

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CÂMPUS DE BOTUCATU

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DA ENXERTIA EM PLANTAS DE
PEPINO**

DOUGLAS SEIJUM KOHATSU

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas - FCA, Câmpus de Botucatu, UNESP, como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia (Horticultura).

Outubro 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CÂMPUS DE BOTUCATU

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DA ENXERTIA EM PLANTAS
DE PEPINO**

DOUGLAS SEIJUM KOHATSU

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Elizabeth Orika Ono

Co-Orientadora: Prof^ª Dr^ª Romy Goto

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas - FCA, Câmpus de
Botucatu, UNESP, como requisito para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Horticultura).

Outubro 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO -
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA

- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

K75a Kohatsu, Douglas Seijum, 1976-
Aspectos fisiológicos e bioquímicos da enxertia em plantas de pepino /
Douglas Seijum Kohatsu. - Botucatu: [s.n.], 2010.
vi, 61 f. : gráfs. color., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2010
Orientador: Elizabeth Orika Ono
Co-orientador: Rummy Goto
Inclui bibliografia.

1. *Cucumis sativus*. 2. Enzimas antioxidantes. 3. Enxertia. 4. Lignificação. 5. Porta enxerto. I. Ono, Elizabeth Orika. II. Goto, Rummy. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "ASPECTOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DA ENXERTIA EM
PLANTAS DE PEPINO"

ALUNO: DOUGLAS SELJUM KOHATSU

ORIENTADORA: PROFA. DRA. ELIZABETH ORIKA ONO
CO-ORIENTADORA: PROFA. DRA. RUMY GOTO

Aprovado pela Comissão Examinadora


PROFA. DRA. ELIZABETH ORIKA ONO


PROF. DR. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES


PROFA. DRA. CARMEN SILVIA FERNANDES BOARO


PROF. DR. MARCOS ANTONIO BACARIN


PROF. DR. ROBERTO BOTELHO FERRAZ BRANCO

Data da Realização: 11 de novembro 2010.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1 Origem do pepino e características da cultura	6
2.2 Aspectos da enxertia	8
2.3 Compatibilidade de enxertos e porta enxertos	13
2.4 Aspectos bioquímicos da enxertia	15
2.5 Hormônios vegetais no processo da enxertia	17
2.6 Enxertia e fisiologia do estresse	18
2.7 Expressão gênica no processo da enxertia.....	20
2.8 Qualidade pós-colheita de frutos de plantas enxertadas	21
3.1 Localização dos experimentos	24
3.2 Estufas e canteiros	25
3.3 Correção e adubação do solo.....	25
3.4 Material vegetal utilizado.....	26
3.5 Semeadura e enxertia	26
3.6 Experimento 1: Aspectos bioquímicos do processo de enxertia	27
3.7 Experimento 2: Crescimento e enzimas antioxidantes.....	29
3.8 Experimento 3: Aspectos de produção e qualidade dos frutos	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Experimento 1	33
4.2 Experimento 2	38
4.3 Experimento 3	47
6 CONCLUSÕES.....	54

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química do solo utilizado no experimento, proveniente da camada de 0,0 a 0,2 m, realizada no laboratório de nutrição mineral da FCA/UNESP, Botucatu, SP.....	25
Tabela 2. Análise de micronutrientes do solo utilizado no experimento, proveniente da camada de 0,0 a 0,2 m, realizada no laboratório de nutrição mineral da FCA/ UNESP, Botucatu, SP.....	25
Tabela 3. Atividade da enzima peroxidase de amostras retiradas de plantas não enxertadas de pepino ‘Tsuyoi’, abóbora ‘Shelper’, abóbora ‘Seca’ e de plantas enxertadas em amostras retiradas de 3 regiões distintas do caule, aos 1, 4, 7, 10 e 13 dias após a enxertia ($\text{nmol de H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1} \mu\text{g de proteína}^{-1}$).....	34
Tabela 4. Atividade da enzima polifenoloxidase de amostras retiradas de plantas não enxertadas de pepino ‘Tsuyoi’, abóbora ‘Shelper’, abóbora ‘Seca’ e de plantas enxertadas em amostras retiradas de 3 regiões distintas do caule, aos 1, 4, 7, 10 e 13 dias após a enxertia ($\text{nmol de purpurogalina min}^{-1} \mu\text{g de proteína}^{-1}$).....	37
Tabela 5. Atividade da enzima superóxido dismutase (Unidade por mg de proteína.) em folhas de pepineiro ‘Tsuyoi’ pé franco, enxertado em abóbora ‘Shelper’ e abóbora ‘Seca’ aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplântio. São Manuel-SP, 2010.....	39
Tabela 6. Atividade da enzima catalase ($\text{nmol de H}_2\text{O}_2 \text{ consumido min}^{-1} \text{mg prot}^{-1}$) em folhas de pepineiro ‘Tsuyoi’ pé franco, enxertado em abóbora ‘Shelper’ e abóbora ‘Seca’ aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplântio. São Manuel-SP, 2010.....	41
Tabela 7. Atividade da enzima peroxidase ($\text{nmol de H}_2\text{O}_2 \text{ consumido min}^{-1} \text{mg prot}^{-1}$) em folhas pepineiro ‘Tsuyoi’ não enxertado, enxertado em abóbora ‘Shelper’ e abóbora ‘Seca’ aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplântio. São Manuel-SP, 2010.....	42
Tabela 8. Área foliar média ($\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$), número de folhas médio por planta e altura média das plantas (cm planta^{-1}) de pepineiro ‘Tsuyoi’ enxertados em abóbora ‘Shelper’ ou ‘Seca’ e não enxertadas, determinado aos 30 dias após o transplântio. São Manuel, SP. 2010.....	45
Tabela 9. Massa seca média de folhas (g) e caule (g) das plantas de pepineiro ‘Tsuyoi’ enxertados em abóbora ‘Shelper’ ou ‘Seca’ e não enxertadas, determinado aos 30 dias após o transplântio. São Manuel, SP. 2010.....	45
Tabela 10. Número médio de frutos comercializáveis ($\text{frutos planta}^{-1}$), produtividade (kg planta^{-1}) e porcentagem de frutos não comercializáveis de plantas de pepino ‘Tsuyoi’ enxertadas em abóboras ‘Shelper’ ou ‘Seca’ e de plantas não enxertadas. São Manuel, 2010.....	47

Tabela 11. Qualidade pós-colheita de frutos de pepino ‘Tsuyoi’ pé franco, enxertados em abóbora ‘Shelper’ e abóbora ‘Seca’ logo após a colheita. Botucatu, 2010.....	51
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Produção de frutos em gramas por planta de pepino ‘Tsuyoi’ enxertado em abóboras ‘Shelper’ e ‘Seca’ durante 8 semanas após o início da produção. São Manuel, SP. 2010.....	49
---	----

ASPECTOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DA ENXERTIA EM PLANTAS DE

PEPINO. Botucatu, 2011. 61p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: DOUGLAS SEIJUM KOHATSU

