

# SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE PIMENTÃO RESISTENTES À *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye. SOB CONDIÇÕES NATURAIS DE INFECÇÃO.

Hiroshi NODA<sup>1</sup>, Francisco Manoares MACHADO<sup>1</sup>, Ayrton Luiz Urizzi MARTINS<sup>2</sup>

**RESUMO** - Devido à ocorrência de epidemias severas de pústula bacteriana ou mancha bacteriana no pimentão, causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye., o cultivo do pimentão na várzea do Rio Solimões, próximo à Manaus, encontra-se em decadência. O INPA, desde 1976, desenvolve um Programa de Melhoramento Genético do Pimentão visando incorporar resistência ao patógeno. Neste trabalho são relatados os resultados obtidos em três ensaios, nas áreas de terra firme e várzea do Estado do Amazonas, envolvendo progêneses F<sub>13</sub> e F<sub>14</sub> do cruzamento interespecífico entre *Capsicum annuum* e *C. chinense*, denominado HP-12, em cujas progêneses vêm sendo realizadas seleções genealógicas visando obter variedades resistentes ao patógeno *X. campestris* pv. *vesicatoria* e alta capacidade produtiva, sob condição de cultivo em ambientes quentes e úmidos. Quando a população de hospedeiros foi constituída por indivíduos resistentes e suscetíveis, a curva de progresso da doença adaptou-se melhor ao modelo monomolecular, onde níveis mais elevados de resistência, conferidos por um genótipo, foram devidos à sua capacidade de restringir a velocidade do progresso da doença. Nos três ensaios, as progêneses selecionadas pelo Programa apresentaram maior resistência e capacidade produtiva, quando comparadas à testemunha suscetível (Cascadura Ikeda), em condições de ocorrência da doença e verificou-se que a capacidade de produção de frutos está relacionada aos níveis de resistência do hospedeiro ao patógeno. Por outro lado, levando-se em conta os caracteres de resistência e capacidade produtiva das progêneses inferiu-se que a espécie *C. chinense* é um recurso genético importante como fonte de resistência a *X. campestris* pv. *vesicatoria* nos programas de melhoramento do pimentão.

**Palavras-chave:** *Capsicum annuum*, *C. chinense*, pústula bacteriana, mancha bacteriana, resistência genética.

## Selection of pepper genotypes resistant to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye. under natural conditions of plant infection.

**ABSTRACT** - The cultivation of pepper is declining in the floodplain ecosystem of the Solimões River, near Manaus, Amazonas, Brazil, because the frequency of severe epidemics of bacterial spot caused by *X. campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye. The INPA pepper improvement program for resistance to *X. campestris* pv. *vesicatoria* was initiated in 1976. In this paper is reported results of three experiments in upland and floodplain ecosystems in Amazonas, in which F<sub>13</sub> and F<sub>14</sub> progenies of a interspecific cross of *Capsicum annuum* and *C. chinense* (named HP-12) were evaluated for resistance to *X. campestris* pv. *vesicatoria* and fruit yield potential under natural conditions of plant infection. When the host population is composed of resistant and susceptible cultivars epidemic patterns fit the monomolecular model of disease progress and high levels of resistance, conferred by a genotype, were due to its capacity to restrict the velocity of disease progress. The progenies selected by the program have higher levels of resistance to the pathogen and higher yield potential than control, the susceptible cultivar Cascadura Ikeda. The

<sup>1</sup>INPA, Caixa Postal 478, 69011-970, Manaus/AM (hnoda@inpa.gov.br, fmachado@inpa.gov.br); <sup>2</sup>CEULM, Caixa Postal 2241, 69077-730, Manaus – AM (lmartins@internext.com.br).

potential for fruit yield is related to the host's level of resistance. Also *C. chinense* is an important source of genetic resistance to *X. campestris* pv. *vesicatoria* for the pepper genetic improvement program.

**Key-words:** *Capsicum annum*, *C. chinense*, bacterial spot, genetic resistance.

## INTRODUÇÃO

A ocorrência da pústula bacteriana no pimentão, causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* (Doidge) Dye., foi constada pela primeira vez, no Estado do Amazonas, em 1977, por Nagai (Noda *et al.*, 1997). A partir daí, ocorrências freqüentes e severas de epidemias conduziram à atual situação de extrema decadência da atividade de cultivo do pimentão na área de várzea no Rio Solimões, próximo à Manaus, principal região produtora dessa hortaliça no Estado do Amazonas. Uma vez que a incidência e a severidade da doença estão associadas aos ambientes com temperatura e umidade elevadas, o controle por meio de defensivos químicos no trópico úmido brasileiro tem mostrado ser pouco eficiente. Supõe-se que o uso de cultivares resistentes ao patógeno é a maneira mais efetiva e econômica de controlar a doença.

