ESTUDO DE RESISTÊNCIA E HERANÇA NA FASE JUVENIL EM *Capsicum annuum* L. A *Phytophthora capsici* Leonian

CLÁUDIA SILVA

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de mestre em Agronomia - Área de Concentração: Genética e Melhoramento de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1993

ESTUDO DE RESISTÊNCIA E HERANÇA NA FASE JUVENIL EM *Capsicum annuum* L. A *Phytophthora capsici* Leonian

CLÁUDIA SILVA
ENGENHEIRO AGRONÔMICO

ORIENTADOR: Dr. Itamar Soares de Melo.

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de mestre em Agronomia - Área de Concentração: Genética e Melhoramento de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro - 1993

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a:

Alvacir Alberto Fedato

Antônio Olimpio dos Santos

Carlos Alberto Lopes

Francisco Terasawa Jr.

Gilmar Paulo Heinz

João Soares Filho

Jorge Roland

José Branco de Miranda Filho

Leonardo de Brito Giodano

Maria Fátima B. F. Lima

Ossami Furumoto

Paulo Eduardo de Melo

Pedro Pereira da Silva

e ainda a:

Professores do Departamento de Genetica - ESALQ/USP

CNPq

Universidade de São Paulo

CNP Hortaliças/EMBRAPA

e especialmente a:

Dr. Itamar Soares de Melo e

Dr. Francisco J. B. Reisfschneider

RESUMO

Determina-se, neste trabalho, metodologia para avaliação de resistência de pimentão na fase juvenil da *Phytophthora capsici*. Os genótipos CNPH 148, CNPH 173 e CNPH 192 foram identificados como resistentes, parcialmente resistentes e suscetíveis, respectivamente, os quais foram usados nos cruzamentos para determinação do modo de herança do caráter resistência na fase juvenil.

Dentre as concentrações de inóculo utilizadas, a concentração de $5x10^4$ zoósporos/ml foi suficiente para manter 100% das plantas da cultivar suscetível sem, contudo, afetar a resposta do material resistente. A temperatura máxima de 26°C e a mínima de 16°C sobressaiu-se como ideal para diferenciar os genótipos resistentes e suscetíveis. Quanto ao efeito de idade de plantas à infecção, verificou-se que a cultivar CNPH 148 se comportou igualmente quando inoculadas aos 7 e 14 dias após a emergência (d.a.e.). Já a resposta da cv. CNPH 173 foi a instabilidade, ora comportando-se como parcialmente resistente ora como resistente.

A avaliação de 80 introduções de *Capsicum* sp. permitiu a seleção de 12 fontes de resistência na fase juvenil a *P. capsici* CNPH 134, 989, 1398, 2174, 2172, 1397, 2176, 1386, 175 e 2661.

A base genética da resistência na fase juvenil foi estudada inoculando-se plântulas das gerações

F_1, F_2 e Retrocruzamentos com 15 d.a.e. As segregações em F_2 (CNPH 148 x 192) foram de 13 plântulas resistente para 3 susceptiveis, mostrando que a resistência é conferida por dois genes com epistasia dominante e recessiva. Quando utilizou-se CNPH 173 como parental resistente a segregação aproximou-se de 3:1, conferida por dois genes homozigotos recessivos, observando-se flutuações dentro de classes fenotipicas devido a efeitos ambientais, fato que pode ser explicado por uma penetrância incompleta dos genes ou pela presença de genes menores modificadores.

SUMMARY

Among the several soilborne diseases of pepper, root and crown rot caused by *Phytophthora capsici* is the most severe. In this research some factors were investigated: standard method for resistance evaluation in the juvenile age, effect of plant age, of zoospore concentration, of temperature and the concentration. of temperature and the mode of inheritance of resistance.

The following genotypes CNPH 148, CNPH 173 and CNPH 192 were identified as resistant, partly resistant and susceptible, respectively. All these materials were used in the crosses in order to determine the inheritance in the juvenile age.

The inoculum concentration of $5x10^4$ zoospores/ml was sufficient to kill all susceptoble plants without affecting the reaction of the resistant genotypes. With relation to temperature, the maximum temperature of 26^oC and the minimal of 16^oC were ideal to desitinguish the genotypes resistant and suscetible.

In studies to verify the effect of plant age to *P. capsici*, it was observed that the cultivar CNPH 148 behavioured it self as resistant when inoculated 7 and 14 days after the emergence. On the other hand, the cultivar CNPH 173 behavioured either as resistant or as partly resistant, with strong instability. these results demonstrate that juvenile resistance occurs.

Among 80 introductions of the germoplasm bank of the CNPH/EMBRAPA, DF. Brazil inoculated with *P. capsici*, 12 resistance sources were selected in the juvenile age: CNPH 134, 899, 1398, 1393, 2174, 2172, 1397, 2176, 1386, 175 and 2661.

The genetic base of resistance in the juvenile age was studied inoculating 15 days old seedlings. Parentaes, F_1, backcrosses and F_2 populations of the two resistants and one suscetible parents tested in the grienhouse for their reaction to *P. capsici*. The F_2 generation (148 x 192) fitted a 13 resistant: 3 suscetible ratio indicating 2 genes for resistance with dominant and recessive epistasis. When it was used CNPH 173 as resistant parent the segregation was about 3:1
indicating two recessive and homozigote genes. In this case, there was fluctuations within of fenotypic classes due the environmental effects. Thus, this fact is explained for incomplete penetrance of the genes resistant genes and the presence of minor modififying genes.

ÍNDICE

Página

Página

Página

1. INTRODUÇÃO

A murcha do pimentão (*Capsicum annuum* L.), cujo agente etiológico é o fungo *Phytophthora capsici* Leonian, é uma das doenças mais importantes desta cultura, limitando sua produção em muitas áreas do Mundo (KIMBLE & GROGAN, 1960; POCHARD & CHAMBONNET, 1971; SOTIROVA & BELEVA, 1977; SAINI & SHARMA, 1978) e também do Brasil, nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Distrito Federal, Goiás e Rio de Janeiro (REIFSCHNEIDER & REGO, 1983; MATSUOKA et al., 1984; URBEN, 1980). Foi identificada pela primeira vez no Brasil no estado de São Paulo, em 1951, causando sérios prejuízos a cultura do pimentão (SALGADO & TOKESHI, 1980).

Embora a doença seja favorecida por clima quente e chuvoso, quando ocorre com frequência a perda total dos plantios, o fungo tem causado sérios prejuízos em qualquer epoca do ano, em todos os locais onde se cultiva pimentão no Brasil.

O patógeno *P.capsici* ataca primeiramente o sistema radicular e o colo da planta, podendo também atacar a parte aerea (MATSUOKA & ANSANI, 1984). As plântulas sofrem murcha da parte aérea, em consequência da morte das raizes

e necrose do colo, em seguida ocorre o tombamento (SALGADO & TOKESHI, 1980; MATSUOKA & ANSANI, 1984; ANSANI et al., 1985; POLTRONIERI, 1986).

Por ser um fungo do solo, o controle quimico é dificil e economicamente inviável. O uso de cultivares resistentes é o método mais eficiente de controle (MATSUOKA & ANSANI, 1984; ANSANI et al., 1985; FERNÁNDEZ, 1988; BOSLAND & LINDSEY, 1991).

KIMBLE & GROGAN (1960) foram os primeiros a identificar fontes de resistência a *P.capsici*; posteriormente outras fontes foram descritas (SEGURA & CONSUELO, 1962; SOLANES & LOTTI, 1967; POCHARD et al., 1976; SOTIROVA & BELEVA, 1977; SAINI & SHARMA, 1978; GUERRERO-MORENO & LABORDE, 1980; POCHARD & DAUBEZE, 1983; REIFSCHNEIDER & REGO, 1983; MATSUOKA et al., 1984; BARKSDALE & PAPAVIZAS, 1984).

Não existe atualmente no mercado cultivares de pimentão com resistência a podridão de *Phytophthora*. Isto pode ser explicado pelo uso de metodos de melhoramento inadequados e pelos criterios irregulares adotados durante o processo de seleção, como método de inoculação, idade da planta, concentração de inoculo, isolado do fungo e temperatura (POCHARD & CHAMBONNET, 1971; ORTEGA & PALAZON, 1983; REIFSCHNEIDER et al., 1986; PALLOIX et al., 1988). O ideal seria a utilização de técnicas de "screening" que combinem o procedimento de seleção no estádio de plântulas com a prevenção de escapes suscetíveis (BOSLAND & LINDSEY,

1991).

Este trabalho tem como objetivo:

a) Padronizar metodologia de avaliação de resistência na fase juvenil em *C.annuum* a *P.capsici*;

b) Determinar novas fontes de resistência na fase juvenil de pimenta e pimentão a *P.capsici*;

c) Estudar a herança genética da resistência juvenil de *C.annuum* a *P.capsici*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O GÊNERO CAPSICUM

Capsicum é um gênero da família *Solanaceae*, que cobre muitas espécies importantes economicamente como batata (*Solanum tuberosum* L.), berinjela (*S.melongena* L.), tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) e tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) (GOVINDARAJAN, 1985).

Cerca de 20 a 30 espécies de *Capsicum* foram relatadas como tendo a sua origem no Novo Mundo. Linnaeus descreveu duas espécies, *C.annuum* e *C.frutescens*, em seu livro "Species Plantarum" e adicionou duas outras anos mais tarde. Atualmente, cinco especies são conhecidas como cultivadas: *C.annuum*, *C.frutescens*, *C.chinense*, *C.baccatum* e *C.pubescens* (HEISER & SMITH, 1953). Todas as cinco possuem espécies selvagens afins, com as quais apresentam possibilidades de troca de genes (CASALI & COUTO, 1984). Essas espécies selvagens não foram avaliadas cuidadosamente, mas aparentemente contêm fontes úteis de resistência a vírus, bactérias e doenças fúngicas (IBPGR SECRETARIAT, 1983).

C.annuum é extensivamente cultivada, enquanto

que na America Latina a forma cultivada é *C.chinense* e nos EUA, leste da África e uma parte da índia é *C.frutescens*. As outras duas espécies, *C.baccatum* e *C.pubescens* são cultivadas somente na América do Sul (GOVINDARAJAN, 1985).

Todas as espécies são predominantemente autógamas (HEISER & SMITH, 1953; GOVINDARAJAN, 1985). A taxa de polinização cruzada é variável, podendo ser tão baixa quanto 0,5% ou atingir valores como 36% (CASALI et al., 1984). A polinização cruzada natural é devido primeiramente ao vento e a insetos (GOVINDARAJAN, 1985). A autoincompatibilidade já foi registrada em algumas espécies selvagens, enquanto que em outras a presença de estiletes grandes permite a polinização cruzada (HEISER & SMITH, 1953).

Todas as espécies cultivadas de *Capsicum*, bem como as selvagens, são diplóides (2n = 2x = 24). *C.pubescens* parece estar isolada geneticamente das outras espécies cultivadas. Combinações híbridas entre as outras quatro espécies têm sido obtidas, com graus variáveis de fertilidade, assim como entre espécies cultivadas e selvagens (HEISER & SMITH, 1953; GOVINDARAJAN, 1985).

O pimentão, amplamente utilizado no estádio imaturo ou verde na forma de salada ou recheado, e mais apreciado em zonas temperadas do que nos trópicos. Seu conteúdo nutricional é relativamente alto e são boas fontes de vitaminas, particularmente vitamina C, e os tipos pungentes desidratados são ricos em vitamina A.

2.2. MURCHA DO PIMENTÃO

2.2.1. Sintomatologia

Nas solanáceas, a doença manifesta-se desde a sementeira até a planta adulta. As plântulas quando atacadas sofrem murcha da parte aerea em consequência da morte das raizes e necrose do colo, tombando logo em seguida. Em condições de campo, a doença distribui-se em reboleira, tendo como sintoma característico murcha repentina, necrose de cor marrom no coleto e seca da planta (SALGADO & TOKESHI, 1980; MATSUOKA & ANSANI, 1984; ANSANI et al., 1985; POLTRONIERE, 1986). Em época chuvosa, o ataque pode iniciar-se pela parte aérea da planta. Os sintomas nos ramos são semelhantes aos do colo, ou seja, necrose de tamanho variável circundando todo o caule, provocando murcha, amarelecimento e queda das folhas. As folhas atacadas apresentam lesões encharcadas, verde-escuras com limite definido, que depois expandem-se, tornando-se amarronzadas e caem (ANSANI et al., 1985). Os frutos tendem a mumificar, tornando-se quase negros, enrugados, inodoros e presos ao caule, mostrando nitida separação entre tecidos doentes e sadios (SALGADO & TOKESHI, 1980).

2.2.2. Epidemiologia

O principal agente de disseminação da doença

é a agua de irrigação ou chuva, sendo que a sobrevivência do patógeno e maior em solo contendo entre 18 e 34% de umidade (RAMIREZ & COVA, 1980; ANSANI & MATSUOKA, 1982). A dispersão da doença na parte aerea pode ocorrer por meio de respingos de água, pelo contato direto entre os hospedeiros na parte aérea, por insetos ou por fatores mecânicos (DUNIWAY, 1987; WESTE, 1987).

A sobrevivência de oosporos no solo e bem maior do que a de micélio (RAMIREZ & COVAS, 1980). Esta sobrevivência foi atribuida à liberação de oosporos pela decomposição de tecidos infectados, ja que estas estruturas podem permanecer viaveis por cerca de 200 a 240 dias no solo (ANSANI & MATSUOKA, 1983). Os zoósporos têm baixa capacidade competitiva, não sobrevivem nem 70 dias no solo, enquanto que o micélio e os esporângios permanecem menos do que 120 dias em fragmentos de hipocotilo e raiz enterrados no solo (ANSANI & MATSUOKA, 1983).

Em relação a sobrevivência em sementes infectadas, observou-se que estas não geram plantulas infectadas, mas a germinação e severamente afetada (MAFFIA & MATSUOKA, 1982). Dois dias apos a remoção das sementes do fruto infectado, foi encontrado micelio e oosporos no tegumento, endosperma e embrião. Após cinco dias em condições de laboratório, a recuperação do fungo foi quase nula, não se detectou o patógeno em sementes armazenadas por cinco dias em dessecadores (MAFFIA & MATSUKA, 1982).

