

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU

**ENXERTIA EM PLANTAS DE PIMENTÃO (*Capsicum annuum* L.) NO
CONTROLE DA MURCHA DE FITÓFTORA (*Phytophthora capsici*)
EM AMBIENTE PROTEGIDO**

HAYDÉE SIQUEIRA SANTOS

Orientadora: Profa. Dra. Romy Goto

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP –
Campus de Botucatu, para obtenção do
título de Mestre em Agronomia – Área
de Concentração em Horticultura

BOTUCATU – SP
Dezembro - 2001

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - FCA
UNESP - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Santos, Haydée Siqueira, 1956-
S237e Enxertia em plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.)
no controle da murcha de fitóftora (*Phytophthora*
capsici) em ambiente protegido / Haydée Siqueira
Santos. -- Botucatu : [s.n.], 2001
xii, 86 f. : il. (algumas color.), tabs.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Estadual
Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas
Orientador: Romy Goto
Inclui bibliografia

1. Pimentão 2. Enxertia 3. Fungos fitopatogênicos
4. *Phytophthora capsici* I. Goto, Romy II. Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Campus de
Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas III.
Título

Palavras-chave: Solanaceae; Pimentão; *Capsicum annuum*; Murcha de
Fitóftora; *Phytophthora capsici*; Enxertia; Cultivo Protegido.

DEDICO

À Deus que me possibilitou esta realização

*...mas os que esperam no Senhor renovam as
suas forças,
sobem com asas como águias, correm e
não se cansam,
caminham e não se fatigam” (Isaías
40:31)*

OFEREÇO

*Aos meus pais **Célio e Aydée**, que me ensinaram os verdadeiros valores da vida, e investiram incondicionalmente em mim*

*Ao meu marido **Adi**, pelo apoio, incentivo e compreensão manifestos em todos os momentos*

*Aos meus filhos **Gabriel, Maria e Davi**, maiores presentes de Deus na minha vida*

AGRADECIMENTOS

- À Faculdade de Ciências Agrônomicas /UNESP Câmpus de Botucatu, por oferecer este curso, e torná-lo possível a tantos quantos almejam crescer em sua vida profissional
- À Banca de seleção para o curso de Mestrado iniciado no ano de 2000, professores Francisco Luiz A. Câmara, Lin Chau Ming e Marney Pascoli Cereda, por me concederem a oportunidade de realizar o curso
- À Professora Dra. Romy Goto, pela orientação, paciência, amizade, compreensão, e tantas outras coisas boas que possui e distribui aos seus orientados
- Ao Departamento de Produção Vegetal – Setor Horticultura, por franquear suas instalações e equipamentos
- À Sakata Seed Sudamerica, especialmente ao pesquisador Rômulo F. Kobori pela concessão das sementes dos híbridos utilizados como porta-enxertos, oriundos de suas pesquisas
- À Rogers do Brasil pela concessão das sementes dos híbridos ‘Margarita’ e ‘Elisa’
- Aos docentes do curso de Pós Graduação das diferentes Áreas de Concentração, pelos conhecimentos compartilhados, pela amizade manifestada e pelo incentivo oferecido. Especialmente aos professores Aluísio Costa Sampaio, Leonardo T. Bull e Antonio Ismael Inácio Cardoso
- Ao Professor Roberto Lyra Villas Boas, pela orientação concedida quanto à adubação das plantas
- Ao Professor Edson L. Furtado, pela boa vontade com que orientou na escolha dos modelos matemáticos de análise, necessários neste trabalho

- À Janaína M. Marque pelo preparo e concessão do inóculo utilizado
- Aos professores Chukichi Kurozawa e Antonio Ismael Inácio Cardoso, componentes da Banca do Exame de Qualificação, que contribuíram com sugestões relevantes para melhoria do trabalho
- Ao Wilson Roberto de Jesus, pela realização das análises estatísticas com enorme presteza
- Aos funcionários da Fazenda de Ensino Pesquisa e Produção São Manuel, pela colaboração em todas as fases do trabalho de campo, especialmente ao Nilton que sempre demonstrou boa vontade em tudo que foi solicitado
- Ao Geraldo e ao Rogério, pelo cuidado com as plantas, e pelo empenho e profissionalismo nas avaliações
- Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal – Setor Horticultura, pela simpática acolhida e pela colaboração oferecida sempre que necessário. Especialmente à Rosimeire, Admilson, Neusa, Ana, Rosária e Edivaldo
- À bibliotecária Célia, pela correção das referências bibliográficas, e pela simpatia com que sempre respondeu às minhas dúvidas
- Aos colegas que se tornaram amigos: Santino, Sílvio, Ari Hidalgo, Mariana, Juliana, Sandra, Valdemir, Magnólia, Polyana, Francisco Célio, Maria dos Anjos, Paulinho, Lília, Mauro, Mirian, Káthia, Rubem, Roberto, Ari, Maurício e Domingos.
- Ao meu filho Davi, pela agradável companhia em inúmeras viagens, e pela ajuda durante a avaliação dos frutos

SUMÁRIO

| | Página |
|--|---------------|
| LISTA DE QUADROS..... | viii |
| LISTA DE FIGURAS..... | xi |
| RESUMO..... | 01 |
| SUMMARY..... | 03 |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 05 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 08 |
| 2.1 A cultura do pimentão – Origem e Botânica..... | 08 |
| 2.2 Murcha de fitóftora..... | 10 |
| 2.2.1 Considerações sobre a doença..... | 10 |
| 2.2.2 Etiologia e epidemiologia do patógeno..... | 11 |
| 2.2.3 Isolados de <i>P. capsici</i> e métodos de inoculação..... | 15 |
| 2.2.4 Sintomatologia..... | 16 |
| 2.2.5 Controle..... | 19 |
| 2.3 A enxertia..... | 23 |
| 2.3.1 Histórico..... | 23 |
| 2.3.2 Processos fisiológicos da enxertia..... | 24 |
| 2.3.3 Vantagens da enxertia..... | 26 |
| 2.3.4 Dificuldades da enxertia..... | 28 |
| 2.3.5 Métodos de enxertia..... | 30 |
| 2.3.6 Enxertia no controle de <i>P. capsici</i> | 31 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.4 | Cultivo Protegido..... | 32 |
| 2.4.1 | Histórico e importância..... | 32 |
| 2.4.2 | Problemas enfrentados e expectativas futuras..... | 33 |
| 2.4.3 | Patógenos de solo em cultivo protegido..... | 34 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS..... | 36 |
| 3.1 | Localização do Experimento..... | 36 |
| 3.2 | Análise de solo e adubação..... | 37 |
| 3.3 | Delineamento experimental..... | 38 |
| 3.4 | Preparo das mudas..... | 40 |
| 3.4.1 | Híbridos utilizados como porta-enxertos..... | 40 |
| 3.4.2 | Híbridos utilizados como enxerto..... | 41 |
| 3.5 | Método de enxertia..... | 42 |
| 3.6 | Transplante e condução das plantas..... | 43 |
| 3.7 | Produção do inóculo e método de inoculação..... | 43 |
| 3.8 | Método de análise da evolução dos sintomas..... | 45 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 46 |
| 4.1 | Nível de compatibilidade da enxertia..... | 46 |
| 4.2 | Resistência das plantas enxertadas e evolução dos sintomas da doença nas plantas não enxertadas..... | 47 |
| 4.2.1 | Modelo de análise de evolução dos sintomas..... | 48 |
| 4.2.2 | Comparação entre os híbridos..... | 49 |
| 4.3 | Características da planta..... | 51 |
| 4.3.1 | – Antese da primeira flor..... | 51 |
| 4.3.2 | – Altura..... | 54 |

| | |
|---|----|
| 4.3.3 – Diâmetro e massa fresca do caule..... | 58 |
| 4.4 Produção e características dos frutos..... | 61 |
| 4.4.1 Número e peso dos frutos totais e comerciáveis..... | 61 |
| 4.4.2 Diâmetro, Comprimento e espessura da parede dos frutos..... | 67 |
| 4.5 Considerações gerais..... | 69 |
| 5 CONCLUSÕES..... | 71 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 72 |
| 7 APÊNDICE..... | 82 |

LISTA DE QUADROS

| Quadro | Página |
|--|---------------|
| 1 Diferenciação dos sintomas causados por <i>P. capsici</i> , <i>V. dahliae</i> e asfixia radicular..... | 18 |
| 2 Propósitos da enxertia em hortaliças de frutos produzidas no Japão..... | 27 |
| 3 Análise química do solo da área. São Manuel/SP, 2000..... | 37 |
| 4 Fase 1: Tratamentos sem enxertia e combinações porta-enxerto x enxerto de pimentão. São Manuel/SP, 2000..... | 38 |
| 5 Fase 2: Tratamentos de combinações porta-enxerto x enxerto de pimentão. São Manuel/SP, 2000..... | 39 |
| 6 Híbridos porta-enxertos e respectivos “pedigrees”..... | 41 |
| 7 Características dos híbridos usados como enxerto..... | 41 |
| 8 Porcentagem de pegamento da enxertia das combinações entre os híbridos porta-enxertos AF-2638 e AF-2640 e os híbridos enxertados ‘Magali-R’, ‘Elisa’ e ‘Margarita’. São Manuel/SP, 2000..... | 47 |
| 9 Resumo da análise de regressão linear usada na avaliação do ajuste de três modelos (Logístico, Monomolecular e Gompertz) para o patossistema <i>P. capsici</i> – Pimentão. Botucatu, 2001..... | 48 |
| 10 Comparação dos híbridos pelo Modelo Monomolecular, para avaliação da doença. Botucatu, 2001..... | 49 |
| 11 Análise da variância da precocidade das plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas. São Manuel/SP, 2000..... | 51 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 12 | Médias do número de dias da semeadura até a antese da primeira flor em pimentão. São Manuel/SP, 2000..... | 53 |
| 13 | Análise da variância da altura das plantas de pimentão aos 36, 56, 101, 136 e 167 dias após a enxertia (DAE). São Manuel/SP, 2000..... | 55 |
| 14 | Médias das alturas das plantas de pimentão em centímetros , aos 36, 56, 101, 136 e 167 dias após a enxertia (DAE). São Manuel/SP, 2000..... | 55 |
| 15 | Análise da variância dos diâmetros do caule de plantas de pimentão, medidos 2,0 centímetros abaixo, acima e no ponto de enxertia. São Manuel/SP, 2001..... | 58 |
| 16 | Médias dos diâmetros do caule de plantas de pimentão, 2,0 centímetros abaixo, acima e no ponto de enxertia. São Manuel/SP, 2001..... | 59 |
| 17 | Análise da variância da massa fresca do caule (g) de plantas de pimentão aos 254 DAE. São Manuel/SP, 2001..... | 61 |
| 18 | Médias da massa fresca do caule de plantas de pimentão cortado 7,5 centímetros abaixo e acima do ponto de enxertia, obtidas aos 254 DAE. São Manuel/SP, 2001..... | 62 |
| 19 | Análise da variância do número de frutos totais (FT), comerciáveis (FC), peso dos frutos totais (PFT) e peso dos frutos comerciáveis (PFC), produzidos por plantas de pimentão aos 95, 121, 134, 141, 148, 204, 218, 231, 247 DAE. São Manuel/SP, 2001..... | 64 |
| 20 | Médias do número e peso dos frutos totais e comerciáveis, produzidos por planta de pimentão em nove colheitas (95, 121, 134, 141, 148, 204, 218, 231, 247 DAE) São Manuel/SP, 2001..... | 65 |
| 21 | Análise da variância do diâmetro (D), comprimento (CO) e espessura da parede (EP) dos frutos de pimentão produzidos em nove colheitas (95, 121,134, 141, 148, 204, 218, 231, 247 DAE) São Manuel/SP, | |

| | |
|---|----|
| 141, 148, 204, 218, 231, 247 DAE) São Manuel/SP, 2001..... | 67 |
| 22 Médias do diâmetro (D), comprimento (CO) e espessura da parede (EP) dos frutos de pimentão produzidos em nove colheitas (95, 121, 134, 141, 148, 204, 218, 231, 247 DAE) São Manuel/SP, 2001..... | 68 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura | | Página |
|---------------|---|---------------|
| 1 | Ciclo vital de <i>P. infestans</i> | 13 |
| 2 | Sintoma de <i>P. capsici</i> na região do colo..... | 17 |
| 3 | Métodos de enxertia..... | 30 |
| 4 | Vista frontal do módulo do ambiente protegido onde foi realizado o experimento. 40,0 m de comprimento, 7,0 m de largura e 3,0 m de pé direito na FEPP – FCA/UNESP. São Manuel/SP, 2001..... | 37 |
| 5 | Método de enxertia utilizado no experimento..... | 42 |
| 6 | Inoculação pela deposição de sementes de trigo contaminadas São Manuel, 2000..... | 44 |
| 7 | Comparação dos híbridos ‘Magali-R’, ‘Elisa’ e ‘Margarita’ através do Modelo Monomolecular..... | 50 |
| 8 | Desempenho das plantas de pimentão com relação ao tempo gasto da semeadura até a antese da primeira flor..... | 54 |
| 9 | Altura (cm) das plantas de pimentão aos 36, 56, 101, 136 e 167 dias após a enxertia..... | 57 |
| 10 | Caule de uma das plantas de pimentão enxertado. São Manuel/SP, 2001..... | 59 |
| 11 | Vista parcial da estufa com plantas enxertadas de pimentão enxertado em fase produtiva. São Manuel/SP, 2001..... | 62 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 12 | Frutos de pimentão produzidos pelas plantas enxertadas. Combinação porta-enxerto x enxerto. São Manuel/SP,2001..... | 63 |
| 13 | Média do número de frutos comerciáveis produzidos pelas plantas de pimentão enxertadas. São Manuel/SP, 2001..... | 66 |
| 14 | Média do peso dos frutos comerciáveis produzidos pelas plantas de pimentão enxertadas. São Manuel/SP, 2001..... | 66 |

RESUMO

Com o objetivo de avaliar a viabilidade de utilização da enxertia em plantas de pimentão (*Capsicum annuum*, L.), visando ao controle da murcha de fitóftora, causada por *Phytophthora capsici* Leonian, instalou-se um experimento na Fazenda de Ensino Pesquisa e Produção de São Manuel da Faculdade de Ciências Agronômicas / UNESP – Campus de Botucatu. As plantas foram conduzidas em ambiente protegido, num módulo de estrutura simples, tipo arco, com 7,0 m de largura, 40,0 m de comprimento e 3,0 m de pé direito, coberto por filme de polietileno de baixa densidade de 100 micras, totalizando uma área de 280 m². O período de condução foi de setembro de 2000 a julho de 2001.

Na Fase 1 do estudo, os tratamentos se constituíram da combinação de dois híbridos, AF-2638 e AF-2640, resistentes a *P. capsici* utilizados como porta-enxertos, enxertados por garfagem fenda simples em três híbridos comerciais suscetíveis, ‘Magali-R’, ‘Elisa’ e ‘Margarita’ utilizados como enxertos. Estes três híbridos suscetíveis também foram utilizados como pés francos. Esta Fase foi da semeadura até a morte dos pés francos suscetíveis após a infestação do solo com o fungo, 14 dias após o transplante. A Fase 2 constou da condução das

plantas enxertadas, que permaneceram vivas devido à resistência dos porta-enxertos, até a obtenção dos frutos provenientes de 9 colheitas.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com 4 repetições e 5 plantas por parcela. Na Fase 1 as características avaliadas foram a compatibilidade inicial de enxertia, expressa pela porcentagem de pegamento; resistência das plantas após a inoculação dos propágulos infectivos do fungo; evolução dos sintomas da doença nos pés francos; tempo gasto em dias da semeadura até a antese da primeira flor. Na Fase 2 avaliou-se a altura das plantas; número e peso dos frutos totais e comerciáveis produzidos pelas plantas enxertadas; características dos frutos como calibre, comprimento e espessura da parede. O diâmetro e a massa fresca do caule foram avaliados por ocasião do encerramento do experimento.

Os híbridos demonstraram boa compatibilidade, atingindo-se 93% de pegamento da enxertia. As plantas enxertadas não manifestaram sintomas da doença durante todo o período da avaliação, o que veio a confirmar a resistência dos porta-enxertos. O híbrido Elisa foi o que apresentou maior suscetibilidade, tendo uma rápida evolução dos sintomas da doença. Os pés francos apresentaram maior precocidade de florescimento, quando comparados com as plantas enxertadas. Os porta-enxertos interferiram na altura das plantas, havendo variações entre as diferentes combinações. O híbrido Magali-R, enxertado em AF-2638 produziu maior número de frutos, mas de menor peso. O híbrido Elisa, enxertado em AF-2640 produziu frutos de parede mais espessa, de maior peso, porém em menor número. O híbrido Margarita teve uma posição intermediária tanto em número quanto em peso dos frutos produzidos.

As plantas enxertadas revelaram boa capacidade produtiva, e os porta-enxertos não afetaram as características dos frutos, além de apresentarem resistência ao fungo. A partir do que foi observado, concluiu-se que a enxertia é uma boa alternativa para o controle da murcha de fitóftora em ambiente protegido.

Palavras chave: Solanaceae, pimentão (*Capsicum annuum*, L.), murcha de fitóftora (*Phytophthora capsici*, Leonian), enxertia, cultivo protegido

SWEET PEPPER (*Capsicum annuum*, L.) GRAFTING TO CONTROL PHYTOPHTHORA BLIGHT (*Phytophthora capsici*) UNDER PROTECTED CULTIVATION. Botucatu, 2001.

86 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura)

AUTHOR: HAYDÉE SIQUEIRA SANTOS

ADVISER: RUMY GOTO

SUMMARY

With the purpose of verifying the viability of sweet pepper (*C. annuum*, L.) grafting to control Phytophthora blight, caused by *Phytophthora capsici* a experiment was carried out at F.C.A/UNESP, São Manuel Experimental Farm, São Paulo, Brazil, under a simple frame arc-type vinyl house, 7,0m wide, 40,0m long and 3,0m high, covered with a 100 μ m plastic film. The experimental design was a randomized block with four replication and five plants per plot and the evaluation period was from September 2000 to July 2001.

In the first experimental phase three susceptible sweet pepper commercial hybrids ('Magali-R', 'Elisa' and 'Margarita') were cleft grafted on two resistant rootstocks ('AF-2638' and 'AF-2640') and plants were grown on soil infected with *P.capsici*, 14 days after transplanting. Ungrafted susceptible hybrids were utilized as a control and grafting compatibility, plant resistance, disease symptom evolution and number of days for flowering were recorded.

In the second phase plant height, number weight, length and wall thickness of fruits as well as total and commercial fruit yield of the surviving plants were recorded for nine harvesting dates.

Good compatibility between stock and rootstock was observed (93%) and grafted plant did not shower any symptoms of the disease during the evaluation period. The hybrid 'Elisa' was the most susceptible one when grown as ungrafted plants, with the faster disease evolution after soil infectation. Ungrafted plants flowered earlier than grafted ones and rootstocks interfered on plant height depending on the studied combinations. The hybrid 'Magali' grafted on 'AF-2639' produced the highest number of fruits. Among hybrids 'Margarita' was intermediate as far as number and fruit weight is concerned.

Grafted plants, besides been resistant to the pathogen did not have fruit characteristics influenced by grafting what allows the conclusion that grafting is a good alternative to control *Phytophthora* blight of sweet pepper under protected culture.

Keywords: Solanaceae, Bell pepper (*Capsicum annuum*, L.), *Phytophthora* blight (*Phytophthora capsici*, Leonian), grafting, Protected cultivation.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do pimentão (*Capsicum annuum*,L) é universal. Em todas as partes do mundo seu fruto é utilizado de diversas formas: maduro, verde, como condimento e conservante de alimentos.

De acordo com o Anuário da FAO (1991), citado por Nuez et al. (1996), a área cultivada com pimentão em nível mundial é de 1.107.000 hectares, com uma produção de 9.145.000 toneladas, o que lhe confere na relação das hortaliças exploradas comercialmente o quinto lugar quanto à área cultivada e o oitavo lugar quanto à produção total. O maior produtor mundial é a Turquia, que detém 24,6% da produção, seguida pela China com 23,9%.

No Brasil, o pimentão está entre as dez mais importantes hortaliças do mercado e é plantado e consumido em todo o País. No Estado de São Paulo, conforme a Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo - CEAGESP (1998) o pimentão ocupa 8.291 hectares, com produção de 70.000 toneladas, gerando 4.543 empregos, sendo o sexto produto agrícola em demanda de força de trabalho. A CEAGESP recebe 39.000 toneladas

anuais de pimentão, sendo que 93% desse volume destina-se à região metropolitana de São Paulo.

Segundo Tivelli et al. (1996) o mercado brasileiro vem mudando seu hábito de consumo em relação às variedades de pimentão. Com a introdução de estruturas de proteção para cultivo protegido de hortaliças, a partir da década de 1980, passou-se a importar sementes da Europa, principalmente Espanha, Itália, EUA e Holanda. Essas cultivares, com características diversas das nossas tradicionais, com sabor mais adocicado, formato, tamanho e coloração dos frutos diferentes introduziram um novo produto no mercado, que tem sido bastante aceito.

A murcha de fitóftora ocorreu pela primeira vez no Brasil na região de Ribeirão Preto, São Paulo, em 1951. Causada pelo fungo *Phytophthora capsici* Leonian, tem sido uma das doenças mais destrutivas da cultura do pimentão (Amaral, 1952 citado por Carvalho, 1982).