Orientadora: ELIZABETH ORIKA ONO

Co-orientadora: RUMY GOTO

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar se o cultivo de pepineiro em porta enxertos recomendado e não recomendado para a cultura poderiam diferenciar-se entre si em relação aos processos bioquímicos de lignificação, conferindo assim, mudanças na atividade de enzimas marcadoras de estresse, crescimento, produtividade e qualidade dos frutos em relação ao cultivo de pepineiro não enxertado. Para alcançar os objetivos propostos, o trabalho foi dividido em três experimentos: no primeiro experimento foi avaliada a atividade enzimática durante o pegamento da enxertia. Já no segundo, foi estudado o efeito dos porta enxertos no crescimento das plantas e na atividade das enzimas antioxidantes durante o desenvolvimento. E no terceiro foi estudado o efeito dos porta enxertos na produtividade, número de frutos comercializáveis e qualidade de frutos. Durante o pegamento da enxertia observou-se que as partes inferiores e superiores à região da enxertia mantiveram atividade semelhante às plantas não enxertadas, exceto para a parte inferior à enxertia no híbrido Shelper, o qual apresentou aumento similar à região da enxertia. O porta enxerto ‘Shelper’ proporcionou maior crescimento e menor estresse às plantas, conforme a análise das enzimas antioxidantes, assim como maior produtividade, maior número de frutos comercializáveis, além de influenciar na coloração e brilho dos mesmos. Concluí-se que há diferença na atividade enzimática dos porta enxertos estudados e que o porta enxerto recomendado (‘Shelper’) proporcionou menor estresse às plantas durante o ciclo da cultura e, consequentemente, maior produtividade.

Palavras chave: lignificação, enzimas antioxidantes, porta enxerto, *Cucumis sativus*.

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL ASPECTS OF GRAFTING IN CUCUMBER PLANTS.

Botucatu, 2011. 61p. Tese (Doutorado em-Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: DOUGLAS SEIJUM KOHATSU

Adviser: ELIZABETH ORIKA ONO

Co-adviser: RUMY GOTO

SUMMARY

This study aimed to evaluate whether the cultivation of cucumber in rootstocks recommended and not recommended for cucumber could differentiate between them in relation to the biochemical processes of lignification, giving thus, changes in the antioxidant enzymes, growth, productivity and fruit quality in relation to the cultivation of cucumber ungrafted. To achieve the proposed objectives, the work was divided in three experiments. In the first experiment, were evaluated biochemical characteristics during grafting. In the second, were studied the rootstock effect on plant growth and antioxidant enzymes activity during development. And in the third, were studied the rootstock effect on yield, commercial fruit number and fruit quality. During tissue union, was observed that enzyme activity below and above the grafting site remained similar to non-grafted plants, except above grafting site in Shelper hybrid, which was similar to the grafted site. The rootstock 'Shelper' provided greater growth and less stress to the plants, considering the antioxidant enzymes analysis, higher productivity, higher commercial fruits number, and even changed fruit color and brightness. According to the results, it was concluded that occurred difference in enzyme activity of the studied rootstocks and the recommended rootstock ('Shelper') provided the lowest stress to plants during the crop cycle and hence greater productivity.

Keywords: lignification, antioxidant enzymes, rootstock, *Cucumis sativus*.

1 INTRODUÇÃO

Muitas cucurbitáceas tem apresentado incremento na produção e, conseqüentemente, no volume comercializado, com grande representatividade no total de hortaliças comercializadas na CEAGESP. Dentre as espécies que compõe essa família, o pepineiro (*Cucumis sativus* L.) tem crescido em importância nos últimos anos, colocando-se entre as hortaliças mais cultivadas no Brasil, principalmente, por apresentar um fruto de fácil preparo na culinária e rico em zinco com propriedades voltadas ao tratamento de pele (DA HORA, 2006).

No ano de 2005, somente na CEAGESP de São Paulo, foram comercializadas 44.403 toneladas, volume maior que nos últimos 3 anos anteriores, sendo mais da metade deste volume do pepino denominado Aodai (AGRIANUAL, 2007). De acordo com o Agrianual (2009), o volume comercializado na CEAGESP/SP em 2008 ficou praticamente inalterado e igual a 43.348 toneladas.

Por ser uma planta de origem subtropical apresenta sensibilidade a baixas temperaturas e esta característica sugere a utilização de ambientes protegidos no seu processo produtivo, principalmente, para pequenos e médios produtores que são favorecidos pelo cultivo intensivo, alta produtividade e possibilidade de produzir em épocas que, normalmente, seriam impróprias para o seu cultivo (DA HORA, 2006).

No Brasil, alguns produtores de hortaliças tem cultivado intensivamente o pepineiro em ambientes protegidos desde a década de 80. Essa prática apesar de ter contribuído para o aumento da produtividade e qualidade, trouxe problemas

relacionados à incidência de doenças ocasionadas por fungos de solo e infestação de nematóides, bem como maiores níveis de salinidade do solo, impraticáveis para algumas culturas, levando os produtores a recorrerem a novos sistemas de produção, adotando, em alguns casos, a enxertia sobre materiais resistentes como solução a curto prazo (DA HORA, 2006). Devido a problemas com patógenos de solo os produtores passaram a adotar a enxertia como método de controle. Atualmente, grande parte da área com pepino japonês em ambiente protegido já é cultivada com pepino enxertado em abóbora (CARDOSO, 2010).

Esta técnica está sendo amplamente expandida e a utilização de porta enxerto pode melhorar a produtividade pela vigorosa capacidade de absorção de nutrientes do solo, prevenção de infecção por patógenos do solo, tolerância a baixas temperaturas do solo, salinidade e solos encharcados (MARTÍNEZ-BALESTA et al., 2010).

Além disso, na cultura da macieira pode atrasar o amadurecimento dos frutos, aumentar o tamanho e o conteúdo de cálcio nos frutos (AUTIO, 1991), aumentar a produtividade na cultura da mangueira (SMITH et al., 2003), no cultivo da pimenta pode aumentar o conteúdo de açúcar e diminuir a pungência (TALLER et al., 1999) e, ainda, no pepineiro aumentar a firmeza da polpa dos frutos (LEE et al., 1999).

Contudo, no cafeeiro, quando ocorre incompatibilidade ou transferência de características indesejáveis, a enxertia pode reduzir o aroma e tamanho dos frutos de café (BERTRAND; ETIENNE, 2001), na berinjela reduz o conteúdo de vitamina C e firmeza do fruto, além de influenciar nas características sensoriais (ARVANITOYANNIS et al., 2005).

Geralmente, a determinação da incompatibilidade entre enxerto e porta enxerto em plantas pode demandar tempo de pesquisa. A atividade enzimática durante o processo de lignificação e conexão dos vasos condutores poderia ser a principal causa da incompatibilidade. Assim, o conhecimento deste processo poderia diminuir o tempo de experimentação à campo para encontrar porta enxertos ideais.

Existem ainda enzimas antioxidantes que, durante o ciclo da cultura do pepineiro poderiam marcar o nível de estresse em plantas que estão em condições adversas ou mesmo em diferentes estádios de desenvolvimento.

A enxertia é um processo de extrema importância em cucurbitáceas, porém, pouco se conhece sobre sua influência na qualidade dos frutos de pepino, podendo

alterar a qualidade dos mesmos. A qualidade dos frutos de pepino determina o preço de comercialização durante o decorrer do ano, já que, a diferença de preço em função da qualidade fica acima de 50% durante o ano todo (AGRIANUAL, 2007).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar se o cultivo de pepineiro em porta enxertos recomendado e não recomendado para a cultura poderiam diferenciar-se entre si em relação aos processos bioquímicos de lignificação, conferindo assim, mudanças na atividade de enzimas marcadoras de estresse, crescimento, produtividade e qualidade dos frutos em relação ao cultivo de pepineiro não enxertado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem do pepino e características da cultura

Originário da Ásia, o pepineiro (*Cucumis sativus* L.) tem sido cultivado na Índia há mais de 3000 anos e na China há mais de 2000 anos (ROBINSON; DECKER-WALTERS, 1999), colocando o continente em posição de destaque, como a maior região produtora de pepino do mundo, detendo cerca de 73% da produção mundial, sendo a China, individualmente, responsável por 42% desse valor (FONTES; PUIATTI, 2005).