Através de inoculações com suspensões de células do patógeno, Ribeiro *et al.* (1982) conseguiram isolar, de uma população da pimenteira Santaka (*Capsicum annum*), um genótipo altamente resistente ao patógeno e descreveram como recessiva a herança desse caráter. Nagai (1984), utilizando a introdução 79-129-11 da Universidade da Florida (EUA), relata que a reação de hipersensibilidade ao patógeno é um caráter controlado por um par de genes recessivos. Utilizando número, diâmetro e tamanho de lesões, como expressões de resistência e realizando a inoculação das folhas do pimentão com baixa concentração de células do patógeno, Poulos *et al.* (1992), encontraram pelo menos dois genes na herança quantitativa da resistência na linhagem CNPH 703 à *X. campestris* pv. *vesicatoria* detectando-se efeitos de dominância, aditividade e interações gênicas. O uso da resistência vertical do pimentão em relação à *X. campestris* pv. *vesicatoria*, apesar da mutabilidade do patógeno, resulta em redução do nível de doença e aumento do rendimento (Dahlbeck *et al.*,

1979). Por outro lado, segundo os mesmos autores, a resistência horizontal provoca a redução da taxa de doença quando comparada com a resistência vertical. Por se tratar, geralmente, de um caráter poligênico, a resistência horizontal requer métodos de triagem distintos daqueles utilizados para detectar a resistência vertical. Segundo Walker (1965), para a triagem de materiais com resistência poligênica são desejáveis condições sub-ótimas de temperatura e de nível de inóculo, uma vez que os testes muito severos não permitem a expressão dessa modalidade de resistência genética. Noda (1986) utilizando progênies de sexta geração de um cruzamento interespecífico (HP-12) entre *C. annum* (introdução IH-396) e *C. chinense* (introdução IH-541), detectou, sob condições de cultivo em campo e infecção natural do hospedeiro por *X. campestris* pv. *vesicatoria*, níveis de resistência superiores quando comparados aos da cultivar Cascadura Ikeda, utilizada como testemunha. O objetivo deste trabalho foi estimar os níveis de resistência e capacidade produtiva de progênies F<sub>13</sub> e F<sub>14</sub> do cruzamento interespecífico HP-12, em cultivo em campo, sob condições naturais de infecção do hospedeiro e avaliar a eficácia do método de triagem dos genótipos de pimentão resistentes à *X. campestris* pv. *vesicatoria* adotado pelo Programa de Melhoramento do Pimentão do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Método de triagem para seleção de progênies resistentes

No Programa de Melhoramento Genético do Pimentão do INPA, iniciado em 1976, o método de triagem para resistência ao patógeno à *X. campestris* pv. *vesicatoria* é a exposição do hospedeiro às condições naturais de infecção pelo patógeno, utilizando-se padrões constantes de susceptibilidade (cvs.

Cascadura Ikeda e Agrônômico 10G). Essa triagem de genótipos resistentes é efetuada através de ensaios de campo, em áreas de ocorrência natural da doença, visando selecionar indivíduos com resistência poligênica ou horizontal.

No biênio 1978/79 foram realizados ensaios onde foram avaliados os níveis de resistência das populações segregantes de pimentão dos cruzamentos obtidos em 1977. Um cruzamento interespecífico entre *Capsicum annum* (IH-396, proveniente da Universidade da Califórnia) e *C. chinense* (introdução IH-541), resistente ao patógeno *X. campestris* pv. *vesicatoria*, procedente de Benjamin Constant, AM), denominado HP-12, apresentou, na geração F<sub>2</sub>, segregação para indivíduos que manifestavam elevados níveis de resistência ao patógeno. Esses ensaios foram realizados usando maior espaçamento entre plantas e a infecção ocorreu em condição natural de campo. No mesmo ano foram efetuadas seleções entre e dentro de progênies na população F<sub>3</sub>. A partir desta constatação, foi iniciado o processo de seleção genealógica.