Alem de pimenta e pimentão, *P.capsici* e

patogênico a diversas culturas, como tomate, abobora, morango, melão, melância, pepino, ervilha, berinjela, cenoura e jiló (URBEN, 1980; REGO & REIFSCHNEIDER, 1982; POLTRONIERI, 1986).

2.2.3. Etiologia

Em 1922, LEONIAN relatou pela primeira vez o fungo *Phytophthora capsici* como o agente etiologico da murcha ou requeima do pimentão.

P.capsici pertence a Divisão Eumycota, Sub-divisão Mastigomycotina, Classe Oomycetes e Ordem Peronosporales (SILVEIRA, 1981).

A forma do esporângio pode ser sub-esferica, oval, oboval, elíptica, fusiforme, piriforme ou alongada (ALIZADEH & TSAO, 1984), medindo em média 60 X 36 um (WATERHOUSE, 1970).Os esporângios desprendem-se facilmente quando maduros (ALIZADEH & TSAO, 1984) e são responsaveis pela produção de zoósporos, os principais agentes infectivos do fungo (WESTE, 1987). Os clamidosporos, quando produzidos, são relativamente pequenos (28 - 29 um de diâmetro), com parede celular de 2,4 - 2,7 um.

P.capsici é um fungo de natureza heterotálica, caracterizada atraves dos grupos de compatibilidade A^1 e A^2. Substâncias presentes no meio de cultura podem influenciar a produção de oósporos em cruzamentos intraespecificos de *P.capsici*, como suco V-8 e

suco de tomate "Superbom" temperado (URBEN, 1980). Os oósporos são esfericos, com diâmetro de 22 - 37 um. No gametângio o número de cromossomos é n = 8 - 12 (ALIZADEH & TSAO, 1984).

A temperatura mínima para o crescimento do fungo em cultura é de 6 - 9°C, a ótima fica em torno de 27 - 30°C e a máxima de 33 - 39°C (ALIZADEH & TSAO, 1984). A melhor temperatura para a formação de esporângios situa-se entre 21 - 33°C, e a ótima de 24 - 27°C (RIBEIRO, 1987).

Há relatos da existência de estirpes de *P.capsici* para determinados hospedeiros (POLACH & WEBSTER, 1972; KUNIMOTO et al., 1976). No entanto, URBEN (1980) e SARAIVA (1982) nao encontraram especificidade ou diferenças de patogenicidade. Em Minas Gerais não foi constatada a ocorrência de estirpes ou raças de *P.capsici* que se comportassem diferentemente (MATSUOKA, 1984).

2.2.4. Controle

O controle da doença é dificil depois que o patógeno se estabelece no solo, onde sobrevive por longos periodos (ANSANI et al., 1985).

Uma das estrategias de controle baseia-se no emprego de fungicidas especificos para Ficomicetos (Papavizas & Bower, 1982, citados por FERNANDEZ, 1988). Encontra-se no mercado a mistura Metalaxyl-Mancozeb, especifica para o controle de *Phytophthora* e *Pythium*, que

tem proporcionado bons resultados nos testes em pimentão, embora não tenha sido registrada para esta cultura (ANSANI et al., 1985).

O Metalaxyl é um fungicida sistêmico ativo especialmente contra membros dos Oomycetos, como *Phytophthora* ssp.. Este fungicida tem se mostrado altamente efetivo contra a murcha de *Phytophthora* de pimentão pela inibição do crescimento micelial, germinação de zoosporos, liberação de zoosporos do esporângio e formação de esporângios, ainda que em baixas concentrações (BUYNG et al., 1990).

O controle químico é eficiente, porem de custo elevado e indutor de mudanças na composição genética do fungo. Foram encontrados biotipos de *P.capsici* resistentes a Metalaxyl (REGO & REIFSCHNEIDER, 1982).

A maneira mais efetiva e segura de se controlar *P.capsici* é o uso de cultivares com resistência genetica a (MATSUOKA & ANSANI, 1984; FERNANDEZ, 1988; BOSLAND & LINDSEY, 1991).

2.3. RESISTÊNCIA

2.3.1. Fontes de Resistência

Em 1960, KIMBLE & GROGAN avaliaram 613 variedades de pimenta, todas compatíveis com *C.annuum*. Verificaram que cinco destas (PI 187331, PI 123469, PI 201232, PI 188476 e PI 201234) apresentaram alto grau de resistência, tendo

sobrevivido um maior número de plantas de PI 201234. Na avaliação feita por SEGURA (1962), de 129 variedades de *Capsicum* spp. testadas, os genótipos 631-A Marinalco do México, PI 201232 e PI 201234 (KIMBLE & GROGAN, 1960) e o material peruano "Mishime Bravo Amarilla" (*C.pendulum*), comportaram-se como imunes. Enquanto que PI 201235 e PI 159233 (Califórnia) e a variedade peruana Rocoto (*C.pubescens*) mostraram-se altamente resistentes.

De acordo com as avaliações de SOTIROVA & BELEVA (1977),duas variedades, Mulato e Bogilszlo, mostraram-se imunes.

Dentre os materias avaliados por REDONDO (1975), destacaram-se os tipos "Serranos" (*C.annuum*) conhecidos no México como "Criollo de Morelos" (CM), com níveis de resisténcia que variaram de 44 a 100%. A linha CM 334 nas avaliaçoes de REDONDO (1979) apresentou 100% de resistência.

No Brasil, MATSUOKA et al. (1984) avaliaram 396 introduções de *Capsicum* do Banco de Germoplasma de Hortaliças (BGH) da Universidade de Viçosa. Foram selecionadas cinco fontes de resistência a *P.capsici*, oriundas das introduções BGH 176, BGH 2678, BGH 3032, BGH 3036 e BGH 3056. Todas pertencem a *C.annuum* e são do tipo pimenta.

BANJA (1989) descreveu uma introdução de pimenta ornamental picante como resistente. Apesar de apresentar as folhas basais amarelecidas, as plantas não

mostraram sintomas de murcha. LOTZ & COSTA (1991) trabalharam com uma fonte de resistência pertencente a espécie *C.chinense*.

2.3.2. Herança da Resistência

O conhecimento do fator genético da resistência é importante no estabelecimento de cultivares resistentes. Existem muitas divergências entre os trabalhos de pesquisa quanto ao controle genético da resistência de *Capsicum* spp. a *P.capsici*.

SMITH et al. (1967) estudaram a herança da resistência das linhagens PI 123469, PI 201232 e PI 201264 (Kimble & Grogan, 1960), juntamente com a cultivar suscetível Yolo Wonder. Sugeriram que a resistência é governada por 2 genes, que agem independentemente, conferindo alto nível de resistência aos materiais, mas não imunidade ao patogeno. SOLANES & LOTTI (1967) utilizando as mesmas introduções norte americanas e cultivares da Argentina, França e Romênia, descreveram a resisténcia como sendo um caráter dominante. As linhas de Smith et al. (1967) foram avaliadas juntamente com um material francês por YAMAKAWA et al. (1979), que concluiram tratar-se de uma herança monogênica, com dominância incompleta.

Dos materiais testados por GUERRERO-MORENO & LABORDE (1980) apenas dois comportaram se como totalmente resistentes, sendo sugerido que a resisténcia e controlada

por dois pares de genes recessivos e independentes. Para SARAIVA (1982), que trabalhou com as linhagens BGH 176 (Santaka), BGH 2678 (Floral Gem), BGH 3232 (Chiroleze), BGH 3036 (Cubano Amarillo) e BGH 3036 (Mirasol), trata-se de uma herança recessiva (dois genes), influenciada por um gene modificador dominante.

A resistência em duas linhagens derivadas das variedades "Gimjorggochu" e "Shinpyong", é governada por um ou dois pares de genes dominantes (CHOI et al., 1984). Enquanto que BARKSDALE & PAPAVIZAS (1984) constataram que a resistência, nas duas fontes que trabalharam, é determinada por um par de genes com modificadores.

BANJA (1989), utilizando uma introdução de pimenta ornamental picante, LOTZ & COSTA (1991) uma linhagem de *C. chinense* e REIFSCHNEIDER et al. (1992) uma linha derivada de CM 334, concluíram que a resistência é controlada por dois genes, com epistasia dominante e recessiva. Os resultados obtidos por CRISTINZIO et al. (1992) sugerem que a resistencia a *P. capsici* na linha CM 334 é devido a dois pares de genes dominantes.

A caracterização da resistência em *C. frutescens* L. sugere que o controle é feito por um unico gene dominante, enquanto que para Saini & Rattan (1971) trata-se de um gene recessivo (ZEMA et al., 1992).

ORTEGA et al. (1992) estudaram a relação entre quatro genótipos de pimenta resistentes a *P. capsici*, onde a resistência está sob o controle de 3 genes. Os quatro

materiais parecem ter em comum ao menos um dos três genes postulados para o caráter em questão.

Embora a maioria dos trabalhos tenha descrito que um ou dois genes são responsaveis pela resistencia a *P.capsici*, práticas de melhoramento demonstram que a herança do caráter é um pouco mais complexa. É provável que a resistência esteja sob controle poligênico e dividida em varios componentes geneticos, distribuidos de forma desigual entre as variedades (GIL & PALAZON, 1982; POCHARD & DAUBEZE, 1983; PALLOIX et al., 1988; PALLOIX et al., 1990).

2.3.3. Melhoramento

A introdução da resisténcia a *P.capsici* em cultivares de pimentão através do método de retrocruzamento não tem tido sucesso. Na Argentina foi desenvolvida a "linha nº 10" a partir da linha 491 de Smith et al. (1967) (SOLANES & LOTTI, 1970). A linha "PM 217" selecionada do material 493-1 (Smith et al., 1967) foi retrocruzada com a cultivar Yolo Wonder dando origem a linha "Phyo 636" (POCHARD & CHAMBONNET, 1972). A resistência da linha 493 tambem foi transferida a cultivar Yolo Wonder por GIL & PALAZON (1982), que a denominaram de "linha nº 2". Estas variedades tem mostrado um nível baixo de resisténcia quando comparadas com os parentais resistentes (ORTEGA & PALAZON, 1983; PALLOIX et al., 1988; PALLOIX et al., 1990; BARTUAL et al., 1991).

A cultivar "Video", tida como resistente, apresenta 8,9% de incidência de doença, enquanto que a cv. "Lady Bell" (moderadamente resistente) apresenta 22,2% (JOHNSTON & BARKSDALE, 1987). Um bom nivel de resistencia e produção foi obtido em duas cultivares de pimenta doce na Costa Rica, "Najera 2" e "172248" (JIMENEZ et al., 1990).

A linha mexicana SCM 334 foi cruzada com a cultivar "Friariello" (*C.annuum*) e os resultados sugerem que a resistência é facilmente introduzida (CRISTINZIO et al., 1992).

O insucesso na obtenção de cultivares de pimentão resistentes a *P.capsici*, pode ser explicado pelo controle poligênico deste caráter (POCHARD & DAUBEZE, 1983; PALLOIX et al., 1990) e pela ausência de critérios adequados de seleção (ORTEGA & ESPAÑOL, 1983; REIFSCHNEIDER et al., 1986). O método de seleção recorrente parece ser o mais apropriado para este caso. PALLOIX et al. (1990), atraves de dois ciclos de seleção recorrente, obtiveram algumas linhas que mostraram um nivel de resistência superior ao dos parentais resistentes da população original, apesar desse progresso ter se mostrado irregular. Houve uma forte influência das condições ambientais durante a execução da seleção e avaliação dos materiais. Isto vem a comprovar a hipótese de Gil & Palazon (1982) de que a resistência é horizontal com alguns aspectos de resistência vertical, que poderá se manifestar de acordo com as circunstâncias em que

e feita a seleção. Assim, os genes de maior efeito na expressão da resistência são selecionados quase que independentemente do critério ou método de seleção utilizado. Enquanto que genes de menor efeito, que provavelmente melhoram a ação de genes maiores, são mais dificeis de serem selecionados (GIL & PALAZON, 1983).

2.3.4. Influência de Fatores Ambientais

2.3.4.1. Idade da Planta

São vários os relatos sobre a quebra da resistência em germoplasmas de pimenta e pimentão devido a inoculação em plantas em idade jovem (REIFSCHNEIDER et al., 1986). Alguns pesquisadores acreditam que a suscetibilidade de mudas de pimentão a *P.capsici* não é influenciada pela idade, embora a murcha ocorra mais rapidamente em plantas mais jovens. O desenvolvimento da doença em plântulas e mais rápido provavelmente devido a áreas menores de raizes e hipocotilos a serem colonizadas pelo patógeno, até que a planta entre em colapso total (ANSANI & MATSUOKA, 1983; FERNANDEZ, 1983).

Com o objetivo de identificar fontes de resistência juvenil a *P.capsici* em *Capsicum*, foram avaliadas varios genotipos do BAG de Pimenta e Pimentão do CNPH/EMBRAPA. Destacaram-se dois materiais, CNPH 148 e CNPH 173, dentro de populações que apresentaram melhor desempenho

na fase adulta (REIFSCHNEIDER et al., 1986). Inoculações precoces aumentaram o número de plantas com reação de suscetibilidade, em todos os genótipos testados. A resistência aumentou com a idade cronológica até 40-47 dias, quando CNPH 148 e CNPH 173 comportaram-se como totalmente resistentes (REIFSCHNEIDER et al.,1986). Foi sugerido que plantas de pimenta são resistentes a partir do estádio de seis folhas (POCHARD & CHAMBONNET, 1972) e 40 dias após a semeadura (POCHARD et al., 1976).

BOSLAND & LINDSEY (1991) verificaram que é possível selecionar plantas de pimentão 14 dias após a emergência para resistência a podridão de raiz, causada por *F.capsici*.

As idades das plantas na data de inoculação são bem variáveis, e sabemos que fatores ambientais exercem forte influência sobre o desenvolvimento da planta, tornando difícil o estabelecimento de uma correlação entre idade cronológica e estádio de desenvolvimento. Até o momento não foi possível avaliar a idade fisiológica de uma planta e isto deverá ser essencial para estabelecer procedimentos para a detecção de resistência em plântulas (REIFSCHNEIDER et al., 1986).

2.3.4.2. Métodos de Inoculação

O método de inoculação adotado por KIMBLE & GROGAN (1960) e SEGURA (1962) consistiu na infecção de

bandejas, onde estavam sendo cultivadas as plantas, com suspensão micelial. Os melhores materiais foram reinoculados, só que desta vez com suspensão de zoósporos. SMITH et al. (1967) e POLACH & WEBSTER (1972) colocaram a suspensão micelial diretamente nas raizes das plantas.