A família das cucurbitáceas consiste em duas subfamílias bem definidas, 8 tribos, cerca de 118 gêneros e 825 espécies (JEFFREY, 1990). As quatro maiores culturas desta família são melancia, pepino, melão e abóbora. Essas plantas são sensíveis ao frio e são encontradas em regiões subtropicais e tropicais (ROBINSON; DECKER-WALTERS, 1999).

Entre as inúmeras espécies cultivadas na América Latina destacam-se como as de maior importância econômica a melancia (*Citrullus lanatus* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), maxixe (*C. anguria*), melão (*C. melo*), moranga (*Cucurbita maxima*), abóbora rasteira (*C. moschata*), abobrinha (*C. pepo*), chuchu (*Sechium edule*) e, ainda, a cuia ou porongo (*Lagenaria siceraria*) e a bucha (*Luffa cylindrica*) classificadas como espécies de menor importância econômica (QUEIROZ, 1993; STADNIK et al., 2001).

A principal utilização do pepino é na alimentação, porém, hoje é ainda utilizado em alguns produtos de saúde e beleza, incluindo perfumes, loções, sopas e shampoos

(ROBINSON; DECKER-WALTERS, 1999). Nutricionalmente, 100 gramas de pepino possui 95% de umidade, 15 kcal, 0,9 g de proteína, 0,1 g de gordura, 3,4 g de carboidratos, 25 mg de Ca, 27 mg de P, 6 mg de Na, 12 mg de Mg, 160 mg de K, 1,1 mg de Fe, 0,12 mg de Zn, 0,01 mg de Cu, 250 UI de vitamina A, 11 mg de vitamina C, 0,04 mg de vitamina B6, 0,04 mg de tiamina e 0,04 mg de riboflavina (ENSMINGER et al., 1983).

A planta é herbácea com caule anguloso de 3,0 m de comprimento, provido de gavinhas. As folhas são grandes, alternadas e cordiformes, tri ou penta lobadas e ásperas. O sistema radicial é axilar (30 cm de profundidade), com 95% localizando-se na camada superficial do solo (FONTES; LIMA, 1992).

Com relação à expressão sexual, a planta é monóica, com flores masculinas e femininas de polinização cruzada. Embora o caráter monóico seja predominante, também existem muitos cultivares ginóicos (com tendência à partenocarpia), os quais são recomendados para o cultivo em ambiente protegido, devido à dificuldade da visita do inseto polinizador, além de serem mais produtivos que as monóicas (FONTES; PUIATTI, 2005).

Segundo Filgueira (2000), o fruto é uma baga, de formato cilíndrico com 3 a 5 lóculos, sendo mais comum o fruto trilocular. Sua coloração varia de verde-claro a verde-escuro e, no caso de frutos derivados de plantas enxertadas, são brilhantes. Apresenta acúleos de coloração escura ou branca, tendo a cor branca relação direta à maior resistência ao amarelecimento em pós-colheita. Atualmente, a cultura está reunida em cinco grupos ou tipos: tipo Caipira, frutos com 10 a 16 cm, verde claro e manchas escuras na região do pedúnculo; tipo Aodai ou comum, frutos maiores (20-25 cm), verde escuro pronunciado, com acúleos brancos; tipo Industrial, frutos curtos (5-9 cm), verde-claro ou verde escuro, utilizados na fabricação de picles e tipo Japonês, os quais são frutos finos e alongados (20 a 30 cm), escuros e brilhantes quando enxertados, com acúleos brancos e maior valor comercial e o tipo Holandês, também caracterizado por apresentar frutos curtos e sem sementes.

O pepino Tipo japonês 'Tsuyoi' é um híbrido de ciclo precoce com alta tolerância ao calor e média ao frio, tolerante ao vírus do mosaico do pepino, míldio, oídio e antracnose. Os frutos medem cerca de 21-22 cm de comprimento por 2,5-3,0 cm de diâmetro, coloração verde ligeiramente mais escura, com ótima conservação pós-colheita (TAKII DO BRASIL, 2007).

Em relação aos porta enxertos, o híbrido de abóbora Shelper permite o desenvolvimento de um sistema radicial mais vigoroso, com maior tolerância à nematóide e *Fusarium*, recomendado para altas e baixas temperaturas e proporciona característica brilhante aos frutos (TAKII DO BRASIL, 2007).

2.2 Aspectos da enxertia

Devido à alta demanda do mercado de produtos hortícolas, as culturas são cultivadas sob diversas condições ambientais que podem induzir o estresse. Essas condições incluem o frio, climas secos ou encharcados, baixa ou alta radiação, etc. Além disso, o cultivo sucessivo com água de má qualidade pode aumentar a salinidade e a incidência de pragas e doenças no solo (MARTÍNEZ-BALESTA et al., 2010).

A enxertia é uma tecnologia praticada em várias partes do mundo, a fim de superar muitos desses problemas (MARTÍNEZ-BALESTA et al., 2010). Em países como Japão, Holanda e Espanha, onde a produção de hortaliças apresenta caráter mais intensivo, esta técnica tem sido adotada comumente por parte significativa dos olericultores e produtores de mudas (PEIL, 2003).

A enxertia é muito estudada em frutíferas, sendo a técnica comumente utilizada como o principal método de propagação vegetativa. A enxertia de vegetais herbáceos é também uma prática muito antiga. Em cucurbitácea foi brevemente descrito no século XVII no livro escrito por Hong na Coreia. No Japão e na Coreia, no ano de 2000, aproximadamente 95% dos pepinos cultivados em ambiente protegido eram enxertados (LEE; ODA, 2003).

Na Europa, a enxertia de hortaliças é utilizada desde a década de 40, sendo os agricultores holandeses os precursores desta técnica na cultura do tomateiro (GONZÁLES, 1999).

A enxertia na produção comercial de mudas de hortaliças é técnica de uso recente no Brasil (PEIL, 2003) e adotada por alguns produtores de pepino japonês como alternativa de produção (CANIZARES; GOTO, 1998).

O porta enxerto pode pertencer a mesma espécie ou gênero, mas geralmente são utilizadas as que mais diferem geneticamente dentro da mesma espécie ou gênero (PINA; ERREA, 2005). A prática da enxertia de pepino sobre abóbora (*Cucurbita*

moschata Duchesne), moranga (*Cucurbita máxima* Schrad) ou abóboras híbridas é utilizada por muitos produtores para aproveitar o maior desenvolvimento radicial e rusticidade de certas abóboras (LIMA et al., 2000).

Numerosas publicações relacionadas à enxertia estão interessadas nos aspectos fisiológicos. Publicações com doenças, porta enxerto e qualidade de frutos são listadas. A enxertia induz mudanças significantes em quase todos os aspectos de crescimento e desenvolvimento, tolerância à baixa temperatura, seca, inundação, estresse salino (LEE; ODA, 2003) e extensão do período de colheita em sistemas hidropônicos (ASAO et al., 1999) podem ser influenciados pelo porta enxerto.