Em algumas regiões, esta doença chega a ser limitante à exploração da cultura, como em áreas de baixada nos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santo (Reifschneider, 2000).

No Distrito Federal, conforme Mori et al. (2000) foi apontada pelos produtores de pimentão como um dos principais problemas, considerado de difícil solução pela ausência de alternativas de controle.

As medidas de controle adotadas têm sido diversas, como o uso de produtos químicos, controle biológico, cultural e utilização de cultivares resistentes. Cada uma delas, entretanto tem apresentado alguma deficiência, e a busca de soluções tem sido constante.

Dentro deste esforço no sentido de apresentar alternativas viáveis, a enxertia surge como uma prática com potencial para minimizar problemas ocasionados por patógenos de solo. Especialmente nos dias atuais, quando se busca praticar uma agricultura menos agressiva ao meio ambiente, esta técnica pode contribuir de maneira significativa, pois através de porta-enxertos resistentes serão evitados o uso de fungicidas e outros produtos até mais agressivos como o brometo de metila.

A utilização da enxertia, vem ainda, possibilitar a continuação do uso de cultivares com bom padrão de planta e frutos e que atendam as exigências do mercado e que muitas vezes se tornam inviáveis em áreas contaminadas por patógenos de solo (Kobori, 1999).

No caso do ambiente protegido, este problema é ainda mais significativo, e a enxertia permitirá a exploração contínua da cultura utilizando a estrutura já instalada, que é bastante dispendiosa.

O presente experimento teve como objetivos:

- Avaliar a resistência das plantas enxertadas e a evolução dos sintomas da doença nas plantas não enxertadas após a inoculação do fungo;
- Avaliar o desempenho dos porta-enxertos resistentes à murcha de fitóftora e dos híbridos enxertados, nas diferentes combinações efetuadas;
- Avaliar a estabilidade de resistência durante todo o período de condução da cultura;
- Avaliar a capacidade de produção e a qualidade dos frutos apresentados pelas plantas enxertadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do pimentão – Origem e Botânica

O centro de origem do pimentão (*Capsicum annuum*, L) é considerado pela maioria dos autores como a região tropical dos continentes americanos, compreendendo o México, a América Central e a América do Sul (Tivelli, 1998a).

Siviero & Gallerani (1992) registram que o pimentão é originário da América do Sul, mais especificamente da Bolívia. Pode-se dizer, segundo Melo (1997) que a variabilidade genética no gênero *Capsicum* é ampla, com vasta distribuição geográfica.

O pimentão era desconhecido na Europa até a descoberta da América por Colombo. Em 1493, Pedro Mártir fez referência a uma planta encontrada por Colombo, de que os nativos faziam grande consumo e que era mais picante que a pimenta do Cáucaso. Mais tarde foi dado a esta planta o nome de *Capsicum* (do grego *kapto* que significa morder, picar) pelos botânicos de então, nome que foi adotado por Lineu. O nome comum “pimentão”, veio pelo fato das primeiras variedades introduzidas na Europa serem pungentes. Mas, para não confundir com a pimenta, chamaram-lhe também “chile”, do nome inca da planta. (Gerdé & Gerdé, sd).

Nuez et al. (1996) relatam que na Europa, no século XV, as espécies de *Capsicum* possuíam grande valor econômico. A utilização destas plantas não era apenas condimentar, mas também como substância conservante dos alimentos e para se evitar parasitas intestinais, tão freqüentes na época.

Atualmente, o continente com maior área dedicada ao cultivo do pimentão é a Ásia, seguida pela África, Europa e Américas (Anuário FAO, 1991, citado por Nuez et al., 1996). Somente a China tem mais de 700.000 ha cultivados com *Capsicum*. Os tailandeses e os coreanos do sul, consomem 5 a 8 g de pimenta por dia por pessoa. E os pimentões, irmãos não picantes das pimentas, também passaram a ser uma das dez mais importantes hortaliças do mundo (Reifschneider, 2000).

O pimentão possui a seguinte classificação botânica: Divisão: *Spermatophyta*; Sub-divisão: *Angiosperma*; Sub-classe: Malvales-Tubiflorae; Ordem: *Solanales*; Família: *Solanaceae*; Gênero: *Capsicum*; Espécie: *Capsicum annuum*. Nesta família, estão incluídos onze gêneros de regiões temperadas e tropicais (Casali & Couto, 1984). Segundo Nuez et al (1996), a taxonomia dentro do gênero *Capsicum* é complexa, devido a grande variabilidade de formas existentes nas espécies cultivadas e à diversidade de critérios utilizados na classificação. Atualmente cinco espécies são aceitas como cultivadas: *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum* e *C. pubescens*. Dentre essas, apenas *C. pubescens* não é cultivada no Brasil. A espécie mais utilizada, *C. annuum* é a que apresenta maior variabilidade. A esta espécie pertencem os pimentões, algumas cultivares de pimentas e poucas cultivares ornamentais.

De acordo com Filgueira (2000), a planta é arbustiva, cujas raízes atingem até um metro de profundidade, com pouco desenvolvimento lateral. O caule semilenhoso pode ultrapassar um metro de altura. Suporta uma carga leve de frutos, mas exige tutoramento dos híbridos, devido a alta produtividade. É planta autógama, embora a taxa de cruzamento possa ser elevada, dependendo da ação de insetos polinizadores. As flores são solitárias, hermafroditas, e o pedicelo é pendente ou inclinado, na fase de antese. A corola é branca, sem manchas na parte basal dos lóbulos, que são eretos. O cálice não possui constrição na junção com o pedicelo, porém pode apresentar-se enrugado principalmente em populações de fruto largo. Os dentes do cálice resultam do prolongamento das nervuras no próprio cálice e são

bastante pronunciados. O fruto, que é uma baga oca, apresenta polpa firme, ampla variação de formas e cores, e as sementes possuem cor de palha (Casali & Couto, 1984).

Quanto às características culinárias, os frutos de *Capsicum* possuem atributos sensoriais que agradam muito o homem. Por isso, o pimentão é utilizado maduro ou verde, como salada, condimento, seco e moído (“páprika”) ou cozido de diversas formas. É também empregado como conservante de alimentos.

Seu valor nutricional é indiscutível. Reifschneider (2000) mostrou que os frutos de *Capsicum* são fontes importantes de três antioxidantes naturais: a vitamina C, os carotenóides e a vitamina E. A “páprika” possui maior teor de vitamina C do que as frutas cítricas, sendo que um fruto de pimentão vermelho possui quantidade de vitamina C (180 miligramas por 100 gramas) suficiente para suprir as necessidades diárias de até seis pessoas. É também fonte de vitaminas do complexo B e vitamina A. O pimentão vermelho possui 650 microgramas de retinol por 100 gramas de parte comestível, necessidade próxima diária de um adulto que é de 750 microgramas. A quantidade de vitamina E pode variar conforme a cultivar de 3 a 10 miligramas por 100 gramas de parte comestível. Além dessas vitaminas, encontram-se também no pimentão lipídios, aminoácidos, proteínas de alto valor biológico, ácidos orgânicos e substâncias minerais (Reifschneider, 2000).

A diferença entre o pimentão e a pimenta é de natureza genética. A presença de capsaicina (derivado vanil amídico do ácido isodecilânico), que confere pungência às pimentas, é controlada por um gene dominante. Esta substância é acumulada pela planta no tecido de superfície da placenta, e é liberada pelo dano físico às células quando se extraem as sementes ou corta-se o fruto para qualquer fim (Casali & Souza, 1984). Uma provável mutação entre as pimenteiras deu origem a plantas com frutos grandes e sem ardume, surgindo a partir daí o pimentão (Melo, 1997).

2.2 Murcha de fitóftora

2.2.1 Considerações sobre a doença

Conhecida também como requeima ou podridão da raiz, a murcha do pimentão, causada pelo fungo *Phytophthora capsici* Leonian (Leonian, 1922) é considerada uma das

doenças mais devastadoras da cultura (Saviero & Galerani, 1992, Matsuoka et al., 1996, Refschneider et al., 2000, Matsuoka & Vanetti, 2001). O fungo foi descrito inicialmente no Novo México em 1922 (Leonian, 1922). No Brasil, esta doença foi observada pela primeira vez, em Ribeirão Preto – São Paulo, em 1951, dizimando essa solanácea (Amaral, 1952 citado por Carvalho, 1982). Atualmente, encontra-se distribuída em quase todos os continentes com regiões de clima temperado ou tropical. Apenas no continente Australiano ainda não foi relatada sua ocorrência (Irwin et al., 1995 citados por Matsuoka & Vanetti, 2001).

No Brasil, conforme Luz & Matsuoka (2001) *P. capsici* ocorre em 12 hospedeiros, assim relacionados: *Capsicum annuum* (pimentão), *Capsicum spp.* (pimenta), *Cucumis melo* (melão), *Cucumis sativus* (pepino), *Cucurbita maxima* (abóbora), *Hevea brasiliensis e Hevea spp.*(seringueira), *Lycopersicon esculentum* (tomate), *Manihot esculenta* (mandioca), *Piper nigrum* (pimenta do reino), *Solanum gilo* (jiló), *Solanum melongena* (berinjela), *Theobroma cacao* (cacau).

Como acontece com todas as fitodoenças causadas por fungos, as condições ambientais predominantes, tanto no ar como no solo, exercem enorme influência no desencadeamento das fases subseqüentes, determinando o seu grau de severidade. Tanto o hospedeiro como o patógeno, e também a interação entre ambos depende diretamente das condições ambientais (Tanaka, 1985).

No caso de *P. capsici*, condições de alta umidade do solo e temperaturas elevadas, são consideradas ótimas para sua disseminação (Nuez et al., 1996).

2.2.2 Etiologia e epidemiologia do patógeno

O gênero *Phytophthora* foi estabelecido por Anton de Bary em 1876, quando descreveu *P. infestans* como agente indireto da morte de um milhão de irlandeses e da imigração de um milhão e meio de indivíduos deste país para a América do Norte, nos anos 1845-46, em consequência das devastações provocadas pelo patógeno nos batatais, principal fonte de alimento daquela população (Luz & Matsuoka, 2001).

A moderna classificação do gênero *Phytophthora*, segundo Alexopoulos et al., (1996), é a seguinte:

Reino: Stramenopila; Filo: Oomycota; Classe: Oomycetes; Ordem: Pythiales; Família: Pythiaceae. Na família Pythiaceae, Dick (1990), citado por Luz & Matsuoka (2001) inclui sete gêneros: *Lagen*, *Myzocitium*, *Lagenidium*, *Pythium*, *Pythiogenton*, *Diasporangium* e *Phytophthora*.

Luz & Matsuoka (2001) caracterizam o gênero *Phytophthora* relacionando algumas particularidades apresentadas por estes microorganismos como suas estruturas reprodutivas, que podem se apresentar como:

- zoósporos móveis, que são produzidos e inteiramente diferenciados no interior dos esporângios, que também são propágulos infectivos
- clamidósporos peculiares de paredes finas ou grossas, que são extremamente importantes na sobrevivência de algumas espécies em condições adversas
- oósporos que são esporos sexuais, formados após a união de dois gametângios, nos quais a meiose ocorre antes da fertilização. Possuem paredes grossas e possibilitam recombinações genéticas e a hibridação intra e interespecífica, além da sobrevivência de algumas espécies.

As diferentes espécies podem ser homo ou heterotáticas, sendo que neste caso necessita-se a presença de gametas de compatibilidade diferentes que se unem para formar um único oósporo por oogônio (gameta feminino) e anterídio (gameta masculino).

P. capsici, conforme descrito por Matsuoka & Vanetti (2001) reproduz-se assexuadamente através de esporângios que são dispostos em esporangióforos simpodiais, freqüentemente elipsóides. No seu interior são diferenciados os zoósporos (25 a 35 por esporângio). Os esporângios podem também germinar diretamente, produzindo uma ou mais hifas cenocíticas, sendo uma hifa o mais comum. Os zoósporos biflagelados, que são as unidades infectivas, encistam-se após perderem os flagelos. Os cistos germinam rapidamente através de um tubo germinativo que forma uma estrutura semelhante a um apressório na sua extremidade. Registram, os autores citados, que *P. capsici* é heterotático, isto é, necessita de dois talos compatíveis A1 e A2 para formar as estruturas sexuais. O oósporo representa a mais importante estrutura de sobrevivência do fungo. Sob condições adequadas ele pode germinar diretamente, através de tubo germinativo que se desenvolve em hifa infectiva, ou indiretamente formando um tubo germinativo que apresenta na sua extremidade um ou mais esporângios. Estes, por sua vez, podem germinar diretamente produzindo hifa, ou

indiretamente diferenciando seu conteúdo em zoósporos. Carvalho (1978) apresenta esquematicamente o ciclo vital de *P. infestans*, que é semelhante ao de *P. capsici* (Figura 1).

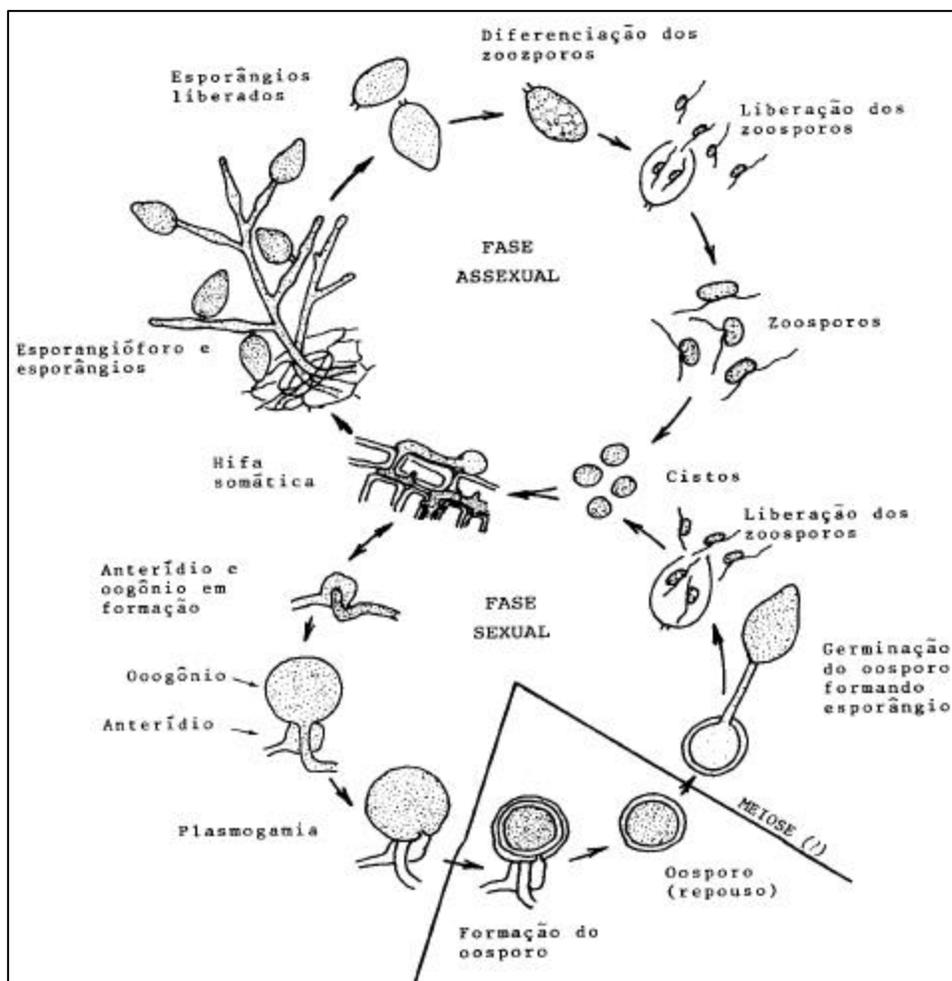


Figura 1. Ciclo vital de *P. infestans*. Carvalho (1978)

A taxa de germinação dos oósporos é extremamente baixa, em torno de 2,5% (Ansani & Matsuoka, 1983 a).

Na ausência do hospedeiro, o fungo passa a sobreviver saprofiticamente em restos de culturas ou fica dormente no solo, através dos oósporos. Em condições favoráveis e na presença do hospedeiro, os oósporos germinam e infectam a planta (Krugner & Bacchi, 1995).

Conforme Ansani & Matsuoka (1983 b), *P. capsici* sob forma de zoósporo e micélio tem vida curta no solo – 75 a 120 dias, mesmo quando em material vegetativo colonizado. Entretanto, estes mesmos autores verificaram que os oósporos podem permanecer viáveis cerca de 200 a 240 dias.

Bowers et al. (1990), citados por Kobori (1999), observaram que em clima temperado os oósporos sobrevivem de um ano para outro e que as profundidades de 4 a 6 e 20 a 22 cm do solo não foram limitantes para a sobrevivência do fungo. Portanto, conclui-se que a prática cultural de enterrar plantas doentes não é recomendada, e que a solarização do solo como medida de controle pode não ser eficiente.

Os fungos fitopatogênicos podem penetrar no hospedeiro através de ferimentos, aberturas naturais ou diretamente através da cutícula e epiderme. Após ocorrer a penetração, durante o crescimento das hifas, são elaboradas enzimas e ácidos orgânicos que tem a capacidade de desdobrar substâncias como a celulose, açúcares, gorduras e proteínas, transformando-as em formas possíveis de serem assimiladas e utilizadas pelo fungo como fonte de energia para seu crescimento e reprodução (Tanaka, 1985).

No caso de *P. capsici*, segundo Matsuoka & Vanetti (2001), com base nos estudos de sobrevivência, pode-se inferir que a infecção inicia-se no campo a partir de oósporos sobreviventes no solo ou em restos culturais. Deve-se considerar que um oósporo ao germinar dá origem a pelo menos um esporângio, e que este sob condições adequadas de umidade pode formar de 25 a 35 zoósporos. Estes zoósporos, deslocando-se através da água de irrigação ou de chuva, ao encontrarem o coleto da planta encistam, germinam e penetram colonizando os tecidos da raiz e do caule.

O principal agente de disseminação de propágulos de *P. capsici* é a água de irrigação e/ou chuva, sendo que a dispersão do inóculo para a parte aérea pode ocorrer através de respingos de água (Silva, 1992). Portanto, dada à exigência de água para o transporte dos zoósporos até a planta, pode-se afirmar que as infecções são favorecidas em terrenos excessivamente irrigados e mal drenados. Conforme Bowers et al. (1990), citados por Matsuoka & Vanetti (2001), o fator mais importante para a ocorrência de uma epidemia é a presença de abundante água livre no solo. Os ataques podem ser severos na época das chuvas de verão, visto que este patógeno apresenta seu desenvolvimento ótimo em temperaturas relativamente elevadas, 26 a 32 °C (Nuez et al., 1996).

Com relação à disseminação por sementes, Carvalho (1982) obteve a formação de oósporos nas sementes após a inoculação dos dois grupos de compatibilidade, em laboratório. Entretanto, a disseminação de *P. capsici* por plantas oriundas de sementes contaminadas não ocorre porque estas, após infectadas, perdem o poder germinativo. Mas, estas sementes contendo oósporos tem sua importância epidemiológica levando-se em consideração que os inúmeros oósporos formados dentro delas servem como inóculos primários para campos ainda não infestados, ao serem semeadas juntamente com as sementes sadias (Carvalho, 1982).

Matsuoka & Vanetti (2001) afirmam que não se conhece a forma como o patógeno atinge uma nova área de plantio. O que se verifica normalmente é que áreas cultivadas com pimentão são terrenos em que o cultivo de olerícolas é intenso e, como várias espécies olerícolas são suscetíveis à *P. capsici*, é possível que as estruturas reprodutivas do fungo sejam transportadas em mudas, sementes ou mesmo em implementos agrícolas.

2.2.3 Isolados de *P. capsici* e métodos de inoculação

Dois grupos de compatibilidade de isolados de *P. capsici*, denominados A1 e A2 foram identificados. Conforme Rêgo & Reifschneider (1982) o grupo A1 foi caracterizado como predominante nos Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul e no Distrito Federal, enquanto o grupo A2 nos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Estes grupos parecem não apresentar correlação ou associação com a espécie hospedeira, e sim com a região geográfica de origem dos isolados, sugerindo que estão distribuídos de acordo com as condições edafoclimáticas. Estudos realizados por Kim & Huang (1992) demonstram que a agressividade de isolados de *P. capsici* varia conforme a área geográfica e hospedeiro suscetível.

Muitos métodos de inoculação têm sido desenvolvidos com a finalidade de selecionar plantas resistentes a este patógeno. Reifschneider et al. (1986 a e b) testaram vários métodos de inoculação e concluíram que o método em que se utiliza 3 mL da suspensão à concentração 10^4 zoósporos/ml, colocados na base do colo da planta, apresentou melhores resultados na diferenciação de genótipos resistentes e suscetíveis, sendo um método menos trabalhoso quando comparado com os demais. Convém ressaltar que este método exige a manutenção de alta umidade no solo após a inoculação.

Marque et al. (1999) desenvolveram um método de inoculação de *P. capsici* em pimentão utilizando sementes de trigo colonizadas pelo patógeno. Conforme os autores, o resultado obtido com o emprego deste método é semelhante àqueles alcançados quando se usa suspensão de zoósporos na concentração de 10^4 zoósporos/mL (Reifschneider et al., 1986a e 1986b).

2.2.4 Sintomatologia

Os sintomas típicos da doença causada por *P. capsici* são a murcha repentina, sem sintomas na parte aérea da planta, necrose de coloração marrom-escura no colo e morte da planta. O sistema radicular fica necrosado e apodrecido (Matsuoka & Ansani, 1984).