Em 1985, Noda (1986), avaliou em condições de ocorrência natural da doença, progênies F<sub>6</sub> do cruzamento HP-12 que apresentaram níveis de resistência e produtividade superiores em relação à cultivar Cascadura Ikeda, usada como testemunha. A partir da geração F<sub>7</sub> foram realizados ensaios preliminares de produção em áreas de ocorrência da doença, em várzea e terra firme, com a finalidade de avaliar os níveis de resistência e a capacidade produtiva das progênies selecionadas. A necessidade de realizar ensaios de avaliação nos dois ecossistemas deve-se ao fato da várzea ser constituída por solos com altos níveis de fertilidade natural, mas ao mesmo tempo, ser um ambiente altamente favorável ao surgimento de epidemias da doença.

## Ensaios de Campo

Três experimentos foram instalados sendo dois, em área de terra firme (Ensaios I e II), na Estação Experimental de Hortaliças do INPA, Manaus, e um em área de várzea (Ensaio III), na Estação Experimental do Ariáú,

Município de Iranduba, AM. O primeiro teve como objetivo estimar, sob condições naturais de infecção do hospedeiro, os níveis de resistência genética expressos pelo grau de severidade da doença na parte aérea; associar níveis de resistência à capacidade de produção do hospedeiro e estimar progresso da doença na população de hospedeiro. O material avaliado constou de duas progênies do cruzamento HP-12 selecionadas pelo método genealógico, na décima quarta geração de autofecundação e duas cultivares suscetíveis à *X. campestris* pv. *vesicatoria* (Cascadura Ikeda e Agrônômico Dez). O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados com dez repetições e quatro tratamentos. A unidade experimental foi constituída por uma parcela de 3,50 m<sup>2</sup> contendo sete plantas por linha, no espaçamento de 1 m entre linhas e 0,50 m entre plantas. A semeadura foi feita no dia 12.12.95 e o transplante no dia 30.01.96. O período de colheita foi de 26.03 a 23.05.96. Os ensaios de campo II e III foram realizados com o objetivo de avaliar, também sob condições naturais de infecção do hospedeiro, níveis de resistência genética e produtividade de progênies F<sub>13</sub> do cruzamento HP-12. Nesses ensaios foi utilizado o delineamento experimental em látice quadrado 7x7, de acordo como os procedimentos preconizados por Cochran & Cox (1957). Nos dois ensaios foram avaliadas 46 progênies F<sub>13</sub> do cruzamento HP-12 e as cultivares Cascadura Ikeda, Agrônômico 10 G e Yolo Wonder. No ensaio II a data da semeadura foi 02.09.94, o transplante em 27.10.94 e o período de colheita de 10.01 a 26.04.95. No ensaio III a semeadura foi realizada em 13.09.94, o transplante em 09.11.94 e o período de colheita de 12.01.95 a 07.06.95. Nesses dois experimentos a unidade experimental foi constituída por uma parcela de 3 m<sup>2</sup> contendo seis plantas por linha, no espaçamento de 1 m entre linhas e 0,50 m entre plantas.

## Caracteres Avaliados

### Resistência genética à *X. campestris* pv. *vesicatoria*

No ensaio I foram realizadas quatro avaliações semanais da severidade da doença

utilizando-se como padrão uma escala modificada de Horsfall-Barratt (Scott *et al.*, 1995), onde foram atribuídos valores de acordo com os graus de severidade de doença (SD), com notas de 1 a 5, estabelecendo-se um escala de notas onde cada valor correspondeu a um quadro sintomatológico apresentado pelo hospedeiro: 1 = nenhum sintoma aparente; 2 = lesões pequenas em uma a três folhas; 3 = lesões grandes em até metade da quantidade de folhas das plantas; 4 = as lesões grandes começam a coalescer e mais da metade da quantidade de folhas das plantas estão atacadas; 5 = mais da metade da quantidade de folhas das plantas já foram atacadas; as necroses já ocupam a maior parte de suas superfícies; a planta já eliminou grande parte das folhas doentes e a planta está com o crescimento estagnado ou morta. Essas notas foram transformadas numa escala, em porcentagem, gerando o caráter Índice de Doença (ID), para permitir a avaliação do progresso da doença em função do tempo, atribuindo-se valores mínimo e máximo para o caráter ID como sendo, respectivamente, ausência de doença e 100% de índice de doença, estabelecendo-se também valores intermediários: SD= 4,5 corresponde a ID= 87,5%; SD= 4,0 corresponde a ID= 75,0%; SD= 3,5 corresponde a ID= 62,5%; SD= 3,0 corresponde a ID= 50,0%; SD= 2,5 corresponde a ID= 37,5%; SD= 2,0 corresponde a ID= 25,0%; SD= 1,5 corresponde a ID= 12,5%.

