resistentes tenham níveis superiores. Tal resultado sugere que a resistência à *P. solanacearum* é principalmente do tipo horizontal.

#### **4.9 Estimativa da herdabilidade da resistência e progresso genético através de seleção, utilizando-se a média de duas gerações de progênies de tomateiro avaliadas.**

Utilizando-se os dados médios das duas gerações avaliadas ( $F_4$  e  $F_5$ ), para o isolado biovar 1 testado, a herdabilidade para resistência à murcha bacteriana foi estimada em 63,41%. Este valor, devido ao fato de se considerar um número maior de repetições (somados dados de  $F_4$  e  $F_5$ ), diminui o erro e a interferência do ambiente, fazendo com que a resistência seja melhor expressada.

Devido também à melhor expressão da resistência, foram maiores o diferencial de seleção, menos 5,93 pontos na área sob a curva de progresso da doença, e o ganho de seleção, que foi de 5,55%.

Desta forma confirma-se a grande influência do ambiente na expressão da resistência à murcha bacteriana, o que implica que, na medida do possível, deve-se usar o maior número de repetições nas avaliações experimentais, afim de se conseguir estimativas mais precisas e conseqüentemente maior sucesso com a seleção. Novamente a ampla variação de reação de reação das progênies e o pronunciado efeito ambiental sugerem que a resistência do tomateiro à *P. solanacearum* é do tipo horizontal.

## 5 CONCLUSÕES

- a) o isolado IT<sub>3</sub>, pertencente ao biovar 1, foi mais agressivo que o isolado C<sub>1</sub>, pertencente ao biovar 3;
- b) as progênies selecionadas como mais resistentes à murcha bacteriana (biovar 1) foram BPX313C# 2.2, BPX313C# 18.2 e BPX313C# 9.2;
- c) a herdabilidade da reação e o progresso genético estimados em F<sub>4</sub>, para o isolado IT<sub>3</sub> do biovar 1, foram respectivamente 45,24% e 6,36%;
- d) a herdabilidade da resistência o progresso genético realizados em F<sub>5</sub>, para o isolado IT<sub>3</sub> do biovar 1, foram respectivamente 24,39% e 0,84%;
- e) a herdabilidade da resistência e o progresso genético estimados para a média das duas gerações avaliadas, em relação ao biovar 1, foram 63,41% e 5,55% respectivamente;
- f) a expressão da resistência à murcha bacteriana foi altamente influenciada pelo ambiente;
- g) sugere-se que a resistência verificada seja principalmente do tipo horizontal.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, J.C.; GILBERT, J.C. ; QUINON, V.L. Heritability of bacterial wilt resistance in tomato. **Proceedings of the American Society for Horticulture Science**, Maryland, v. 84, p. 455-473, june 1964.
- ADHIKARI, T. B. Identification of biovars and races of *Pseudomonas solanacearum* and sources of resistance in tomato in Nepal. **Plant Disease**, Washington, v. 77, n.9, p.905-907, Sept. 1993.
- BOITEUX, L. S.; MONMA, S. Effect of the plant age on expression of the resistance to *Pseudomonas solanacearum* in tomato in response to root dipping inoculation. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.19, n. 1, p.102-105, mar. 1994.
- BOSCH, S. E.; BOELEMA, B. H.; SERFONTEIN, J. J. ; SWANEPOEL, A. E. 'ROTAM-4', a multiple disease - resistant fresh - market tomato. **Hortscience**, Alexandria, v.25, n. 10, p.1313-1314, Oct. 1990.
- BOSCH, S. E.; LOUW, AJ. ; AUCAMP, E. 'Rodade', bacterial wilt resistant tomato. **Hortscience**, Alexandria, v.20, n. 3, p. 458-459, june 1985.
- BOUCHER, C. A.; GOUCH, C. L.; ARLAT, M. Molecular genetics of pathogenicity determinants of *Pseudomonas solanacearum* with special emphasis on *hrp* genes. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.30, p.443-461, 1992.
- BRADBURY, J.F. **Guide to plant pathogenic bacteria**. Kew. CAB International Mycological Institute, 1986. 332p.
- BUDDENHAGEN, I.; KELMAN, A. Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 2, p. 203-230, 1964.
- CAMARGO FILHO, W. P.; MAZZEI, A. R. Integração do mercado de cebola e tomate no Mercosul. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 25, n. 12, p.64-81, dez. 1995.