De acordo com Nuez et al. (1996) *P. capsici* pode provocar danos em qualquer parte da planta durante qualquer fase de desenvolvimento.

Matsuoka et al. (1996) relatam que em mudas infectadas, nas sementeiras, observa-se murcha das plântulas, requeima das folhas, necrose do colo e da raiz e tombamento. Na cultura já instalada, observa-se o ataque em reboleiras, com típica murcha repentina de toda a planta, causada pelo apodrecimento do caule na região do colo. Esta parte da planta fica necrosada, de coloração marrom-escura (Figura 2). Quando se utiliza sistema de irrigação por sulcos, o patógeno é disseminado ao longo dos sulcos, visto ser a água o principal agente de transporte dos zoósporos (Nuez et al., 1996).

Em condições muito favoráveis ao patógeno pode-se observar na região afetada presença de uma massa branca que são os esporângios e micélios do fungo. As raízes apodrecem e são facilmente destacadas, permanecendo no solo. Como o fungo não infecta sistemicamente, ao se efetuarem cortes longitudinais em plantas murchas, não se verifica necrose dos tecidos vasculares.

Na época de chuva, é comum observar ataque do fungo na parte aérea da planta, como caule, ramos, folhas e frutos. Os sintomas no caule e ramo são semelhantes ao do colo, isto é, necrose de tamanho variado circundando todo o caule. As partes acima da necrose murcham e pode haver queda de folhas amareladas. Nas folhas, quando a infecção ocorre diretamente, inicialmente a lesão apresenta-se verde-escura, com margem não nítida. Posteriormente, expande-se apresentando anasarca, de coloração marrom-clara, provocando a queda da folha.



Figura 2. Sintoma de *P. capsici* na região do colo.

(Fonte Nuez et al., 1996)

De acordo com Matsuoka & Ansani (1984), nos frutos, as lesões são encharcadas de coloração verde-escura, mas as bordas são nítidas. Com o progresso da doença, os frutos ficam apodrecidos, mas não exalam mau cheiro, como nas podridões causadas por bactérias. Na parte interna do fruto pode se desenvolver um mofo branco (Nuez et al, 1996).

Pode-se confundir sintomas provocados por *P. capsici* com os sintomas da murcha de verticílio ou de asfixia radicular. Neste último caso aparecem infecções oportunistas causadas por fungos do gênero *Fusarium*. Objetivando sistematizar esta diferenciação, Nuez et al. (1996) elaboraram um esquema de identificação destas doenças (Quadro 1).

Quadro 1. Diferenciação dos sintomas causados por *P. capsici*, *V. dahliae* e asfixia radicular

| <i>Phytophthora capsici</i> | <i>Verticilium dahliae</i> | Asfixia radicular |
|--|--|---|
| Murcha brusca e total | Murcha progressiva, as vezes unilateral | Murcha progressiva total |
| Escasso desfolhamento. As folhas secam sem cair | Desfolha em alguns casos. As folhas ainda verdes caem prematuramente. As mais novas não se desenvolvem | Desfolha irregular. As folhas amerelecem conjuntamente antes de secar e cair. |
| Não há escurecimento dos feixes vasculares | Escurecimento dos feixes vasculares | Dessecação da porção interna do caule sem necrose. Ocorre elasticidade do caule |
| Região próxima do colo necrosada exteriormente com constrição | Não se apresentam necroses exteriores | Necrose da raiz com podridão e decomposição dos tecidos, principalmente das radículas |
| Ocorrência ao longo dos sulcos | Ocorrência em reboleiras | Ocorrência em reboleiras |
| Aparecimento tardio dos sintomas, mas de rápida progressão (7 – 10 dias) | Aparecimento tardio dos sintomas com progressão lenta (30 dias) | Aparecimento dos sintomas em função das causas da asfixia |
| Eventualmente ataques aéreos ou no ápice da raiz | No caso de ataque muito precoce, ocorre nanismo das plantas | Hipertrofia das radículas no colo. Engrossamento acima desta região, com emissão de novas raízes. |

Fonte: Adaptado de Nuez et al. (1996)

2.2.5 Controle

Considerando que o fungo *P.capsici* se estabelece no solo, onde sobrevive, e que possui uma ampla gama de hospedeiros, especialmente na família das solanáceas e das cucurbitáceas, as práticas de controle devem ser integradas (Matsuoka et al. 1996). Estas medidas de controle podem ser:

Controle Cultural – Práticas de controle cultural são utilizadas como meios eficientes na busca de debelar doenças, especialmente as que são provocadas por patógenos de solo. Pode-se relacionar as seguintes práticas:

- Rotação de culturas – Hwang & Kim (1995) recomendam a rotação de culturas no controle de *P. capsici*, indicando amendoim e gergelim como boa alternativa, pois os exsudatos das raízes dessas plantas inibem o crescimento do micélio, a formação de esporângios e liberação de zoósporos do fungo. A incidência posterior da doença diminui bastante em solos onde se incorpora a biomassa destas culturas, indicando que os extratos liberados possuem efeitos fungistáticos. Ainda segundo esses mesmos autores, outras espécies como cebola, ervilha, espinafre, gengibre e alho também reduzem a incidência da doença, especialmente em ambiente protegido. Ansani & Matsuoka (1983 b) registram que o micélio do fungo é de baixa sobrevivência no solo, mas esta depende da quantidade de restos de cultura e matéria orgânica colonizada pelo patógeno. Entretanto, o fungo apresenta baixa atividade saprofítica, e os oósporos podem permanecer viáveis no solo cerca de 200 a 240 dias.
- Outra prática de controle cultural indicada é a utilização de mulching (plástico preto) ou cobertura morta sobre a superfície do solo. Este recurso diminui o índice de disseminação do patógeno, impedindo que respingos de água contendo solo contaminado cheguem à parte aérea da planta, causando infecção. (Roe et al., 1994).
- O uso da solarização como medida de controle de *P. capsici* é questionável. Segundo Ghini (1998), a solarização é um método de desinfestação do solo para o controle de fitopatógenos, plantas daninhas e pragas, que consiste na cobertura, com um filme plástico transparente, do solo em pré-plantio, preferencialmente úmido, durante o período de maior radiação solar. Para *P. capsici* a temperatura letal está entre 50 a 60 °C, devendo ser mantida por 30 minutos. No entanto, para que esta prática seja eficiente, é necessário que se observe as características do

tratamento como época de realização, colocação, tipo e permanência do plástico, umidade do solo e tamanho da área (Ghini, 1998).

Segundo Ristaino & Jonhston (1999), citados por Matsuoka & Vanetti (2001), exceto em sementeiras, o emprego da solarização para controle de *P. capsici* pode não ser eficiente, uma vez que seria necessário que ela fosse efetiva a profundidades superiores a 25 cm, o que provavelmente não ocorre em todas as nossas regiões.

- Evitar alta densidade de plantas, plantios profundos, solos mal drenados e sujeitos à encharcamento são fundamentais para o controle da doença. Hwang & Kim (1995) relatam que a porcentagem de incidência da doença em mudas de pimentão dez dias após a inoculação do fungo foi de 33% nas que foram plantadas um centímetro abaixo da superfície do solo, 24% nas que ficaram ao nível do solo e 0% naquelas que foram plantadas 4 cm acima do nível do solo.

- O manejo adequado da irrigação é outra prática importante, pois a disseminação do fungo é extremamente facilitada quando existe água livre no solo. Zoósporos, que são os principais propágulos infectivos no campo, possuem ótima mobilidade em ambientes saturados, portanto a frequência bem como a localização da linha de irrigação podem influenciar na intensidade de manifestação da doença (Ristaino et al., 1992).

- A nutrição mineral não deve ser esquecida como prática de controle cultural de doenças. Conforme Zambolim et al. (1997), os nutrientes minerais podem aumentar ou diminuir a resistência das plantas aos patógenos. A deficiência de nutrientes ao redor do ponto de infecção pode resultar em maior suscetibilidade da planta pela impossibilidade de sintetizar compostos químicos e barreiras físicas. Portanto práticas de fertilização adequadas e balanceadas precisam ser adotadas. Zambolim et al. (1997) estudando o efeito da adição de compostos orgânicos em diversas hortaliças, observaram que em plantas de pimentão a utilização de exoesqueleto de crustáceos reduziu a incidência de *P. capsici*, bem como diminuiu os sintomas da doença.

Controle Biológico – O objetivo do controle biológico é manter todos os componentes do agroecossistema em perfeito equilíbrio, através do emprego de técnicas de manejo e da introdução de antagonistas (Vida et al., 1998).

De acordo com Matsuoka & Vanetti (2001), com poucas exceções, *Phytophthora* é um mau competidor no solo, sendo facilmente suplantado por antagonistas. Hwang & Kim (1995)

relatam que microorganismos como *Streptomyces violaceoniger*, *Pseudomonas cepacia*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Trichoderma harzianum* são eficientes no controle de *P. capsici*, sob condições de laboratório e casa de vegetação. Nestas, o nível de supressão da doença chegou a 86%. No entanto, segundo os mesmos autores citados, em muitos experimentos de campo os antagonistas não têm suprimido a incidência da doença a níveis abaixo dos obtidos pelo controle químico. Isto porque a população de antagonistas no campo decresce rapidamente, sendo que um mês após a aplicação os níveis não são mais eficientes.

Egea et al. (1996), estudando a capacidade de plantas de *Capsicum annuum* para resistir a infecção de *P. capsici* depois de tratar as sementes com esporos de *Trichoderma harzianum*, observaram que ocorreu acumulação de fitoalexina capsidiol com alto poder fungistático nas zonas de infecção. Isto reduziu significativamente a progressão da reação necrótica causada pelo patógeno nos caules das plantas provenientes das sementes tratadas.

Controle Genético – De acordo com Pereira et al. (1985), o valor da resistência das plantas cultivadas no controle de doenças foi reconhecido a partir do início do século XX. Este tipo de controle assume hoje uma importância muito grande, pois além de se evitar grandes prejuízos ainda pode-se reduzir o uso de agrotóxicos, que contribuem de modo considerável para a poluição do meio ambiente. Quando é possível combinar numa planta explorada economicamente todas as características agrônomicas desejadas e resistência aos patógenos, sem dúvida este será o método mais eficaz e econômico no controle de doenças.

Matsuoka & Vanetti (2001) relatam em ordem cronológica os diversos estudos sobre a herança de resistência em pimentão a *P. capsici*. Segundo estes autores, em 1960 Kimble & Grogan detectaram uma variedade de pimentão resistente ao fungo. A partir daí tem-se buscado identificar e transferir o conjunto de genes envolvidos na resistência, já que parece existir um consenso que a herança é poligênica (Leite, 1999, citado por Matsuoka & Vanetti, 2001) e, provavelmente multi-alélica. O grande desafio para o melhoramento tem sido obter a resistência total da planta, visto que os genes envolvidos na resistência da região radicular são diferentes daqueles envolvidos na resistência da parte aérea.

No Brasil, conforme Reifschneider (2000) o pimentão tem sido objeto de programas de melhoramento há várias décadas. Atualmente a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) através do Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças no setor público e as empresas produtoras de sementes de hortaliças, no setor privado, são condutoras

de substanciais programas de melhoramento genético, nos quais a resistência à *P. capsici* tem sido uma das prioridades.

Alguns dos híbridos oferecidos no mercado que apresentam resistência são: Athenas, Apolo, Hércules, Nathalie, Reinger e Martha-R

Controle Químico – De acordo com Souza & Zambolim (1985) os produtos usados para tratamento de fitopatógenos de solo possuem eficiência sujeita a inúmeros efeitos externos, uma vez que sendo aplicados no solo os produtos estão sujeitos a sofrerem alterações de ordem física, química e biológica.

Entretanto, diversos fungicidas tem sido usados para o controle da murcha de fitóftora. A base destes produtos são metalaxyl, mefenoxam, oxadixyl, propamocarb, oxicloreto de cobre, chlorothalonil, dithianon e tetratiocarbonato de sódio (Hwang & Kim, 1995). Em virtude do uso indiscriminado, muitos problemas têm ocorrido, tais como: baixa eficiência provocada pelos erros de aplicação e ocorrência de chuvas subsequentes, contaminação ambiental, custos elevados de produção, surgimento de resistência aos produtos.

Segundo Ghini & Kimati (2000) o aumento na utilização de fungicidas sistêmicos que possuem maior especificidade e fungitoxidez trouxe uma série de vantagens, mas em contrapartida estes produtos por atuarem primariamente em um ou poucos processos do metabolismo da célula do fungo, fazem com que haja mais facilidade no desenvolvimento de resistência ao fungicida. Assim sendo, até 1970, devido à predominância de fungicidas convencionais ou inespecíficos, os casos de resistência relatados no campo limitavam-se a menos de 10 gêneros de fungos. Já em 1988, com o intensivo uso de fungicidas sistêmicos este número era de aproximadamente 60 gêneros.

No caso específico de *P. capsici*, isolados resistentes a metalaxyl (Ridomil) e mefenoxan (Ridomil Gold) têm sido freqüentes nos campos de produção de pimentão nos Estados Unidos, especialmente na Carolina do Norte, e em Nova Jersey conforme relatado por Parra & Ristaino (1998). A partir disso, medidas de controle alternativo têm sido adotadas, ficando a utilização de fungicidas restrita a casos extremos.

Enfocando o controle químico de doenças em cultivo protegido, Ghini & Kimati (2000) destacam que a aplicação de fungicidas neste caso apresentam resultados diferentes da aplicação em campo quanto à ocorrência de resistência. Neste caso, a população resistente que se desenvolve pode ser mais estável do que uma população similar em condições de campo,

pois a competição entre as linhagens sensíveis e resistentes não é tão intensa quanto fora da estufa, onde há livre movimentação de propágulos. Além disso, a sobrevivência e a disseminação da linhagem resistente apresentando menor adaptabilidade pode ser maior no cultivo protegido do que no campo, devido às menores condições adversas.

Ghini & Kimati (2000) consideram ainda que a aplicação de fungicidas na estufa não está sujeita à ocorrência de deriva, nem outros fatores que degradam o produto na mesma velocidade que acontece no campo. Assim, a maior persistência do fungicida nas plantas em cultivo protegido também pode contribuir para aumentar a pressão de seleção de linhagens resistentes nessas condições. Por esses motivos, em muitos casos, a resistência se desenvolve antes no cultivo protegido do que em campo aberto.

Conclui-se então que esta forma de controle deve ser realizada com muito critério, tendo em vista os vários problemas por ela ocasionados.

2.3 A enxertia

2.3.1 Histórico

A técnica da enxertia é muito antiga. Segundo Oda (1995), existem evidências de que na China era comum sua utilização em árvores desde o ano 1000 a.C.. Aristóteles (384 – 322 a.C.) e Teocrastus (372 – 287 a.C.) discutiram sobre enxertia em seus escritos com considerável conhecimento.

Conforme Lee (1994) o uso de enxertia na produção de hortaliças iniciou-se no Japão e na Coreia no final da década de 1920, em melancia (*Citrullus lanatus*) como medida preventiva contra patógenos de solo.

Yamakawa (1982) relata que em solanáceas o uso de *Solanum integrifolium* como porta enxerto de berinjela começou em 1955 no Japão, buscando evitar a murcha de fusário (*Fusarium oxysporum*). Desde então, conforme Oda (1995), a produção de hortaliças enxertadas nestes países tem crescido consideravelmente, sendo que o uso de enxertia em relação a área total plantada com hortaliças no Japão é de 93% da melancia, 72% do pepino, 50% da berinjela, 32% do tomate e 30% do melão. Lee (1994) registra que 337 milhões de

mudas são enxertadas anualmente na Coreia e 651 milhões no Japão. Segundo o mesmo autor, a perspectiva é que haja um incremento desta prática a medida em que o uso em outras hortaliças for sendo desenvolvido, bem como porta-enxertos com boas características forem sendo obtidos.

Segundo Gómez (1997) o cultivo de hortaliças enxertadas tem crescido muito na Espanha, sendo que em Almería 95% e em Valência 60 a 70% das plantas de melancia (aproximadamente 14 a 15 milhões no total) são enxertadas.

No Brasil, acredita-se que a enxertia começou na década dos 60, embora não existam dados estatísticos sobre a evolução da prática. Sabe-se que muitos agricultores de origem japonesa, vêm fazendo enxertia há duas décadas. Os objetivos da prática, na cultura do pepino, estão relacionados principalmente com o controle de nematóides e obtenção de frutos livres de cera (Goto, 2001).

2.3.2 Processos fisiológicos da enxertia

A enxertia é um dos processos de propagação dos vegetais superiores, que consiste em se fazer com que um fragmento de uma planta, capaz de se desenvolver em um rebento ou broto, se solde a uma outra planta, de modo que, o conjunto venha a se constituir um único vegetal em que ambas as partes que o compõem passem a viver em auxílios mútuos ou recíprocos, estabelecendo uma verdadeira dibiose (César, 1986).

Conforme Janick (1966) a enxertia envolve a união de partes de plantas por meio da regeneração de tecidos. A parte que fornece a raiz é chamada de porta enxerto; a que sobre este é colocada, ou unida, recebe o nome de enxerto.

Gómez (1997) descreve o processo de união do enxerto em duas fases: uma em que se produz uma reação de compatibilidade e outra na qual se completa a união. A firmeza desta união aumenta lentamente no início e com o passar do tempo vai se solidificando com maior rapidez. O autor citado, registra que logo após a operação da enxertia se forma uma capa necrótica no ponto de união, a partir de resíduos das membranas das células destruídas no corte. Os primeiros sinais da divisão celular podem ser observados a partir do segundo dia no câmbio dos feixes vasculares próximos à zona do corte. O câmbio é um tecido delgado, situado entre o xilema e o floema, formado por células meristemáticas, capazes de se

dividirem e diferenciarem. Entre três a sete dias depois da enxertia, as células do parênquima se dividem e formam um calo semelhante ao de cicatrização de feridas. Mesmo nos enxertos incompatíveis este calo aparece como uma reação às feridas produzidas. Nas combinações compatíveis, a capa necrótica é reabsorvida como fase preliminar da formação de plasmodesmos secundários entre as células das diferentes espécies. A maior parte dos plasmodesmos se formam no calo, cercando os feixes vasculares que foram cortados. Na primeira semana se formam as conexões vasculares entre enxerto e porta enxerto por diferenciação do calo. Nestas conexões se encontram anastomoses, que são pontes de união formadas entre os feixes vasculares das espécies enxertadas. O câmbio só se compõe na segunda semana, produzindo elementos de união do xilema e floema entre os feixes vasculares.

De acordo com Fachinello et al. (1995) para que se tenha sucesso na enxertia, é necessário que ocorra um bom contato da região cambial de ambas as partes enxertadas.

O fator mais indesejável na enxertia é o baixo nível de compatibilidade entre as plantas enxertadas. Fachinello et al. (1995) consideram que isto se deve a incapacidade das plantas enxertadas formarem uma união perfeita por motivos intrínsecos a elas. Entretanto, Andrews & Marques (1994) comentam que a variação no nível de compatibilidade resulta de vários fatores, sendo que estes são os mais variados, como condições ambientais, ataque de pragas e doenças, distúrbios nutricionais, entre outros.

O principal sintoma de problemas de compatibilidade é a ruptura no local da enxertia. Fachinello et al. (1995) relacionam indicadores de baixo nível de compatibilidade: falta de união entre enxerto e porta-enxerto; diferenças no crescimento ou no vigor do enxerto e do porta-enxerto resultando em diferenças entre os diâmetros dos mesmos; desenvolvimento excessivo abaixo, acima ou no ponto da união; amarelecimento das folhas seguido de desfolhamento precoce; crescimento vegetativo reduzido; diferença entre enxerto e porta-enxerto com relação ao início e final do período vegetativo; produção de frutos pequenos ou de má qualidade; morte prematura da planta.

Gómez (1997) descrevendo reações de conexão de vasos em enxertia de *Cucumis-Cucurbita* declara que parece haver um mecanismo celular de reconhecimento que produz reações de compatibilidade-incompatibilidade em que estão implicadas substâncias como fitohormônios, liberados pelos tecidos lesionados.

2.3.3 Vantagens da enxertia

A opção do uso da enxertia como método de propagação de plantas está ligada com as diversas vantagens que ela oferece.

Fachinello et al. (1995) relacionam as seguintes: propagar plantas que não podem ser multiplicadas por outros métodos; obter benefícios do porta-enxerto que podem conferir maior vigor, frutos de melhor qualidade, serem tolerantes a condições desfavoráveis como solos pesados, úmidos e atacados por pragas e doenças; trocar cultivares de plantas já estabelecidas; evitar problemas de juvenilidade; recuperar partes danificadas de plantas; estudar enfermidades viróticas; possibilidade de cultivo de variedades e híbridos de alto padrão de qualidade e produtividade; melhoria da qualidade dos frutos produzidos.

Diversos trabalhos de enxertia em hortaliças demonstrando os benefícios de sua utilização tem sido relatados (Lee, 1994, Kobori, 1994, Oda, 1995, Cañizares, 1997, Kobori, 1999).

Oda (1995) relaciona os benefícios alcançados pela prática da enxertia, que variam conforme a cultura com a qual se está trabalhando. O autor resume os objetivos da enxertia em hortaliças fruto muito exploradas comercialmente no Japão (Quadro 2).