POCHARD & CHAMBONNET (1971) usando diferentes métodos de inoculação, determinaram como melhor a aplicação de um "plug" de micelio sobre o caule decapitado. CLEARJEAU et al. (1976) chegaram a mesma conclusão quando testaram o método de POCHARD & CHAMBONNET (1971), em conjunto com inoculações em folhas destacadas e incorporação de inóculo no solo.

SOTIROVA & BELEVA (1977) conduziram seus experimentos em condições de campo naturalmente infectado e em casa-de-vegetação, onde a inoculação foi feita mediante a pulverização das folhas com suspensão de zoósporos. Os indices de infecção em casa-de-vegetação foram maiores,provavelmente devido a condições ótimas ao desenvolvimento do patogeno. A inoculação foliar tem se mostrada inapropriada para "screenings" mais precisos (CLEARJEAU et al., 1976; KIM et al., 1989), além de que os fatores geneticos que governam a resisténcia em raizes e caule podem não ser operaveis em folhas(KIM et al., 1989).

O estudo sobre metodos de inoculação feito por REIFSCHNEIDER et al. (1986), mostrou que somente quando a suspensão de zoósporos é aplicada na base da planta ou quando as raizes são imersas na suspensão , todas as plantas

morrem. Entre as metodologias testadas por KIM et al. (1989) para a avaliação da resistência relacionada a idade, a inoculação de suspensão de zoosporos no solo foi a mais eficiente. Para POCHARD & CHAMBONNET (1971) e KHAN et al. (1992) a inoculação de suspensão de zoósporos na base da planta pareceu pouco efetiva, uma vez que resultou em escapes de plantas suscetíveis e infecção e morte de resistentes. A concentração de inóculo (CLEARJEAU et al., 1976; REIFSCHNEIDER et al., 1986) assim como a umidade do solo são de vital importância para a eficácia deste método (REIFSCHNEIDER et AL., 1986). Para KHAN et al. (1992) a imersão de raízes em suspensão de zoósporos mostrou-se o método de inoculação mais adequado, além de ser simples de se manusear e rápido.

A técnica de inoculação usando zoósporos é melhor do que o uso de micélio, por estar estreitamente relacionada a condição natural e ser fácil de quantificar, alem dos zoosporos serem facilmente obtidos (URBEN, 1980; ANSARI & MATSUOKA, 1983; REIFSCHNEIDER et al., 1986; BOSLAND & LINDSEY, 1991).

2.3.4.3. Isolados

A capacidade de *P.capsici* superar a resistência de plantas de pimenta e controlada pelo menos por dois pares de genes (POLACH & WEBSTER, 1972). A variabilidade na patogenicidade pode ocorrer devido a trocas

nucleares através da recombinação sexual, baseada em dois tipos de compatibilidade designados de A_1 e A_2 (KIM & HUANG, 1992). Foi demonstrado que oósporos obtidos de pareamentos entre isolados patogênicos, diferiram em sua capacidade de causar doença em plantas de pimenta (BOWERS & MITCHELL, 1991). Em adição a recombinação sexual, a manutenção de culturas de *Phytophthora* spp. **in vitro** por longo tempo pode causar variações em sua patogenicidade(KIM & HUANG, 1992).

A presença de raças agressivas pode superar a resistência de *Capsicum* spp. a *P.capsici* em testes de inoculação artificial, bem como em condições de campo (ORTEGA & PALAZON, 1983; BARKSDALE et al., 1984; REIFSCHNEIDER et al., 1986; PALLOIX et al., 1988).

Algumas linhas tidas como resistentes ,como "Phyo 636" (CLEARJEAU et al., 1976), "235" e "493" de SMITH et al.(1967) (POLACH & WEBSTER, 1972; REDONDO, 1979), mostraram-se suscetíveis a algumas raças de *P.capsici*.

A agressividade de doze isolados de *P.capsici* da Turquia foi comparada em duas linhas de pimenta parcialmente resistentes, "PM 217" e "Serrano Criollo de Morelos" (ABAK & POCHARD, 1984). Todos isolados turcos mostraram-se patogênicos e a maioria deles foi muito agressiva, principalmente sobre a linha "PM 217". Nenhuma diferença significativa foi observada sobre a linha "Serrano Criollo de Morelos".

Os isolados de *P.capsici* revelam-se mais agressivos em temperaturas mais altas, principalmente em

variedades suscetiveis. As variedades resistentes e parcialmente resistentes não se mostram afetadas pela temperatura (ORTEGA et al., 1984).

2.3.4.4. Concentração de Inóculo

Concentrações de inóculo muito altas de *P.capsici* podem superar ocasionalmente a resistência em *Capsicum*, resultando em sintomas em plantas consideradas resistentes (BARKSDALE et al., 1984; REIFSCHNEIDER et al., 1986). Além da concentração de inóculo, o período de incubação também parece afetar grandemente a expressão de resistência em plantas de pimenta (SMITH et al., 1967; BARKSDALE & PAPAVIZAS, 1984). O tempo de saturação do solo é de suma importância para a produção e movimentação de zoósporos de *P.citrophthora* e *P.parasitica* (Stolzy et al., 1965, citados por ANSANI & MATSUOKA, 1983).

Em testes feitos em casa-de-vegetação foi verificado que a concentração 10^4 zoósporos por planta foi suficiente para matar todas as plantas suscetiveis (ANSANI & MATSUOKA,
1983; REIFSCHNEIDER et al., 1986; BOSLAND & LINDSEY, 1991). A concentração 5 X 10^3 zoósporos por planta matou apenas um terço do genotipo suscetivel (ORTEGA et al., 1984). Em condições de campo 10^5 zoósporos por planta é considerada ideal (REIFSCHNEIDER et al.,1986).

As concentrações LD 50 para as variedades

resistentes são altamente variáveis, 4385 a 97300 zoósporos para o isolado menos virulento (PALLOIX et al., 1988). Essas concentrações são menores do que as indicadas anteriormente, provavelmente devido ao metodo de inoculação em meio liquido utilizado, que aumenta o contato raiz-zoósporos. No método de infestação do solo, muitos zoósporos não infectam as raizes e encistam sobre particulas de solo, diminuindo a infectividade do esporo (PALLOIX et al., 1988).

Os resultados podem ser influenciados por altos niveis de inóculo, que podem não ser representativos da relação infecção-inóculo que ocorre no campo. Baixos niveis de inoculo, tanto de zoósporos como oósporos, podem afetar a incidência de doença no campo, sob condições apropriadas (BOWERS & MITCHELL, 1991).

2.3.4.5. Temperatura

A expressão da resistência de *C.annuum* a *P.capsici* parece condicional, uma vez que variou também com a temperatura (CLEARJEAU etal., 1976; POCHARD et al., 1976). Em materiais tidos como resistentes o fungo continuou o seu crescimento a 28 °C, o mesmo não foi observado a 22 °C (POCHARD et al., 1976). A cultivar "Phyo 636" mostrou-se mais resistente em temperaturas mais baixas (19 ± 3 °C) do que em altas (25,7 ± 3 °C) (ORTEGA & PALAZON, 1983).

Quanto maior a resistência das linhas testadas, mais independente foi a sua resposta aos efeitos

de temperatura. Em linhas suscetíveis o parasita foi mais agressivo em temperaturas elevadas (25,7 ± 3 °C) (ORTEGA & PALAZON, 1983; ORTEGA et al., 1983). A diferenciação entre plantas suscetíveis e resistentes foi melhorada em temperaturas mais altas (ORTEGA et al., 1984; ORTEGA et al., 1987).

Aconselha-se que as inoculações de *P. capsici* em *Capsicum* sejam executadas sob temperaturas moderamente altas

(ORTEGA & PALAZON, 1983)

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação e no laboratorio de Fitopatologia do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (CNPH / EMBRAPA).

3.1. Instalação dos Experimentos

3.1.1. Casa-de-vegetação

O substrato utilizado para cultivar as plantas foi obtido através de uma mistura de solo peneirado, esterco de gado e palha de arroz queimada, na proporção de 3:1:1. e adubo quimico N-P-K , formula 4-14-8. A mistura foi esterilizada com brometo de metila na dosagem de 50 cc para 100 litros de substrato.

Para obter uma germinação uniforme, as sementes foram tratadas com uma solução de 0,2% de KNO_3. A semeadura foi feita em caixas de plástico (40 X 30 X 10 cm) contendo o substrato esterilizado. Em cada caixa foram semeadas quatro fileiras, com sete plantas por fileira, sendo utilizadas quatro repetições por tratamento.

As plantas foram mantidas ate a véspera da

inoculação em uma casa-de-vegetação com temperatura média de 27 °C. A inoculação foi feita em outra casa-de-vegetação, com t máx. = 26 °C e t mín. = 16 °C.

Os genótipos utilizados pertencem a Coleção de Germoplasma de *Capsicum* do CNPH. Como padrões de resistência foram utilizados CNPH 148, uma linha derivada do genótipo "Serrano Criollo de Morelos 334" (SCM 334); e CNPH 173, selecionada da população BGH 3036 da Universidade Federal de Viçosa-MG. Os dois materiais são do tipo pimenta e pertencem a espécie *C.annuum*. A linha CNPH 173 possue um nível menor de resistência a *P.capsici* do que a linha CNPH 148, mas apresenta como vantagem o fato de ser menos pungente e fruto do tipo pimentão. Como padrão suscetível foi utilizado o genotipo CNPH 192, a cultivar comercial "Magda" da AGROFLORA.

3.1.2. Produção de Inóculo

O isolado 2 de *P.capsici* utilizado nos experimentos pertence a Coleção do CNPH/EMBRAPA, e foi escolhido por apresentar um bom nível de virulência e boa esporulação em meio de cultura (REIFSCHNEIDER et al., 1986). O isolado foi mantido e periodicamente repicado para tubo de ensaio contendo meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) (200 g de batata, 20 g de dextrose, 15 g de agar e água destilada até completar 1000 ml). Para o preparo de inóculo, o fungo foi repicado para placas de Petri contendo BDA, e

incubadas a 27°C, no escuro, durante 4 a 6 dias. Em seguida, foram retirados pequenos discos de micélio do fungo, e colocados individualmente no centro de cada placa de Petri com meio de suco de tomate-ágar (200 ml de suco de tomate temperado "Superbom", 3 g de $CaCO_3$, 18 g de ágar e 800 ml de água destilada). As placas foram mantidas por 6 dias a 22 - 24°C sob luz fluorescente para estimular a esporulação. Após esse período, foram adicionados 10 ml de água por placa de Petri, deixadas por 2 horas
a 4°C (REIFSCHNEIDER et al., 1986). As placas permaneceram por mais uma hora em temperatura ambiente, para a liberação de zoósporos pelos zoosporângios. Com o auxílio de uma alça de Drigalsky, a superfície do meio foi raspada e a suspensão filtrada através de uma camada dupla de gaze, para reter os fragmentos de micélio.

A concentração de inóculo foi ajustada com o auxílio de um hemacitômetro.

3.1.3. Método de Inoculação e de Avaliação

Antes da inoculação, as caixas contendo as plântulas foram irrigadas até a saturação do solo e posteriormente duas vezes ao dia. O método de inoculação adotado foi a deposição de 3 ml de uma suspensão de 5×10^4 zoósporos na altura do colo da planta, sem molhar o caule (REIFSCHNEIDER et al., 1986).

As avaliações foram feitas no 4º e 8º dias

após a inoculação, através da contagem do número de plantas tombadas. As reações de suscetibilidade observadas foram caracterizadas pela necrose na base do caule (colo) e murcha, que culminaram com o tombamento das plântulas.

3.2. Padronização do Método de Avaliação para Resistência Juvenil

Este experimento visou estudar os efeitos de fatores ambientais na expressão de resistência a *P. capsici*, em genótipos de *C. annuum*, e determinar as condições ideais para avaliar a resistência no estádio de plântulas, evitando-se escapes.

3.2.1. Efeito da Data de Avaliação após a Inoculação

O ensaio foi conduzido em casa-de-vegetação, com temperatura média de 26°C. O aparecimento de sintomas e desenvolvimento da doença foram avaliados diariamente até o 16º dia após a inoculação, em plantas com 10, 15 e 20 dias após a emergência. Foram utilizados 11 genótipos, incluindo CNPH 148, CNPH 173 e CNPH 192.

Cada planta foi inoculada com 3 ml de suspensão de 10^4 zoósporos por ml (REIFSCHNEIDER et al., 1986) na altura do colo.

O desenvolvimento da doença foi avaliado separadamente para cada idade testada.

O delineamento experimental foi fatorial, com três repetições por tratamento.

3.2.2. Efeito da Concentração de Inóculo

O objetivo deste experimento foi determinar a concentração de inóculo mais adequada para avaliação de resistência juvenil em condição de casa-de-vegetação. O delineamento experimental foi fatorial em parcelas subdivididas, com quatro repetições.

Em um primeiro ensaio foram testadas as seguintes doses :5 X 10^2; 10^3; 5 X 10^3; 10^4 e 5 X 10^4 zoosporos/ml, nos genótipos CNPH 173 e CNPH 192. O genótipo CNPH 148 teve a sua germinação comprometida.

As plantas foram inoculadas com 15 dias após a emergência, com 3 ml de suspensão de inóculo, na altura do colo. A temperatura media durante a execução do experimento foi de 29,5°C (max.= 39°C; min.= 20°C).

Dois outros ensaios foram montados:

1. Plantas dos genotipos CNPH 148, CNPH 173 e CNPH 192, com 7 dias após emergência, foram inoculadas com suspensões de 5 X 10^4, 10^5 e 5 X 10^5 zoosporos/ml (3 ml/planta).

2. Foram testadas duas concentrações, 5 X 10^4 e 10^5 zoosporos/ml, em plantas com 14 dias após a emergência (3 ml/ planta).

A temperatura média máxima foi de 26°C e a

mínima de 16°C. O delineamento experimental foi fatorial, com 4 repetições.

3.2.3. Efeito da Idade da Planta

Em casa-de-vegetação com temperatura média diurna de 23,5°C e noturna de 16,5°C, plântulas dos genótipos CNPH 148, CNPH 173 e CNPH 192, com 10, 15, 20 e 25 dias após a emergência, foram inoculadas com uma suspensão de 10^4 zoosporos/ml do isolado CNPH 2.