Em particular, baixas temperaturas do solo afetam o crescimento da planta de pepino por limitar a absorção de água e nutrientes minerais essenciais. A forma de evitar estas dificuldades de cultivo no inverno é a utilização de *Cucurbita ficifolia* como porta enxerto para a produção (LEE, 1994). A base fisiológica para a resistência à baixa temperatura desta espécie tem sido extensivamente estudada. A alta taxa de exsudação do xilema devido à maior pressão de raiz faz com que as plantas enxertadas aumentem a transpiração, assim, amenizando o estresse por baixa temperatura (MASUDA; GOMI, 1982). Além disso, o alto consumo de oxigênio (MASUDA; GOMI, 1984) tem sido implicado como mecanismo envolvido na resistência a baixas temperaturas do solo. Tachibana (1989) demonstrou que a respiração de raízes de *Cucurbita ficifolia* eram menos sensíveis em relação às raízes de pepineiro, fornecendo assim, maior energia do metabolismo respiratório, do qual dependem o crescimento radicial, além de muitas outras funções.

Segundo Ahn et al. (1999), plantas de pepino não enxertadas sofreram seriamente quando a temperatura radicial foi menor do que 20°C, enquanto as plantas enxertadas em *Cucurbita ficifolia* apresentaram ótimo desenvolvimento em temperatura de 15°C. Além disso, plantas não enxertadas morreram quando o sistema radicial foi exposto à temperatura abaixo de 6°C por 8 dias, enquanto as plantas enxertadas sobreviveram, embora a taxa de crescimento fosse reduzida.

Em plantas de pepino não enxertadas, cultivadas em temperatura de 12°C por 8 dias, a temperatura da folha foi maior do que a do ar, enquanto que as plantas enxertadas em *Cucurbita ficifolia* mantiveram a temperatura foliar menor que do ar, indicando que o processo de transpiração foi reduzido, sendo a taxa fotossintética em folhas de plantas

não enxertadas foi drasticamente reduzida em baixas temperaturas radiciais (AHN et al., 1999).

No mesmo estudo, as folhas de plantas de pepineiro enxertadas apresentaram atividade fotossintética semelhante ao do porta enxerto em temperaturas de 15°C, ambas maiores que a atividade de folhas de plantas não enxertadas, mostrando que esta é uma característica do porta enxerto e não do enxerto. Além disso, houve aumento da resistência estomática em folhas de plantas não enxertadas quando foram submetidas à diminuição gradual da temperatura a partir de 16°C, enquanto essa resistência nas folhas dos porta enxertos e da parte aérea de plantas enxertadas foi a partir de 8° e 10°C, respectivamente, sugerindo que ambas as partes, enxerto e porta enxerto, influenciaram no movimento estomático.

O fechamento estomático está mais relacionado com a raiz do que com a parte aérea e há fortes evidências que o estado fisiológico da raiz desempenha importante papel na modulação do comportamento da parte aérea (GOLAN et al., 1986; MILLIGAN; DALE, 1988; MASLE; PASSIOURA, 1987). Düring (1994) mostrou que a fotossíntese e a condutância estomática são afetadas pelo porta enxerto e que este efeito é específico de cada enxerto.

Toda produção de fitomassa depende da atividade fotossintética da fonte, porém a assimilação de CO₂ é apenas um dos muitos fatores que influenciam no crescimento e desenvolvimento vegetal (FOYER; GALTIER, 1996). Segundo Brandão-Filho et al. (2003), a produtividade é influenciada por características morfológicas e fisiológicas da fonte (órgãos fotossintetizantes) e do dreno (órgãos consumidores dos fotoassimilados, principalmente, carboidratos).

Da Hora (2006) trabalhando com os híbridos de pepino Tsuyataro e Natsuhikari observou que a enxertia nestes híbridos aumentava a taxa de assimilação de CO₂, porém, a enxertia não interferiu nas medidas de crescimento (altura média, diâmetro médio e número médio de internódios), produção e o número médio de frutos comercializáveis.

Macedo Junior et al. (2001) trabalhando com pepino híbrido Hokuho nº2 enxertados em abóbora 'Ikki Kiowa' e não enxertados, observaram que as plantas enxertadas apresentaram valores superiores para altura de plantas, número de folhas, produção, número de frutos, peso de fruto e número de frutos por planta. Desta forma,

concluindo-se que a enxertia de pepino japonês em abóbora promoveu diferenças positivas no crescimento das plantas e na produção.

Segundo Cañizares (2001), a enxertia e a adubação influenciaram no crescimento da planta e a produção de frutos de pepino. As plantas enxertadas cresceram mais do que as não enxertadas, porém, a produção de frutos em kg m^{-2} não aumentou na mesma proporção.

Lima et al. (2000) observaram que a enxertia em híbridos de abóbora Ikki e Kirameki aumentou a produção em peso e número de frutos, seguido pelo híbrido Tetsukabuto quando comparados com plantas não enxertadas.

Algumas dessas características promovidas pelo porta enxerto não são exclusivas de plantas de pepino, mas também podem ser encontradas em outras cucurbitáceas e solanáceas (LEE; ODA, 2003).

O aumento na produtividade é observado mesmo em solos não infestados. Cohen et al. (2002), trabalhando com melão tipo 'Galia' enxertado em *Cucurbita* em solos não infestados, observaram que a produção era significativamente maior do que as plantas não enxertadas. Em solos não infestados com o fungo *Monosporascus cannonballuse* três cultivares enxertados e não-enxertados apresentaram a mesma produtividade, com apenas um dos cultivares enxertado apresentando maior produtividade em relação ao mesmo cultivar pé franco (COHEN et al. 2005).

Shishido et al. (1995) estudaram o efeito de variedades de porta enxertos sobre o crescimento do enxerto e transporte de assimilados em berinjeira e observaram que diferentes porta enxertos resultaram na variação de respostas de crescimento. As folhas do porta enxerto translocaram cerca de 35 a 40% de carbono assimilado para o enxerto, enquanto a translocação de folhas do enxerto para o porta enxerto foi de 50%. Os assimilados fotossintéticos foram translocados através da união da enxertia e a quantidade depende do grau de estabelecimento das conexões vasculares. Brandão-Filho et al. (2003) trabalhando com enxertia em berinjeira, concluíram que diferentes híbridos utilizados como enxerto interferiram na taxa de assimilação de CO_2 , podendo ser uma característica importante na determinação de seu potencial produtivo.

De acordo com Ruiz e Romero (1999), o porta enxerto possibilita o aumento do transporte e acúmulo de nitrato na parte aérea.

Em relação ao estado nutricional de plantas enxertadas é possível que a concentração de alguns nutrientes na parte aérea seja função da diferença de concentração entre porta enxerto e enxerto. Desta forma, a maior ou menor concentração de magnésio e potássio em plantas enxertadas tem sido relacionada com a maior ou menor concentração desses nutrientes presentes no porta enxerto. Tem sido observada maior concentração de N, K, Ca e Mg em vários porta enxertos de cucurbitáceas (CAÑIZARES et al., 2005).

Os mesmos autores trabalhando com água enriquecida com dióxido de carbono e enxertia em plantas de pepino observaram que não houve resposta padrão consistente da enxertia sobre os teores de N, P, Mg e Zn, porém, plantas enxertadas apresentaram maior teor de K e menor teor de Mg, S e Ca na sua parte aérea, ao final do ciclo da cultura, podendo estar relacionado com os sintomas de deficiências nutricionais observadas em plantas de pepino enxertadas. Schonhard (1973) observou que plantas de pepino enxertadas em abóbora apresentaram maiores teores de potássio do que em plantas não enxertadas.