Quadro 2. Propósitos da enxertia em hortaliças de frutos produzidas no Japão

| Cultura | Propósitos |
|-----------|--|
| Melancia | Controle da murcha de fusário (<i>Fusarium oxysporum</i>); tolerância às baixas temperaturas; murcha devido a desordens fisiológicas, tolerância à seca |
| Pepino | Brilho nos frutos; controle da murcha de fusário (<i>Fusarium sp</i>); tolerância às baixas temperaturas; vigor e controle da murcha de fitóftora (<i>Phytophthora melonis</i>) |
| Melão | Controle da murcha de fusário (<i>Fusarium oxysporum</i>); tolerância às baixas temperaturas, murcha devido a desordens fisiológicas e controle de doenças causadas por <i>Phytophthora sp</i> |
| Tomate | Controle da murcha bacteriana (<i>Pseudomonas solanacearum</i>), murcha de fusário (<i>Fusarium oxysporum</i>); raiz rosada (<i>Pyrenocaheta lycopersici</i>); nematóides (<i>Meloidogyne incognita</i>) e murcha de verticílio (<i>Verticilium dahliae</i>) |
| Berinjela | Controle de murcha bacteriana (<i>Pseudomonas solanacearum</i>); murcha de verticílio (<i>Verticilium dahliae</i>); murcha de fusário (<i>Fusarium oxysporum</i>); tolerância às baixas temperaturas, nematóides e vigor. |

Fonte: Oda (1995)

Nota-se a grande vantagem do uso da enxertia no controle de patógenos de solo e tolerância a altas ou baixas temperaturas, não alterando as características dos genótipos utilizados como enxerto (Kobori, 1994).

Segundo Lee (1994) uma das maiores vantagens da enxertia para hortaliças são a resistência às doenças ocasionadas por patógenos de solo, maior crescimento da planta e produção de frutos de melhor qualidade.

Não se pode deixar de mencionar também a eliminação do uso de produtos químicos para controle das doenças produzidas por patógenos de solo, através do uso de porta-enxertos resistentes. Com a expansão da agricultura ecológica, a enxertia pode se tornar uma importante alternativa na solução destes problemas, evitando a contaminação do solo.

2.3.4 Dificuldades da enxertia

Conforme Lee (1994) os maiores problemas relacionados ao uso da enxertia são o trabalho requerido na operação e o manejo inicial das mudas enxertadas, que requerem cuidados diferenciados nos primeiros dias.

Yamakawa (1982) e Gómez (1997) relacionam também dificuldades relativas aos porta-enxertos.

Em se tratando da operação de enxertia, o treinamento do enxertador e o uso de instrumentos apropriados como clips, máquinas de enxertia, e até mesmo robôs (Kurata, 1994; Oda et al., 1994) vem minimizando este problema. Em pepino, registra-se que uma pessoa pode enxertar aproximadamente 576 plantas por dia ou 72 plantas por hora (Kurata, 1994).

Alternativas estão sendo buscadas no Japão para aumentar a eficiência do processo. Onoda et al., 1992 citados por Kobori, 1999, relatam sobre vários métodos de enxertia que foram desenvolvidos na produção seriada, automatizada e mecanizada de mudas, utilizando-se equipamentos e robôs.

Kurata (1994) registra que produtores vizinhos se reúnem em processo cooperativo para realizar a enxertia de mudas. Cada grupo de sete pessoas consegue enxertar aproximadamente 3000 mudas de pepino em 6 horas.

As condições ambientais subseqüentes à operação da enxertia podem influenciar de maneira decisiva o pegamento do enxerto. Segundo Fachinello et al. (1995) os fatores de maior relação seriam temperatura, umidade, oxigênio, luminosidade e vento.

Janick (1966) afirma que a formação dos calos é otimizada à temperatura de 26 a 29°C. Fachinello et al. (1995) registram que temperaturas inferiores a 4 °C e superiores a 32 °C dificultam o processo de cicatrização, interferindo decisivamente no êxito da enxertia. Com relação à umidade, como as células novas que formam o calo apresentam paredes finas, sensíveis à desidratação é necessário alta umidade relativa no ambiente. Além disso, para que ocorra uma proliferação celular satisfatória é preciso que as células estejam túrgidas. O teor de umidade do solo também é importante, pois um déficit hídrico durante o período de enxertia provoca redução na divisão celular na região do câmbio, tanto do enxerto quanto do porta-enxerto (Fachinello et al., 1995). O oxigênio na região da enxertia é importante para algumas plantas para que haja a formação do calo. Como ocorre intensa atividade respiratória neste

ponto, o uso de ceras ou outros protetores que não permitem trocas gasosas pode ser nocivo em alguns casos (Janick, 1966). Com relação a luminosidade, Fachinello et al. (1995) consideram que uma intensidade elevada pode causar dessecação rápida do enxerto. O vento segundo estes autores pode provocar a quebra do enxerto no ponto de união, além de acelerar o processo de desidratação.

Acredita-se que a maior dificuldade no emprego da enxertia é a obtenção de bons porta-enxertos. Os problemas encontrados pelo uso de porta-enxertos são: adaptação ao ambiente, influência na qualidade de frutos e duração da resistência à doença (Kobori, 1999).

O vigor do porta-enxerto é um fator preponderante para bons resultados. Gómez (1997) relata que em ensaios realizados com pimentão, alguns porta-enxertos com resistência a *P. capsici* foram testados, mas como estes não possuíam vigor suficiente, a qualidade dos frutos não foi satisfatória. Entretanto, pesquisas no sentido de se obter porta-enxertos com bom nível de resistência, compatibilidade e vigor tem sido desenvolvidos (Kobori, 1999) a fim de viabilizar o uso comercial da enxertia para esta cultura, com a finalidade de possibilitar mais uma opção para o controle da doença.

Dentre os problemas relacionados com os porta-enxertos, Yamakawa (1982) registra a manutenção da resistência. Segundo o autor, em solos altamente contaminados e sob condições ambientais desfavoráveis, a resistência tende a diminuir. O uso contínuo do mesmo porta-enxerto também aumenta a probabilidade da ocorrência de novas raças patogênicas com maior virulência qualitativa e quantitativamente.

Outras alterações e influências são causadas pelos porta-enxertos. A mudança na expressão sexual do enxerto devido possivelmente a substâncias reguladoras da floração provenientes do porta-enxerto é apresentada em pepino (Friedlander et al., 1997).

Transferência de patógeno do porta-enxerto para o enxerto é também citado como uma constatação feita por Yamakawa (1982) estudando tomate enxertado em porta-enxertos que não apresentavam o mesmo tipo de resistência a uma determinada estirpe de vírus.

Assim sendo, a busca de porta-enxertos com boas características bem como a investigação com relação às melhores combinações deve ser uma constante, a fim de que se possa otimizar os resultados do emprego da enxertia em hortaliças.

2.3.5 Métodos de enxertia

Diversos métodos de enxertia tem sido desenvolvidos, e sua aplicação varia de acordo com a espécie de planta a ser enxertada, preferência do enxertador e sua habilidade.

Conforme Yamakawa (1982), Kawaide (1985), Lee (1994), Oda (1995), Gómez (1997) os métodos mais utilizados em hortaliças são: garfagem fenda simples (“cleft grafting”), encostia (“approach grafting”), inserção lateral com e sem enraizamento das mudas (“cut tongue grafting” e “tongue grafting”), contato em bisel (“slant-cut grafting”), com corte horizontal (“horizontal cut grafting”), tubo flexível (“tube grafting of plugs”), adesivo (“adhesive grafting”). Alguns destes métodos estão ilustrados na Figura 3.

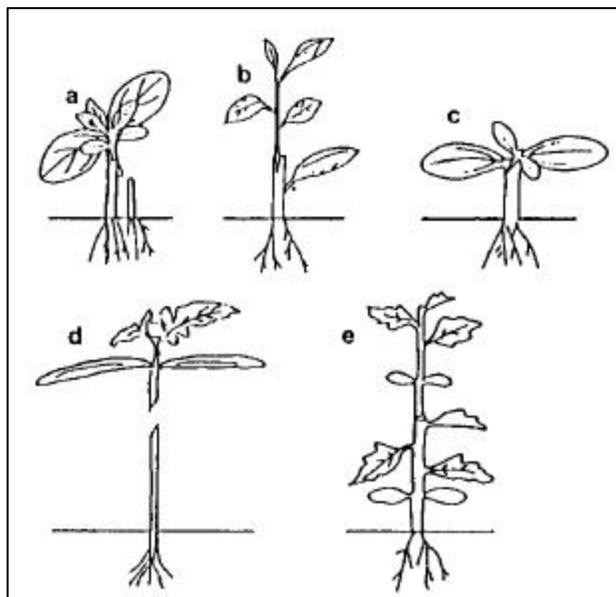


Figura 3. Métodos de enxertia (adaptado de Oda, 1995)

- a- inserção lateral com enraizamento b- garfagem fenda simples
 c - inserção lateral sem enraizamento d- contato em bisel
 e- com corte horizontal

Visando o rendimento e o aumento da taxa de sobrevivência das mudas enxertadas, tem-se utilizado recursos como cliques, presilhas, tubos flexíveis, palitos de porcelana, etc. Outras alternativas como cola adesiva em mudas de berinjela, pepino e videira (Morita, 1998 citado por Kobori, 1999) e uso de hormônios como uniconazole e o ácido giberélico, objetivando o controle do comprimento de hipocótilo e internódios de cucurbitáceas têm sido praticados (Oda, 1994).

Choe (1989), citado por Kobori (1999), registra que a enxertia em pimentão utilizando o método tipo fenda, pode atingir 93% de pegamento das mudas.

2.3.6 Enxertia no controle de *P. capsici*

Embora muitos estudos já tenham sido desenvolvidos no sentido de encontrar uma solução para a doença causada por *P. capsici* em pimentão, ainda não se conseguiu alcançar nenhuma forma de controle plenamente satisfatória (Hwang & Kim, 1995).

A dificuldade na obtenção de cultivares resistentes que preencham plenamente a expectativa dos produtores, faz com que a enxertia se torne uma alternativa viável, capaz de aliviar o problema a curto prazo (Kobori, 1999).

Segundo Gómez (1997) o pimentão só apresenta bom nível de compatibilidade com outros *Capsicum*. Apresenta baixa afinidade com todas as solanáceas, inclusive com algumas de sua mesma espécie. O enxerto que se faz com linhagens mais resistentes confere pouco vigor à planta, por isso se utilizam normalmente linhagens intermediárias para introduzir caracteres de resistência em cultivares comerciais. Este é o caso de Phyto 636, resultado do cruzamento de Pl 439.1 x Yolo Wonder, seguida de retrocruzamentos e autofecundações, obtido por Chambonnet & Pochard (1970) citados por Gómez (1997). Na Europa tem-se utilizado também outros porta-enxertos como Phyto 6.110 e Phyto 637 e a linhagem P.51 (Gómez, 1997).

Sawahata et al. (1982); Sawahata et al. (1983) e Choe (1989) citados por Kobori (1999) desenvolveram outros trabalhos testando porta-enxertos resistentes à *P. capsici* com vistas a enxertia de pimentão, nos quais obtiveram bons resultados com relação a resistência e produtividade.

No Brasil, a principal pesquisa com relação a porta-enxertos resistentes foi desenvolvida por Kobori (1999), observando o comportamento de 45 híbridos de *C. annuum* quando inoculados com zoósporos de *P. capsici* na concentração de 5×10^4 zoósporos/mL. A partir de seleção que realizou, separou 11 híbridos e os enxertou com o híbrido Magali R (Sakata Seed Sudamérica), inoculando com zoósporos de *P. capsici* na concentração de 10^5 zoósporos/mL em três épocas (19, 48 e 77 dias após a enxertia). Os resultados obtidos confirmaram a resistência apresentada pelos híbridos selecionados sob condições de enxertia e elevada concentração de inóculo (10^5 zoósporos/mL). Continuando o trabalho, o pesquisador avaliou o nível de compatibilidade e produção de frutos do híbrido Magali R, enxertado sobre os 11 híbridos porta-enxertos resistentes a *P. capsici*. Neste experimento as mudas não foram inoculadas com o fungo. Os híbridos porta-enxertos AF-2316H, AF-2317H, AF-2607H, AF-2615H e AF-2638H por apresentarem melhor relação para diâmetro do porta-enxerto, enxerto e peso do caule quando comparados com as outras combinações enxertadas com o híbrido Magali-R, foram recomendados para serem utilizados em enxertia como alternativa no controle da murcha de fitóftora em pimentão. Além disso, o autor considera que a enxertia pode apresentar vantagens em relação ao tamanho dos frutos e longevidade de produção para algumas combinações (Kobori, 1999).

2.4 Cultivo Protegido

2.4.1 Histórico e importância

No final da década de 1930, cientistas britânicos descobriram o polímero de polietileno. Sua introdução na agricultura no início da década de 1950, revolucionou a produção comercial de algumas hortaliças em diversas regiões do mundo (Lamont, 1996 citado por Della Vecchia & Koch, 1999).

No Brasil, o início da utilização desta tecnologia ocorreu na década de 1970, com cultivo de tomate em ambiente protegido pelo Instituto Adventista Agroindustrial de Manaus no Amazonas (Martins, 1996 citado por Della Vecchia & Koch, 1999) e de cultivo de pepino japonês por produtores cooperados da extinta Cooperativa Agrícola de Cotia, na região do cinturão verde de São Paulo (Kumagaia, 1989).

Segundo Della Vecchia & Koch (1999), estimativas apresentadas em 1994 revelavam uma área de produção de hortaliças em ambiente protegido de cerca de 2 mil hectares, taxa anual de crescimento de 30% e projeções para uma área de cerca de 10 mil hectares na virada do milênio. No entanto, conforme se observa esta expectativa foi frustrada, pois dados levantados em 1999 revelaram que cerca de 1390 hectares foram cultivados com hortaliças neste sistema no Brasil naquele ano. São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul foram os Estados com maior área de produção. Dentre as hortaliças mais utilizadas destacaram-se o pimentão, a alface, o tomate e o pepino.

2.4.2 Problemas enfrentados e expectativas futuras

Martins (1996), citado por Della Vecchia & Koch (1999) Goto (1997) apontam como responsáveis pelo baixo crescimento do cultivo protegido de hortaliças no Brasil os seguintes fatores: equívocos ou má fé na divulgação da tecnologia, que resultaram em experiências negativas para muitos produtores; equívocos no estabelecimento de prioridades de pesquisa para o atendimento das demandas reais do setor; falta de integração entre geração e difusão de tecnologias; falta de fomento do setor; dificuldades para o estabelecimento e/ou comercialização diferenciada das hortaliças produzidas em ambientes protegidos; crises econômicas do país com graves conseqüências no crescimento do consumo, no custo e disponibilidade de crédito para investimento agrícola.

Para Della Vecchia & Koch (1999) o que parece ter sido crítico para o baixo crescimento da plasticultura no Brasil foi a dificuldade de estabelecimento de uma vantagem comparativa, em nível de mercado, para as hortaliças produzidas em ambiente protegido. Outro fator colocado pelos autores citados é a competição dos produtos cultivados em campo aberto. Devido às dimensões continentais do Brasil e sua extraordinária diversidade climática, a produção de hortaliças de qualidade em campo aberto é quase sempre possível.

Tivelli (1998b) registra que em conversas com produtores dois pontos por eles enfatizados chamaram a atenção: a comercialização dos produtos e o manejo do ambiente protegido.

Nota-se que as abordagens dos diversos autores acabam convergindo para um mesmo ponto, que é em síntese uma eficiência na comercialização e uma pesquisa direcionada as reais necessidades dos produtores, a fim de que possam realizar um manejo eficiente.

Há vislumbres de que a tendência desaceleradora do cultivo protegido no Brasil se modifique. Segundo Della Vecchia & Koch (1999) a partir de 1995 tem havido um maior envolvimento da instituição pública na condução de pesquisas pertinentes à área. Observa-se também maior profissionalização dos produtores, sendo que os que não eram do setor e se envolveram, no mínimo já se desencantaram e abandonaram a atividade. Tem havido também a consciência de que é necessário se produzir com qualidade, obtendo alta produtividade e regularidade de produção. Só assim poderá o cultivo protegido superar os problemas, contribuindo de maneira efetiva no atendimento da demanda de um mercado consumidor cada vez mais exigente.

2.4.3 Patógenos de solo em cultivo protegido

Conforme Kurozawa (1995) os maiores problemas fitossanitários em plasticultura tem sido com os patógenos de solo.

Dentre as causas de fracasso na produção de hortaliças no Japão, 61% são por problemas de patógenos de solo, 11% a outras doenças, 6,8% a nematóides, 5,3% a desordens fisiológicas e 15,9% a outros fatores desconhecidos ou pragas (Oda, 1995).

Em alguns casos os patógenos de solo têm inviabilizado o cultivo de hortaliças em estufas, pelo fato de produzirem estruturas de resistência e permanecerem por longo período no solo (Zambolim et al., 1999).

Vida et al. (1998) analisando este problema registraram que normalmente estes patógenos são muito mais agressivos em solos desequilibrados, sob condições de alta umidade e temperatura. Isso é comum em solos de estufa com problemas de salinização, em consequência de adubações químicas pesadas. Além disso, alguns destes fitopatógenos se interagem sinergisticamente, resultando em maior intensidade da doença. Bactérias e fungos habitantes do solo podem invadir o hospedeiro através das lesões e galhas ou outras injúrias causadas por fitonematóides, por exemplo. Doenças provocadas por *Fusarium oxysporum*, *Verticillium dahliae*, *Pyrenochaeta lycopersici*, *Ralstonia solanacearum*, *Phytophthora capsici*,

Meloidogyne sp, *Pythium sp*, tem ocasionado sérios transtornos para os produtores de hortaliças em estufa.

A prática de fumigar o solo visando resolver o problema pode torná-lo ainda maior. Na fumigação, bactérias e fungos antagonistas aos fitopatógenos normalmente são eliminados, criando um vácuo biológico, o que facilita a multiplicação rápida dos fungos (Zambolim et al., 1999).

Quando se fala em fumigação, não se pode deixar de considerar também que segundo o acordo do Protocolo de Montreal de setembro de 1997, os países desenvolvidos se comprometeram a ir reduzindo de forma gradual a comercialização de brometo de metila, produto utilizado nesta prática. A meta é que até 2005 haja a eliminação total do emprego deste produto, exceto em casos excepcionais (Hoyos, 2000).

Neste contexto, a enxertia surge como uma medida viável no controle dos patógenos de solo em ambiente protegido. Sua finalidade é evitar que a planta sensível entre em contato com o solo infestado, através do uso de porta-enxertos resistentes (Gómez, 1997).

Pode-se alegar que seria uma prática de custo elevado, mas além das vantagens comprovadas que ela apresenta, deve-se considerar que no manejo de doença em plasticultura os métodos de controle que não apresentam viabilidade econômica para culturas extensivas ou olerícolas em cultivo convencional, podem apresentar potencial de uso em face ao investimento já realizado na aquisição e instalação da estrutura utilizada (Vida et al., 1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do Experimento

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente a FCA/UNESP, no município de São Manuel, São Paulo, no período de setembro de 2000 a julho de 2001.

Esta localidade possui as seguintes coordenadas geográficas: longitude: 48°34'W; latitude 22°44'S, e altitude de 750 metros.

Segundo Espíndola et al (1974), o clima é do tipo mesotérmico, Cwa, ou seja, subtropical úmido, com estiagens no período do inverno. O solo foi classificado como Latossolo vermelho amarelo fase arenosa. A precipitação média anual é de 1534 mm, sendo a temperatura média de 21°C.

As plantas foram conduzidas em ambiente protegido, tipo arco, de 7,0 x 40,0 m, altura do pé direito de 3,0 m, coberta com filme de polietileno de baixa densidade de 100 µm de espessura e sem controle das condições ambientais (Figura 4).



Foto: Santos, H.S. 2000

Figura 4 Vista frontal do módulo do ambiente protegido onde foi realizado o experimento. 40,0 m de comprimento, 7,0 m de largura e 3,0 m de pé direito na FEPP – FCA/UNESP. São Manuel/SP, 2001

2.2 Análise de solo e adubação

A adubação e calagem foram realizadas de acordo com a recomendação do Departamento de Ciências Naturais/Setor de Ciência do Solo da FCA de Botucatu/UNESP, segundo o resultado da análise de solo, que é apresentado no Quadro 3.

Quadro 3. Análise química do solo da área. São Manuel/SP, 2000

| pH | MO | P | m mol _c /dm ³ | | | | | | V |
|-----|----|----|-------------------------------------|-------------------|--------------------|--------|----|----|----|
| | | | CaCl ₂ | g/dm ³ | mg/dm ³ | H + Al | K | Ca | |
| 6,4 | 10 | 33 | 13 | 1,0 | 16 | 7 | 24 | 38 | 65 |

Laboratório do Departamento de Ciências Naturais – FCA/UNESP – Botucatu

Pode-se observar que o solo analisado apresentou um pH muito alto, com alto teor de cálcio. Os teores de fósforo, magnésio e a porcentagem de saturação em bases estavam nos níveis médios, e o potássio foi considerado baixo.

A adubação usada no plantio foi 2 kg/m² de composto orgânico (Biomix), 300 g/m² de termofosfato (Yoorin Master) e 31 g/m² de cloreto de potássio.

As adubações subseqüentes foram feitas no seguinte esquema:

1º fase: florescimento e início da formação dos primeiros frutos: a cada 15 dias aplicou-se 3,3 g/planta de nitrato de potássio e 10,5 g/planta de MAP (fosfato monoamônico) via solo, e duas aplicações foliares com cloreto de cálcio a 0,25%.