O ajustamento da curva de progresso da doença foi definido após testar os dados, expressos em ID, segundo os modelos monomolecular e logístico, que expressam matematicamente, segundo Van der Plank (1963), dois modelos biológicos de evolução epidemiológica denominados, respectivamente, “simple interest disease” (doenças monocíclicas) e “compound interest disease” (doenças policíclicas) e descritos em Neher *et al.* (1997).

Para testar a adequação dos dados aos modelos monomolecular e logístico foram utilizados os valores de I.D. aos 16 e 38 dias após o transplante no ensaio I.

## Capacidade Produtiva

Os parâmetros utilizados para avaliação da produção foram: NF: número de frutos/

planta; PMF: peso médio dos frutos/planta; PF: peso total dos frutos/planta.

De acordo com os procedimentos recomendados por Steel & Torrie (1960), para realização da análise de variância, foi feita transformação dos dados de Índice de Doença (ID) em  $\sqrt{x}$ . Os dados sobre produção dos frutos foram transformados em  $\sqrt{x + \frac{1}{2}}$  e as variáveis r e QR, em  $\log(x.10^4)$ . Para o ensaio I, a comparação das médias foi efetuada pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade. Para os ensaios II e III as médias foram testadas em comparação à cultivar Cascadura Ikeda, utilizada como testemunha, pelo teste de Dunnet, a 5% de probabilidade. As equações de regressão lineares de  $\log_e\left(\frac{1}{1-ID}\right)$  sobre o número de dias após o transplante, com os dados do ensaio I, foram obtidas utilizando-se os dados de quatro observações semanais em dez repetições por tratamento (Pimentel Gomes, 1987).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros epidemiológicos quando utilizados com a finalidade de selecionar genótipos devem expressar não somente a velocidade do progresso da doença, mas também, os níveis de resistência do hospedeiro ao patógeno. Os resultados do teste da adequação dos dados do ensaio I aos modelos monomolecular e logístico sugerem que o modelo logístico é o mais adequado quando se utiliza somente variedades suscetíveis (Cascadura Ikeda), coincidindo com os resultados obtidos por Carmo *et al.* (1996). Por outro lado, o modelo monomolecular apresenta uma adequação mais consistente quando a população testada é somente de indivíduos resistentes ou composta por uma mistura de indivíduos suscetíveis e resistentes. Pernezny & Collins (1997) demonstraram que a população de *X. campestris* pv. *vesicatoria* sobre folhas e botões florais na variedade suscetível (Júpiter) era, consistentemente, mais elevada do que na variedade resistente (Boynton Bell), sendo que as cultivares com populações mais baixas de patógeno representam menores fontes de inóculo para a iniciação e manutenção de epidemias da doença.

Para todos os caracteres relacionados aos níveis de resistência e produtividade do pimentão do ensaio I, foi detectado pelo menos um contraste significativo pelo teste F, a 1% ou 5% de probabilidade. Os coeficientes de variação, para os caracteres de resistência, variaram entre 6,18 a 11,28% evidenciando precisão experimental adequada. Os caracteres de produção apresentaram níveis elevados para os coeficientes de variação experimental, evidenciando alta contribuição de fatores não controláveis sobre a variância total.

Foi evidenciada a superioridade das duas progêneses HP-12 F<sub>14</sub> em relação às testemunhas Cascadura Ikeda e Agrônômico 10 G, tanto para os caracteres de resistência, como para caracteres que expressam capacidade produtiva do pimentão (Tabela 1). As médias dos valores Taxa de Infecção Aparente das duas progêneses são menores em relação às das cultivares suscetíveis. Por outro lado, o teste de Tukey não detectou contrastes entre as médias para o caráter Taxa de Infecção. Este resultado evidencia a inadequação do modelo logístico para descrever a curva de progresso da doença neste experimento.

**Tabela 1** - Médias de caracteres de resistência e produção de pimentão cultivado sob condições naturais de ocorrência de doença causada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. Ensaio I. Manaus, 1996. (Dados)

| Cultivares e progêneses | Caracteres |         |        |        |        |        |        |       |        |
|-------------------------|------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
|                         | r          | QR      | ID1    | ID2    | ID3    | ID4    | PTF    | NF    | PMF    |
| HP-12 F14a              | 0,2345a    | 0,0169a | 2,07a  | 14,01a | 12,02a | 30,50a | 425,5b | 47,3b | 9,13b  |
| HP-12 F14b              | 0,1434a    | 0,0139a | 4,65a  | 7,03a  | 9,62a  | 28,49a | 458,7b | 49,2b | 17,05b |
| Agron.10G               | 0,1239a    | 0,1572b | 38,37b | 48,25b | 55,00b | 88,21b | 10,4a  | 0,7a  | 2,82a  |
| Casc. Ikeda             | 0,1392a    | 0,1713b | 40,50b | 51,87b | 62,87b | 93,71b | 1,7a   | 0,1a  | 1,7a   |