A presença do potássio em maior ou menor quantidade seria suficiente para estabelecer diferenças na altura de pepineiro (COSTA et al., 2001). Segundo Malavolta et al. (1989), o potássio participa da translocação de compostos elaborados, ativa várias enzimas e participa do alongamento celular, reforçando a parede celular.

Macedo Júnior (1998) verificou que as medidas de crescimento do pepineiro não foram influenciadas pela enxertia dos híbridos Tsuyataro e Natsuhikari em abóbora 'Shelper', assim como, Costa et al. (2001) trabalhando com doses de potássio não observaram influência da enxertia na altura das plantas do pepino híbrido Hokushin enxertado em abóbora híbrido Shelper. Costa et al. (2001) observaram que a enxertia potencializou a produtividade aumentando em 39% o número de frutos por m² quando fornecidos 45mg L⁻¹ de K⁺ na solução nutritiva e 144% com 360mg L⁻¹ de K⁺.

Existem muitas dúvidas em relação às alterações do estado nutricional de plantas enxertadas, especialmente em relação ao magnésio e potássio. Estas plantas podem apresentar alterações na quantidade de nutrientes devido ao impedimento na conexão vascular do xilema e floema, ocorrido durante o processo de conexão entre os tecidos do porta enxerto e enxerto (CAÑIZARES et al., 2001). Na tentativa de explicar a deficiência de alguns nutrientes, levanta-se a hipótese de que esses nutrientes ficariam retidos na região da enxertia

durante a cicatrização e conexão vascular, o que interfere na translocação das raízes para a parte aérea da planta (CAÑIZARES et al., 2005).

A condutividade elétrica, uma indicação da concentração total de minerais, foi maior no exsudato extraído de frutos de plantas intactas (não enxertadas) (LEE et al., 1999). O íon K^+ foi o mais abundante em frutos de pepino (mais do que 50% do total de íons). A presença do íon fosfato foi muito alta, especialmente em frutos do porta enxerto 'Heukjong', enquanto a concentração de cálcio, magnésio e potássio foi significativamente menor neste porta enxerto quando comparado com as plantas intactas ou com o porta enxerto 'Andong'. A concentração de ânions Cl^- foi muito alta em frutos de plantas intactas, assim como encontrado para o nitrato. As plantas intactas apresentaram maior concentração de praticamente todos os cátions medidos (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+), exceto o cátion NH_4^+ . Segundo Brown et al. (1971), a absorção de alguns nutrientes, assim como o ferro, podem ser influenciadas também pelos porta enxertos.

2.3 Compatibilidade de enxertos e porta enxertos

A compatibilidade é definida como a capacidade de duas plantas diferentes, unidas pela enxertia, conviverem satisfatoriamente, como uma única planta (GONZÁLES, 1999). Deve-se considerar que nem todas as espécies apresentam características morfo-fisiológicas que possibilitam a enxertia (PEIL, 2003).

Para garantir o sucesso da enxertia, é necessário que haja conexão entre os tecidos próximos ao câmbio, que gera o calo ou cicatriz. Não existe nenhum método capaz de prever o resultado de uma enxertia, entretanto, em linhas gerais, pode-se dizer que quanto maior a afinidade botânica entre as espécies, maior a probabilidade de sobrevivência do enxerto (PEIL, 2003).

A afinidade compreende aspectos morfológicos e fisiológicos das plantas. A afinidade morfológica, anatômica e de constituição dos tecidos refere-se que os vasos condutores das duas plantas que se unem tenham diâmetros semelhantes e estejam, aproximadamente, em igual número. Já a afinidade fisiológica está relacionada à quantidade e composição da seiva (PEIL, 2003).

A boa aptidão para a enxertia que apresentam as espécies pertencentes às Famílias Solanaceae e Cucurbitaceae parece estar relacionada à continuidade do câmbio. Apesar de comercialmente serem enxertados sobre plantas da mesma espécie, o tomateiro e a berinjela são compatíveis com uma quantidade ampla de gêneros e espécies, enquanto o pimenteiro só pode ser enxertado em plantas da mesma espécie. A diferença entre enxerto compatível e incompatível não está bem definida entre espécies que apresentam estreita relação e são enxertadas com facilidade, até outras que não estão relacionadas entre si e são incapazes de unirem-se. Existe uma graduação intermediária de plantas que cicatrizam o ponto de enxertia, mas que, com o passar do tempo apresentam sintomas de desordens no ponto de união ou crescimento anormal (PEIL, 2003).

As camadas exteriores expostas na região do câmbio, tanto do enxerto como do porta enxerto, produzem células parenquimáticas, que logo se misturam e entrelaçam, formando o que normalmente se denomina calo. No tecido caloso formado, algumas células que se encontram alinhadas com o câmbio intacto do enxerto e do porta enxerto, se diferenciam em novas células cambiais. Essas células produzem tecido vascular novo, xilema no interior e floema no exterior, o que é pré-requisito necessário para que a união das plantas tenha sucesso (HARTMANN et al., 2002).

Segundo González (1999), a incompatibilidade se manifesta, normalmente, com alguns sintomas: baixo índice de sobrevivência do enxerto; amarelecimento das folhas; desfolhação e falta de crescimento; enrolamento das folhas e morte imediata da planta; diferenças marcantes na velocidade de crescimento entre porta enxerto e enxerto; crescimento excessivo do ponto de enxertia ou na zona próxima a este e ruptura do ponto de enxertia.

Em enxertias compatíveis, plantas de diferentes espécies, gêneros ou até mesmo família formam uniões com sucesso, baseadas nas conexões vasculares, unindo tecidos condutores de enxerto e porta enxerto (TIEDEMANN, 1989).

O mecanismo da incompatibilidade da enxertia ainda não é completamente entendido e muitos dos estudos focam este problema para o entendimento do mecanismo do desenvolvimento da enxertia. Estes relatos referem-se a respostas citológicas e bioquímicas ocorrendo na fase inicial em resposta à enxertia, bem como, a consequência destes eventos sobre respostas futuras desta enxertia (PINA; ERREA, 2005).

Segundo Tiedemann (1989), recentes pesquisas têm focado sobre a interação de células de diferentes espécies, com especial referência para a possibilidade que existe do fenômeno de reconhecimento celular entre as células das plantas. Enxertia compatível interespecífica *Cucumis/Cucurbita*, na qual é facilmente realizada, tem sido selecionada para o estudo do desenvolvimento da união na enxertia e o contato do simplasto entre as células na interface, especialmente dos elementos crivados.

O mesmo autor demonstrou indiretamente, por uma série de sessões, o contato simplástico do floema entre *Cucumis* e *Cucurbita*. O desenvolvimento do floema na união da enxertia resultou em diferentes números de conexões de tubos crivados, em cada enxertia, mas o número médio de conexões de tubo crivado em *Cucumis/Cucurbita* é notavelmente menor do que a enxertia dentro da mesma espécie *Cucumis/Cucumis*.

Traka-Mavrona et al. (2000) observaram o efeito de porta enxertos de *Cucurbita spp.* sob cultivares de melão de diferentes grupos em condições de ambiente protegido e campo aberto. Os autores concluíram que nem todos os cultivares de enxerto eram compatíveis com o porta enxerto comercial utilizado, pois, geralmente, diferenças de diâmetro do caule entre *Cucumis* e *Cucurbita* reduzem a taxa de sobrevivência.