2º fase: formação dos primeiros frutos até a maturação: a cada 15 dias aplicou-se 4,0 g/planta de nitrato de potássio e 4,6 g/planta de nitrato de cálcio, via solo e pulverizações foliares a cada 10 dias com sulfato de zinco 0,4%, ácido bórico 0,1%, cloreto de potássio 0,25% e uréia 0,5%.

3.3 Delineamento experimental

O experimento se desenvolveu em duas fases. A Fase 1 foi da semeadura até a morte das plantas não enxertadas, após a inoculação do fungo no solo. Nesta fase, o delineamento experimental, constou de 9 tratamentos e 4 repetições resultantes da combinação dos 2 híbridos porta-enxertos resistentes a *P. capsici* enxertados com 3 híbridos suscetíveis, mais os 3 híbridos suscetíveis sem enxertia (Quadro 4).

Totalizou-se 120 plantas enxertadas e 60 plantas sem enxertar

Quadro 4. Fase 1: Tratamentos sem enxertia e combinações porta-enxerto x enxerto de pimentão. São Manuel/SP, 2000

| Tratamentos | Combinação porta-enxerto x enxerto |
|-------------|---------------------------------------|
| T1 | 'Magali-R' pé franco |
| T2 | AF 2638 x 'Magali-R' |
| T3 | AF 2640 x 'Magali-R' |
| T4 | 'Elisa' pé franco |
| T5 | AF 2638 x 'Elisa' |
| T6 | AF 2640 x 'Elisa' |
| T7 | 'Margarita' pé franco |
| T8 | AF 2638 x 'Margarita' |
| T9 | AF 2640 x 'Margarita' |

Características avaliadas na Fase 1:

- 1- Porcentagem de pegamento da enxertia nas diferentes combinações
- 2- Resistência das plantas à infecção de *P. capsici* após a inoculação do fungo no solo, sendo esta avaliação feita através de uma escala de notas assim estipuladas: 1- planta sem sintomas; 2- escurecimento do caule; 3- planta murcha; 4- planta morta.
- 3- Evolução da doença nos híbridos não enxertados
- 4- Precocidade de florescimento pela avaliação do número de dias entre a semeadura e a antese da primeira flor

A Fase 2 iniciou a partir da morte das plantas não enxertadas e foi até o final do período de condução do experimento. Os tratamentos são apresentados no Quadro 5.

Em ambas as fases o delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 9 tratamentos na Fase 1 e 6 tratamentos na Fase 2 com 4 repetições. Cada parcela experimental foi constituída de 5 plantas espaçadas de 1,4 x 0,4m, sendo utilizadas nas avaliações as 3 plantas centrais.

Para avaliação dos frutos, foram realizadas 9 colheitas, e estes foram colhidos quando apresentavam, no mínimo, 50% de maturação.

Quadro 5. Fase 2: Tratamentos de combinações porta-enxerto x enxerto de pimentão. São Manuel/SP, 2000

| Tratamentos | Combinação porta-enxerto x enxerto |
|-------------|---------------------------------------|
| T1 | AF 2638 x 'Magali-R' |
| T2 | AF 2640 x 'Magali-R' |
| T3 | AF 2638 x 'Elisa' |
| T4 | AF 2640 x 'Elisa' |
| T5 | AF 2638 x 'Margarita' |
| T6 | AF 2640 x 'Margarita' |

Características avaliadas na Fase 2:

- 1- Altura das plantas (cm) aos 36, 56, 101, 136 e 167 dias após a enxertia (DAE)
- 2- Número de frutos produzidos/parcela aos 95, 121, 134, 141, 148, 204, 218, 231 e 247 DAE
- 3- Peso total e peso médio dos frutos (g) produzidos/parcela aos 95, 121, 134, 141, 148, 204, 218, 231 e 247 DAE
- 4- Comprimento (cm), diâmetro (cm) e espessura da parede (mm) dos frutos produzidos/parcela aos 95, 121, 134, 141, 148, 204, 218, 231 e 247 DAE
- 5- Diâmetro do caule (mm) do porta-enxerto e enxerto avaliados aos 237 dias após a enxertia, medidos 2 cm abaixo, 2 cm acima e no ponto de enxertia
- 6- Massa fresca do caule (g) cortado 7,5 cm abaixo e acima do ponto de enxertia.

3.4 Preparo das mudas

As mudas foram produzidas no viveiro da Fazenda de Ensino Pesquisa e Produção (FEPP) da FCA/UNESP em São Manuel, São Paulo. Utilizou-se bandejas de poliestireno expandido (isopor) modelo 128 alvéolos.

Os porta-enxertos foram semeados em 18/9/2000 e 10 dias depois, conforme indicado por Kobori (1999), foram semeados os enxertos. As plantas que não seriam enxertadas foram semeadas no dia 18/9/2000, no mesmo dia em que foram semeados os porta-enxertos.

Dois dias antes da enxertia as mudas foram colocadas em copos descartáveis de 200 mL, disponibilizando assim maior volume de substrato para as mesmas. A composição do substrato utilizado foi: 10 litros de terra, 10 litros de esterco de curral curtido, 6,6 litros de casca de arroz carbonizada e 200 gramas do adubo 4-14-8.

3.4.1 Híbridos utilizados como porta-enxertos

Os híbridos utilizados como porta-enxertos foram provenientes do programa de melhoramento genético de pimentão da Sakata Seed Sudamérica

Foram obtidos por Kobori (1999) a partir da seleção de linhagens de *C. annuum* consideradas resistentes à murcha de fitófтора, chegando-se aos híbridos F1, obtidos por dialelo completo sem recíproco (Quadro 6).

Quadro 6. Híbridos porta-enxertos e respectivos “pedigrees”

| Híbridos | Pedigree ¹ |
|-------------|--------------------------------------|
| AF – 2638 H | SCM – 334 x AF – 1947 L (NC x IAC 8) |
| AF – 2640 H | SCM – 334 x AF – 1949 L |

1/Pedigree: SCM – 334 = Serrano Criollo de Morelos –334 (INRA)

AF 1947 L = NC = Nacional (INRA); IAC = Instituto Agronômico de Campinas

AF 1949 L = PM-3 = (Rogers NK)

3.4.2 Híbridos utilizados como enxerto

Os três híbridos usados como enxerto foram: Magali R (Sakata Seed Sudamérica), Margarita (Rogers) e Elisa (Rogers). Suas características estão descritas no Quadro 7.

Quadro 7. Características dos híbridos utilizados como enxerto

| Híbridos | Cor | Formato ¹ | Dimensões | Peso médio*(g) | Resist. a doenças ² |
|-----------|-------------|----------------------|--------------|----------------|--------------------------------|
| Elisa | Verde/Verm. | R | 8-10 x 13-15 | 240-250 | TMV; PVY; TEV; Stip |
| Margarita | Verde/Verm. | R | 8-10 x 15-17 | 240-280 | TMV; PeMoV; Stip |
| Magali R | Verde/Verm. | CA | 7-9 x 14-16 | 220-240 | ToMV; PVY; TMV |

Fonte: Tivelli (1998)

* O peso médio refere-se aos frutos na primeira colheita

¹ R= retangular

CA= cônico alongado

² TMV= Vírus do mosaico do fumo
TEV= Resistência ao vírus do tabaco
PeMoV= Mosaico do pimentão

PVY= Vírus Y da batata
Stip= Tolerância à mancha negra
ToMV = Vírus do Mosaico do tomateiro

3.5 Método de enxertia

O método adotado para a realização da enxertia foi o de garfagem fenda simples (Yamakawa, 1982).

A enxertia foi realizada quando os porta-enxertos apresentavam 8 folhas verdadeiras expandidas e o enxerto 3 folhas verdadeiras. O ponto de enxertia foi na altura da terceira folha verdadeira do porta-enxerto, quando o caule apresentava aproximadamente 3 mm de diâmetro.

A operação de enxertia foi realizada no dia 9/11/2000. Constou de um corte transversal do caule do porta-enxerto, seguido da abertura de uma fenda atingindo $\frac{3}{4}$ do seu diâmetro a uma profundidade de aproximadamente 1,5 cm. As mudas do enxerto, apresentando 3 filhas verdadeiras foram cortadas em bisel abaixo das folhas cotiledonares, sendo encaixadas então na fenda do porta-enxerto (Figura 5).

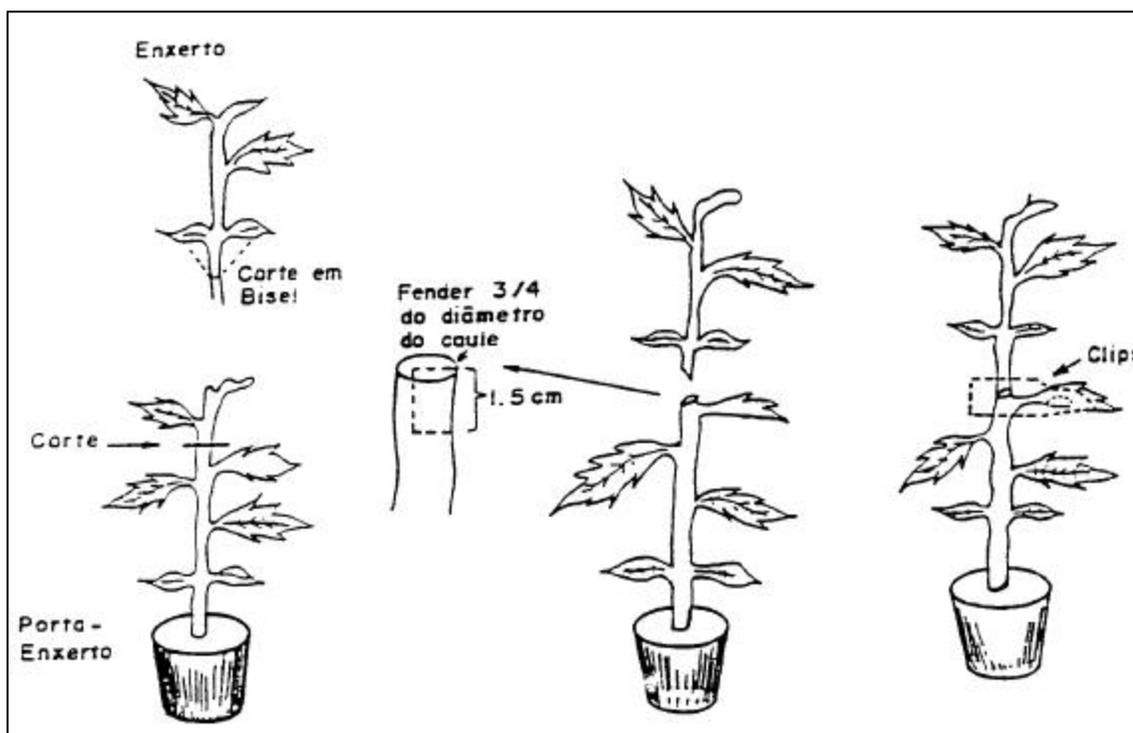


Figura 5 Método de enxertia utilizado no experimento (Fonte: Yamakawa, 1982; adaptado por Kobori, 1999)

Para melhor pegamento da enxertia, foram usados cliques plásticos a fim de envolver o ponto de junção das plantas enxertadas. Os cliques foram colocados no sentido da abertura do corte do porta-enxerto. Para realizar o corte usou-se uma lâmina (gilete), desinfetada periodicamente com álcool 70%.

Depois de enxertia as mudas foram colocadas em uma câmara úmida feita com plástico e sombrite. Esta câmara foi feita dentro da estufa onde estavam as mudas e constou de um suporte de madeira que serviu de estrutura para sustentar a cobertura plástica e o sombrite. O solo da câmara foi forrado com areia fina e folhas de jornal, encharcados com água. Em seguida as mudas foram regadas e colocadas nesta câmara que foi fechada com o plástico e o sombrite por um período de 10 dias. Decorrido este tempo, a câmara foi aberta, e as mudas aclimatadas durante 11 dias, quando retirou-se os cliques e procedeu-se ao transplante das mesmas.

3.6 Transplante e condução das plantas

O transplante das mudas ocorreu no dia 1/12/2000 (21 dias após a enxertia), sendo que as plantas foram levadas para uma estufa de 7,0 x 40,0 m.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, com um gotejador por linha de cultura. O sistema de tutoramento foi por espaldeira simples, as plantas foram conduzidas sem podas, exceto as realizadas até a altura da primeira bifurcação. A primeira flor não foi eliminada. Os tratamentos fitossanitários foram feitos conforme as necessidades da cultura.

3.7 Produção do inóculo e método de inoculação

O inóculo utilizado foi produzido no Departamento de Produção Vegetal, setor de Defesa Fitossanitária da FCA/UNESP de Botucatu, de acordo com o procedimento estabelecido por Marque et al. (1999), onde utilizou-se um isolado de *P. capsici* (PI 15) do grupo A2, proveniente de Bragança Paulista, São Paulo. Foi preparado um substrato orgânico com 50 sementes de trigo em dois frascos Schott Reagent de 500 mL com 100 mL de água destilada que receberam duas autoclavagens a 120°C por 30 minutos com um intervalo de três dias. A seguir foram transferidos para a superfície das sementes três discos de meio ágar-água

de 5,0 mm de diâmetro com crescimento ativo de *P. capsici*. O patógeno foi incubado durante 15 dias a 24 °C no escuro, agitando-se periodicamente os frascos para facilitar a infestação total das sementes.

O método de inoculação utilizado foi o desenvolvido por Marque et al. (1999) a partir da obtenção deste inóculo. Este método consiste na deposição de 3 a 5 sementes contaminadas ao redor do colo da planta, saturando-se em seguida o solo. Conforme os autores, o resultado obtido com o emprego deste método é semelhante ao que é alcançado quando se usa suspensão de zoósporos na concentração de 10^4 zoósporos/mL (Reifschneider et al., 1986a e 1986b).

As plantas foram inoculadas no dia 14/12/2000 (35 dias após a enxertia), depositando-se 3 sementes de trigo colonizadas pelo fungo, na região do colo da planta (Figura 6)



Foto: Santos, H.S. 2000

Figura 6 Inoculação pela deposição de sementes de trigo contaminadas. São Manuel/SP 2000.

3.8 Modelo de análise da evolução dos sintomas

Segundo Bergamin Filho (1995), a análise de epidemias através da curva de progresso da doença constitui-se num segmento de uma especialidade mais ampla, conhecida por análise da curva de crescimento. Crescimento é definido com uma mudança de magnitude de qualquer característica mensurável, como peso, número, proporção, comprimento, ou neste contexto, proporção da doença.

Modelos matemáticos de crescimento são capazes de resumir, na forma de expressões matemáticas relativamente simples, a relação existente entre doença e tempo. Essas expressões facilitam a análise dos dados de progresso da doença. A capacidade de se permitir comparações já se constitui uma razão suficiente para o estudo das curvas de progresso de doenças e para o desenvolvimento de modelos matemáticos que as descrevam. A observação destas curvas pode contribuir para um melhor entendimento do progresso epidêmico.

No presente trabalho esta análise possibilitou observar a evolução dos sintomas da doença provocada por *P. capsici* em pimentão, revelando as diferenças entre os híbridos estudados, conforme será discutido no item 4.2.2.

Após testar os modelos de análise logístico e monomolecular e de Gompertz para interpretar os resultados de evolução dos sintomas da doença, optou-se pelo modelo monomolecular, pois embora o coeficiente de determinação R^{*2} tenha sido semelhante para os três modelos testados, a forma da curva da derivada (dx/dt) bem como a plotagem do desvio padrão (x observado menos x previsto) contra a variável independente (tempo), indicaram ser o modelo monomolecular o mais indicado para a análise dos dados (Apêndices 1,2,3 e 4).

As plantas enxertadas não foram consideradas por não terem apresentado nenhum sintoma da doença. Portanto, somente os pés francos suscetíveis foram estudados neste aspecto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Nível de compatibilidade da enxertia

O pegamento da enxertia foi observado logo nos primeiros dias após a operação. Depois de uma semana, a câmara úmida foi aberta e realizou-se a contagem das mudas que apresentavam pegamento.

Observa-se no Quadro 8, que em todos os enxertos, a maior porcentagem de pegamento foi quando se utilizou o porta-enxerto AF-2638, chegando a 100% na combinação ‘Margarita’ x AF-2638. Entretanto, de maneira geral obteve-se um alto índice de pegamento em todas as combinações.

Nota-se diferença entre o número de plantas dos híbridos usados como porta-enxerto, AF-2638 com 30 plantas e AF-2640 com 25 plantas. Este fato ocorreu em função da baixa germinação dos porta-enxertos (20% de germinação para AF-2638 e 19% para AF-2640), o que disponibilizou pequena quantidade de plantas a serem utilizadas no trabalho.

Quadro 8 Porcentagem de pegamento da enxertia das combinações entre os híbridos porta-enxertos AF-2638 e AF-2640 e os híbridos enxertados ‘Magali-R’, ‘Elisa’ e ‘Margarita’. São Manuel/SP, 2000.

| Tratamentos | Número de plantas enxertadas | Número de enxertos bem sucedidos | % de pegamento da enxertia |
|-----------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| AF-2638 x ‘Magali-R’ | 30 | 29 | 96 |
| AF-2640 x ‘Magali-R’ | 25 | 22 | 88 |
| AF-2638 x ‘Elisa’ | 30 | 28 | 93 |
| AF-2640 x ‘Elisa’ | 25 | 22 | 88 |
| AF-2638 x ‘Margarita’ | 30 | 30 | 100 |
| AF-2640 x ‘Margarita’ | 25 | 23 | 92 |
| TOTAL | 165 | 154 | 93 |

Esta baixa germinação dos porta-enxertos indicou que este poderia ser um problema apresentado pelos mesmos. Kobori (1999) relata que alguns híbridos com alto nível de resistência à *P. capsici* não foram selecionados para serem incluídos em seu experimento devido a problemas de germinação de sementes. Realizou-se posteriormente um teste de germinação com os híbridos porta-enxertos que foram usados neste trabalho, e constatou-se um índice médio de 50 % de germinação das sementes.

O resultado obtido em porcentagem de pegamento da enxertia foi equivalente ao alcançado por Choe (1989), citado por Kobori (1999), que relatou sucesso da ordem de 93% de pegamento das mudas, utilizando o método tipo fenda em pimentão.

4.2 Resistência das plantas enxertadas e evolução dos sintomas da doença nas plantas não enxertadas

Conforme descrito no item 3.7, aos 35 dias após a enxertia foi feita a inoculação do fungo no solo. Foram realizadas 4 avaliações da evolução dos sintomas da doença, nos seguintes períodos: 4, 25, 43, 71 dias após a inoculação (DAI).

As plantas enxertadas mantiveram-se sem sintomas da doença durante todo o período de condução do experimento. As não enxertadas manifestaram os sintomas de maneira diferenciada, conforme será descrito no item 4.2.2.

4.2.1 Modelo de análise de evolução dos sintomas

No Quadro 9 apresenta-se o resumo da análise de regressão, onde pode-se observar que o menor desvio padrão (x_0) foi obtido no modelo monomolecular. O desvio padrão (r^*) também foi menor para dois dos híbridos avaliados ('Magali-R' e 'Margarita') neste modelo, apresentando apenas um pequeno aumento, não significativo, no modelo de Gompertz, para o híbrido Elisa.

A partir da observação destes resultados, e da distribuição dos pontos ao acaso ao redor do eixo zero, quando se fez a plotagem do resíduo padrão (x observado – x previsto) em função da variável independente tempo (Bergamin Filho, 1995) optou-se pelo modelo monomolecular para análise da evolução dos sintomas da doença e para comparação dos híbridos.

Quadro 9 Resumo da análise de regressão linear usada na avaliação do ajuste de três modelos (Logístico, Monomolecular e Gompertz) para o patossistema *P. capsici* – Pimentão. Botucatu, 2001

| Tratamentos | Modelo | R^2 ⁽¹⁾ (%) | R^{*2} ⁽²⁾ (%) | x_0 ⁽³⁾ | Desvio padrão (x_0) | r^* ⁽⁴⁾ | Desvio padrão r^* |
|-------------|---------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------|------------------------|
| 'Magali R' | Logístico | 63 | 61 | -0,72 | 0,88 | 2,83 | 1,56 |
| | Monomolecular | 67 | 61 | 0,52 | 0,41 | 1,46 | 0,81 |
| | Gompertz | 64 | 62 | -0,01 | 0,61 | 2,06 | 1,14 |
| 'Elisa' | Logístico | 82 | 79 | 0,16 | 0,47 | 4,22 | 1,59 |
| | Monomolecular | 83 | 79 | 0,77 | 0,34 | 3,33 | 1,21 |
| | Gompertz | 83 | 79 | 0,49 | 0,40 | 2,67 | 0,96 |
| 'Margarita' | Logístico | 55 | 55 | 0,01 | 0,42 | 2,52 | 1,60 |
| | Monomolecular | 55 | 55 | 1,02 | 0,29 | 1,69 | 1,07 |
| | Gompertz | 55 | 55 | 0,80 | 0,35 | 2,01 | 1,28 |

⁽¹⁾ R^2 = coeficiente de determinação

⁽²⁾ R^{*2} = coeficiente de determinação para ajuste entre valores observados e previstos de x (sem transformação)

⁽³⁾ x_0 = coeficiente linear (interseção)

⁽⁴⁾ r^* = coeficiente angular (inclinação)

4.2.2 Comparação entre os híbridos

Tendo-se definido o modelo a ser utilizado, passou-se à comparação dos híbridos. Para isto foram usados os valores estimados da proporção da doença neste modelo (Quadro 10).