Médias seguidas de mesma letra dentro da coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

HP-12 F<sub>14</sub> a: progênie HP-12-31-3-9-2-1-1-14-11-1Q-6Q-7-S1

HP-12 F<sub>14</sub> b: progênie HP-12-31-3-9-2-1-1-14-11-1Q-6Q-7-S2

Agron. 10G: cultivar Agrônômico 10 G

Casc. Ikeda: cultivar Cascadura Ikeda

r = Taxa de Infecção

QR = Taxa de Infecção Aparente

ID<sub>1</sub> = Índice de Doença (%), aos 16 dias após o transplante

ID<sub>2</sub> = Índice de Doença (%), aos 23 dias após o transplante

ID<sub>3</sub> = Índice de Doença (%), aos 30 dias após o transplante

ID<sub>4</sub> = Índice de Doença (%), aos 38 dias após o transplante

PTF = Peso total dos frutos expresso em grama/planta

NF = Produção total de frutos expressa em número de frutas/planta

PMF = Peso médio de frutos expresso em grama

As correlações entre todos os pares de caracteres de resistência e capacidade produtiva, com exceção do caráter Taxa de Infecção, foram significativas a 1% de probabilidade (Tabela 2). Assim, o Índice de Doença foi altamente correlacionado com o caráter Taxa de Infecção Aparente. Os caracteres de produção, número de frutos/planta e peso médio dos frutos/planta, foram positivamente correlacionados entre si e negativamente correlacionados com os caracteres relacionados aos níveis de susceptibilidade do hospedeiro e à Taxa de Infecção Aparente. Portanto, infere-se que, em condições de ocorrência de

epidemias, os indivíduos suscetíveis apresentem decréscimo na capacidade produtiva. O caráter Taxa de Infecção, apresentou valores negativos e não significativos quando correlacionado com Taxa de Infecção Aparente e com todos os caracteres de resistência e capacidade produtiva. Os valores negativos dos coeficientes de correlação entre o caráter Taxa de Infecção e os caracteres Índice de Doença, que expressam níveis de severidade da doença num dado momento do ciclo do hospedeiro, constituem uma importante evidência acerca da inadequação do ajustamento dos dados experimentais ao modelo logístico.

**Tabela 2** - Valores de coeficiente de correlação entre pares de caracteres de resistência e produção de pimentão. Ensaios sob condições de ocorrência de infecção natural *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. Ensaio I. Manaus, 1996.

|     | r        | QR      | ID1     | ID2     | ID3     | ID4     | TPF    | NF     | PMF  |
|-----|----------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|------|
| r   | 1,00     |         |         |         |         |         |        |        |      |
| QR  | -0,43 ns | 1,00    |         |         |         |         |        |        |      |
| ID1 | -0,52 ns | 0,99**  | 1,00    |         |         |         |        |        |      |
| ID2 | -0,33 ns | 0,99**  | 0,98**  | 1,00    |         |         |        |        |      |
| ID3 | -0,42 ns | 0,99**  | 0,99**  | 0,99**  | 1,00    |         |        |        |      |
| ID4 | -0,44 ns | 0,99**  | 0,99**  | 0,99**  | 0,99**  | 1,00    |        |        |      |
| TPF | -0,46 ns | -0,99** | -0,99** | -0,98** | -0,99** | -0,99** | 1,00   |        |      |
| NF  | -0,47 ns | -0,99** | -0,99** | -0,99** | -0,99** | -0,99** | 0,99** | 1,00   |      |
| PMF | -0,27 ns | -0,98** | -0,96** | -0,99** | -0,99** | -0,99** | 0,98** | 0,98** | 1,00 |