Pina e Errea (2005) levantam diferentes razões que podem ter influência no sucesso da enxertia: inerente sistema da incompatibilidade celular, formação de plasmodesmos, conexões dos tecidos vasculares, presença de hormônios vegetais e atividade das peroxidases.

2.4 Aspectos bioquímicos da enxertia

A atividade da peroxidase e a concentração de fenóis apresentam grande importância na união entre o enxerto e porta enxerto, podendo, desta forma, influenciar as respostas do estresse de incompatibilidade no processo de enxertia (RODRIGUES et al., 2002). Segundo Santamour (1992), para se obter o funcionamento do sistema vascular na união do enxerto, é necessário que as peroxidases sejam similares, tanto no enxerto como no porta enxerto, para que ocorra a produção de ligninas. Nas plantas que possuem semelhanças de peroxidases, raramente encontram-se problemas de incompatibilidade.

As peroxidases atuam na biossíntese de etileno, na lignificação, além da destruição das auxinas, devido ao fato destas se apresentarem na forma de isoenzimas, participando de diferentes reações bioquímicas (DENCHEVA; KLISURKA, 1982).

Depois da celulose, a lignina é o mais abundante produto orgânico natural conhecido. A lignina é sintetizada, principalmente, nas células para tornar-se parte do sistema vascular de transporte (FERNÁNDEZ-GARCIA et al., 2004). Segundo Monteiro et al. (2004), a biossíntese da lignina envolve uma série de enzimas, desde a PAL (fenilalanina amônio-liase) atuando no início do processo, até a CAD (cinamil álcool desidrogenase) que catalisa o último passo na biossíntese do monolignol, reduzindo-as a aldeídos e nos álcoois correspondentes. O segundo estágio da formação da lignina inicia-se pela oxidação de três monolignóis na condição de precursores terminais. Esses precursores terminais (álcoois *p*-cumarílico, coniferílico e sinapílico) apresentam vários sítios reativos capazes de constituírem ligações cruzadas entre si (HIGUCHI, 1997). As enzimas oxi-redutoras tais como a peroxidase e isoenzimas correspondentes, atuam na polimerização da lignina, dentro da parede celular, formando um complexo coordenado com o peróxido de hidrogênio.

As peroxidases utilizam o H_2O_2 para oxidar um grande número de doadores de hidrogênio, nos compostos fenólicos, esses participam de vários processos fisiológicos e desenvolvem seu papel na síntese de lignina e na incompatibilidade do enxerto (GASPAR et al., 1982).

Fernández-García et al. (2004), analisando a atividade da peroxidase em ambas as partes da enxertia em tomateiro (enxerto e porta enxerto), verificaram que a atividade da peroxidase aumentou durante o desenvolvimento em ambas as plantas, não enxertadas e enxertadas. Contudo, a atividade foi sempre maior nas plantas enxertadas quando comparadas com as não enxertadas. Em plantas enxertadas a atividade da peroxidase diminuía muito quando era medida 2mm acima ou abaixo da região do enxerto, tornando-se similar as das plantas não enxertadas.

Rodrigues et al. (2002) observaram em pessegueiro que o porta enxerto Mirabolano apresentou maiores valores de atividade das peroxidases na casca e no lenho, podendo desta forma, representar um fator fisiológico e bioquímico de incompatibilidade quando enxertado com cultivares de menor atividade das peroxidases. Outro fator de importância que deve-se levar em consideração segundo os autores, é a idade

dos porta enxertos na época da enxertia. Por ser um tecido um pouco mais velho que a gema enxertada, as atividades da peroxidase e fenóis são maiores, favorecendo desta forma, a união de enxertos com maior atividade da peroxidase e concentração de fenóis elevadas.

2.5 Hormônios vegetais no processo da enxertia

Segundo Musacchi (1994), os fenóis fazem também uma ação de regularização da atividade auxínica. As auxinas são importantes nas primeiras fases de união entre enxerto e porta enxerto, agindo na rediferenciação vascular. Os compostos fenólicos são suficientes para regular a síntese das peroxidases responsáveis pela degradação das auxinas, mais precisamente, o ácido cumárico e o ácido hidroxibenzóico (monofenóis) que inibem o desenvolvimento da planta, porque ativam a oxidação das auxinas, enquanto os polifenóis, como o ácido caféico, inibem a oxidação das auxinas, promovendo o crescimento das plantas.

Segundo Jackson (1993), acredita-se que os hormônios das plantas estejam envolvidos na regulação da complexa relação entre porta enxerto e enxerto. Os hormônios produzidos em uma parte da planta, geralmente, nas raízes, são transportados para seus sítios de ação, geralmente, parte aérea, onde influenciam no crescimento.

Gersani et al. (1980) sugerem que o mensageiro da parte aérea para a raiz é a auxina sintetizada na forma orgânica, embora o próprio ápice da raiz seja capaz da biossíntese de auxina (FELDMAN, 1980). O nível de auxina ativa no tecido radicial influencia no crescimento e metabolismo da raiz, incluindo a síntese de outros hormônios, assim como as citocininas, as quais são ativamente sintetizadas na raiz (CHEN et al., 1985) e exportadas via xilema (VAN STADEN; DAVEY, 1979). A translocação deste hormônio através do xilema poderia ser dependente da quantidade de auxina, sintetizada na parte aérea. A citocinina ativa poderia então, influenciar no crescimento da parte aérea e, conseqüentemente, na síntese de auxina e sua translocação para a raiz (LOCKARD; SCHNEIDER, 1981).

Segundo Kato e Lou (1989), as citocininas são os principais hormônios vegetais que são sintetizados na raiz, sendo transportadas para a parte aérea onde influencia no crescimento do vegetal. Plantas com vigorosos sistemas radiculares produzem mais citocininas, que tem a produtividade aumentada por um vigoroso porta enxerto, fato que está estritamente associado com a quantidade de citocininas no xilema.

Produtores e melhoristas questionam se a produção poderia ser aumentada dando atenção especial ao sistema radicial. O sistema radicial desempenha papel importante na regulação hormonal do crescimento vegetal pela síntese de citocinina, ácido abscísico e giberelina (ITAI; BIRNBAUM, 1991).

Porta enxertos de citros são importantes para o crescimento das variedades de enxertos. O nível de ácido indolilacético no enxerto (limão 'Eureka') com 24 meses de idade foi maior no porta enxerto 'Swingle' (porta enxerto vigoroso) do que em 'Flying Dragon' (com característica de nanismo), sendo estes níveis correlacionados com o crescimento do enxerto, enquanto o nível de ácido abscísico apresentou-se de forma inversa, com maior quantidade quando utilizado o porta enxerto com característica de nanismo (NODA et al., 2000). Os mesmos autores observaram que após 25 meses da enxertia, as raízes comportaram-se de maneira inversa, apresentando maior nível de IAA no porta enxerto 'Flying Dragon' do que no 'Swingle'.

O limão 'Eureka' enxertado em 'Citrumelo Swingle' apresentou maior quantidade de IAA na parte aérea do que na raiz. Isto sugere que há metabolismo ativo de IAA ou conversão à conjugados nas raízes. Ésteres ou outros conjugados de IAA podem ser transportados para o enxerto e reconvertido em IAA. A esterificação de IAA nas raízes poderia ter um papel de proteção na prevenção da degradação peroxidativa (COHEN; BANDURSKI, 1987).