Posteriormente foram montados dois outros ensaios, com plantas com 7 e 14 dias após a emergência, utilizando-se concentrações de inóculo maiores, 5 X 10^4 e 10^5 zoosporos/ml. As temperaturas médias máxima e mínima no período foram respectivamente, 26 e 16°C.

Nos três experimentos foram utilizadas caixas de plástico, com 3 fileiras por caixa e em cada fileira foi semeado um genótipo. O delineamento experimental adotado foi fatorial, com 4 repetições.

Ainda neste experimento, plantas dos genótipos CNPH 148, CNPH 173 e CNPH 192, com 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a emergência, cultivadas em vasos de meio litro (1 planta/vaso), foram inoculadas com 20 ml de uma suspensão de 5 X 10^4 zoosporos/ ml. A finalidade deste ensaio foi obter a curva da resistência a *P. capsici* dos 3 genótipos citados acima, em função da idade das plantas. Cada parcela experimental contou com 5 vasos, o delineamento

foi fatorial, com 4 repetições.

3.2.4. Efeito da Temperatura

Este experimento foi conduzido em dois ambientes, com temperatura e umidade monitoradas, um com temperatura mais baixa (t máx.= 27,5°C; t mín.= 17,7°C), e outro com temperatura mais alta (t máx.= 39°C; t mín.= 20,4°C).

A concentração de inóculo utilizada foi 5 X 10^4 zoósporos/ml. Plantas dos genótipos CNPH 148, CNPH 173 e CNPH 192 foram inoculadas com 10 e 15 dias após a emergência.

O delineamento experimental foi fatorial, com 4 repetições.

3.3. Avaliação da Resistência de Genótipos do BAG de *Capsicum* do CNPH à *Phytophthora*

A coleção de Germoplasma de *Capsicum* do CNPH/EMBRAPA conta atualmente com cerca de 400 introduções, tanto do Brasil como de outros países da América do Sul e Central, Ásia e Europa.

Para a identificação de novas fontes de resistência na fase juvenil a *P. capsici* foram avaliados, em condição de casa-de-vegetação, 80 populações de *Capsicum* spp., em 5 experimentos.

Os materiais avaliados, assim como suas procedências e/ou origens estão relacionados na tabelas 11, 12, 13, 14 e 15.

O delineamento experimental adotado foi blocos casualizadso, com quatro repetições (7 plantas por repetição).

A inoculação foi feita atraves da deposição de 3 ml de uma suspensão de 5 X 10^4 zoosporos/ml, no colo de plântulas com 15 dias após a emergência.

3.4. Estudo de Herança da Resistência Juvenil em *C.annuum* a *P.capsici*

3.4.1. Genótipos Utilizados

CNPH 148 - Linha selecionada do material "Serrano Criollo de Morelos 334" (SCM 334) com resistência a *P.capsici*. Possue um nivel elevado de resistência na fase juvenil.

CNPH 173 - Selecionada da população BGH 3036, com resistência a *P.capsici* na fase adulta. Possue resistência juvenil intermediaria.

CNPH 134 - Selecionada da população BGH 176, com um bom nivel de resistência juvenil.

CNPH 192 - Cultivar comercial "Magda"/Agroflora. Suscetível a *P.capsici*.

3.4.2. Cruzamentos

Os cruzamentos dirigidos e autofecundações foram feitos em casa-de-vegetação. Na vespera da antese os botões foram emasculados e, uma vez feita a polinização, foram cobertos por um cone de papel aluminio fechado na base para evitar contaminação.

Foram feitos os seguintes cruzamentos:

CNPH 148 X CNPH 192

CNPH 192 X CNPH 148

CNPH 173 X CNPH 192

CNPH 192 X CNPH 173

CNPH 134 X CNPH 192

CNPH 192 X CNPH 134

Os hibridos F1 obtidos foram autofecundados (inclusive os reciprocos) e retrocruzados com as respectivas linhas parentais, a fim de se obter as gerações F2 e RC1.

3.4.3. Avaliação

Sementes de todas as gerações (F_1, RC_1, RC_2 e F_2) como seus progenitores, foram semeados em caixas de platico (40 X 30 X 10 cm) contendo solo esterilizado. Cinco fileiras, com 8 plantas por fileira, foram plantadas em cada caixa. Foram avaliadas 80 plantas das gerações F1, RC1 e seus progenitores, e 280 plantas da geração segregante F2.

As plantas foram inoculadas com 15 dias após

a emergencia, com uma suspensão de 5 X 10^4 zoosporos/ml (3 ml/ planta). A temperatura media maxima durante o periodo de execução do experimento foi 26°C e a minima de 16°C. A avaliação foi feita no 4º e 8º dias apos a inoculação.

Os dados foram analisados pelo teste de X - Quadrado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Padronização do Método de Avaliação de Resistência na Fase Juvenil

4.1.1. Efeito da Data de Avaliação

A melhor data de avaliação para resistência de *C.annuum* a *P.capsici*, após a inoculação, foi estudada separadamente em plantas com 10, 15 e 20 dias após a emergência (d.a.e.).

Independente da idade da planta, os sintomas começaram a manifestar-se a partir do 3º dia após a inoculação (d.a.i.).

As avaliações foram feitas diariamente até o 16º dia, através da contagem do numero de plantas tombadas . Foram verificadas diferenças significativas entre os genótipos quanto a resposta à inoculação, durante o período de avaliação (tabela 1).

Para plantas com 10 d.a.e., a partir do 4º d.a.i. a suscetibilidade ou resistencia manifesta-se em sua totalidade (tabela 1). As plantas que tombam após este período não contribuiram significativamente na resposta dos

Tabela 1. Efeito da data de avaliação (dias após a inoculação) sobre a expressão de sintomas em plantas de *Capsicum* com 10 d.a.e. a *Phytophthora capsici* (quatro repetições).

GENÓTIPOS	DATA DE AVALIAÇÃO (d.a.i)													
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CNPH 148	0,00 a	0,00 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a
CNPH 173	0,67 b	2,67 a	3,00 a	4,00 a	4,00 a	4,00 a	4,00 a	4,00 a	4,00 a	4,00 a	4,00 a	4,00 a	4,00 a	4,00 a
CNPH 192	3,67 c	4,67 bc	5,67 ab	5,67 ab	5,67 ab	6,00 ab	6,00 ab	6,00 ab	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a
CNPH 134	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a	0,33 a
CNPH 181	2,67 b	5,67 a	6,33 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a
CNPH 679	4,33 b	5,33 ab	5,67 ab	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a
CNPH 33	4,00 b	6,00 a	6,00 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a
CNPH 143	3,33 b	4,67 ab	5,33 a	5,33 a	5,33 a	5,33 a	5,33 a	5,33 a	5,33 a	5,67 a	5,67 a	5,67 a	5,67 a	5,67 a
CNPH 640	4,33 b	5,33 ab	6,00 ab	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a
CNPH 1397	3,33 b	5,33 a	5,67 a	6,33 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a
MÉDIA	2,45 b	3,78 ab	4,21 a	4,70 a	4,78 a	4,91 a	4,91 a	4,91 a	4,97 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a

a Número médio de plantas tomabadas (7 plantas/repetição)

aa Médias seguidas de uma mesma letra nas linhas não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($S\bar{x}$ = 5,958224E-02). Os dados foram transformados para $\sqrt{x + 0,5}$. (CV = 6,41%).

Tabela 2. Efeito da data de avaliação (dias após a inoculação) sobre a expressão de sintomas em plantas de *Capsicum* com 15 d.a.e. a *Phytophthora capsici* (quatro repetições).

GENÓTIPOS	DATA DE AVALIAÇÃO (d.a.i)													
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CNPH 148	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
CNPH 173	0,00 b	0,00 b	0,33 b	1,33 a	1,33 a	1,33 a	1,33 a	1,33 a	1,33 a	1,33 a	1,33 a	1,33 a	1,33 a	1,33 a
CNPH 192	0,00 b	5,67 a	6,33 a	6,33 ab	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,67 a
CNPH 134	0,00 b	0,33 ab	0,67 ab	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
CNPH 181	0,00 c	4,33 b	6,67 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a
CNPH 679	0,33 c	4,00 b	6,00 a	6,00 a	6,00 a	6,00 a	6,00 a	6,00 a	6,00 a	6,00 a	6,00 a	6,00 a	6,00 a	6,00 a
CNPH 33	0,00 c	3,33 b	5,00 a	6,00 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,67 a
CNPH 143	0,00 c	2,00 b	4,33 a	4,33 a	4,33 a	4,67 a	4,67 a	4,67 a	4,67 a	4,67 a	4,67 a	5,00 a	5,00 a	5,33 a
CNPH 640	0,00 b	7,00 ab	7,00 ab	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a
CNPH 1397	0,00 c	2,67 b	5,00 a	5,00 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a
MÉDIA	0,03 c	2,67 bb	3,79 ab	4,03 ab	4,21 a	4,24 a	4,24 a	4,24 a	4,24 a	4,24 a	4,24 a	4,27 a	4,27 a	4,36 a

a Número médio de plantas tombadas (7 plantas/repetição)

aa Médias seguidas de uma mesma letra nas linhas não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($S\bar{x}$ = 7,745966E-02). Os dados foram transformados para $\sqrt{x + 0,5}$. (CV = 7,14%).

materiais testados. O genótipo resistente CNPH 148 manteve-se inalterado ao longo do periodo de avaliação, assim como CNPH 134, que mostrou-se altamente resistente. No 3º d.a.i. estava definida a resposta de resistência de CNPH 173 a *P. capsici*, enquanto que o genótipo CNPH 192 manifestou praticamente toda sua suscetibilidade no 5º d.a.i. (tabela 1). Os demais genótipos comportaram-se como altamente suscetiveis, e do 4º ao 16º dias não houve diferenças entre as avaliações (tabela 1).

Houve um retardamento no início do tombamento em plantas com 15 d.a.e.. Apesar dos sintomas começarem a aparecer no 3º d.a.i., a maioria das plantas tombaram no 5º d.a.i. (tabela 2). Os genótipos CNPH 148 e CNPH 134 comportaram-se como altamente resistentes, enquanto que até o 6º d.a.i. ainda tombavam plantas de CNPH 173. Apenas com 3 dias após a inoculação o genótipo CNPH 192 diferiu significativamente dos demais. A maioria dos genotipos tiveram a suscetibilidade manifestada em sua totalidade no 5º d.a.i. (tabela 2).

O comportamento de plantas com 20 d.a.e. foi semelhante ao de plantas com 15 dias, ou seja, a resposta dos genótipos na manifestação dos sintomas parece estar definida no 5º d.a.i. (tabela 3). Alguns genotipos suscetiveis responderam mais lentamente à inoculação, ou seja, so a partir do 7º d.a.i. e que não houve diferença significativa entre as datas de avaliação. Este resultado nos leva a concordar com alguns pontos defendidos por

Tabela 3. Efeito da data de avaliação (dias após a inoculação) sobre a expressão de sintomas em plantas de *Capsicum* com 20 d.a.e. a *Phytophthora capsici* (quatro repetições).

GENÓTIPOS	DATA DE AVALIAÇÃO (d.a.i)													
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
CNPH 148	0,00 a**	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
CNPH 173	0,00 b	0,00 b	0,67 ab	1,67 a	1,67 a	1,67 a	1,67 a	1,67 a	1,67 a	1,67 a	1,67 a	1,67 a	1,67 a	1,67 a
CNPH 192	0,67 b	3,67 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a	5,33 a	5,33 a	5,33 a	5,33 a	5,33 a	5,33 a	5,67 a	5,67 a	5,67 a
CNPH 134	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
CNPH 181	0,00 c	3,67 b	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	7,00 a
CNPH 679	0,33 e	1,33 de	2,00 cd	3,00 bc	3,67 abc	4,00 ab	4,00 ab	4,00 ab	4,33 ab	4,33 ab	4,33 ab	4,33 ab	4,67 ab	5,00 a
CNPH 33	0,00 e	2,67 d	3,33 cd	3,67 bcd	5,00 abc	5,00 abc	5,00 abc	5,00 abc	5,00 abc	5,67 ab	6,00 a	6,33 a	6,67 a	6,67 a
CNPH 143	0,00 d	0,00 d	1,00 cd	2,33 bc	3,67 ab	3,67 ab	3,67 ab	3,67 ab	3,67 ab	4,00 ab	4,00 ab	4,67 a	4,67 a	4,67 a
CNPH 640	0,00 b	5,67 a	6,33 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a
CNPH 1397	0,00 c	0,67 c	3,33 c	3,33 b	5,00 b	6,33 ab	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,33 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a	6,67 a
MÉDIA	0,05 c	1,64 b	2,61 ab	3,09 ab	3,54 a	3,73 a	3,73 a	3,73 a	3,76 a	3,85 a	3,94 a	4,04 a	4,12 a	4,21 a

* Número médio de plantas tomabadas (7 plantas/repetição)

** Médias seguidas de uma mesma letra nas linhas não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($S\bar{x}$ = 9,660918E-02). Os dados foram transformados para $\sqrt{x + 0,5}$. (CV = 9,42%).

MATSUOKA & ANSANI (1984), no que diz respeito a influência da idade na velocidade com que as plantas morrem; plantas mais jovens tendem a entrar em colapso total mais rapidamente do que plantas mais velhas.

Com base nestes resultados, adotamos duas datas de avaliação, no 4^0 e 8^0 dias após a inoculação. A leitura no 8^0 d.a.i. garantiu a confiabilidade dos dados.

4.1.2. Efeito da Concentração de Inóculo

Das cinco concentrações testadas inicialmente, apenas 5×10^4 zoósporos/ml (3 ml/ planta) morte total das plantas do genótipo suscetível CNPH 192, com 15 d.a.e. (tabela 4). A concentração 10^4 zoósp./ml não diferiu significativamente de 5×10^4 zoósp./ml. O genótipo CNPH 173 teve 39% das tombadas com a dose de inóculo de 5×10^4 zoósp./ml (tabela 4).

Em plantas com 7 dias foram testadas as concentrações 5×10^4, 10^5 e 5×10^5 zoósp./ml. Não houve diferença diferença significativa entre as três concentrações avaliadas, todas provocaram morte das plantas do material suscetível e não alteraram a resposta de CNPH 148 e CNPH 173 (tabela 5).