\*\* : significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

ns : não significativo estatisticamente

r = Taxa de Infecção

QR = Taxa de Infecção Aparente

ID<sub>1</sub> = Índice de Doença (%), aos 16 dias após o transplante

ID<sub>2</sub> = Índice de Doença (%), aos 23 dias após o transplante

ID<sub>3</sub> = Índice de Doença (%), aos 30 dias após o transplante

ID<sub>4</sub> = Índice de Doença (%), aos 38 dias após o transplante

TPF = Peso total dos frutos expresso em grama/planta

NF = Produção total de frutos expressa em número de frutas/planta

PMF = Peso médio de frutos expresso em grama

Na Figura 1 pode-se observar o progresso da doença na população de hospedeiros resistentes e suscetíveis, com os dados ajustados ao modelo monomolecular, no período compreendido desde o transplante até a data da quarta avaliação de ocorrência da doença, totalizando 52 dias. Os valores dos coeficientes de correlação, obtidos com os resultados das dez parcelas por tratamento, foram significativos a 1% de probabilidade, pelo teste t. Os valores de b das equações de regressão, que estimam a Taxa de Infecção Aparente ajustada, obedeceram à mesma hierarquia verificada pelas médias dos valores de Taxa de Infecção Aparente. Tanto para as progênies como para as cultivares avaliadas, os valores de b são próximos aos obtidos para o caráter Taxa de Infecção Aparente (QR), respectivamente b = 0,0148 e QR = 0,0169 para HP-12-31-3-9-2-1-1-14-11-1Q-6Q-7-S1; b = 0,0128 e QR = 0,0139 para HP-12-31-3-9-2-1-1-14-11-1Q-6Q-7-S2; b = 0,1441 e QR = 0,1572 para Agrônomo 10 G; e b = 0,1583 e QR = 0,1713 para Cascadura Ikeda. Nas condições em que foi realizado este ensaio, a doença apresentou uma característica epidemiológica bem definida, onde níveis

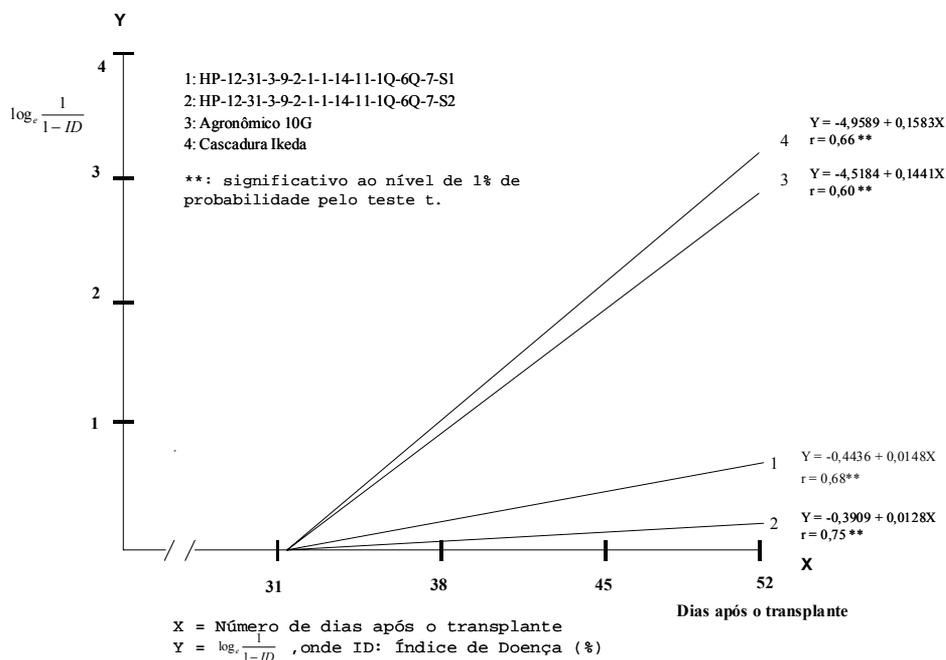
elevados de resistência, conferidos por um genótipo, foram devidos à sua capacidade de restringir a velocidade do progresso da doença.

No ensaio III, realizado na área de várzea, houve ocorrência da doença. Ao contrário, no ensaio II, realizado na terra firme a doença não se manifestou durante todo o ciclo do hospedeiro. Os resultados obtidos na análise de variância dos dados obtidos nos ensaios II e III mostraram que, para os caracteres de produção, tanto na terra firme como na várzea detectou-se pelo menos um contraste significativo entre os tratamentos. A Tabela 3 mostra que no ecossistema de terra firme somente uma progênie apresentou média superior em relação à testemunha Cascadura Ikeda para produção de frutos em peso. Para o caráter Produção em Número de Frutos todas as progênies apresentaram médias superiores à da testemunha. Na área de várzea, onde a doença ocorreu sob a forma de uma epidemia severa, apenas uma das progênies não apresentou média superior em relação à testemunha Cascadura Ikeda, para os caracteres peso e número de frutos. A produtividade das progênies no ensaio da várzea, onde o patógeno esteve presente na cultivar Cascadura Ikeda, foi