2.6 Enxertia e fisiologia do estresse

A adaptação a mudanças ambientais é crucial para o crescimento e desenvolvimento das plantas. As espécies reativas de oxigênio têm sido propostas como componente central de adaptação das plantas ao estresse abiótico e biótico (DAT et al., 2000).

Dat et al. (2000) em sua revisão citam os diversos fatores que influenciam a produção de espécies reativas de oxigênio, onde descreve o estresse hídrico e salino, exposição a alta e baixa temperaturas, metais pesados, radiação ultra-violeta, poluentes do ar, estresse mecânico e físico e ataque de patógenos, sendo estas espécies altamente reativas e tóxicas, podendo provocar destruição oxidativa celular (ASADA; TAKAHASHI, 1987).

No processo de desintoxicação celular, a ação combinada dos sistemas enzimáticos e não enzimáticos é importante para evitar danos oxidativos celulares prejudiciais aos organismos vivos submetidos a variadas condições de estresse. O sistema enzimático é formado por enzimas capazes de remover, neutralizar ou limpar as Espécies Reativas de Oxigênio (ROS) do interior das células de organismos vivos (SCANDALIOS, 1993). Segundo Mittler et al. (2004), o maior sistema enzimático de remoção dessas espécies incluem as enzimas superóxido dismutase (SOD), peroxidase (POD) e catalase (CAT). A SOD catalisa a dismutação de radicais superóxido, enquanto a CAT e POD utilizam esse substrato, o H_2O_2 (FOYER et al., 1994).

Rivero et al. (2003), trabalhando com mudas enxertadas e não enxertadas de tomate, em três temperaturas (10°, 25° e 35°C), observaram que as temperaturas extremas aumentavam a atividade da SOD, independente de serem plantas enxertadas ou não, porém, o aumento era maior em plantas não enxertadas. Além disso, observaram que em temperaturas extremas a concentração de peróxido de hidrogênio era superior em relação à temperatura de 25°C e que, independentemente da temperatura, a SOD produziu maior quantidade de H_2O_2 nas plantas não enxertadas. Além disso, observaram que o conteúdo de peróxido de hidrogênio entre plantas enxertadas e não enxertadas aumentava com o aumento da temperatura. Paolacci et al. (1997) relatam que sob estresse térmico, o peróxido de hidrogênio pode se acumular em diferentes tecidos devido à produção excessiva de SOD.

Rivero et al. (2003) observaram correlação significativa entre aumento da atividade da SOD e aumento da concentração de H_2O_2 , $R^2 = 0,969$ para plantas não enxertadas e $R^2 = 0,929$ para plantas enxertadas. Houve correlação entre a diminuição da atividade da CAT e o aumento da concentração do H_2O_2 , $R^2 = 0,816$ para plantas não enxertadas e 0,889 para plantas enxertadas, concluindo que essa correlação é negativa para o desenvolvimento da planta, implicando em não desintoxicação do H_2O_2 .

A maioria das observações dá suporte a idéia que senescência e altos níveis de enzimas oxidativas são fenômenos estritamente associados. Múltiplos aumentos na atividade de enzimas oxidativas durante a senescência de folhas têm sido reportados (KAR; MISHRA, 1976). Relatos associam a senescência de folhas com o aumento da atividade da peroxidase, sugerindo que esta enzima possa ser um dos mais seguros marcadores da

maturidade e senescência (PARISH, 1968). Porém, Ford e Simon (1972) sugerem que a atividade da peroxidase aumenta várias vezes com o atraso da senescência.

Kuroda e Sagisaka (1998) sugerem que em condições de estresse, a catalase está envolvida na remoção de H_2O_2 , que é produzido durante as reações de síntese de proteínas, organelas e ATP. Porém, as reações da catalase tornam-se mais importantes quando a concentração de H_2O_2 aumenta, pois em concentração normal de H_2O_2 este é reduzido pela peroxidase (RICE-EVANS et al., 1991).

Citadin (1999) sugere que a peroxidase está relacionada também com a destruição da auxina natural, condição essencial para diminuir a atividade celular e de crescimento da planta.

2.7 Expressão gênica no processo da enxertia

A enxertia habilitaria estudos da contribuição de um grupo de genes da raiz para o desempenho da parte aérea (ZIJLSTRA et al., 1994). Segundo os mesmos autores, várias culturas revelaram que ambos, enxerto e porta enxerto, contribuem para o crescimento e produção da parte aérea. Esses autores conduziram experimento de variação genética para determinar a contribuição do sistema radicial para o crescimento e produção da parte aérea de pepino. Dos cinco genótipos de porta enxertos, plantas enxertadas em ‘Esvier’ mostraram maiores valores em todas as características medidas para o crescimento vegetativo e aumento de 13% na área foliar, porém, este não resultou em maior número ou frutos mais pesados.

A função do sistema radicial tem estrita interação com a parte aérea. Cerca de 30% de todos os genes são expressos na raiz, dos quais um terço é expresso exclusivamente na raiz (ZOBEL, 1975).

Pesquisas de enxerto/porta enxerto em pepino revelaram diferenças entre genótipos dos porta enxertos em seus efeitos sobre o crescimento e produção do enxerto e correlação positiva entre a massa radicial com o crescimento vegetativo e produção de frutos (CARLSSON, 1963). O porta enxerto que induziu vigoroso crescimento do enxerto também induziu a maior produção de frutos. Similarmente porta-enxertos de *Cucurbita ficifolia* e *Sicyos angulatus* promoveram crescimento e precocidade na produção de pepineiro (DEN NIJS, 1985).

Os outros trabalhos têm sido realizados com o intuito de modificar as características de frutos, como a enxertia para induzir a mudança de cor e formato do fruto de berinjela (HIRATA, 1980a), cor da casca e polpa de tomate (HIRATA, 1980b) e formato de frutos de pimenta (YAGISHITA, 1961).

Segundo Taller et al. (1999), a indução de novas características, bem como, a introdução de algumas características de uma planta para outra pelo método da enxertia é promissor no melhoramento das plantas. Os mesmos autores verificaram variações genéticas induzidas pela enxertia como fonte de novas características no melhoramento da pimenta. O uso de três diferentes genótipos resultou em combinações favoráveis de características quantitativas e linhagens foram selecionadas com as novas características. Os resultados revelaram que as novas características induzidas pela enxertia são estáveis e podem ser utilizadas como nova fonte genética de melhoramento de pimentão.

2.8 Qualidade pós-colheita de frutos de plantas enxertadas

Segundo Lee et al. (1999), geralmente os porta enxertos são conhecidos por influenciarem o crescimento de mudas e produtividade de frutos, porém, recentemente pode ser reconhecido que a qualidade dos frutos, assim como a doçura, firmeza da polpa, vida de prateleira, coloração da casca, entre outras características, podem também ser influenciadas pelos porta enxertos.

A enxertia de pepino híbrido do tipo japonês em abóbora tem por objetivo principal o manejo de doenças causadas por fungos de solo e, conseqüentemente, obter maior produtividade (LIMA et al., 2000). Contudo, os mesmos autores observaram que quando o pepino foi enxertado nos híbridos de abóbora Ikki e Kirameki apresentavam frutos de maior interesse comercial, mais brilhantes e com menor cerosidade.