Plantas com 14 d.a.e. de CNPH 148 e de CNPH 173 comportaram-se como resistentes quando inoculadas com as concentrações 5×10^4 e 10^5 zoósp./ml (tabela 5). O genótipo CNPH 173 apresentou 0 % de incidência de doença em plantas

com 14 d.a.e., nas duas concentrações testadas. Este comportamento diferiu do obtido no primeiro ensaio, quando cerca de 39% das plantas com 15 dias tombaram ao serem inoculadas com 5 X 10^4 zoósp./ml. CNPH 173 tem se mostrado muito instável quanto a expressão de sua resistên-cia, que varia a cada ensaio, o que não acontece com CNPH 148.

A partir deste experimento foi adotada a concentração 5 X 10^4, mais eficiente do que 10^4 zoósp./ml, uma vez que não permitiu escapes, além de não ter diferido significativamente de 10^5 e 5 X 10^5 zoósp./ml e de não ter alterado o comportamento do genótipo resistente. Resultado semelhante foi obtido por ANSANI & MATSUOKA (1983) e REIFSCHNEIDER et al. (1986).

Tabela 4. Efeito de concentração de inoculo na expressão de resistência a *P. capsici* (plantas com 15 d.a.e.**)

GENÓTIPOS	Concentração(zoosporos/ml) 5 x 10^2	10^3	5 x 10^3	10^4	5 x 10^4
CNPH 173	0,000b	0.357b	0,200b	0,770b	2,639b
CNPH 192	1,750a	2,250a	2,353a	5,370a	7,000a
	0,875B	1,303B	1,276B	3,070AB	4,819AB
CV(%)	23,83				

* Media de plantas tombadas de 4 repetições (7 plantas/repetição.
Os dados foram transformados para $\sqrt{x + 0.5}$
As medias foram comparadas atraves do teste de Tukey (5%).

** d.a.e.= dias apos a emergência.

Tabela 5. Efeito de concentração de inóculo na expressão de resistência a *Phytophthora capsici* (plantas com 7 e 14 d.a.e.**).

GENÓTIPOS	CONCENTRAÇÕES (zoosporos/ml)				
	5×10^4		10^5		5×10^5
	7	14	7	14	7
CNPH 148	0,00*b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
CNPH 173	0,20 b	0,20 b	0,43 b	0,00 b	0,50 b
CNPH 192	7,00 a	6,74 a	7,00 a	6,74 a	7,00 a
CV (%)	12,46		9,01		12,21

* Média de plantas tombadas de 4 repetições (7 plantas/repetição)
Os dados foram transformados para $\sqrt{x + 0,5}$.
As médias foram comparadas através do teste de Tukey (5%)

** d.a.e. = dias após a emergência

Os resultados podem ser influenciados por altos níveis de inoculo, que não representam a relação infecção-inoculo que ocorre no campo (KIM et al., 1989; BOWERS & MITCHELL, 1991). A taxa de doença geralmente e maior em casa-de-vegetação do que no campo (REIFSCHNEIDER et al., 1986).

A infectividade dos zoosporos também pode variar com o metodo de inoculação utilizado e por periodos prolongados de incubação (KIM et al., 1989). Outro fator importante é a mobilidade de zoósporos, que quando encistados são menos virulentos do que quando moveis (ANSANI & MATSUOKA, 1983); provavelmente os zoosporos móveis têm maior possibilidade de atingir o sitio de infecção, enquanto que os encistados, alem de não se locomoverem, germinam e tornam-se mais suscetiveis à lise por antagonistas (Mc INTOSH, 1972; citado por ANSANI & MATSUOKA, 1983).

STOLZY et al. (1965), citados por ANSANI & MATSUOKA (1983), observaram que o tempo de saturação do solo e mais importante que a frequência de irrigação para produção e movimentação de zoósporos de *P.citrophthora* e *P.parasitica*.

4.1.3. Efeito de Temperatura na Expressão da Resistência

Na temperatura média máxima de 38,9°C, os genotipos CNPH 148, CNPH 173 e CNPH 192 quando inoculados

aos 10 e 15 dias de idade, com 3 ml de 10^4 zoosp./ml, não diferiram um do outro (tabela 6). Já no ambiente com temperatura media máxima de 27,5°C, plantas com 10 d.a.e. do genótipo CNPH 173 comportaram-se como intermediárias em relação a CNPH 148 e CNPH 192, resistente e suscetível respectivamente (tabela 6).

Utilizando-se uma concentração de inóculo maior de 5 X 10^4 zoosp./ml, plantas com 7 d.a.e. mostraram-se parcialmente resistentes nos dois ambientes avaliados. CNPH 173 foi mais resistente aos 14 d.a.e., nos dois ambientes, não diferindo significativamente de CNPH 148 (tabela 7).

O genótipo resistente mantem-se praticamente inalterado aos efeitos de temperatura, que exerce maior influência nos materiais com resistência intermediária e suscetível. Resultados semelhantes foram obtidos por ORTEGA et al. (1984), que trabalharam com t emperatura maxima de 25,0 ± 3,7°C e temperatura minima de 15,7 ± 2,5°C em um ambiente, e temperatura maxima de 18,8 ± 2,9°C e temperatura minima de 12,0 ± 1,3°C em outro. No ambiente com tmax. de 25,0 ± 3,7°C, as variedades mais suscetiveis foram as mais atacadas por *P.capsici*, enquanto que as resistentes não foram afetadas pela temperatura.

Tabela 6. Efeito de temperatura na expressão de resistência em **Capsicum** a **P.capsici** (concentração de inóculo 5×10^4 zoosporos/ml) em plantas com 7 e 14 dias após a emergência (d.a.e.).

GENOTIPOS	TEMPERATURAS*			
	ALTA		BAIXA	
	7	14	7	14
CNPH 148	0,00** c	0,00 b	0,00 c	0,00 b
CNPH 173	1,90 b	0,77 b	2,70 b	0,00 b
CNPH 192	6,74 a	0,74 a	7,00 a	7,00 a
CV(%)	7,27		7,77	

* Temperaturas alta = méd máx de 38,7°C
méd min de 20,8°C
baixa = méd máx de 26,3°C
méd máx de 15,9°C

** média de plantas tombadas de 4 repetições (7 plantas/repetição).
Os dados foram transformados para $\sqrt{x + 0,5}$.
As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey (5%).

Apesar de não haver diferença entre os dois ambientes, a temperatura média em torno de 26°C aproxima-se da ideal para o crescimento do fungo em cultura (ALIZADEH & TSAO, 1984). A temperatura pode afetar a doença tanto através do patógeno como alterando a eficácia do mecanismo de resistência do hospedeiro (ALON et al., 1974). Além disso, foi constatado que a diferenciação entre plantas resistentes e suscetíveis é melhorada em temperaturas moderadamente altas (28°C), sendo a mais indicada para a

avaliação e seleção para a resistência de *C.annuum* a *P.capsici* (ORTEGA et al., 1987).

Tabela 7. Efeito de temperatura na expressão de resistência a **P.capsici** (concentração de inóculo 10^4 zoosporos/ml) em plantas de **C.annuum** com 10 e 15 dias após a emergência (d.a.e.).

GENOTIPOS	TEMPERATURAS*			
	ALTA		BAIXA	
	10	15	10	15
CNPH 148	0,20** c	0,00 b	0,81 c	0,20 b
CNPH 173	1,56 b	0,36 b	2,87 b	0,43 b
CNPH 192	6,74 a	5,74 a	7,00 a	6,74 a
CV(%)	18,64		10,17	

* Temperaturas Alta = média máx de 38,9°C
média min de 20,4°C
Baixa = média máx de 27,5°C
média min de 17,7°C

** média de plantas tombadas de 4 repetições (7 plantas/repetição).
Os dados foram transformados para $\sqrt{x + 0.5}$.
As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey (5%).

4.1.4. Efeito de Idade da Planta

Verificou-se que não houve diferença significativa entre as idades avaliadas (10,15,20 e 25 d.a.e.), na resposta de cada genótipo estudado. Os genótipos CNPH 148 e CNPH 173 mostraram-se resistentes a partir de 10 d.a.e., quando inoculados com 3 ml de uma suspensão de 10^4

zoósp./ml. Na idade mais jovem , algumas plantas resistentes mostraram sintomas típicos, mas não foi significativa a incidência da doença quando comparada com o padrão suscetível, CNPH 192 (tabela 8).

Quando foi utilizada uma concentração de inóculo maior (5 X 10^4 zoósp./ml), o genótipo CNPH 173 comportou-se como parcialmente resistente aos 7 d.a.e., diferindo de CNPH 148, que manteve-se resistente e de CNPH 192 . Aos 14 d.a.e. as plantas de CNPH 173 mostraram-se resistentes, como CNPH 148 (tabela 9) Foi observado que o genótipo CNPH 192 a partir de 28 d.a.e. apresentou um nível maior de resistência, chegando a comportar-se como resistente aos 35 dias. Este resultado contraria os obtidos por BANJA (1989), onde este material mostrou-se suscetível aos 45 dias após a semeadura (tabela 10).

Os resultados obtidos neste experimento, sob condições controladas de temperatura, umidade de solo e concentração de inóculo, contrariam a maioria dos trabalhos sobre a influência de idade na expressão de resistência em *Capsicum* ao fungo *P.capsici*. Para ANSANI & MATSUOKA (1983) a idade do hospedeiro não influenciou a infectividade dos zoósporos de *P.capsici*. O período de tempo maior dispendido na manifestação de sintomas por plantas de pimenta adultas, é provavelmente devido a áreas maiores de raiz e hipocótilo a serem colonizadas até que a planta entre em colapso total.

Tabela 8. Efeito de idade em **Capsicum annuum** na expressão de resistência a **P.capsici** (Concentração de inoculo 10^4 zoosporos/ml).

GENOTIPOS	Idades (d.a.e.)*			
	10	15	20	25
CNPH 148	0,25**	0,00 b	0,000 b	0,000 b
CNPH 173	0,50 b	0,25 b	0,000 b	0,000 b
CNPH 192	7,00 a	6,75 a	6,750 a	5,750 a
CV(%) = 13,11				

* d.a.e. = dias após a emergência
** média de plantas tombadas por repetições (7 plantas/repetição)
Os dados foram transformados para $\sqrt{x + 0.5}$.
As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey (5%).

Tabela 9. Efeito de idade em **Capsicum annuum** na expressão de resistência a **P. capsici** (Concentração de Inoculo de 5×10^4 zoosporos/ml).

GENOTIPOS	Idades (d.a.e.)*	
	7 d.a.e.	14 d.a.e.
CNPH 148	0,00** c	0,00 b
CNPH 173	2,70 b	0,00 b
CNPH 192	7,00 c	6,74 a
CV(%)	7,77	

* d.a.e. = dias após a emergencia
** média de plantas tombadas de 4 repetições (7 plantas/repetição)
Os dados foram transplantados para $\sqrt{x + 0.5}$
As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

Normalmente a resistência a *P. capsici* é expressada em plantas adultas de pimenta (KIM et al., 1989). Cronologicamente, o período em que os materiais com resistência na fase adulta deixam de se comportar fenotipicamente como suscetíveis, inicia-se a partir do estádio de seis folhas (POCHARD & CHAMBONNET, 1971), ou de 40 dias após a semeadura (POCHARD et al., 1986), ou de 40-47 dias após a semeadura (CAFE FILHO & REIFSCHNEIDER, 1983), ou ainda de 31 dias após semeadura (MATSUOKA et al., 1984).

O primeiro trabalho a relatar a possibilidade de diferenciação entre plântulas de pimenta resistentes e suscetíveis a *P. capsici*, com 14 dias após a emergência foi de BOSLAND & LINDSEY (1991). No presente trabalho, o material CNPH 148 tem reagido consistentemente de um teste a outro, ou seja, a partir de 7 d.a.e. tem se mostrado resistente a *P. capsici*. BOSLAND & LINDSEY (1991) trabalharam com a linha "Criollo de Morelos 334", genótipo que deu origem a CNPH 148.

A resistência relacionada à idade em plantas de *Capsicum* pode ser resultado de alterações fisiológicas nos tecidos de raízes e caule durante o desenvolvimento, que são primariamente dependentes do genótipo da planta (KIM et al., 1989). Estudos fisiológicos e anatômicos poderão ser necessários para elucidar as causas da resistência relacionada a idade de plantas de *Capsicum* a *P. capsici* (REIFSCHNEIDER et al., 1986; KIM et al., 1989).

Tabela 10. Efeito de idade de planta na expressão de resistência em **Capsicum annuum** a **P.capsici** (Concentração de Inóculo de 5×10^4 zoosporos/ml).

GENOTIPOS	Idades (d.a.e.)*				
	7	14	21	28	35
CNPH 148	0,00**c	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b
CNPH 173	1,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 a
CNPH 192	5,00 a	5,00 a	4,50 a	2,50 a	0,00 a
CV(%)	1,33				

* d.a.e. = dias apos a emergência

** media de plantas tombadas de 4 repetições (5 plantas/repetição)
Os dados foram transformados para $\sqrt{x + 0.5}$
As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

Pesquisas consideráveis têm sido feitas para identificar um tipo de resistência estável e duravel a *P.capsici*, que se manifeste desde o estádio juvenil da planta. Alem disso, a seleção de genotipos de *Capsicum* resistentes a *P.capsici* em plantulas, permite ao melhorista trabalhar com uma população segregante grande, com eficiência em espaço e tempo (BOSLAND & LINDSEY, 1991).

4.2. Avaliação da Resistência na Fase Juvenil de Genótipos de *Capsicum*

No primeiro experimento, destacou-se o genotipo CNPH 134, com um bom nivel de resistência na fase

juvenil a *P.capsici*; este genotipo foi selecionado da população BGH 176 (Viçosa-MG), com resistência na fase adulta (tabela 11).

No segundo experimento, o unico material que diferiu significativamente do genótipo suscetivel CNPH 192 foi o genótipo CNPH 961 (tabela 12), embora CNPH 726 não tenha diferido de CNPH 961 . O genótipo CNPH 961 é uma pimenta do tipo malagueta, coletada em Petrolina (PE).

Na tabela 13, correspondente ao terceiro experimento, destacam-se, com um bom nivel de resistência, as introduções CNPH 989 e CNPH 992, ambos pertencente a especie *C.baccatum*.