- COUTO, F. A. D'A. **Avaliação do grau de resistência a *Pseudomonas solanacearum* E. F. Smith de cinco cultivares de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) e das progênies resultantes de cruzamentos entre eles.** Viçosa: UFV, 1978. 23p. (Tese - Mestrado em Fitopatologia).
- FEHR, W. R. **Principles of cultivar development.** New York: Macmillan, 1987. 525p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATIONS. **Yearbook production, 1994.** Rome, 1995. v. 48.
- GALLEGLY, M.E. ; WALKER, J.C. Relation of enviromental factors to bacterial wilt of tomato. **Phytopathology**, St. Paul, v. 39, n.11, p. 936-946, Nov. 1949.
- GENIN, S; GOUCH, C. L.; ARLAT, M.; ZISCHEK, C.; GIJSEGEM, F. VAN; BARBERIS, P.; BOUCHER, C. A. Involvement of *Pseudomonas solanacearum* *hrp* genes on the secretion of a bacterial compound which induces a hypersensitive-like response on tobacco. **Advances in Molecular Genetics of Plant-Microbe Interactions**, Dordrecht, v. 2, p. 259-266, 1993.
- GIJSEGEM, F. VAN; FARCY, E.; ARLAT, M.; ZISCHEK, C.; GOUCH, C.; GENIN, S.; MAREDA, M.; VERNHETTES, S.; BOUCHER, C. Role of proteins encoded by the *Pseudomonas solanacearum* *hrp* regulon in the control of plant-bacteria interactions. **Advances in Molecular Genetics of Plant-Microbe Interactions**, Dordrecht, v. 3, p. 65-69, 1994.
- GILBERT, J. C.; TANAKA, J. S.; TAKEDA, K. Y. 'Kewalo' tomato. **Hortsciense**, Alexandria, v.9, n.5, p. 481-482, Oct. 1974.
- GOTO, M. **Fundamental of bacterial plant pathology.** San Diego: Academic Press, 1992. 342p.
- GRIMAUULT, V.; GÉLIE, B.; LEMATTRE, M.; PRIOR, P.; SCHMIT, J. Comparative histology of resistant and suscetible tomato cultivars infected by *Pseudomonas solanacearum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 44, p. 105-123, 1994.
- GRIMAUULT, V.; PRIOR, P. Bacterial wilt resistance in tomato associated wilt tolerance of vascular tissues to *Pseudomonas solanacearum*. **Plant Pathology**, Oxford, v. 42, n. 4, p. 589-594, Aug.1993.
- HAYWARD, A.C. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 29, p. 65-87, 1991.
- HAYWARD, A. C.; MOFFET, M. L. Leaf spot on capsicum and tomato caused by *Pseudomonas solanacearum*. **Plant Disease Reporter**, Washington, v.12, n. 1, p.75-75, Jan.1978.