Quadro 10 Comparação dos híbridos pelo Modelo Monomolecular, para avaliação da doença, Botucatu, 2001.

| DAI ¹ | Proporção da doença | | |
|------------------|---------------------|---------|-------------|
| | ‘Magali-R’ | ‘Elisa’ | ‘Margarita’ |
| 4 | 0,44 | 0,58 | 0,65 |
| 25 | 0,62 | 0,75 | 0,71 |
| 43 | 0,73 | 0,84 | 0,76 |
| 71 | 0,84 | 0,92 | 0,82 |

¹Dias após a inoculação

A Figura 7 mostra o desempenho dos híbridos não enxertados em relação à evolução da doença.

O híbrido Magali-R, aos 4 dias após a inoculação (DAI) foi o que apresentou menor proporção de doença. No entanto, a partir daí a evolução foi rápida, atingindo aos 71 DAI nível intermediário, quando comparado com os outros híbridos.

O híbrido Margarita, apresentou a maior proporção de plantas doentes na primeira avaliação (4 DAI) no entanto, a doença teve uma evolução mais lenta no decorrer do período avaliado, sendo que aos 71 DAI, foi o híbrido que apresentou o menor índice de plantas doentes.

O híbrido Elisa, teve uma evolução inicial intermediária, mas o desenvolvimento dos sintomas foi rápido, atingindo aos 71 DAI a mais alta proporção de plantas com sintomas, revelando-se como o mais suscetível, quando comparado com ‘Magali-R’ e ‘Margarita’.

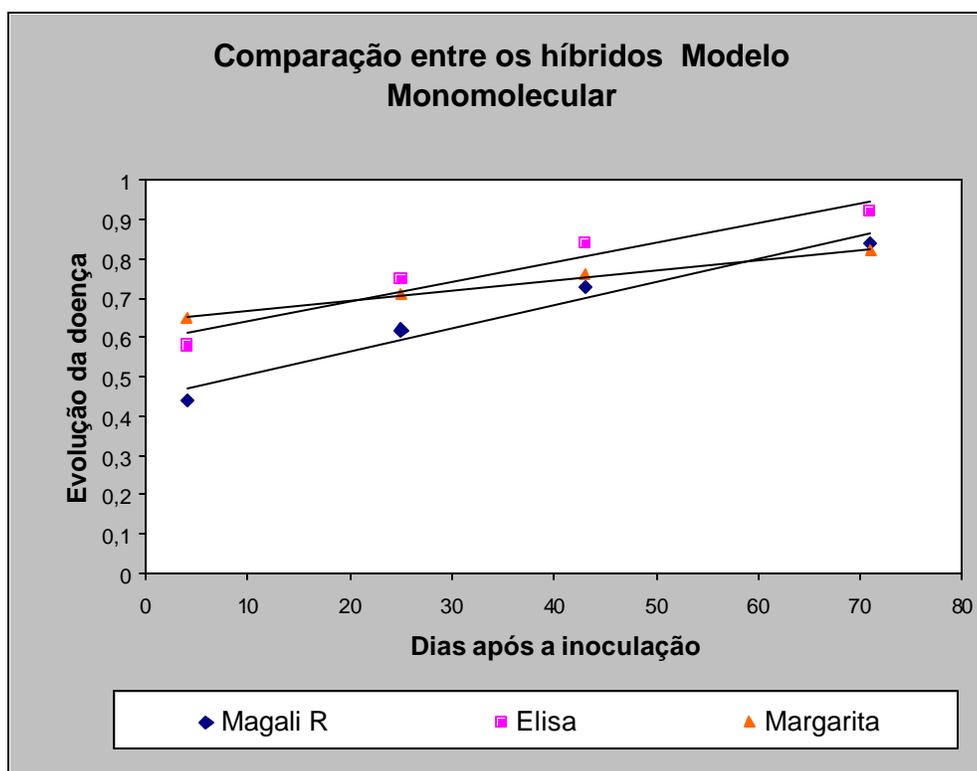


Figura 7 Comparação dos híbridos ‘Magali-R’, ‘Elisa’ e ‘Margarita’ através do Modelo Monomolecular

Conforme observado, até o final das avaliações, os 3 híbridos não apresentaram nenhuma resistência ao patógeno, como era esperado. Apenas diferiram quanto à evolução dos sintomas da doença. De acordo com Hwang & Kim (1995), mudanças nutricionais e metabólicas no tecido do hospedeiro que acontecem com o avanço da idade das plantas, podem ser uma causa de variação na resistência apresentada pelas mesmas. Os autores citados afirmam que a presença de capsidiol aumenta o nível de resistência e que a quantidade desta substância é maior conforme as plantas ficam mais velhas. Os resultados dessa observação sugerem que os híbridos devem diferir com relação a estas composições, o que lhes confere respostas diferenciadas na evolução dos sintomas da doença, nos diferentes períodos de avaliação.

4.3 – Características da planta

4.3.1 – Antese da primeira flor

Uma das formas de se classificar o pimentão em precoce ou tardio é a contagem de dias entre a semeadura e a antese da primeira flor (Tivelli, 1999).

Analisando diferentes plantas de pimentão, Melo (1997) verificou que o florescimento ocorreu no intervalo de 71,5 a 80,2 dias após a semeadura. O híbrido Magali-R foi considerado o mais precoce, tendo florescido aos 71,5 dias após a semeadura.

Neste trabalho, esta avaliação foi realizada na Fase 1, quando as plantas não enxertadas ainda estavam vivas, permitindo a observação.

A finalidade dessas avaliações não foi realizar uma comparação entre os híbridos, visto que cada um deles possui suas características próprias, mas observar o comportamento das plantas enxertadas em relação aos pés francos, que neste momento serviram como testemunhas. Os Quadros 11 e 12 apresentam respectivamente a análise da variância e as médias do tempo gasto em dias da semeadura até a antese da primeira flor.

Quadro 11 Análise da variância da precocidade das plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas. São Manuel/SP, 2000.

| Causa da variação | GL | Quadrados médios |
|-------------------|----|-------------------------|
| | | Antese da primeira flor |
| Blocos | 3 | 6,27 |
| Tratamentos | 5 | 144,87 ** |
| Resíduo | 15 | 5,54 |
| Total | 23 | |
| CV % | | 2,99 |

ns: Não significativo, * Significativo a 5%, ** Significativo a 1%

Pode-se observar que as diferenças de precocidade entre os híbridos foi altamente significativa. Feita a comparação de médias do tempo gasto da semente até a antese da primeira flor, pelo teste de Tukey a 5% (Quadro 12) nota-se que os pés francos foram mais precoces. Dentre eles, 'Elisa' e 'Margarita' não diferiram estatisticamente entre si, enquanto 'Magali-R' se mostrou um pouco mais tardio.

As plantas enxertadas, como era de se esperar, demoraram mais para chegar à antese da primeira flor, conforme mostra o Quadro 12. Este comportamento é previsto tendo em vista o estresse de enxertia que as plantas sofreram. Rachow-Brandt & Kolmann (1992) observaram que somente cinco a sete dias após a enxertia iniciou-se o transporte de assimilados, o que vem atrasar a fase de desenvolvimento vegetativo que deve existir antes do início do florescimento.

Cañizares (1997) trabalhando com plantas de pepino japonês, híbridos Nikkey e Acor, enxertados em híbridos de abóbora Ikky e Tetsukabuto, verificou um desenvolvimento inicial bem maior nas plantas não enxertadas.

Kobori (1999) também observou que, em função da enxertia, nas plantas de pimentão pés francos ocorria uma precocidade de produção. Portanto, os resultados obtidos vêm corroborar estes relatos anteriores.

Quadro 12 Médias do número de dias da sementeira até a antese da primeira flor em pimentão. São Manuel/SP, 2000.

| Tratamentos | Antese da primeira flor | |
|-----------------------|--|----|
| | Dias a partir da sementeira ¹ | |
| 'Magali R' | 73,95 | cd |
| AF-2638 x 'Magali-R' | 84,95 | a |
| AF-2640 x 'Magali-R' | 85,80 | a |
| 'Elisa' | 69,45 | d |
| AF-2638 x 'Elisa' | 82,00 | ab |
| AF-2640 x 'Elisa' | 77,65 | bc |
| 'Margarita' | 70,80 | d |
| AF-2638 x 'Margarita' | 82,20 | ab |
| AF-2640 x 'Margarita' | 81,05 | ab |
| Média | 78,65 | |
| DMS (Tukey 5%) | 5,66 | |

¹ Dados originais (média de 5 plantas em 4 repetições)

² Colunas seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%

As diferenças entre os híbridos enxertados também foram significativas. Nota-se que o híbrido Elisa apresentou diferença significativa com a mudança dos porta-enxertos, sendo mais precoce quando enxertado em AF 2640.

A avaliação do híbrido Magali R revelou que seu comportamento para precocidade não diferiu com a mudança dos porta-enxertos. Dentre as plantas enxertadas, as que chegaram mais tardiamente à antese da primeira flor foram as que tiveram o híbrido Magali-R como enxerto.

Embora a enxertia não afete os fatores genéticos, é possível que a característica de precocidade seja alterada, devido a um alto nível de compatibilidade inicial, que permite um rápido estabelecimento das conexões vasculares, não atrasando o desenvolvimento da planta.

Com os resultados obtidos, como era esperado, pode-se afirmar que as plantas não enxertadas apresentam uma precocidade de florescimento em comparação com as enxertadas, sendo que estas atrasaram em cerca de 12 dias o florescimento (Figura 8).

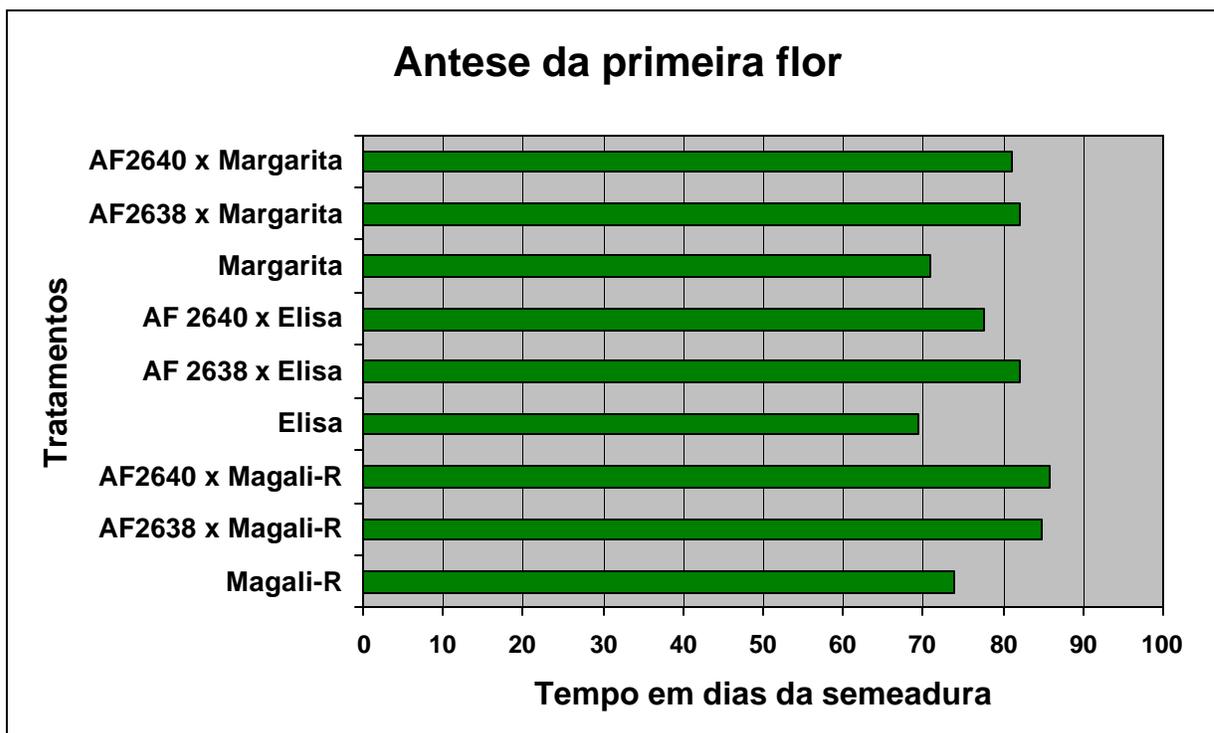


Figura 8 Desempenho das plantas de pimentão com relação ao tempo gasto da semeadura até a antese da primeira flor

4.3.2 – Altura

Conforme apresentado no Quadro 13 a análise da variância da altura das plantas aos 36,56,101,136 e 167 dias após a enxertia (DAE) mostrou diferenças significativas entre os tratamentos em todas as épocas analisadas.

Na avaliação inicial para altura, é importante observar que o arranque no desenvolvimento da planta enxertada é um bom indicativo da compatibilidade. Conforme Gómez (1997) as conexões vasculares se formam tanto mais rapidamente quanto mais depressa se iniciarem as divisões celulares na região da enxertia, possibilitadas pela reação de compatibilidade entre as plantas enxertadas. A partir dessas conexões, se iniciará o transporte de água e nutrientes, permitindo o desenvolvimento da planta.

Quadro 13 Análise da variância da altura das plantas de pimentão aos 36, 56, 101, 136 e 167 dias após a enxertia (DAE). São Manuel/SP, 2000.

| Causa da variação | GL | Quadrados médios das alturas das plantas | | | | |
|-------------------|----|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 36 | 56 | 101 | 136 | 167 |
| Blocos | 3 | 9,08 | 83,20 | 137,59 | 181,27 | 75,14 |
| Tratamentos | 5 | 58,34 ** | 136,92 ** | 461,89 ** | 426,34 ** | 825,58 ** |
| Resíduo | 15 | 4,29 | 8,72 | 33,26 | 66,97 | 103,51 |
| Total | 23 | | | | | |
| CV % | | 7,80 | 5,94 | 8,04 | 11,00 | 10,85 |

ns: Não significativo, * Significativo a 5%, ** Significativo a 1%

Considerando estas diferenças apresentadas entre os tratamentos, foi feita a análise das médias (Quadro 14) que permitiu as seguintes observações:

Quadro 14 Médias das alturas das plantas de pimentão em centímetros¹, aos 36, 56, 101, 136 e 167 dias após a enxertia (DAE). São Manuel/SP, 2000.

| Tratamentos | Altura das plantas em cm ¹ | | | | |
|-----------------------|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | 36 | 56 | 101 | 136 | 167 |
| AF-2638 x 'Magali-R' | 29.830 a ² | 57.913 a | 76.663 a | 89.995 a | 113.745 a |
| AF-2640 x 'Magali-R' | 26.745 ab | 53.663 a | 75.828 a | 83.830 ab | 105.830 ab |
| AF-2638 x 'Elisa' | 19.748 c | 43.245 c | 55.415 c | 65.248 b | 78.750 c |
| AF-2640 x 'Elisa' | 29.205 a | 52.495 ab | 69.413 ab | 73.498 ab | 98.498 abc |
| AF-2638 x 'Margarita' | 23.203 bc | 44.333 c | 53.080 c | 68.083 b | 82.498 bc |
| AF-2640 x 'Margarita' | 26.748 ab | 46.583 bc | 56.498 bc | 65.665 b | 83.163 bc |
| Média | 25,91 | 49,70 | 64,48 | 74,38 | 93,74 |
| DMS (Tukey 5%) | 4,76 | 6,78 | 13,25 | 18,80 | 23,37 |

¹ Dados originais (média de 3 plantas em 4 repetições)

² Colunas seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%

Aos 36 DAE, o híbrido Magali R apresentou maior altura em combinação com o porta-enxerto AF 2638, não diferindo estatisticamente do híbrido Elisa em combinação com AF 2640. Observou-se nesta ocasião que os híbridos Elisa e Margarita apresentaram maiores alturas em combinação com o porta-enxerto AF 2640.

Na avaliação realizada aos 56 DAE, o híbrido Magali R continuou a apresentar um desenvolvimento maior em altura para os dois porta-enxertos utilizados. 'Elisa' e 'Margarita' não diferiram estatisticamente entre si, alcançando menor altura em combinação com AF 2638.

Aos 101 DAE a performance dos tratamentos se manteve a mesma apresentada aos 56 DAE.

Na avaliação dos 136 DAE observou-se que os híbridos Elisa e Margarita não diferiram estatisticamente entre si quando enxertados com o porta-enxerto AF 2638, apresentando menor altura, e o tratamento AF-2638 x 'Magali-R' diferiu dos demais, alcançando maior altura.

Quando da última avaliação, aos 167 DAE, o resultado mostrou que a combinação de 'Elisa' com AF-2638 foi o tratamento que apresentou plantas de menor altura, entretanto, em combinação com o porta-enxerto AF-2640 as plantas alcançaram altura maior que o híbrido Margarita nas duas combinações. A combinação AF-2638 x 'Magali-R' apresentou as plantas de maior porte, e o híbrido Margarita se situou numa posição intermediária, sendo que não apresentou diferença estatística para os porta-enxertos AF-2638 e AF-2640.

Segundo Kobori (1999) os porta-enxertos AF-2638 e AF-2640 quando enxertados com o híbrido Magali R apresentaram altura de plantas semelhantes, diferindo significativamente do híbrido Magali-R pé franco que apresentou maior altura. No presente trabalho, estas combinações diferiram estatisticamente aos 36, 136 e 167 DAE, sendo que nestas avaliações a combinação AF-2638 x 'Magali-R' foi a que alcançou maior altura.

Tivelli (1999) avaliando a altura de seis híbridos de pimentão, dentre eles os híbridos Margarita e Elisa, observou que aos 159 dias após o transplante, o híbrido Margarita desenvolveu plantas mais altas em relação ao híbrido Elisa. Neste trabalho, esta tendência não foi observada, havendo possibilidade portanto dos porta-enxertos terem interferido no desenvolvimento em altura dessas plantas.

Como as plantas não enxertadas morreram após a inoculação de *P. capsici* no solo, não foi possível realizar uma comparação entre elas e as enxertadas, o que teria permitido uma verificação se para as mesmas condições ambientais, mostrariam diferenças significativas para o desenvolvimento em altura. Futuramente, seria interessante que este estudo fosse realizado, a fim de que se tenha este parâmetro comparativo.

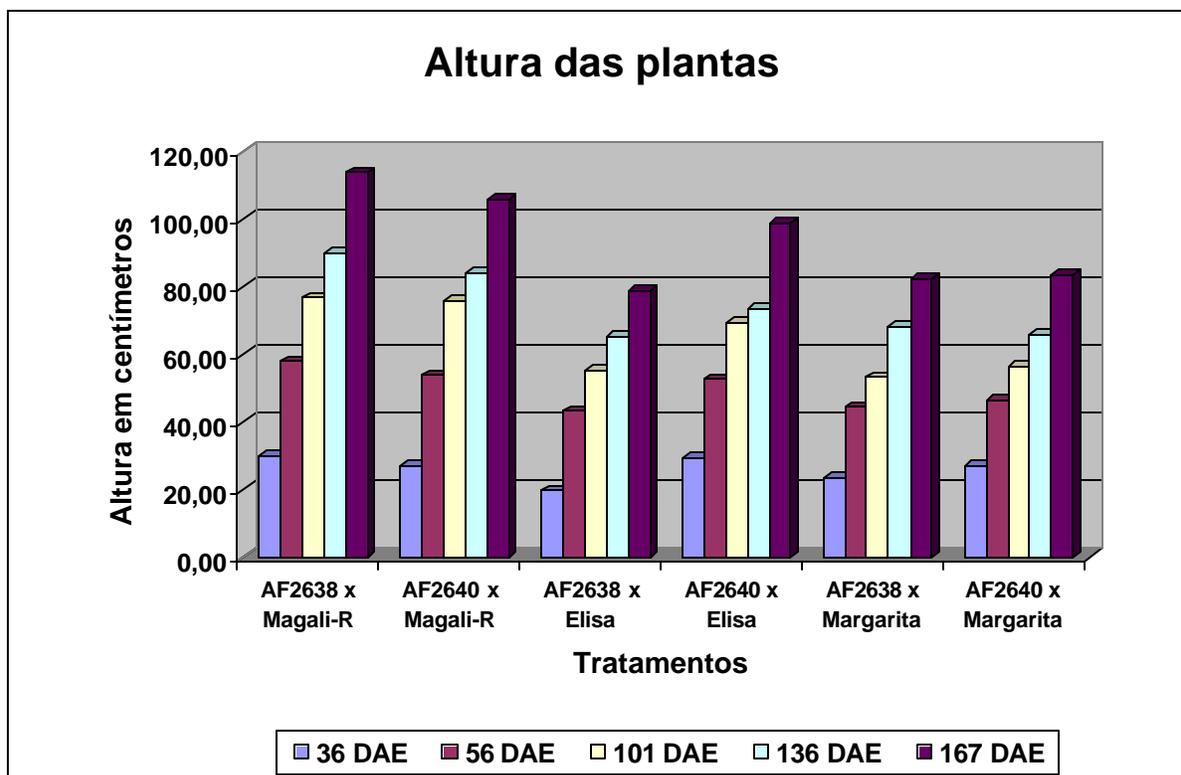


Figura 9 Altura (cm) das plantas de pimentão aos 36, 56, 101, 136 e 167 dias após a enxertia.