Os melhores resultados foram obtidos no quarto experimento, onde 10 populações comportaram-se como altamente resistentes e 15 com um nivel razoavel de resistência (tabela 14). Dentre os materiais, merecem destaque os genótipos CNPH 1393, uma pimenta malagueta, e CNPH 2174, CNPH 2171, CNPH 2172, CNPH 2176 e CNPH 2175, selecionadas da variedade "Serrano Criollo de Morelos", com cerca de 97% de plantas sobreviventes (tabela 14). O genotipo CNPH 2661, uma introdução do Peru, apresentou 93,7% de plantas sobreviventes na nossa avaliação.

Tabela 11. Reação de populações de **Capsicum sp.** a **Phytophthora capsici** (plantas foram inoculadas com 15 d.a.e.).

NÚMERO CNPH	POPULAÇÕES	ORIGEM	NÚMERO * PLANTAS TOMBADAS
148	Serrano Criollo de Morelos-334	México	0,00 B**
173	Seleção BGH-3036	Brasil	1,29 B
192	Magda	Brasil	6,68 A
134	BGH 176	Brasil	0,86 B
181	Pimentão Italiano Amarelo	Brasil	7,00 A
679	PI 159236	EUA	5,90 A
33	Long Sweet Yellow	EUA	6,68 A
143	MC-4	Malásia	4,97 A
640	GOLIAT	Hungria	7,00 A
1397	Pimenta	Brasil	6,68 A

* média de quatro repetições (7 plantas/repetição)

** As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com dados transformados para $\sqrt{x + 0.5}$ DMS = 0,1632993 (5%).

Tabela 12. Reação de populações de **Capsicum sp.** a **Phytophthora capsici** (plantas foram inoculadas com 15 d.a.e.).

NUMERO CNPH	POPULAÇÕES	ORIGEM	NUMERO DE* PLANTAS TOMBADAS
192	Magda	Brasil	5,50 A**
660	Pimenta Fry King	E.U.A.	6,68 A
679	PI 159236	Brasil	5,65 A
726	PI 281341	El Salvador	4,47 AB
730	PI 338490	Bulgaria	5,30 A
750	PI 390966	Hungria	6,31 A
912	Roxa Grande	Brasil	5,65 A
920	AJI AMARILLO	Chile	6,68 A
961	Pimenta Malagueta	Brasil	1,63 B

* Media de quatro repetições (7 plantas/repetição)

** As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey com os dados transformados para $\sqrt{x + 0.5}$ DMS = 01632993 (5%)

Tabela 13. Reação de populações de **Capsicum sp.** a **P. capsici**

NÚMERO CNPH	POPULAÇÕES	ORIGEM	NÚMERO DE* PLANTAS TOMBADAS
148	Criollo de Morelos-334	Mexico	0,00 ** F
192	Magda	Brasil	7,00 A
991	**C. baccatum**	Holanda	7,00 A
994	Peperone corne di Tiro-Rosso	Itália	7,00 A
989	**C. baccatum**	Holanda	1,46 DE
971	Pimenta olho de peixe	Brasil	6,73 AB
1359	**C. baccatum**	Brasil	5,50 AB
992	**C. baccatum** var. **pendulum**	Hungria	2,39 CD
1295	Pimentão Rubi King	Brasil	4,20 BC
990	**C. baccatum**	Holanda	7,00 A
1364	**C. baccatum** (dedo-de-moça)	Brasil	4,56 AB
968	Cereja	Brasil	6,73 AB
727	PI 281.383	Mexico	7,00 A
966	GOLIAT	Hungria	7,00 A
1362	**C. baccatum**	Brasil	5,21 AB
973	Peão Grande	Brasil	5,45 AB
972	Pimenta Amarela Comprida	Brasil	7,00 A
970	Pimenta de Cheiro	Brasil	6,73 AB

* Media de 4 repetições (7 plantas/repetição)

** As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, com os dados transformados para $\sqrt{x + 0,5}$. DMS = 0,1 (5%).

Tabela 14. Reação de populações de **Capsicum sp.** a **P. capsici.**

NÚMERO CNPH	POPULAÇÕES	ORIGEM	NÚMERO DE* PLANTAS TOMBADAS
148	Criollo de morelos-334	México	0,00 E**
192	Magda	Brasil	6,73 AB
51	Pimenta Fina	Brasil	7,00 A
28	Rocoto	Peru	6,46 AB
2663	Pimenta Alongada	Brasil	5,70 ABC
403	BG-H-2926	Brasil	5,70 ABC
579	Pimenta Doce	Brasil	6,46 AB
2653	Pimenta Alongada	Brasil	2,77 ABCDE
1393	Malagueta miúda	Brasil	0,00 E
2174	CM-331	México	0,00 E
1378	38-63-3	EUA	6,46 AB
287	Pimenta Malagueta	Brasil	0,91 CDE
2657	Pimenta	Brasil	6,26 AB
2196	Antibois	França	6,20 AB
2659	Pimentão	Brasil	6,46 AB
1424	**C. baccatum**	Brasil	1,69 ABCDE
2630	Calatauco	Argentina	6,73 AB
2171	CM-320	México	0,00
1387	Mallorca-Paprika	Brasil	1,24 BCDE
2172	CM-325	México	0,20 E
2200	Pimenta de cheiro Amarela	Brasil	1,66 ABCDE
2272	Porto Rico Wonder	Brasil	2,99 ABCDE
974	Peão verde-amarelo	Brasil	1,69 ABCDE
2652	Pimenta	Brasil	1,48 ABCDE
1397	Pimenta	Brasil	0,50 DE
2176	CM-334	México	0,00 E
1386	Pimenta Arapiraca	Brasil	0,20 E
1375	Early Calewonder	EUA	5,60 ABC
2658	Pimenta	Brasil	2,39 ABCDE
1402	Mallorca Doce	Brasil	3,18 ABCDE
2582	Pimentão Rubi King Gigante	Argentina	6,20 AB
1361	**C. baccatum**	Brasil	3,03 ABCDE
2175	CM-333	México	0,20 E
2661	Pimenta	Peru	0,44 DE
1379	XVR-3-25	EUA	2,45 ABCDE
1374	**C. Chinense**	Brasil	2,45 ABCDE
1376	LOR	EUA	2,45 ABCDE

* Média de 4 repetições (7 plantas/repetição)

** As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com dados transformados para $\sqrt{x + 0,5}$ DMS = 0,2382226 (5%).

Tabela 15. Reação de populações de **Capsicum sp.** a **P. capsici**

NUMERO CNPH	POPULAÇÕES	ORIGEM	NUMERO DE* PLANTAS TOMBADAS
148	Criollo de Morelos-334	Mexico	0,00 C**
192	Magda	Brasil	7,00 A
675	PI 135.824	Afeganistão	7,00 A
674	PI 109.252	Turquia	6,68 A
684	PI 164.557	Espanha	6,68 A
713	PI 222.134	Espanha	6,68 A
708	PI 196.575	Argentina	7,00 A
681	PI 163.184	India	6,68 A
709	PI 201.241	México	5,95 A
649	Pant-C-1	EUA	3,66 B
646	Hatvani Hajtato	Hungria	6,68 A
676	PI 135.873	Paquistão	6,68 A
677	PI 138.562	Irã	6,68 A
706	PI 193.469	Etiópia	6,31 A
686	PI 164.847	India	6,31 A
645	Gigante Amarelo	Brasil	7,00 A
191	Agronômico 10-G	Brasil	7,00 A

* Média de 4 repetições (7 plantas/repetição)

** As medias foram comparadas pelo Teste de Tukey, com os dados transformados para $\sqrt{x + 0,5}$. DMS = 6,831301 E - 02 (5%).

A maioria dos materiais que se mostraram promissores nesta avaliação foi coletada no Brasil, como CNPH 1393(BA),CNPH 287 (GO), CNPH 1424 (DF), CNPH 974 (CE),

CNPH 2652 (SC), CNPH 1397 (GO), CNPH 1386 (AL), CNPH 2658 (SC) e CNPH 1361 (SC).

No quinto experimento, todos os materiais avaliados mostraram-se suscetiveis, com exceção de CNPH 649, com um nivel intermediário de resistência, quando comparado a CNPH 148 e CNPH 192 (tabela 15).

Todos os materiais que apresentaram um bom nivel de resistência ao serem avaliados quando inoculados 15 d.a.e., devem ser reavaliados para inoculação aos 7 dias. Foi verificado que a penetrância do gene que confere resistência em tomate a *Fusarium* sofre fortes influencias da idade da planta na época de avaliação, e tambem de outros fatores ambientais (RETIG et al., 1967). Esta seria uma das provaveis explicações para a ocorrência de flutuações da resistência em *Capsicum*, quando as plantas são inoculadas em idades muito jovens. A presença de genes modificadores que afetam o nível de resistência já foi citada (VAN DER PLANK, 1968; BARKSDALE et al.,1984). Além disso, ja foi mencionada a existência de genes para a adaptação, envolvidos na estabilização da expressão de genes para resistência a doenças (TUNG et al., 1990).

Apesar de terem sido descritas muitas fontes de resistência em *Capsicum* a *F. capsici* (KIMBLE & GROGAN,1960; SOTIROVA & SAINI, 1977; MATSUOKA et al., 1984; BANJA, 1989), até o momento não existe no mercado uma cultivar comercial resistente. A determinação de novas fontes pode permitir que se desenvolvam populações com um

amplo espectro de genes, tanto para resistência, quanto para adaptação.

Embora *P. capsici* infecte principalmente o sistema radicular, seria aconselhável a avaliação de resistência da parte aérea das fontes determinadas. Uma vez que acredita-se que o controle genético da resistência na parte aérea não é o mesmo da resistência na raiz e colo da planta (REIFESCHNEIDER et al., 1986).

Algumas fontes de resistência encontradas neste trabalho pertencem às espécies *C. baccatum* e *C. chinense*, o que não representa problema em futuros cruzamentos com *C. annuum*, pois combinações híbridas entre diferentes espécies do gênero *Capsicum* já foram obtidas. Já *C. pubescens*, está isolada geneticamente de outras espécies cultivadas (HEISER & SMITH, 1953; GOVINDARAJAN, 1985).

É importante a avaliação de características agronômicas das fontes de resistência determinadas, como formato de fruto e nível de pungência, se for objetivo do programa de melhoramento introduzir a resistência a *P. capsici* em cultivares comerciais de pimentão ou de pimenta-doce.

4.3. Estudo de Herança da Resistência de *C. annuum* *P. capsici*.na Fase Juvenil a

Durante o período de avaliação, o genotipo CNPH 192 comportou-se como altamente suscetível,

apresentando baixa porcentagem de plantas sobreviventes. A linha resistente CNPH 148 também apresentou algumas plantas tambadas enquanto que CNPH 173 mostrou-se parcialmente resistente.

Não houve diferença entre os cruzamentos reciprocos. Assim, os dados dos cruzamentos reciprocos foram agrupados, tanto nos retrocruzamentos, quanto nas populações F_2. (Tabela 16).

A avaliação das gerações F_1, e dos retrocruzamentos para os progenitores resistente (RC_1) e suscetivel (RC_2) e F_2, obtidos a partir do cruzamento entre CNPH 148 e CNPH 192, estão na tabela 16. As taxas de segregação entre plantas resistentes e suscetiveis foram 1:0; 1:0; 1:1 e 13:3 para as gerações F_1, RC_1, RC_2 e F_2, respectivamente. Estes resultados sugerem que a resistência na fase juvenil na linha CNPH 148 a envolve dois genes, com epistasia dominante e recessiva. A resistência de CNPH 148 é devida à interação de uma gene dominante e um gene recessivo (PyPycaca), enquanto o comportamento suscetivel do genotipo CNPH 192 e determinado por um gene recessivo e um gene dominante em interação (pypyCaCa), no loci correspondente (diagrama 1). Resultados semelhantes foram obtidos por REIFSCHNEIDER et al. (1992), quando estudaram a herança em CNPH 148 na idade adulta, em cruzamento com as cultivares suscetiveis Agronômico 10-G e Yolo Wonder.

A proporção de plantas resistentes e suscetiveis observadas nas gerações F_1, RC_1, RC_2 e F_2, a

Tabela 16. Dados de segregação para resistência em **Capsicum annuum** nas gerações parentais (P), F1, Retrocruzamentos (RC) e F2, após inoculação com **Phytophthora capsici** (plantas com 15 d.a.e.).

CRUZAMENTOS	GERAÇÕES	NÚMERO DE PLANTAS		PROPORÇÃO (R:S)	X^2 (13:3)	P
		TOTAL*	RESISTENTES			
CNPH 146	P_1	80	78	1:0	0,050	(0,75–0,90)
CNPH 192	P_2	80	2	0:1	-	1,0
(146x192)	F_1	160	146	1:0	1,255	(0,25–0,50)
(148x192)x148	RC_1	160	156	1:0	0,100	0,75
(148x192)x192	RC_2	160	79	1:1	0,012	(090–095)
(148x192)x	F_2	560	434	13:3	0,969	(0,25–0,50)

* Os dados dos cruzamentos recíprocos foram agrupados, incluindo os retrocruzamentos e populações F_2.

partir do cruzamento entre os genótipos CNPH 173 e CNPH 192, estão na tabela 17. Foram observadas algumas alterações nas classes fenotípicas nas populações P_1, F_1, RC_1 e F_2, que podem ser explicadas por uma penetrância incompleta média de 79%. Quando os dados foram corrigidos para uma penetrância de 79%, as segregações em F_1, RC_1, RC_2 e F_2 aproximaram-se a 1:0; 1:0; 1:1 e 3:1, respectivamente (tabela 16). Neste caso, provavelmente o progenitor resistente é homozigoto recessivo (pypycaca) e o suscetível CNPH 192, como descrito anteriormente, possui gene recessivo interagindo com um dominante (diagrama 2). A segregação neste cruzamento comportou-se de modo semelhante a obtida quando se tem um único gene dominante envolvido.

iagrama 1. Esquema de distribuição de genótipos e fenótipos obtidos nas gerações F_1, RC_1, RC_2 e F_2 do cruzamento CNPH 148 e CNPH 192.