mais expressiva em relação do ensaio na terra firme, onde não se detectou a doença na testemunha. Esta ocorrência foi atribuída ao fato dos solos de várzea possuírem alta fertilidade natural, ao contrário dos solos ácidos e de baixa fertilidade da terra firme. Confrontando os dados obtidos nos experimentos de terra firme e várzea pode-se inferir que, sob condições de epidemia, a capacidade produtiva do pimentão está correlacionada ao nível de resistência ao patógeno. Supõe-se que, em condições de ocorrência da doença, a seleção dos indivíduos mais produtivos poderia direcionar a seleção para genótipos mais resistentes ao patógeno.

Os resultados obtidos nos três experimentos permitiram as seguintes inferências: a. quando a população hospedeira é constituída por uma mistura de indivíduos resistentes e suscetíveis, a doença pústula bacteriana ou mancha bacteriana em pimentão, causada por *X. campestris* pv. *vesicatoria*, apresenta padrão de curva de progresso da

doença melhor ajustado ao modelo monomolecular (Van der Plank, 1963). Nesse sentido, os níveis elevados de resistência, conferidos por um genótipo, foram devidos à sua capacidade de restringir a velocidade do progresso da doença; b. o método de avaliação das progênes em ensaios de campo, sob condição de ocorrência natural da doença, mostrou ser eficiente no sentido de detectar genótipos resistentes. A seleção, realizada pelo método genealógico, foi eficiente e propiciou ganhos consistentes; c. sob condição de ocorrência natural da doença, a seleção de genótipos mais resistentes ao patógeno conduzirá a seleção, também, para os genótipos mais produtivos; d. levando-se em conta os caracteres de resistência e capacidade produtiva das progênes F<sub>13</sub> e F<sub>14</sub> na presença de *X. campestris* pv. *vesicatoria*, o cruzamento HP-12 constituiu um material adequado para o processo de seleção para resistência aos patógenos e a espécie *Capsicum chinense* um recurso genético importante como fonte de resistência.



**Figura 1** - Progresso da doença causada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, em progênes e cultivares de pimentão sob condições naturais de infecção (Ensaio I). Manaus - AM. 1996.

**Tabela 3** - Médias ajustadas dos caracteres de produção e resistência ao patógeno *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* de sete entre 46 progênies HP-12 F<sub>13</sub> avaliadas e de três cultivares de pimentão. Em terra firme (Manaus) e em várzea (Iranduba). AM. 1996. (Dados não transformados).

| Cultivares ou Progênies            | Ecossistemas |         |            |          |       |
|------------------------------------|--------------|---------|------------|----------|-------|
|                                    | Terra Firme  |         | Várzea     |          | SD(a) |
|                                    | Caracteres   |         | Caracteres |          |       |
| PF                                 | NF           | PF      | NF         |          |       |
| Cascadura Ikeda (testemunha)       | 313,14       | 11,64   | 305,66     | 11,45    | 5,00  |
| Agronômico 10G                     | 409,97ns     | 15,64ns | 546,47ns   | 18,75ns  | 5,00  |
| Yolo Wonder                        | 322,24ns     | 8,10ns  | 193,06ns   | 5,13ns   | 5,00  |
| HP-12-31-3-9-2-1-1-14-11-1Q-6Q-7   | 598,28ns     | 51,63*  | 866,95ns   | 57,68ns  | 1,00  |
| HP-12-31-3-9-2-4-19-1-2A-9A-2      | 731,07ns     | 58,52*  | 2.254,80*  | 163,08*  | 1,00  |
| HP-12-31-3-10-2-4-23-8-6A-48AII-1  | 832,25ns     | 55,71*  | 2.356,36*  | 139,45*  | 1,00  |
| HP-12-31-3-9-2-1-1-9-7-2Q-1Q-1     | 510,71ns     | 43,95*  | 2.355,63*  | 193,54*  | 1,00  |
| HP-12-31-3-9-2-1-1-10-8-2Q-2QA-1   | 731,20ns     | 62,27*  | 1.526,94*  | 195,08*  | 1,00  |
| HP-12-31-3-9-2-1-1-10-8-2Q-2QA-3   | 787,42ns     | 74,32*  | 2.255,51*  | 164,04*  | 1,00  |
| HP-12-31-3-10-2-4-23-23-2A-76A1A-4 | 957,90*      | 59,71*  | 1.372,70*  | 112,68ns | 1,00  |