Em se tratando da altura das plantas, de acordo com Kobori (1999) os híbridos porta-enxertos que tem a linhagem Serrano Criollo de Morelos (SCM-334) como um dos seus progenitores, que é o caso dos que foram utilizados neste trabalho, apresentaram plantas menores aos 56 DAE, recuperando posteriormente esta diferença, não diferindo dos pés francos aos 167 DAE.

A partir dos resultados obtidos, concluiu-se que as combinações entre os híbridos enxertados e os porta-enxertos mostraram diferenças em todas as fases (Figura 9), o que leva a crer que algumas combinações poderão ser mais favoráveis neste aspecto.

4.3.3 – Diâmetro e massa fresca do caule

O diâmetro do caule foi medido 2,0 cm acima, abaixo e no ponto de enxertia aos 254 DAE, por ocasião do final do experimento. A análise de variância dos diâmetros nestes três pontos encontra-se no Quadro 15.

Quadro 15 Análise da variância dos diâmetros do caule de plantas de pimentão, medidos 2,0 centímetros abaixo, acima e no ponto de enxertia. São Manuel/SP, 2001.

| Causa da variação | GL | Quadrados médios do diâmetro | | |
|-------------------|----|------------------------------|---------|---------|
| | | Abaixo | Ponto | Acima |
| Blocos | 3 | 3,42 | 9,42 | 4,25 |
| Tratamentos | 5 | 1,36 ns | 0,90 ns | 0,57 ns |
| Resíduo | 15 | 0,60 | 0,88 | 0,36 |
| Total | 23 | | | |
| CV % | | 5,36 | 5,90 | 4,42 |

ns: Não significativo, * Significativo a 5%, ** Significativo a 1%

Observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Este parâmetro é muito importante quando se estuda plantas enxertadas, pois diversos autores (Janick, 1966, Fachinello, 1995, Hartmann & Kester, 1995, Gómez, 1997, Oliveira Filho, 1999) referem-se ao aumento do diâmetro do caule na região da enxertia como uma indicação confiável de menor nível de compatibilidade.

Neste trabalho, os diâmetros do caule das plantas enxertadas apresentaram boa uniformidade, sendo que em algumas plantas a cicatriz da enxertia estava bem dissimulada (Figura 10)



Figura 10 Caule de uma das plantas de pimentão enxertado. São Manuel/SP, 2001

Foto: Santos, H.S. 2001

O Quadro 16 mostra as médias dos diâmetros, que podem ilustrar bem o que foi observado.

Quadro 16 Médias dos diâmetros do caule de plantas de pimentão, 2,0 centímetros abaixo, acima e no ponto de enxertia. São Manuel/SP, 2001.

| Tratamentos | Diâmetros em mm ¹ | | |
|-----------------------|------------------------------|-------|-------|
| | Abaixo | Ponto | Acima |
| AF-2638 x 'Magali-R' | 13,57 | 15,70 | 13,43 |
| AF-2640 x 'Magali-R' | 14,52 | 16,48 | 13,53 |
| AF-2638 x 'Elisa' | 15,11 | 15,84 | 13,78 |
| AF-2640 x 'Elisa' | 15,02 | 16,45 | 14,04 |
| AF-2638 x 'Margarita' | 14,09 | 15,22 | 12,97 |
| AF-2640 x 'Margarita' | 14,64 | 15,90 | 13,83 |
| Média | 14,49 | 15,93 | 13,60 |
| DMS (Tukey 5%) | 1,78 | 2,16 | 1,38 |

¹ Dados originais (média de 3 plantas em 4 repetições)

Outra característica avaliada para verificar o nível de compatibilidade de enxertia entre os híbridos estudados foi através da massa fresca do caule, cortados 7,5 cm abaixo e acima do ponto de enxertia, totalizando assim, 15,0 cm de caule.

Os Quadros 17 e 18 apresentam os resultados que foram obtidos nesta avaliação. Estes dados vem indicar que nenhum dos tratamentos apresentou formação de calos de maior volume e peso, confirmando o que foi demonstrado na comparação dos diâmetros do caule.

Kobori (1999) relata que os híbridos que possuíam Serrano Criollo de Morelos-334 (SCM-334) como parental, apresentaram menor diâmetro e peso do caule, sugerindo que este fato poderia afetar a longevidade de colheita e produção destas combinações.

Quadro 17 Análise da variância da massa fresca do caule (g) de plantas de pimentão aos 254 DAE. São Manuel/SP, 2001.

| Causa da variação | GL | Quadrados médios |
|-------------------|----|--------------------------|
| | | Peso fresco do caule (g) |
| Blocos | 3 | 46,49 |
| Tratamentos | 5 | 10,01 ns |
| Resíduo | 15 | 9,69 |
| Total | 23 | |
| CV % | | 11,29 |

ns: Não significativo, * Significativo a 5%, ** Significativo a 1%

Quadro 18 Médias da massa fresca do caule de plantas de pimentão cortado 7,5 centímetros abaixo e acima do ponto de enxertia, obtidas aos 254 DAE. São Manuel/SP, 2001.

| Tratamentos | Peso fresco do caule |
|-----------------------|----------------------|
| | Gramas ¹ |
| AF-2638 x 'Magali-R' | 25,93 |
| AF-2640 x 'Magali-R' | 28,17 |
| AF-2638 x 'Elisa' | 29,01 |
| AF-2640 x 'Elisa' | 28,59 |
| AF-2638 x 'Margarita' | 25,19 |
| AF-2640 x 'Margarita' | 28,47 |
| Média | 27,56 |
| DMS (Tukey 5%) | 7,15 |

¹ Dados originais (média de 3 plantas em 4 repetições)

4.4 Produção e características dos frutos

4.4.1 Número e peso dos frutos totais e comerciáveis

A enxertia é uma prática que certamente interfere no desenvolvimento da planta. Portanto, espera-se que haja reflexo na produção de frutos, o que geralmente acontece.

Cañizares (1997), Cañizares & Goto (1998), Macedo Junior (1998) verificaram que em plantas de pepino enxertadas ocorre um aumento significativo na produção de frutos.

Oliveira Filho (1999) também observou que alguns porta-enxertos promoveram ganhos na produtividade e qualidade dos frutos de tomateiro.

Neste trabalho, não foi possível fazer uma comparação entre plantas enxertadas e não enxertadas, visto que estas foram eliminadas após a inoculação do fungo no solo. Portanto, os resultados de produção foram analisados para verificar a capacidade produtiva das plantas enxertadas e uma possível modificação na qualidade dos frutos devido aos porta-enxertos utilizados. A Figura 11 mostra uma visão parcial da estufa, com as plantas de pimentão

enxertadas em fase produtiva. Na Figura 12 observa-se os frutos provenientes das diferentes combinações.



Foto: Santos, H.S. 2001

Figura 11 Vista parcial da estufa com plantas enxertadas de pimentão em fase produtiva. São Manuel/SP, 2001.



Foto: Santos, H.S. 2001

Figura 12 Frutos de pimentão produzidos pelas plantas enxertadas. Combinação porta-enxerto x enxerto. São Manuel/SP, 2001

No Quadro 19, pode-se observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos para o número de frutos produzidos. No entanto, para peso de frutos comerciáveis nota-se uma diferença a 5% de significância.

Quadro 19 Análise da variância do número de frutos totais (FT), comerciáveis (FC), peso dos frutos totais (PFT) e peso dos frutos comerciáveis (PFC), produzidos por planta de pimentão aos 95, 121, 134, 141, 148, 204, 218, 231, 247 DAE. São Manuel/SP, 2001.

| Causa da variação | GL | Quadrados médios | | | |
|-------------------|----|------------------|---------|-----------|----------|
| | | FT | FC | PFT | PFC |
| Blocos | 3 | 13,16 | 11,55 | 549,06 | 511,09 |
| Tratamentos | 5 | 7,02 ns | 7,09 ns | 589,40 ns | 683,59 * |
| Resíduo | 15 | 9,77 | 6,93 | 237,03 | 205,62 |
| Total | 23 | | | | |
| CV % | | 26,41 | 24,19 | 10,76 | 9,72 |

ns: Não significativo, * Significativo a 5%, ** Significativo a 1%

Quando se compara, através do Quadro 20, a média do peso dos frutos totais e comerciáveis produzidos, observa-se que para os frutos comerciáveis houve uma diferença significativa, sendo que a combinação AF-2640 x 'Elisa' apresentou frutos comerciáveis de maior peso. O híbrido Margarita não apresentou diferença significativa nos peso dos frutos comerciáveis com a variação do porta-enxerto, que foi semelhante à combinação AF-2640 x 'Magali-R'. O tratamento AF-2638 x 'Magali-R' apresentou frutos comerciáveis de menor peso, embora tenha tido maior produção em número de frutos.

Nas Figuras 13 e 14 pode-se verificar que em todas as combinações com o porta-enxerto AF2640 obteve-se frutos comerciáveis de maior peso, mesmo nas que não apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Observa-se que os híbridos Elisa e Margarita, os mais plantados em cultivo protegido, apresentam frutos mais pesados quando comparados com 'Magali-R', conforme o esperado.

Segundo Reifschneider (2000) a maior espessura da polpa, está associada à maior porcentagem de matéria seca, e pode resultar em um menor número de frutos por planta, o que foi observado neste trabalho.

Kobori (1999) avaliando o desempenho dos porta-enxertos AF-2638 e AF-2640 quando enxertados com o híbrido Magali-R, não observou diferença significativa na média do número e peso dos frutos produzidos em 3 colheitas, porém acredita-se que a longevidade de produção pode ser maior em algumas combinações enxertadas.

Quadro 20 Médias do número e peso dos frutos totais e comerciáveis, obtidos por planta de pimentão em nove colheitas (95, 121, 134, 141, 148, 204, 218, 231, 247 DAE) São Manuel/SP, 2001.

| Tratamentos | FT | FC | FT | FC |
|-----------------------|-------------------------------|---------|----------------------------------|-----------|
| | Número de frutos ¹ | | Peso dos frutos (g) ¹ | |
| AF-2638 x 'Magali-R' | 14,25 a | 13,33 a | 123,55 a | 126,42 b |
| AF-2640 x 'Magali-R' | 12,25 a | 11,08 a | 133,41 a | 137,51 ab |
| AF-2638 x 'Elisa' | 10,66 a | 9,83 a | 152,86 a | 156,67 ab |
| AF-2640 x 'Elisa' | 10,91 a | 9,75 a | 152,94 a | 159,76 a |
| AF-2638 x 'Margarita' | 11,07 a | 10,25 a | 144,29 a | 148,99 ab |
| AF-2640 x 'Margarita' | 11,83 a | 11,08 a | 151,29 a | 156,09 ab |
| Média | 11,83 | 10,88 | 143,05 | 147,57 |
| DMS (Tukey 5%) | 7,18 | 6,05 | 35,37 | 32,94 |

¹ Dados originais (média da produção de 3 plantas em 4 repetições e 9 colheitas)

² Colunas seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%

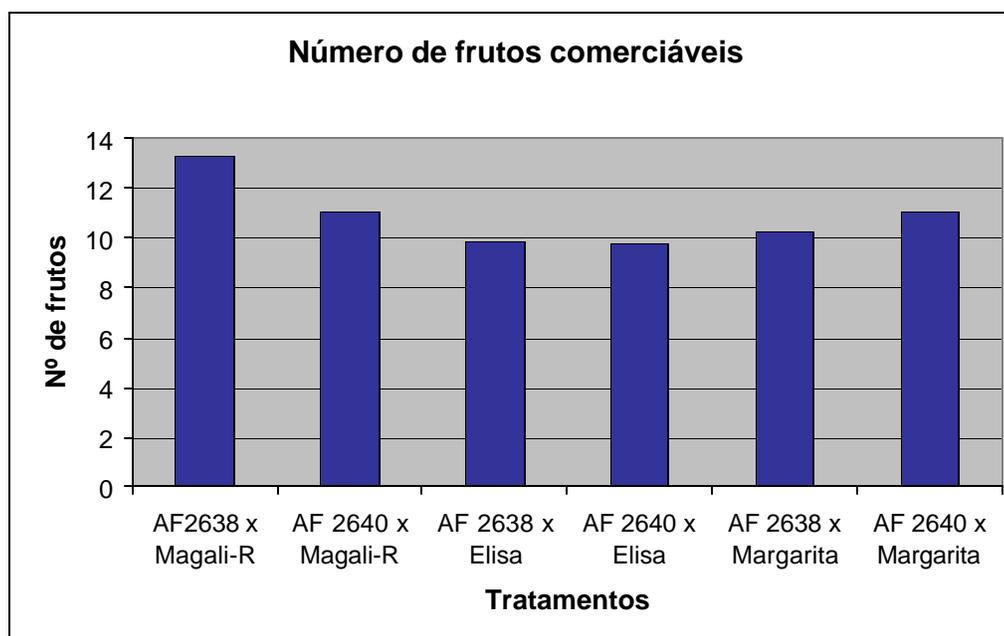


Figura 13 Média do número de frutos comerciáveis produzidos pelas plantas de pimentão enxertadas. São Manuel/SP, 2001

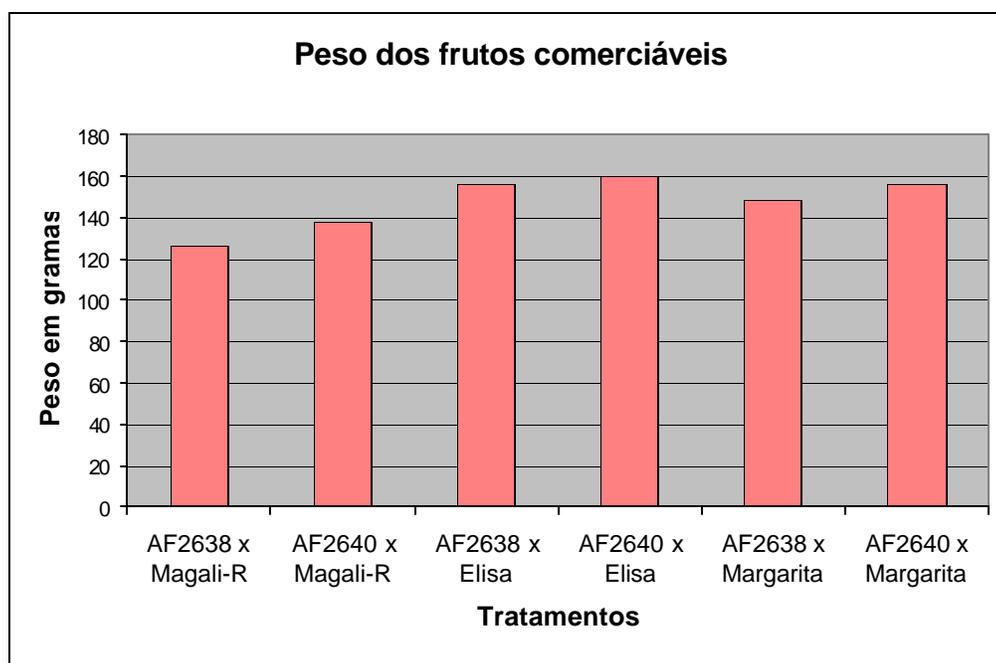


Figura 14 Média do peso dos frutos comerciáveis produzidos pelas plantas de pimentão enxertadas. São Manuel/SP, 2001.

4.4.2 Diâmetro, Comprimento e espessura da parede dos frutos

Conforme apresentado no Quadro 21, a análise da variância do diâmetro, comprimento e espessura da parede dos frutos foi significativa a 1%. Este resultado era esperado, pois cada híbrido possui suas características próprias quanto a formato e dimensões dos frutos (Quadro 7) e estas foram mantidas. Observa-se portanto, que a enxertia não interferiu na qualidade dos frutos produzidos.

Quadro 21 Análise da variância do diâmetro (D), comprimento (CO) e espessura da parede (EP) dos frutos de pimentão produzidos em nove colheitas (95, 121, 134, 141, 148, 204, 218, 231, 247 DAE) São Manuel/SP, 2001.

| Causa da variação | GL | Quadrados médios | | |
|-------------------|----|------------------|---------|---------|
| | | D | CO | EP |
| Blocos | 3 | 0,30 | 0,02 | 0,37 |
| Tratamentos | 5 | 1,29 ** | 4,09 ** | 0,98 ** |
| Resíduo | 15 | 0,13 | 0,65 | 0,14 |
| Total | 23 | | | |
| CV % | | 5,29 | 7,30 | 6,90 |

ns: Não significativo, * Significativo a 5%, ** Significativo a 1%

Na observação das médias do diâmetro, comprimento e espessura da parede dos frutos (Quadro 22) nota-se que o híbrido Magali-R apresentou diferença significativa com a variação do porta-enxerto apenas em relação ao comprimento dos frutos, produzindo frutos maiores em combinação com AF-2638.

O híbrido Elisa também apresentou variação, porém somente relacionada ao comprimento com a mudança do porta-enxerto. Neste caso, apresentou frutos maiores em combinação com AF-2640.

Nota-se que os frutos produzidos pelo híbrido Margarita mostraram diferença significativa relacionada ao diâmetro, sendo que este foi maior em combinação com AF-2640. No caso desse híbrido, o comprimento não sofreu diferença estatística com a variação dos porta-enxertos.

Com relação à espessura da parede dos frutos, pode-se observar que os porta-enxertos não induziram diferenças neste aspecto, e os híbridos mantiveram suas características. Percebe-se que os híbridos que produziram frutos com maior espessura de parede foram Elisa e Margarita, no entanto foram menos produtivos em número de frutos, confirmando a observação de Reifschneider (2000).

Quadro 22 Médias do diâmetro (D), comprimento (CO) e espessura da parede (EP) dos frutos de pimentão obtidos em nove colheitas (95, 121, 134, 141, 148, 204, 218, 231, 247 DAE) São Manuel/SP, 2000.

| Tratamentos | D | CO | EP |
|-----------------------|--------------------------|-----------|-------------------------|
| | centímetros ¹ | | milímetros ¹ |
| AF-2638 x 'Magali-R' | 6,21 b ² | 12,48 a | 4,96 b |
| AF-2640 x 'Magali-R' | 6,02 b | 11,96 ab | 5,01 b |
| AF-2638 x 'Elisa' | 7,35 a | 9,85 c | 6,19 a |
| AF-2640 x 'Elisa' | 7,18 a | 10,18 bc | 5,96 a |
| AF-2638 x 'Margarita' | 6,82 ab | 11,13 abc | 5,42 ab |
| AF-2640 x 'Margarita' | 7,26 a | 10,87 abc | 5,56 ab |
| Média | 6,81 | 11,08 | 5,52 |
| DMS (Tukey 5%) | 0,83 | 1,86 | 0,87 |

¹ Dados originais (somatória da produção de 3 plantas em 4 repetições e 9 colheitas)

² Colunas seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%

4.5 Considerações gerais

- A enxertia em pimentão visando o controle de *P. capsici* é viável sob o ponto de vista técnico, particularmente em cultivo protegido.
- A porcentagem de pegamento da enxertia pelo método utilizado (garfagem fenda simples), em todas as combinações efetuadas foi alta, atingindo-se índice de 93%. O porta-enxerto AF-2638 apresentou uma pequena vantagem em todas as combinações.
- O híbrido Elisa foi o mais suscetível a *P. capsici*, apresentando uma evolução da doença mais rápido do que os híbridos Magali-R e Margarita.
- Os pés francos apresentaram precocidade de florescimento, chegando à antese da primeira flor cerca de 12 dias antes das plantas enxertadas. O híbrido Elisa foi o mais precoce, necessitando de uma média de 69,45 dias entre a semeadura e a antese da primeira flor. O híbrido Margarita foi intermediário, gastando uma média de 70,80 dias, e o híbrido Magali-R, entre os três híbridos avaliados, foi mais tardio, precisando uma média de 73,75 dias para chegar ao florescimento.
- As alturas das plantas apresentaram variações significativas com as mudanças dos porta-enxertos. Nas combinações de Magali-R com os dois porta-enxertos, nota-se que a partir dos 136 DAE até o final das avaliações, o porta-enxerto AF-2638 conferiu maior altura às plantas. O híbrido Elisa apresentou em todas as avaliações diferença em altura com as variações de porta-enxerto, apresentando sempre plantas maiores quando enxertado com AF-2640. O híbrido Margarita mostrou diferenças significativas de altura com os diferentes porta-enxertos até os 101 DAE. A partir daí, as diferenças deixaram de ser significativas, e até o final das avaliações a variação foi de 0,5 a 2,4 cm.
- Com relação ao diâmetro e massa fresca do caule, medidos 2,0 cm abaixo, acima e no ponto de enxertia, e pesado após o corte 7,5 cm acima e abaixo do ponto de enxertia, não se observou nenhuma diferença significativa entre as combinações.
- Não foi feita a comparação de produção entre plantas enxertadas e não enxertadas e sim entre porta-enxertos e híbridos enxertados. O que se observou foi a capacidade produtiva das plantas nas diferentes combinações. O tratamento AF-2638 x Magali-R

alcançou maior número de frutos produzidos, no entanto foram os de menor peso. AF-2640 x 'Elisa' apresentou frutos de maior peso, mas produziu menor número de frutos. 'Margarita' não diferiu estatisticamente com a variação dos porta-enxertos, tanto para peso quanto para número de frutos produzidos, ficando numa posição intermediária quando comparado com 'Magali-R' e 'Elisa'.