- HAYWARD, A. C. Characteristics of *Pseudomonas solanacearum*. **Journal of Applied Bacteriology**, v.27, p.267-277, 1964.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1994. v. 54, cap. 3, p. 19-39.
- KADO, C. J.; HESKETT, M. G. Selective medias for isolation of *Agrobacterium*, *Corynebacterium*, *Erwinia*, *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. **Phytopathology**, St. Paul, v.60, n.6, p. 969-976, June 1970.
- KAPOOR, A. S.; SUGHA, S. K.; SINGH, D. Varietal resistance to bacterial wilt in tomato. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v.44, n. 2, p. 224-225, June 1991.
- KALLOO, D. **Vegetable breeding**. Florida: CRC Press, v.7, 1988. 213p.
- KELMAN, A. The relationship of pathogenicity of *Pseudomonas solanacearum* to colony appearance in a tetrazolium medium. **Phytopathology**, St. Paul, v. 44, n.12, p. 693-695, Dec. 1954.
- KELMAN, A.; JENSEN, J.H. Maintaining virulence in isolates of *Pseudomonas solanacearum*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 41, n. 5, p.185-187, Feb. 1951.
- KELMAN, A. ; PERSON, L.H. Strains of *Pseudomonas solanacearum* differing in pathogenicity to tobacco and peanut. **Phytopatology**, St. Paul, v. 51, n. 3, p.158-161, Mar. 1961.
- KERMARREC, A.; PRIOR, P.; ANAIS, G. ; DEGRANGES, M. H. Interaction of *Pseudomonas solanacearum* on parasitism of tomato by *Meloidogyne incognita* in the Antilles. **Review of Plant Pathology**, Wallingford, v. 69, n. 9, p. 726, 1990.
- KRAUSZ, J. P.; THURSTON, H. D. Breakdown of resistance to *Pseudomonas solanacearum* in tomato. **Phytopathology**, St. Paul, v. 65, n.11, p. 1275-1285, Nov. 1975.
- LOPES, C. A.; SOARES, A. M. Q. ; MELO, P. E. de. Differential resistance of tomato cultigens to biovars I and III of *Pseudomonas solanacearum*. **Plant Disease**, Washington, v.98,n. 11, 1091-1094, Nov. 1994.
- LOPES, C. A. ; SOARES, A. M. Q. Reação de sete genótipos de tomate aos biovars I e III de *Pseudomonas solanacearum*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.18, p.312, ago. 1993 (suplemento).
- LUCAS, G. B. Granville wilt. In: \_\_\_\_\_ **Diseases of tobacco**. North Carolina: Biological Consulting Associates, 1975. Cap.29, p. 365-382.
- MARTINS, O. M. **Avaliação da resistência do tomateiro a *Pseudomonas solanacearum***. Brasília: Universidade de Brasília, 106p. 1987. (Tese Mestrado em Fitopatologia).

- MARTINS, O. M.; TAKATSU, A. ; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Método de avaliação de resistência em tomateiro a *Pseudomonas solanacearum*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.12, n.2, p. 162-166, jun. 1994.
- MARTINS, O. M.; TAKATSU, A. ; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Virulência de biovars I e III de *Pseudomonas solanacearum* ao tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 3, p. 249-252, out. 1988.
- MARTINS, O. M.; TAKATSU, A. ; REIFSCHNEIDER, F. J. B. ; PESSOA, H. B. S. V. Avaliação de resistência em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) cv 'Caraiba' aos biovars I e III de *Pseudomonas solanacearum*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.11, n.2, p.291, jun. 1986. a.
- MARTINS, O.M.; TAKATSU, A.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. ; PESSOA, H.B.S.V. Virulência de isolados das biovars I e III de *Pseudomonas solanacearum* ao tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.11, n.2, p.291-292, jun. 1986. b.
- McCARTER, S. M. Persistence of *Pseudomonas solanacearum* in artificially infested soils. **Phytopathology**, St. Paul, v. 66, n. 8, p. 998-1000, Aug. 1976.
- MEW, T. W e HO, W. C. Varietal resistance to bacterial wilt em tomato. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 60, n. 3, p.264-268, Mar.1976.
- NARCISCO, J. O.; ROSARIO, T. O. Bacterial wilt resistance and processing quality of tomato F. hybrids. **Philippine Agriculturist**, Laguna, v. 71, n. 4, p.387-396, Dec.1988.
- NYQUIST, E. W. Estimation of heritability and prediction of selection response in plant populations. **Critical Reviews in Plant Sciences**, New York, v. 10, n. 3, p. 235-322, 1991.
- PALLERONI, N. J.; DOUDOROFF, M. Phenotypic characterization and deoxyribonucleic acid homologies of *Pseudomonas solanacearum*. **Journal of Bacteriology**, Washington, v. 107, n. 3, p. 690-696, Sept., 1971.
- PEREIRA, L. V. ; NORMANDO, M. C. de S. Sobrevivência de *Pseudomonas solanacearum* raça 2 em solos de terra firme no estado do Amazonas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.18, n. 2, p.137-141, jun. 1993.
- PRIOR, P.; STEVA, H. ; CADET, P. Agressiveness of strains of *Pseudomonas solanacearum* from the French West Indies (Martinique and Guadeloupe) on tomato. **Plant Disease**, Washington, v. 74, n. 12, p. 962-965, Dec.1990.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. B. **Genética na agropecuária**. São Paulo: FAEPE, Globo, 1989. 359 p.

- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro.** Goiânia: UFG, 1993. 271p.
- RAO, M. V. B.; SOHI, H. S.; TIKOO, S. K. Reaction of wilt-resistant tomato varieties and lines to *Pseudomonas solanacearum* in Índia. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 59, n. 9, p. 734-736, Sept, 1975.
- REIFSCHNEIDER, F.J.B. ; TAKATSU, A. *Pseudomonas solanacearum* no Brasil - Aspectos epidemiológicos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.10, n.2, p.213, jun. 1985.
- REIS, A. V.; SOUZA, R. M.; SOUZA, P. E.; PERES, A. P. Caracterização de isolados de *Pseudomonas solanacearum* procedentes de culturas de tomate e batata do sul do Estado de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.20, p. 300, ago. 1995 (suplemento).
- ROBBS, C.F.; CRUZ, A.P. da e RODRIGUES NETO, J. Algumas estratégias de controle à murcha bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*) em Eucaliptos. Jaguariúna: EMBRAPA 1988. 4p. (Comunicado Técnico, 3)
- SCHELL, M. A.; DENNY, T. P.; CLOUGH, S. J.; HUANG, J. Further characterization of genes encoding extracellular polysaccharide of *Pseudomonas solanacearum* and their regulation. **Advances in Molecular Genetics of Plant-Microbe Interactions**, Dordrecht, v. 2, p. 231-239, 1993.
- SHARMA, J. P.; KUMAR, S. Evaluation of host resistance in brijal to *Pseudomonas solanacearum* wilt in Chotanagpur. **Indian Phytopathology**, New Delhi, v.48, n.1, p. 81-83, Mar. 1995.
- SILVA, F. A. G.; MATOS, J. A. R.; MARIANO, R. L. R. ; FRANÇA, J. G. E. Resistência de cultivares de tomate à *Pseudomonas solanacearum*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 293, ago. 1993 (suplemento).
- SOARES, A. M. Q.; LOPES, C. A. Murcha bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*) em duas espécies de plantas daninhas da família labiatae. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.19, n.4, p.581-583, dez. 1994.
- SOARES, A. M. Q.; LOPES, C. A.; BOITEX, L; GIORDANO, L.B. Seleção para resistência à murcha bacterina (*Pseudomonas solanacearum*) em progênies de tomateiro com resistência múltipla à doença. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.18, p. 312, ago. 1993.
- TAKATSU, A. Preservação de bactérias fitopatogênicas pelo método de dessecação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 5, p. 461, out. 1980.

- TIKOO, S. K.; ANAND, N.; KISHUN, R. ; REDDY, P.P. Breeding for combined resistance to bacterial wilt and root knot nematodes in tomato. **Review of Plant Pathology**, Wallingford, v. 70, n. 9, p. 758, 1991.
- TOKESHI, H. ; CARVALHO, P.C.T. Doenças do tomateiro. In: GALLI, F. (coord.). **Manual de fitoptologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1986. v.2, p.511-552.
- TUITE, J. **Plant pathological methods: fungi and bacteria**. Minneapolis: Burgess, 1969. 239 p.
- WALTER, J. M. Heritability resistance to disease in tomato. **Annual Review of Phytopathology**. Palo Alto, v. 5, p. 131-162, 1967.
- WINSTEAD, N.N. ; KELMAN, A. Inoculation techniques for evaluating resistance to *Pseudomonas solanacearum*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 42, n. 11, p.628-634, Nov.1952.