1 Py Py ca ca (R) — py py Ca Ca (S) — P_2

1 Py py Ca ca (R)

C_1

	Py Ca	Py ca	py Ca	py ca
Py ca	Py Py Ca Ca (R)	Py Py ca ca (R)	Py py Ca ca (R)	Py py ca ca (R)

C_2

	Py Ca	Py ca	py Ca	py ca
py ca	Py py Ca Ca (S)	Py py Ca ca (R)	py py Ca Ca (S)	py py Ca ca (R)

2

	Py Ca	Py ca	py Ca	py ca
Py Ca	Py Py Ca Ca (R)	Py Py Ca ca (R)	Py py Ca Ca (S)	Py py Ca ca (R)
Py ca	Py Py Ca ca (R)	Py Py ca ca (R)	Py py Ca ca (R)	Py py ca ca (R)
py Ca	Py py Ca Ca (S)	Py py Ca ca (R)	py py Ca Ca (S)	py py Ca ca (R)
py ca	Py py Ca ca (R)	Py py ca ca (R)	py py Ca ca (R)	py py ca ca (R)

Há muita discordância entre os trabalhos que abordam o modelo de herança da resisténcia em *Capsicum* a *P. capsici*, que parece depender da fonte de resisténcia. Galindo & Heredia (1964) e Heredia (1966) citados por GUERRERO & LABORDE (1980), descreveram a resisténcia como sendo controlada por um gene dominante, que mais tarde foi confirmado por SOLANES & LOTTI (1967), enquanto que YAMAKAWA et al. (1979) acreditam tratar-se de um gene com dominância incompleta.

Tabela 17. Dados de segregação para resisténcia em **C.annuum** nas gerações parentais (P), F_1, Retrocruzamentos (RC) e F_2, após inoculação com **P.capsici** (plantas com 15 d.a.e.).

CRUZAMENTOS	GERAÇÕES	NÚMERO DE PLANTAS		PROPORÇÃO (R:S)	X^2 (3:1)	P
		TOTAL*	RESISTENTES			
CNPH 173	P_1	80	64	1:0	0,010	(0,90-0,95)
CNPH 192	P_2	80	3	0:1	-	1,0
(173x192)	F_1	160	120	1:0	0,324	(0,50-0,75)
(193x192)x173	RC_1	160	127	1:0	0,003	0,995
(173x192)x192	RC_2	160	73	1:1	0,612	(0,25-0,50)
(173x192)x	F_2	560	344	3:1	0,448	(0,50)

** X^2 Segregação 3:1 com 79% de penetrância/

* Os dados dos cruzamentos reciprocos foram agrupados, incluindo retrocruzamentos e populações F_2.

Para SMITH et al. (1967) o controle genetico da resisténcia de *C.annuum* a *P.capsici* e resultado da ação de dois genes dominantes que atuam independentemente. Heredia (1980) citado por GUERRERO-MORENO & LABORDE (1980) e GUERRERO-MORENO & LABORDE (1980) sugeriram dois genes

Diagrama 2. Esquema de distribuição de genótipos e fenótipos obtidos nas gerações F_1, RC_1, RC_2 e F_2 do cruzamento entre CNPH 173 e CNPH 192.

P_1 py py ca ca (R) — py py Ca Ca (S) P_2

F_1 py py Ca Ca (R)

RC_1

	py Ca	py Ca
py ca	py py Ca ca (R)	py py ca ca (R)

RC_2

	py Ca	py ca
py Ca	py py Ca Ca (S)	py py Ca ca (R)

F_2

	py Ca	py ca
py Ca	py py Ca Ca (S)	py py Ca ca (R)
py ca	py py Ca ca (R)	py py ca ca (R)

recessivos independentes que interagem diferentemente, de acordo com a patogenicidade de raças especificas de *P.capsici*, enquanto que SARAIVA (1982) acredita tratar-se de dois genes recessivos e um gene modificador dominante. A presença de genes menores modificadores foi citada por BARKSDALE et al. (1984) para explicar a ocorrência ocasional de plantas de pimenta infectadas com *P. capsici* em populações do progenitor resistente, F_1 e retrocruzamentos para o parental resistente.

POLACH & WEBSTER (1972), ao estudarem a genética de possiveis raças de *P. capsici*, concluiram que ao menos dois genes determinam a patogenicidade em pimenta.

Estudos conduzidos por BARTUAL et al. (1991) indicam que efeitos de epistasia não podem ser negligenciados na ação de genes responsáveis pela resistência de *Capsicum* a *P.capsici*. Os resultados obtidos por BANJA (1989), LOTZ & COSTA (1991) e REIFSCHNEIDER et al.(1992), embora em fontes de resistência diferentes, indicam que a herança é devida a dois genes com epistasia dominante e recessiva.

A contradição entre os trabalhos provavelmente deve-se a diferentes isolados de *P. capsici* e genótipos de *Capsicum* utilizados, assim como aos criterios de avaliação e seleção adotados durante a condução dos ensaios (GIL ORTEGA & PALAZON, 1982). Para BANJA (1989) toda discordância pode ser explicada pelo modo de ação dos genes envolvidos na resisténcia de *Capsicum* a *P. capsici*. Efeitos

epistáticos podem explicar os resultados obtidos por GUERRERO-MORENO & LABORDE (1980), se o progenitor resistente possui o genótipo homozigoto dominante (PyPyCaCa). A geração F_1 obtida desse cruzamento comporta-se como suscetível (BANJA, 1989). Enquanto que a afirmação de SOLANES & LOTTI (1967) pode encaixar-se no modelo proposto por BANJA (1989), se o progenitor resistente for homozigoto recessivo (pypycaca).

No presente trabalho, observamos que a resistência nas duas fontes estudadas, CNPH 148 e CNPH 173, pode ser explicada pelo modelo proposto de dois genes com efeitos de epistasia dominante e recessiva, quando as plantas de pimenta são inoculadas aos 15 d.a.e.. A ocorrência de plantas tombadas nas populações do progenitor resistente CNPH 173, F_1 e retrocruzamento para o progenitor resistente, pode estar relacionada à presença de genes modificadores e/ou penetrância incompleta dos genes (BARKSDALE et al.,1984).

A penetrância dos genes para da resistência em CNPH 148 é praticamente completa, porém se deixarmos de considerar a baixa taxa de plantas infectadas como escape, e de 98,75%, enquanto que em CNPH 173 a penetrância é de cerca de 79 %. Esta diferença no grau de penetrância entre os dois genótipos pode ser atribuída à presença de genes modificadores (Bohn et al., 1940; citados por ALON et al., 1974), que são fortemente afetados por alterações ambientais, como tem sido demonstrado em muitos casos de

resistência de plantas a doenças (VAN DER PLANK, 1968). Situação semelhante foi observada entre duas linhas de tomate homozigotas resistentes a *Fusarium*, cuja resistência é atribuida a um par de genes (ALON et al., 1974).

A forma de ação dos genes envolvidos tambem pode contribuir para alteração na manifestação de resistência. Verificou-se que no genótipo CNPH 148 a resistência é devida à interação entre um gene dominante e um recessivo (PyPycaca) e em CNPH 173 a dois genes homozigotos recessivos (pypycaca). Em CNPH 148 os dois genes conferem resistência, enquanto que em CNPH 173 apenas um dos pares (caca). Espera-se que este genótipo sofra muito mais influência de fatores ambientais e/ou de genes modificadores, principalmente quando existem efeitos de epistasia na resistência. Em plantas heterozigotas de tomate, o nivel de penetrância do gene para resistência aos vírus TSMV foi reduzido (STEVENS et al., 1992).

RETIG et al. (1967), trabalhando com resistência de tomate a *Fusarium*, consideraram que as modificações no gene I podem ser explicada pela penetrância incompleta, e com possiveis efeitos da idade da planta na epoca de inoculação sobre o grau de penetrância. Outros fatores foram considerados como responsaveis por uma grande variação na penetrância do gene I como temperatura do solo, metodo de inoculação e diferença de virulência entre os isolados. A temperatura do solo pode afetar a doença atraves do patógeno, da eficacia do mecanismo de resistência do

hospedeiro, ou ainda da atividade da microflora presente no solo (ALON et al., 1974). No trabalho desenvolvido por ALON et al. (1974) a penetrância da resistência aumentou substancialmente com o aumento da idade da plântula. Verificamos tambem que a idade das plantas de *Capsicum* foi o fator que exerceu maior influência na expressão da resistência. Em plantas da linha CNPH 173, inoculadas a partir de 21 d.a.e., a penetrância dos genes que conferem resistencia a *P. capsici* aumentou, chegando a 100%. Além disso, efeitos de temperatura foram maiores em plântulas de CNPH 173 com 7 e 14 d.a.e.

Em batata, acredita-se que genes para a adaptação e tão envolvidos na estabilização da expressão de genes de resistencia a *Pseudomonas solanacearum* (TUNG et al., 1990) Uma resisténcia maior ou mais estável à murcha bacteriana em batata, tem sido observada em populações onde foram combinadas várias fontes especificas, ou onde uma fonte de resistencia foi combinada com uma boa fonte de adaptação (TUNG et al., 1990).

4.4. Considerações Finais

A ação gênica epistática e/ou a presença de genes modificadores podem explicar o insucesso na transferência de resistência de *P. capsici* para linhas suscetiveis de pimentão, com perda progressiva de resistência nas gerações sucessivas de retrocruzamentos

(BARTUAL et al., 1991). Com a finalidade de aumentar a frequência de alelos desejaveis na população e desenvolver linhas elites pela recombinação de indivíduos superiores, o metodo de seleção recorrente foi sugerido como o mais efetivo, quando se trata de resistência parcial e/ou poligênica (BARTUAL et al., 1991). É necessário que se tenha, durante as diferentes fases do programa de melhoramento, o máximo controle das condições ambientais, como concentração de inóculo (GIL ORTEGA et al., 1986; PALLOIX et al., 1988), temperatura (GIL ORTEGA et al., 1987), saturação de água do solo para aumentar a eficiência de dispersão dos zoósporos (GIL ORTEGA, 1990) e a virulência do isolado de *P. capsici* (REIFSCHNEIDER et al., 1986). Se estes fatores não forem bem controlados, as respostas das populações segregantes, podem ser alterados.

(BARTUAL et al., 1991). Com a finalidade de aumentar a frequência de alelos desejáveis na população e desenvolver linhas elites pela recombinação de indivíduos superiores, o método de seleção recorrente foi sugerido como o mais efetivo, quando se trata de resistência parcial e/ou poligênica (BARTUAL et al., 1991). É necessário que se tenha, durante as diferentes fases do programa de melhoramento, o máximo controle das condições ambientais, como concentração de inóculo (GIL ORTEGA et al., 1986; PALLOIX et al., 1988), temperatura (GIL ORTEGA et al., 1987), saturação de água do solo para aumentar a eficiência de dispersão dos zoósporos (GIL ORTEGA, 1990) e a virulência do isolado de *P. capsici* (REIFSCHNEIDER et al., 1986). Se estes fatores não forem bem controlados, as respostas das populações segregantes, podem ser alterados.

5. CONCLUSÃO

Atraves dos resultados obtidos neste trabalho, estabeleceram-se as seguintes conclusões:

- A padronização da metodologia de avaliaç de resistência na fase juvenil em *Capsicum* a *P.capsici*, permitiu distinguir-se plântulas resisitentes de sucetiveis a partir de 7 d.a.e. (dias apos a emergência).

- Existe consderável variabilidade quanto ao nivel de resitência. no estadio juvenil de plantas de *Capsicum* spp a *P.capsici*, entre 80 populações, incluindo as espécies *C.annuum*, *C.baccatum* e *C.chinense*, sobresaindo-se os seguintes materiais como fonte de resistência: CNPH 134, 899, 1398, 1393, 2174, 2172, 1397, 2176, 1386, 175 e 2661.

- A herança da resitência na fase juvenil encontrada na linha CNPH 148 é controlado por dois genes com epistasia dominante e recessiva. Enquanto que em CNPH 173, o controle genético da resistência é devido a dois genes homozigotos recessivo.

- A penetrância dos genes que conferem resistência a CNPH 173 é em média 79%, em plantas com 15 d.a.e.. A penetrância incompleta dos genes, neste caso, deve-se entre outros fatores, principalmente a possiveis

efeitos da idade da planta na epoca de inoculação. Tanto que a partir de 21 d.a.e. plantas de CNPH 173 mostraram-se completamente resistentes a *P.capsici*.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAK, K. & POCHARD, E. Agressivity of various *Phytophthora capsici* isolates from Turkey on two partly resistant peppers lines. *Capsicum newsletter*, **3**: 65-6, 1984.

ALIZADEH, A. & TSAO, P. Renaming *Phytophthora palmivora* MF4 to *P.capsici* and redescription of the species. Phytophthora Newsletter, 12: 1-2, 1984.

ALON, H.; KATAN, J. & KEDAR, N. Factors affecting penetrance of resistance to *Fusarium oxysporum* f. spp. *lucopersici* in tomatoes. *Phytopathology*, Lancaster, **64**(4): 455-60, 1974.

ANSANI, C.V. & MATSUOKA, K. Sobrevivência de *Phytophthora capsici* no solo. Fitopalogia Brasileira, Brasília, **8**: 269-76, 1983c.

ANSANI, C.V. & K. MATSUOKA. Efeito da densidade de zoósporos e idade de mudas de pimentão (*Capsicum annuum*) na infectividade de *Phytophthora capsici*. Fitopatologia Brasileira, Brasilia, **8**: 263-68. 1983.

ANSANI, C.V. & MATSUOKA, K. Infectividade e viabilidade de oosporos de *Phytophthora capsici* no solo. Fitopatologia Brasileira, Brasilia, **8**: 137-45, 1983a.

ANSANI, C.V. & MATSUOKA, K. Sobrevivência de zoósporos e micélos de *Phytophthora capsici* no solo. Fitopatologia Brasileira, Brasilia, **7**: 481, 1982.

BANJA, W.H., 1989. Herança de resistência em plantas adultas de *Capsicum annuum* a *Phytophthora capsici* Leonian e teste de alelismo. Dissertação de mestrado. ESALQ, Piracicaba, (USP).

BARKSDALE, T.H. & PAPAVIZAS, G.C. Resistance to foliar blight and crown rot of pepper caused by *Phytophthora capsici*. Plant Disease, St. Paul, **68**: 506-9, June/84.