5 CONCLUSÕES

Considerando-se as condições experimentais peculiares a este ensaio, de acordo com os resultados obtidos, chegou-se às seguintes conclusões:

- Existe viabilidade técnica de utilização da enxertia em plantas de pimentão conduzidas em ambiente protegido, como alternativa de controle da murcha causada por *Phytophthora capsici*;
- As plantas enxertadas mantiveram-se sem a doença durante todo o período das avaliações, revelando estabilidade de resistência dos porta-enxertos;
- A evolução da doença foi diferenciada em cada híbrido comercial suscetível;
- As plantas enxertadas apresentaram boa capacidade produtiva, que foi observada em 9 colheitas. Os frutos obtidos apresentaram bom aspecto visual, não tendo sido observada interferência dos porta-enxertos conferindo características que viessem a diminuir seu valor comercial.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ALEXOPOULOS, C.J., MIMS, C.W., BLACKWELL, M. *Introductory Mycology*. 4. ed. New York: John Wiley, 1996. 869p.

ANDREWS, P.K., MARQUEZ, C.A. Graft incompatibility. In: JANICK, J. *Horticultural Reviews*, v.15, Purdue University. John Wiley, 1994, p.183-232.

ANSANI, C.V., MATSUOKA, K. Efeito da densidade de zoósporos e idade de mudas de pimentão (*Capsicum annuum*) na infectividade de *Phytophthora capsici*. *Fitopatol. Bras.*, v.8. p. 263-8, 1983a.

*UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Faculdade de Ciências Agronômicas. Normas para a elaboração de dissertações e teses. Botucatu, 1997. 35p.

- ANSANI, C.V., MATSUOKA, K. Infectividade e viabilidade de oósporos de *Phytophthora capsici* no solo. *Fitopatol. Bras.*, v.8, p.137-46, 1983b.
- BERGAMIN FILHO, A. Curvas de progresso da doença. In: BERGAMIN FILHO, A. KIMATI, H. AMORIM L. (Ed). *Manual de fitopatologia*. 3.ed. São Paulo. Agronômica Ceres, 1995, p.602-26.
- CAÑIZARES, K. A. L. *Efeito da enxertia de dois híbridos de pepino (Cucumis sativus) e dois híbridos de abóbora (Cucurbita sp) sob ambiente protegido*. Botucatu, 1997. 73p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- CARVALHO, A.M.S. *Transmissão e sobrevivência de Phytophthora capsici em sementes de pimentão (Capsicum annuum)*. Viçosa, 1982 70p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- CARVALHO, P.C.T. Conceito de Doença. In GALLI, F. (Coord). *Manual de fitopatologia*. 2. ed, São Paulo: Agronômica Ceres, 1978. p52-7.
- CASALI, V.W.D., COUTO, F.A.A. Origem e botânica de *Capsicum*. *Inf. Agropecu.*, v.10, n.113, p.8-10, 1984.
- CASALI, V.W.D., SOUZA,R.J. Cultivares de pimentão e pimenta. *Inf. Agropecu.*, v. 10, n.113, p.14-8, 1984.
- CÉSAR, H. P. *Manual prático do enxertador: e criador de mudas de árvores frutíferas e dos arbustos ornamentais*. 14. ed. São Paulo: Nobel, 1986. 158p.
- COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. Programa paulista para a melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros. Classificação de pimentão. São Paulo, [1998 ?]. (Folheto).

- DELLA VECCHIA, P.T., KOCH, P.S. História e perspectivas da produção de hortaliças em ambiente protegido no Brasil. *Inf. Agropecu.*, v.20, n.200/201, p.5-10, 1999.
- EGEA, C., ALCÁZAR, M.D., CANDELA, M.E. Evaluación de la inducción de resistencia de pimientos a *Phytophthora capsici* mediante el tratamiento com *Trichoderma harzianum*. *Physiol. Plant.*, v. 98, p.737-42, 1996.
- ESPÍNDOLA, C.R., TOSIN, W.A.C., PACCOLA, A.A. Levantamento pedológico da Fazenda Experimental São Manuel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14, 1973, Santa Maria. Anais..., Santa Maria, 1974. p.650-1.
- FACHINELLO, J.C., HOFFMANN, A., NACHTIGAL, J.C., KERSTEN, E., FORTES, G. R. L. *Propagação de plantas frutíferas de clima temperado*. 2. ed. Pelotas: UFPEL, 1995. 178p.
- FILGUEIRA, F.A.R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 2000. 402p.
- FRIEDLANDER, D., ATSMON, D., GALVN, E. The effect of grafting on sex expression in cucumber. *Plant Soil*, v.18, p.1343-50, 1997.
- GERDÉ, A., GERDÉ, N. *Culturas Hortícolas*. 5. ed. Lisboa: Livraria Clássica, s.d. 457p.
- GHINI, R. Solarização do solo. In: GOTO, R. TIVELLI, S.W. (Org.). *Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais*. São Paulo: Editora UNESP, 1998, p.31-52.
- GHINI, R., KIMATI, H. *Resistência de fungos a fungicidas*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000. 78p.

- GÓMEZ, A. M. *Injerto de hortalizas*. Valencia: Generalitat Valenciana, 1997, 88p. (Divulgación técnica, 40).
- GOTO, R. Plasticultura nos trópicos: uma avaliação técnico-econômica. *Hortic. Bras.*, Brasília, v.15, supl. p.163-5, 1997.
- GOTO, R. *Qualidade e produção de frutos de pepino japonês em função dos métodos de enxertia*. Botucatu, 2001. 60p. Tese (Livre docência) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- HARTMANN, H.T., KESTER, D.E. *Propagación de plantas*. 4. ed. México: Editorial Continental, 1995. 760p.
- HOYOS, P.E. Influência de diferentes portainjertos sobre la produccion de pepino corto tipo español, cultivado en invernadero en la zona central española. In: Congresso Argentino, 23, Congresso Latinoamericano, 10, Congresso Iberoamericano de Horticultura, 3, 2000, Mendoza. CD-ROM. 2000.
- HWANG, B. K., KIM, C. H. Phytophthora blight of pepper and its control in Korea. *Plant Dis.*, v.79, p.221 – 7, 1995
- JANICK, J. *A ciência da horticultura*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1966. p.224-329.
- KAWAIDE, T. Utilization of rootstocks in cucurbits production in Japan. *JARQ (Jpn. Agric. Res. Q.)*, v.18, p.284-9, 1985.
- KIM, Y.J., HWANG, B.K. Virulence to Korean pepper cultivar of isolates to *Phytophthora capsici* from different geographic areas. *Plant Dis.*, v.76, p.486-9, 1992.

- KOBORI, R.F. *Controle da Murcha de Fitóftora (*Phytophthora capsici*) em pimentão (*Capsicum annuum*, L.) através da enxertia*. Botucatu, 1999. 138p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- KOBORI, R.F. *Enxertia em tomateiro como um método alternativo de controle da murcha de *Verticillium* e comportamento de introduções à doença*. Botucatu, 1994. 131p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- KRUGNER, T.L. BACCHI, L.M.A. Fungos. In: BERGAMIN FILHO, A. KIMATI, H. AMORIM, L. *Manual de fitopatologia: princípios e conceitos*. 3. ed. Piracicaba: Ceres, 1995. v.1, p.46 - 96.
- KUMAGAIA, P. *Plasticultura na Cooperativa Agrícola de Cotia – Cooperativa Central*. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE PLASTICULTURA, 1, 1989, Jaboticabal, *Anais...* Jaboticabal: FUNEP, 1989. p.53-5.
- KURATA, K. Cultivation of grafted vegetable II. Development of grafting robots in Japan. *Hortscience*, v.29, p.240-4, 1994.
- KUROZAWA, C. Controle integrado de doenças em culturas de importância econômica. *Summa Phytopathol.*, v.21, n.1, p.62-4, 1995.
- LEE, J.M. Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods and benefits. *Hortscience*, v.29, p.235-9, 1994.
- LEONIAN, L.H. Stem and fruit blight of peppers caused by *Phytophthora capsici* sp. nov. *Phytopathology*, v.12, p.401-8, 1922.

- LUZ, E.D.M.N., MATSUOKA, K. *Phytophthora*: fungo, protista ou chromista? In: LUZ, E.D.M.N., SANTOS, A.F., MATSIOKA, K., BEZERRA, J.L. (Ed.). *Doenças causadas por Phytophthora no Brasil*. Campinas: Rural, 2001. p.1-22.
- MACEDO JUNIOR, E.K. *Crescimento e produtividade de pepino (Cucumis sativus L) enxertado, submetido à adubação convencional em cobertura e fertirrigação em cultivo protegido*. Botucatu, 1998. 129p. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- MARQUE, J. M., SOUZA, N.L., KOBORI, R. F. Novo processo de inoculação de *Phytophthora capsici* em pimentão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 32, 1999, Curitiba. *Fitopatol. Bras.*, v.24 (supl.), p.366, 1999.
- MATSUOKA, K., ANSANI, C.V. Doenças fúngicas de pimentão e pimenta. *Inf. Agropecu.*, v.10, n.113, p.45 - 8, 1984.
- MATSUOKA, K. Melhoramento genético de pimentão e pimenta visando resistência a doenças fúngicas. *Inf. Agropecu.*, v.10, n.113, p.49 – 51, 1984.
- MATSUOKA, K., VANETTI, C.A., COSTA, H., PINTO, C.M.F. Doenças causadas por fungos em pimentão e pimenta. *Inf. Agropecu.*, v. 18, n.184, p.64 – 6, 1996.
- MATSUOKA, K., VANETTI, C.A. Murcha ou requeima do pimentão e podridão de fruto de abóbora causados por *Phytophthora capsici* Leonian. In: LUZ, E.D.M.N. SANTOS, A.F. MATSIOKA, K. BEZERRA, J.L. (ED). *Doenças causadas por Phytophthora no Brasil*. Campinas: Rural, 2001. p.509-59.
- MELO, A.M.T. *Análise Genética de caracteres de fruto em híbridos de pimentão*. Piracicaba, 1997. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- MORI, S.H., JUNQUEIRA, A.M., OLIVEIRA, A.T. Diagnóstico da produção de pimentão em condições de cultivo protegido no Núcleo Rural Taquara – Distrito Federal. *Hortic. Bras.*, v.18, supl., p.248-9, 2000.
- NUEZ, F.V. ORTEGA, R.G. GARCIA, J.C. *El cultivo de pimientos, chiles y ajés*. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 607p.
- ODA, M. New grafting methods for fruit bearing vegetables in Japan. *JARQ (Jpn. Agric. Res Q.)*, v.29, p.187-94, 1995.
- ODA, M., NAGAOKA, M., MORI, T., SEI, M. Simultaneous grafting of young tomato plants using grafting plates. *Sci. Hortic. (Amst.)*, v.58, p.259-64, 1994.
- OLIVEIRA FILHO, A.C. *Enxertia dos híbridos de tomateiros Carmem e Momotaro em quatro porta-enxertos, visando produtividade e qualidade dos frutos*. Botucatu, 1999. 63p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- PARRA, G., RISTAINO J. Insensitivity to Ridomil Gold (Mefenoxam) found among field isolates of *Phytophthora capsici* causing Phytophthora blight on bell pepper in North Carolina and New Jersey. *Plant Dis.*, v. 82, p.711, 1998.
- PEREIRA, A.A., ZAMBOLIM, L., SIQUEIRA, J.O. Melhoramento visando à resistência a doenças. *Inf. Agropecu.*, v.11, n.122, p. 82 – 91, 1985.
- RACHOW-BRANDT, G. KOLLMANN, R. Studies on graft unions. IV. Assimilate transport and sieve element restitution in homo and heterografts. *J. Plant Physiol.*, v.139, p.579-583, 1992.

- RÊGO, A. M., REIFSCHNEIDER, F. J. B. Levantamento de grupos de compatibilidade de isolados de *Phytophthora capsici* Leonian, obtidos de abóbora (*Cucurbita máxima* Duch x *Cucurbita moschata* Duch), pimenta (*Capsicum annuum* L.) e pimentão (*Capsicum annuum* L.). *Fitopatol. Bras.*, v.7, p.55-61, 1982.
- REIFSCHNEIDER, F.J.B., CAFÉ-FILHO, A.C., RÊGO, A.M. Comparasion of *Phytophthora capsici* inoculation techniques in sweet pepper. *Biol. And Cult. Tests*, v.1, p.12, 1986a.
- REIFSCHNEIDER, F.J.B., CAFÉ-FILHO, A.C., RÊGO, A.M. Factors affecting expression of resistance in pepper (*Capsicum annuum*) to blight caused by *Phytophthora capsici* in screening trials. *Plant Pathol* (Lond.), v.35, p. 451-6. 1986b.
- REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Org.). *Capsicum, pimentas e pimentões no Brasil*. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2000. 113p.
- RISTAINO, J.B., HORD, M.J., GUMPERTZ, M.L. Population densities of *Phytophthora capsici* in field soil in relation to drip irrigation, rainfall and disease incidence. *Plant. Dis.*, v. 76, p.1017-24, 1992.
- ROE, N.E., STOFELLA, P.J., BRYAN, H.H. Growth and yields of bell pepper and winter squash grown with organic and living mulches. *J. Am. Hortic. Sci.*, v.119, p.1193-9, 1994.
- SILVA, C. *Herança da resistência à murcha de Phytophthora em pimentão na fase juvenil*. Piracicaba, 1992, 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

- SIVIERO, R., GALLERANI, M. *La coltivazione de peperone*. Verona: L'Informatore Agrario, 1992. 217p.
- SOUZA, R.J., CASALI, V.W.D. Cultivares de pimentão e pimenta. *Inf. Agropecu.*, v.10, n.113, p.14-5, 1984.
- SOUZA, S. M. C., ZAMBOLIM, L. Controle Químico. *Inf. Agropecu.*, v.11, n.122, p. 63 - 9, 1985.
- TANAKA, M.A.S. Doenças causadas por fungos. *Inf. Agropecu.*, v.11, n.122, p.92-5, 1985.
- TIVELLI, S.W. A cultura de pimentão. In: GOTO, R. TIVELLI, S.W. (Org.). *Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais*. São Paulo: Editora UNESP, 1998a. p.225-6.
- TIVELLI, S.W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. In: GOTO, R., TIVELLI, S.W. (Org.). *Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais*. São Paulo: Editora UNESP, 1998b. p.25-30.
- TIVELLI, S.W., GOTO, R., STRIPARI, P.C., IOZI, R.N., CAÑIZARES, K.A.L. Novas formas e cores ampliam o mercado. *Agriannual 97*, Anu. Estat. Agric. Bras. p.346 –50, 1996.
- TIVELLI, S.W. *Sistemas de cultivo na cultura do pimentão (Capsicum annuum L.) vermelho em ambiente protegido*. Botucatu, 1999. 157p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

VIDA, J.B., KUROSZAWA, C., ESTRADA, K.R.F.S. SANTOS, H.S. Manejo fitossanitário em cultivo protegido. In: GOTO, R., TIVELLI, S.W. (Org.). *Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais*. São Paulo: Editora UNESP, 1998. p.58-104.

YAMAKAWA, K. Use of rootstocks in solanaceous fruit vegetable production in Japan. *JARQ (Jpn. Agric. Res. Q.)*, v.15, n.3, p.175-9, 1982.

ZAMBOLIM, L., VALE, F.X.R., COSTA, H. *Controle integrado de doenças de hortaliças*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 122p.

ZAMBOLIM, L., COSTA, H., LOPES, C.A., VALE, F.X.R. Doenças de hortaliças em cultivo protegido. *Inf. Agropecu.*, v.20, n.200/201, p.114-25, 1999.

APÊNDICE

APÊNDICE 1

Valores de logito, monito e gompito de x para os tratamentos Magali R, Elisa e Margarita pés francos

| | DAI | Proporção de plantas doentes | Logito de x ($\ln x/1-x$) | Monito de x ($\ln 1/1-x$) | Gompito de x ($-\ln(-\ln(x))$) |
|----------------|-----|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Magali R | 4 | 0,2 | -1,386 | 0,223 | -0,470 |
| | 25 | 0,75 | 1,098 | 1,386 | 1,272 |
| | 43 | 0,8 | 1,386 | 1,609 | 1,514 |
| | 71 | 0,8 | 1,386 | 1,609 | 1,514 |
| Xo (a) | | | -0,725 | 0,521 | -0,011 |
| r (b) | | | 0,037 | 0,019 | 0,027 |
| R ² | | | 0,63 | 0,67 | 0,64 |

| | DAI | Proporção de plantas doentes | Logito de x ($\ln x/1-x$) | Monito de x ($\ln 1/1-x$) | Gompito de x ($-\ln(-\ln(x))$) |
|----------------|-----|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Elisa | 4 | 0,5 | 0 | 0,693 | 0,371 |
| | 25 | 0,75 | 1,098 | 1,386 | 1,272 |
| | 43 | 0,9 | 2,197 | 2,302 | 2,302 |
| | 71 | 0,9 | 2,197 | 2,302 | 2,302 |
| Xo (a) | | | 0,167 | 0,770 | 0,491 |
| r (b) | | | 0,033 | 0,025 | 0,029 |
| R ² | | | 0,82 | 0,83 | 0,83 |

| | DAI | Proporção de plantas doentes | Logito de x ($\ln x/1-x$) | Monito de x ($\ln 1/1-x$) | Gompito de x ($-\ln(-\ln(x))$) |
|----------------|-----|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Margarita | 4 | 0,55 | 0,200 | 0,798 | 0,527 |
| | 25 | 0,8 | 1,386 | 1,609 | 1,514 |
| | 43 | 0,8 | 1,386 | 1,609 | 1,514 |
| | 71 | 0,8 | 1,386 | 1,609 | 1,514 |
| Xo (a) | | | 0,533 | 1,026 | 0,804 |
| r (b) | | | 0,015 | 0,010 | 0,012 |
| R ² | | | 0,55 | 0,55 | 0,55 |

APÊNDICE 2

Valores observados e valores estimados nos Modelos Logístico, Monomolecular e de Gompertz

| Tratamentos | Tempo | Valores observados | Valores estimados ($y = a + bx$) | | |
|-----------------------|-------|--------------------|------------------------------------|---------------|-------------|
| | | | Logístico | Monomolecular | Gompertz |
| Magali R | 4 | 0,2 | -0,58 | 0,59 | 0,09 |
| | 25 | 0,75 | 0,20 | 0,99 | 0,66 |
| | 43 | 0,8 | 0,87 | 1,34 | 1,15 |
| | 71 | 0,8 | 1,90 | 1,87 | 1,90 |
| R*² | | | 0,61 | 0,61 | 0,62 |
| Elisa | 4 | 0,5 | 0,29 | 0,87 | 0,57 |
| | 25 | 0,75 | 0,98 | 1,39 | 0,99 |
| | 43 | 0,9 | 1,58 | 1,84 | 1,35 |
| | 71 | 0,9 | 2,50 | 2,54 | 1,91 |
| R*² | | | 0,79 | 0,79 | 0,79 |
| Margarita | 4 | 0,55 | 0,59 | 1,06 | 0,85 |
| | 25 | 0,8 | 0,8 | 1,27 | 1,10 |
| | 43 | 0,8 | 0,8 | 1,45 | 1,31 |
| | 71 | 0,8 | 0,8 | 1,73 | 1,65 |
| R*² | | | 0,55 | 0,55 | 0,55 |

APÊNDICE 3

Proporção da doença em valores estimados nos Modelos Logístico, Monomolecular e de Gompertz

| Tratamentos | Tempo | Valores observados | Proporção da doença | | |
|-------------|-------|--------------------|---------------------|---------------|----------|
| | | | Logístico | Monomolecular | Gompertz |
| Magali R | 4 | 0,20 | 0,35 | 0,44 | 0,40 |
| | 25 | 0,75 | 0,54 | 0,62 | 0,59 |
| | 43 | 0,80 | 0,68 | 0,73 | 0,72 |
| | 71 | 0,80 | 0,86 | 0,84 | 0,86 |
| Elisa | 4 | 0,50 | 0,25 | 0,58 | 0,56 |
| | 25 | 0,75 | 0,62 | 0,75 | 0,69 |
| | 43 | 0,90 | 0,79 | 0,84 | 0,78 |
| | 71 | 0,90 | 0,91 | 0,92 | 0,86 |
| Margarita | 4 | 0,55 | 0,44 | 0,65 | 0,65 |
| | 25 | 0,80 | 0,59 | 0,71 | 0,71 |
| | 43 | 0,80 | 0,68 | 0,76 | 0,76 |
| | 71 | 0,80 | 0,79 | 0,82 | 0,83 |

APÊNDICE 4

Resíduo Padrão (x observado – x previsto X t)

| Modelo Logístico | | | |
|-----------------------------|----------|-------|-----------|
| tempo | Magali R | Elisa | Margarita |
| 4 | -0,15 | 0,25 | 0,11 |
| 25 | 0,21 | 0,13 | 0,21 |
| 43 | 0,12 | 0,11 | 0,12 |
| 71 | -0,06 | -0,01 | 0,01 |
| Modelo Monomolecular | | | |
| | Magali R | Elisa | Margarita |
| 4 | -0,24 | -0,08 | -0,10 |
| 25 | 0,13 | 0,00 | 0,09 |
| 43 | 0,07 | 0,06 | 0,04 |
| 71 | -0,04 | -0,02 | -0,02 |
| Modelo de Gompertz | | | |
| | Magali R | Elisa | Margarita |
| 4 | -0,20 | -0,06 | -0,10 |
| 25 | 0,16 | 0,06 | 0,09 |
| 43 | 0,08 | 0,12 | 0,04 |
| 71 | -0,06 | 0,04 | -0,03 |