\* :Difere estatisticamente a 5% de probabilidade da cultivar Cascadura Ikeda (testemunha), pelo teste de Dunnett. ns: Não difere estatisticamente da cultivar Cascadura Ikeda (testemunha)

(a) A partir do 77º dia após o transplante somente as cultivares Agronômico 10 G, Yolo Wonder e Cascadura Ikeda (testemunha) começaram apresentar sintomas de doença. No 92º dia, após transplante, essas cultivares apresentavam altamente atacadas com desfolhamento intenso e no 129º dia estavam totalmente desfolhadas. Como as cultivares apresentaram níveis máximos de infecção e as progênies não apresentaram sintomas não se realizou a análise estatística do caráter SD (Severidade da Doença).

PF: produção total de frutos, expressa em gramas/planta  
 NF: produção total de frutos, expressa em número/planta  
 SD: Severidade de Doença, aos 77 dias após o transplante

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Engª Agrônoma Carla Elizabeth Brito de Lima ex-aluna do Curso de Engenharia Agronômica da Universidade do Amazonas pela sua colaboração às pesquisas como bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do CNPq.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

Carmo, M.G.F.; Kimura, O.; Maffia, L.A.; Carvalho, A. O. 1996. Progresso da pústula bacteriana do pimentão, causada por *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, em condições de viveiro. *Fitopatologia Brasileira*, 21(1): 62 - 70.

Cochran, W.G; Cox, F.M. 1957. *Experimental Designs*. John Wiley & Sons. London. 611p.

Dahlbeck, D., Stal, R.E.; Jones, J. P. 1979. The effect of vertical and horizontal resistance on development of bacterial spot in pepper. *Plant Disease Reporter*, 63: 332-335.

Nagai, H. 1984. Herança da hipersensibilidade à pústula bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) no pimentão. In.: *XXIV Congresso Brasileiro de Olericultura*. Jaboticabal. Resumos dos Trabalhos. p.112.

Neher, D.A.; Reynolds, K.L.; Campbell, C.L. 1997. Analysis of Disease Progress Curves Using Linear Models. In: Franci, L. J.; Neher, D.A. *Exercices in Plant Disease Epidemiology*. APS Press. St. Paul. p.29-33.

Noda, H. 1986. Avaliação de progênies F6 de pimentão para resistência à “pústula bacteriana” (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) sob condição de ocorrência natural. In.: *Anais do V Encontro de*

- Pesquisadores da Amazônia*. Protocolo de Integração das Universidades da Amazônia Legal. Manaus. p.92.
- Noda, H.; Paiva, W.O.; Silva Filho, D.F.; Machado, F.M. 1997. Melhoramento de Hortaliças Convencionais para o Cultivo no Trópico Úmido Brasileiro. In: Noda, H.; Souza, L.A.G.; Fonseca, O.J.M. *Duas Décadas de Contribuições do INPA à Pesquisa Agronômica no Trópico Úmido*. Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus. p.59-87.
- Pernezny, K.; Collins J. 1997. Epiphytic populations of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* on pepper: Relationships to host-plant resistance and exposure to copper sprays. *Plant Disease*, 81 (7): 791-794.
- Pimentel Gomes, F. 1987. *Curso de Estatística Experimental*. Nobel. São Paulo. 467p.
- Poulos, J.M.; Reifschneider, F.J.B.; Coffman, R.W. 1992. Inheritance of quantitative components of resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* in pepper line "CNPH 703". In: *VIII Meeting Genetics and Breeding on Capsicum and Eggplant*. Rome. p.166-171.
- Ribeiro, R.L.D.; Kimura, O.; Akiba, F.; Almeida, O.C.; Sudo, S. 1982. Melhoramento do pimentão para resistência a *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*, Itaguaí. p.129-139.
- Scott, J.W.; Jones, J.B.; Somodi, G.C.; Stall, R.E. 1995. Screening tomato accessions for resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, Race T3. *HortScience*, 30 (3): 579-581.
- Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. 1960. *Principles and Procedures of Statistics with Special Reference to the Biological Sciences*. Mcgraw Hill. New York. 481p.
- Van der Plank, J. E. 1963. *Plant Diseases: Epidemics and Control*. Academic Press. New York. 349 p.
- Walker, J.C. 1965. Use of environmental factors in screening for disease resistance. *Annual Review of Phytopathology*, 3: 197-208.

**Recebido: 17/08/2000**

**Aceito: 05/08/2003**