BARTUAL, R.; CARBONELL, E.A.; MARSHAL, J.I.; TELLO, J.C. & CAMPOS, T. Gene action in the resistance of peppers (*Capsicum annuum*) to *Phytophthora* stem blight (*Phytophthora capsici* L.) Euphytica, **54**(2): 195-200, 1991.

BOSLAND, P.W. & LINDSEY, D.L. A seedling screen for Phytophthora root rot of pepper, *Capsicum annuum*. Plant Disease, St. Paul, **75**(10): 1048-50, 1991.

BOWER, S.J.H. & MITCHELL, D.J. Relationship between inoculun level of *Phytophthota capsici* and mortality of pepper, *Phytopathology*, Lancaster, **81**: 178-184, 1991.

BYUNG, H.H., EBRAHIM-NESBAT, F., IBENTHAL, W.D. & HEITEFUSS, R. An ultrastructural study of the effect of metalaxyl on *Phytophthora capsici* infected stems of *Capsicum annuum*. Pest. Sci. **29**: 151-62, 1990.

CAFÉ-FILHO, A.C. REIFSCHNEIDER, F.J.B. Resistência juvenil de pimentão a *Phytophthora capsici*. Fitopatologia Brasileira, Brasilia, **11**: 295, 1986.

CASALI, V.W.D.; PADUA, J.G. & BRAZ, L.T. Melhoramento de pimentão e pimenta. Informe Agropecuáric, Belo Horizonte, **10**: 19-22, 1984.

CASALI, V.W.D. & COUTO, F.A.A. Origem botânica de *Capsicum*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, **10**: 8-10, 1984.

CLEARJEAU, M.; PITRAT, M. & NOURRISSEAU, J.G. La résistance du piment (*Capsicum annuum*) a *Phytophthora capsici*. IV - Étude de l'agressivité de divers isolats, au niveau des femilles, des tiges et du collet de plants sensibles et résistances. Ann *Phytopathol*, **8**:(4): 411-23, 1976.

CRISTINZIO, G.; ZEMA, V.; ERRICO, A. & SACCARDO. Introduction of resistance genes to *Phytophthora capsici* into cultivar of *Capsicum annuum* "Friariello". In: VIII th Meeting "Genetics and Breeding on *Capsicum* and *Eggplant*"; Rome, 1992. Zaragoza, EUCARPIA, 1992, P. 189-91.

DUNIWAY, J.M. Limiting influence of low water potencial on the formation of sporangia by *Phytophthora dreschsleri* in soil. Phytopathology, Lancaster, **65**: 1089-93, 1975.

FERNANDEZ, C.M. *Phytophthora capsici* causante de la marchitez in pimento (*Capsicun annuum*) in Chile. Agricultura Técnica, Chile, **43**:(2): 91-3, 1983.

FERNANDEZ, C.M. Evaluacion de genotipos para resistencia a *Phytophthora capsici* Leonian em pimento y aji (*Capsicum annuum*). Agricultura Técnica, Chile, **48**(4): 359-62, 1988.

GOVINDARAJAN, V.S. *Capsicum* - production, technology, chemistry, and quality. I. History, botany, cultivation and primary precessing, CRC Crit. Rev. Food. Sci. Nutr. **22**(2): 109-26, 1985.

GUERRERO-MORENO, A.G. & LABORDE, J.A. Current status of pepper breeding for resistance to *Phytophthora capsici* in Mexico. In: IV Th MEETING GENETICS AND BREEDING ON CAPSICUM AND EGGPLANT, Wageningen, 1980. Zaragoza, EUCARPIA, 1980, p. 52-6.

HEISER Jr, C.B. & SMITH, P.G. The cultived *Capsicum* peppers. Economic Botany, **7**: 214-27, 1953.

IBPGR SECRETARIAT. Genetic resourse of *Capsicum*. Roma, FAO, 49 p., 1983.

JIMÉNEZ, J.M.; BUSTAMANTE, E; BERMUDEZ, W. & GAMBOA, A. Identificacion y evaluación de líneas de Chile dulce resistentes a marchitez fugosa en Costa Rica. Turrialba, **40**(2): 228-34, 1990.

JOHNSTON, S.A. & BARKSDALE, T.H. Pepper Phytophthora blight control with resistance. Biological and Cultural Tests. **2**: 15, 1987. (RESUMO).

KHAN, M.A.; AHMAD, I.; ASLAM, M.; POLITANO, L.; VALGIMIGLI, A. & SACCARDO, F. Development and standardzation of different inoculation methodologies in Chilli peppers (*Capsicum annuum*) resistant to *Phytophthora capsici*. In: VIII th Meeting "Genetics and Breeding on *Capsicum* and *Eggplant*", Rome, 1992. Zaragoza, EUCARPIA, 1992. p. 178-83.

KIM, Y.J.; HWANG, B.K. & PARK, K.W. Expression of age related resistance in pepper plants infected with *Phytophthora capsici*. Plant Disease, St. Paul, **73**: 745-47, 1989.

KIM, E.S., & HWANG, B.K. 1992. Virulence to Koren pepper cultivars of isolates of *Phytophtora capsici* from different geographic areas. Plant Disease, St. Paul, **76**: 486-89, 1992.

KIMBLE, K.A. & GROGAN, R.G. Resistance to Phytophthora root rot in pepper. Plant Disease Reporter, Washington, **44**(11): 872-3, 1960.

KUNIMOTO, R.K., ARAGAKI, M.; HUNTER, J.E. & KO, W.H. *Phytophthora capsici*, corrected name for the cause of Phytophthora blight of macadamia racemes. Phytopathology, Lancaster, **66**: 546-48, 1976.

LEONIAN, L.H. Stem and frut blight of peppers caused by *Phytophtora capsici* sp. Phytopathology, Lancaster **12**: 401-8, 1992.

MAFFIA, A.M.C. & MATSUOKA, K. Transmissão de sobrevivência da *Phytophthora capsici* em semente de pimentão *Capsicum annuum*. Fitopatologia Brasileira, Brasilia, **7**: 468. 1982. (Resumo).

MATSUOKA, K. Melhoramento de pimentão e pimenta visando a resisténcia a doenças fungicas. Informe Agropecuario, Belo horizonte, **10**(113): 49-52, 1984.

MATSUOKA, K. & ANSANI, C.V. Formação de oósporos de *Phytophthora capsici* nos tecidos de pimentão (*Capsicum annuum*). Fitopatologia Brasileira, Brasilia, **9**: 27-36, 1984.

MATSUOKA, K.; CASALI, V.M.D. & SARAIVA, T.R.C.B. Fontes de resistência à *Phytophthora capsici* a *Capsicum annuum*. Fitopatologia Brasileira, Brasilia, **9**: 193-201, 1984.

ORTEGA, R.G.; ESPAÑOL, C.P. & ZUECO, J.C. Pepper response to *Phytophtora capsici* leon. zoospore inoculation. II. Influence of plant age and inoculation dose. *Capsicum* Newsletter, **3**: 35-6, 1984b.

ORTEGA, G. & ESPAÑOL, C.P. A hypothesis to work on pepper breeding for *Phytophtora capsici*, resistance. In: V Th Meeting Genetics and Breeding on *Capsicum* and *Eggplant*, Plovdio, 1983. Zaragoza, Eucarpia, 1983 p. 165-70.

ORTEGA, R.G.; ESPAÑOL, C.P. & ZUECO, J.C. Pepper response to *Phytophtora capsici* Leon. zoospore inoculation. I. Influence of temperature and fungus isolate. *Capsicum* Newsletter, **3**: 33-4, 1984a.

ORTEGA, R.G.; ESPAÑOL, C.P. & ZUECO, J.C. Pepper response to *Phytophtora capsici* at different day lenghts and temperatures. *Capsicum* Newsletter, **6**: 68-9, 1987a.

ORTEGA, R.G.; ESPAÑOL, C.P. & ZUECO, J.C. Respuesta del pimento a la inoculation con aislamentos de *Phytophtora capsici* Leon. a diferentes temperatures. Inv. Agrar. Prod. Prot. Veg. **2**(2): 183-93, 1987b.

ORTEGA, R.G.; ESPAÑOL, C.P. & ZUECO, J.C. Genetics relationships among four peppers resistant to *Phytophtora capsici*. Plant Breeding, **108**: 118-25, 1992.

ORTEGA, R.G.; ESPAÑOL, C.P. & ZUECO, J.C. Genetics of the resistance to *Phytophtora capsici* in Mexican pepper "Line 29". OEPP/EPPO Bulletin, **20**: 117-22, 1990.

PALLOIX, A.; DAUBEZE, A.M. & POCHARD, E. Time sequences of root infection and resistance expression in an artificial inoculation method of pepper with *Phytophthora capsici*. J. Phytopathology, **123**: 12-24, 1988.

PALLOIX, A.; DAUBEZE, A.M.; PHALY, T. & POCHARD, E. Breeding transgressive lines of pepper for resistance to *Phytophthora capsici* in a recurrent selection system. Euphytica, **51**: 141-50, 1990

POCHARD, E. & CHAMBONNET, D. Méthodes de sélection du piment pour la resistance au *Phytophthora capsici* et au virus du concombre Annales de Faculta Scienzas Agricolas del Universitá de Torino, **7**: 260-81, 1971.

POCHARD, E.; CLEAJEAU, M. & PITRAT, M. La resistance de piment, *Capsicum annuum* a *Phytophthora capsici* Leon. I. Mise en evidence d'une progressive induction de la resistance. Annales de l'amélioration des Plantes, **26**: 35-50, 1976.

POCHARD, E. & DAUBEZE, A.M. Comparacion of three different sources of resistance to *Phytophthora capsici* in *Capsicum annuum*.Phytophthora Newsletters, July, 1983.

POLACH, F.J. & WEBSTER, R.K. Identification of strains and inheritance of pathogenicity in *Phytophthora capsici*. Phytopathology, Lancaster, **62**: 20-6, 1972.

POTRONIERI, L.S. Produção de esporângio *in vitro*, patogenicidade em *Cucurbita* spp. e controle quimico de *Phytophthora capsici*. Piracicaba, 1986. 56 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

RAMIREZ, V.J. & COVA, S.R. Supervivência da *Phytophthora capsici* Leon., agente causal de la Marchitez del Chile. Agrociencia, **39**: 9-18, 1980.

REGO, A.M. & REIFSCHNEIDER, F.J.B. Levantamento de grupos de compatibilidade de isolados de *Phytophthora capsici* Leon., obtidos de abobora (*Curcubita maxima x Curcubita moschata*), pimenta (*Capsicum annuum*) e pimentão (*C. annuum*). Fitopatologia, **7**: 55-61, 1982.

REIFSCHNEIDER, F.J.B.; BOITEUX, L.S.; DELLA VECCHIA, P.T.; POULOS, J.M. & KURODA, N. Inheritance of adult plant resistance to *Phytophthora capsici* in pepper. Euphytica, **62**(1): 45-50, 1992.

REIFSCHNEIDER, F.J.B. & REGO, A.M. Evaluation of resistance to *Phytophthora capsici* in brasilian introduction of *Capsicum annuum* L. Phytophthora Newsletters, July, 1983.

REIFSCHNEIDER, F.J.B.; CAFÉ-FILHO, A.C. & REGO, A.M. Factors affecting expression of resistance in pepper (*Capsicum annuum*) to blight caused by *Phytophthora capsici*, in screening trials. Plant Pathology, **35**: 451-56, 1986.

RETING, N. KEDAR, N. & KATAN, J. Penetrance of gene I for *Fusarium* resistance in the tomato. Euphytica, **16**: 252-57, 1967.

RIBEIRO, O.K. Physiology of assexual sporulation and spore germination in *Phytophthora*, 4. In: ERWIN, D.C.; BARTNICKI - GARCIA, S. & TSAO, P.H. eds. Phytophthora, its biology, taxonomy. ecology, and pathology, Minnesota, APS Press, 1987. p. 55-70.

SAINI, S.S. & SHARMA, P. Inheritance of resistance to fruit rot (*Phytophthora capsici* Leon.) and induction of resistance in bell papper (*Capsicum annuum* L.). Euphytica, **27**: 721-23, 1978.

SEGURA, B. Busqueda de fuentes de resistencia de aji al hongo *Phytophthora citrophthora*. Turrialba, **12**:(1): 16-24, 1962.

SMITH, P.G.; KIMBLE, K.A.; MILLET, A.H. Inheritance of resistance in peppers to *Phytophthora* root rot. Phytopathology, Lancaster, **67**: 377-79, 1967.

SOLANES, V.G. & LOTTI, A. Obtencion de pimiento (*Capsicum annuum*) resistence a *Phytophthora*. Fitotecnia Lationoamericana, San Jose, **4**(2): 139-45, 1967.

SOTIROVA, V. DASKALOV, S.; POPOVA, D.; BELEVA, L. Resistance in pepper (*C. annuum* L.) to *Phytophthora capsici* Leonian. I. Study on direct and heterotic varieties. In: CONGRESS EUCARPIA SUR LA GENETIQUE ET LA SELECTION DU PIMENT. 3., Mont Favet, 1977, Comptes rendus. Zaragoza, EUCARPIA, 1977, p. 127-36.

STEVENS, M.R.; SCOTT, S.J. & GERGERICH. Inheritance of gene for resistance to tomato spotted wilt Virus (TSWV) for *Lycopersicum peruvianum* mill. Euphytica, **59**: 9-17, 1992.

TUNG, P.X.; RASCO Jr, E.T.; ZAAG, P.V. & SCHMIEDICHE, P. Resistance to *Pscudomonas solanacearum* in the potato. I. Effects of sources of resistance and adaptation. Euphytica, **45**: 203-10, 1990.

WESTE, G. & MARKS, G.C. The biology of *Phytophthora cinnamomi* in Australiasian forests. Ann. Rev. Phytopathology, **25**: 207-229, 1987.

YAMAKAWA, K.; MOCHIZUKI, T.; YASUI. H. Screening of cultivated and wild peppers for *Phytophthora capsici* resistance and its inheritance. Bulletin of the Vegetable and Ornamental Crops Research Station. Series A., Tsu-shi, **6**: 29-37, 1979.

ZEMA, V.; CRISTINZIO, G.; ERRICO, A. & SACCARDO, F. Characterization of resistance to *Phytophthora capsici* in *C. frutescens* L. In: VIII Th meeting Genetics and Breeding on *Capsicum* and *Eggplant*", Rome, 1992. Zaragoza, EUCARPIA, 1992, p. 184-88.