**ANEXOS**



**TABELA 1a** Resumo da análise de variância conjunta da área sob a curva de progresso da doença das populações de tomate (progênes + cultivares) avaliadas em F<sub>4</sub> e F<sub>5</sub>, relativa a reação a dois isolados de *Pseudomonas solanacearum*.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Geração	1	122,70
Blocos/Geração	4	76,41
Biovar	1	155709,02 **
População	32	341,87 **
Geração x Biovar	1	17,86
Geração x População	32	66,66 *
Biovar x População	32	202,93 **
Geração x Biovar x População	32	58,23
erro	260	39,62
Total	395	

Média Geral = 46,13; C.V. = 13,64%

**TABELA 2a** Resumo da análise de variância da área sob a curva de progresso da doença com as progênes de tomateiro da geração F<sub>4</sub>, em reação aos dois isolados de *Pseudomonas solanacearum*

FV	GL	SQ	QM
Bloco	2	158,86	79,43
Biovar	1	76189,17	76189,17**
População	32	8398,04	262,44**
bio x Pop	32	5214,16	162,94**
erro	130	6283,81	48,34
Total	197	96244,04	

média geral = 45,14

C.V. = 15,40%

**TABELA 2b** Resumo da análise de variância da área sob a curva de progresso da doença com as progênes tomateiro da geração F<sub>5</sub>, em reação aos dois isolados de *Pseudomonas solanacearum*

FV	GL	SQ	QM
Bloco	2	162,13	81,06
Biovar	1	79680,73	79680,73**
População	32	4562,04	142,56**
bio x Pop	32	3119,94	97,50**
erro	130	4134,53	31,80
Total	197	91659,37	

média geral = 46,25

C.V. = 12,19%

**TABELA 3a** Resumo da análise conjunta de variância da área sob a curva de progresso da doença de população dentro de cada geração e de cada biovar nos efeitos de progênie, testemunhas e grupos.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.	E (QM)
Geração	1	122,70 n.s.	
Blocos <sup>4</sup> /Geração	4	76,41 n.s.	
Biovar	1	155709,02 **	
Geração x Biovar	1	17,86 n.s.	
Pop. d. F <sub>4</sub> d. B1	(32)	(356,63) **	
progênes F <sub>4</sub> B1	27	88,28 **	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{F4}$
Test. suscetíveis B1	1	5,16	
Test. resistentes B1	2	679,00 **	
entre grupos	2	3832,7 **	
Pop. d. F <sub>4</sub> d. B3	(32)	(68,46) **	
progênes F <sub>4</sub> B3	27	70,34 *	
Test. suscetíveis B3	1	82,05	
Test. resistentes B3	2	45,62	
entre grupos	2	59,12	
Pop. d. F <sub>5</sub> d. B1	(32)	(212,01) **	
progênes F <sub>5</sub> B1	27	91,32 **	$\sigma^2_e + r\sigma^2_{F5}$
Test. suscetíveis B1	1	16,05	
Test. resistentes B1	2	829,84 **	
entre grupos	2	1321,27 **	
Pop. d. F <sub>5</sub> d. B3	(32)	(31,22)	
progênes F <sub>5</sub> B3	27	28,15	
Test. suscetíveis B3	1	22,04	
Test. resistentes B3	2	17,98	
entre grupos	2	90,55	
erro	260	39,62	$\sigma^2_e$
Total	395		

Média Geral = 46,13; C.V. = 13,64%

<sup>1</sup> População de 28 progênes, 3 testemunhas de resistência e 2 testemunhas de suscetibilidade

<sup>2</sup> Gerações F<sub>4</sub> e F<sub>5</sub> de progênes de tomate, correspondentes a experimentos distintos

<sup>3</sup> Biovars 1 e 3 de *Pseudomonas solanacearum*

<sup>4</sup> Blocos dentro de cada experimento (geração), consistindo em 3 repetições.