Segundo Lee et al. (1999), o formato do fruto de pepino não foi influenciado pela utilização de porta enxertos. No entanto, a firmeza da polpa dos frutos apresentou maiores valores em plantas enxertadas em ‘Andong’ em relação aos frutos de plantas enxertadas em ‘Heukjong’ e não enxertadas. O conteúdo de sólidos solúveis de frutos provenientes de ‘Heukjong’ foram menores do que nas plantas não enxertadas e enxertadas no porta enxerto ‘Andong’, assim como, o conteúdo de açúcares. A frutose é o principal açúcar

responsável pela doçura (ELMSTROM; DAVIS, 1981) e baseado no conteúdo de frutose, a doçura dos frutos de 'Heukjong' foi cerca de 72% menor que em frutos de plantas não enxertadas.

O efeito adverso da enxertia sobre a qualidade do fruto não é exclusivo do pepino, podendo ocorrer em outras cucurbitáceas e solanáceas (LEE et al., 1999). Tem sido reportado que a enxertia sobre porta enxerto de *Cucurbita* pode ter efeito adverso sobre a qualidade da melancia. A formação de faixas amarelas na polpa vermelha, não desenvolvimento de aroma, um sabor insípido e a interna decadência do endocarpo tem sido relatado sobre o uso destes porta enxertos (RYU et al., 1973).

A utilização de porta enxerto de abóbora aumentou o tamanho do fruto de melancia quando comparado com plantas não enxertadas e aumentou a estabilidade da produtividade pela diminuição da variabilidade. Porém, não afetou o conteúdo de sólidos solúveis (MIGUEL et al., 2004).

Além disso, o custo de plantas enxertadas representa cerca de 70% do custo da fumigação para solos infestados (MIGUEL; MAROTO, 1996). Nisini et al. (2002) observaram em experimento com melão que a efetividade da enxertia não se baseia apenas na resistência do porta enxerto a doenças, mas também pela influência na produtividade e qualidade. Dois dos porta enxertos utilizados, além de mostrarem maior resistência ao *Fusarium* foram os melhores genótipos capazes de aumentar a produtividade sem alterar a qualidade.

Segundo Lee (1994), dependendo da combinação de enxerto/porta enxerto, a incompatibilidade e diminuição da qualidade de frutos podem aparecer. Trakamavrona et al. (2000) observaram que as características descritivas e qualitativas dos frutos de melão de plantas enxertadas foram similares às plantas intactas, exceto no gosto e textura, que apresentaram notável deterioração em algumas combinações de enxerto/porta enxerto testadas.

Segundo Arvanitoyannis et al. (2005), trabalhando com berinjela, observaram que a firmeza da polpa foi influenciada negativamente pela enxertia, reduzindo o tempo de armazenamento. Outros parâmetros negativos a serem levados em consideração são os relatos de baixa qualidade do fruto com pobre sabor e textura associados com plantas de melão enxertadas devido à incompatibilidade de certos porta enxertos. Kobori (1999) relata

que a enxertia é uma prática que tem sido utilizada em pimentão para obtenção de frutos de melhor qualidade e maior produtividade.

A variação de resultados indica a necessidade de estudos nessa linha de pesquisa. Assim, o presente trabalho procurou avaliar se o processo bioquímico de pegamento da enxertia, se o nível de estresse durante o ciclo da planta e, ainda, se a enxertia não influenciaria na qualidade de frutos de pepineiro.

3 MATERIAL E MÉTODOS

No primeiro experimento avaliou-se a compatibilidade entre os porta enxertos no processo de enxertia, através de características bioquímicas nas plantas de pepino e abóbora.

O segundo experimento teve como objetivo mensurar a atividade de enzimas antioxidantes durante o ciclo da cultura, além de avaliar a influência dos porta enxertos no crescimento de pepineiro ‘Tsuyoi’, aos 30 dias após o transplântio.

No terceiro, realizado em paralelo ao experimento 2, as plantas foram mantidas até o final do ciclo para observar a influência da enxertia na produção e qualidade de frutos.

3.1 Localização dos experimentos

O primeiro experimento foi conduzido em casa de vegetação e no Laboratório do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências/UNESP, no distrito de Rubião Junior/Botucatu.

O segundo experimento foi conduzido sob cultivo protegido localizado na Fazenda Experimental de São Manuel, da Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista/UNESP, São Manuel, SP, com coordenadas geográficas 22°46’35’’S e 48°34’44’’WGr e altitude de 740 m. Conforme a classificação climática de

Köppen, o clima da região é mesotérmico do tipo Cwa, subtropical úmido com verão chuvoso e inverno seco.

Os frutos para análise do terceiro experimento foram colhidos na Fazenda Experimental de São Manuel e transportados para o Laboratório de Tecnologia Pós-colheita do Departamento de Tecnologia e Gestão Agroindustrial/FCA/UNESP em Botucatu, SP.

3.2 Estufas e canteiros

As estufas do cultivo protegido, em arco, instaladas no sentido leste-oeste apresentavam as seguintes características: 30 m de comprimento, 7 m de largura e pé direito de 3 m, coberto com filme de polietileno transparente de baixa densidade com 150 micras de espessura e as laterais eram protegidas com o mesmo filme até 1 m de altura e possuíam tela lateral de nylon preta de 1,0 mm. Foram construídos seis canteiros com altura de 0,2 m acima do nível do terreno, 28 m de comprimento e 0,5 m de largura, todos servidos com linha de irrigação e fertirrigação.

3.3 Correção e adubação do solo

Através das características químicas do solo (Tabela 1 e 2) realizada mediante análise de amostras, coletadas antes da realização dos canteiros na camada de 0,20 m de profundidade, verificou-se a necessidade de adubação de plantio e de cobertura.

Tabela 1. Análise química do solo utilizado no experimento, proveniente da camada de 0,0 a 0,2 m, realizada no laboratório de nutrição mineral da FCA/ UNESP, Botucatu, SP.

pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P _{resina} mg/dm ³	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
				-----mmol/dm ³ -----							mg/dm ³
6,3	8	83	---	9	2,2	27	5	35	44	80	---

Tabela 2. Análise de micronutrientes do solo utilizado no experimento, proveniente da camada de 0,0 a 0,2 m, realizada no laboratório de nutrição mineral da FCA/ UNESP, Botucatu, SP.

BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
		-----mg/dm ³ -----		
0,09	0,9	8	5,9	3,6

Com base na análise química do solo, procedeu-se a correção do solo mediante a aplicação no sulco de plantio de 2 kg por metro linear de esterco composto, 30 g por metro linear de Yoorin Máster + S visando aumentar o teor de B e S.

3.4 Material vegetal utilizado

Foram utilizados dois híbridos e um cultivar nestes experimentos, um enxerto e dois porta enxertos, o híbrido Tsuyoi, de cultivo de verão, planta vigorosa com alto potencial de produção nos brotos laterais, proporcionando aos frutos coloração verde escuro e alta uniformidade, de 21 a 22 cm de comprimento, 2,5 a 3,0 cm de diâmetro e média tolerância ao calor e frio e dois porta enxertos, abóbora ‘Shelper’ e o cultivar ‘Seca’.

Como porta enxerto utilizou-se a abóbora ‘Shelper’ por ser compatível com o híbrido Tsuyoi, proporcionando planta mais vigorosa devido ao vigor do sistema radicial, além das características de frutos mais brilhantes. O outro porta enxerto utilizado foi a abóbora cultivar Seca da Hortec Sementes, não sendo recomendado como porta enxerto para o pepineiro.

3.5 Semeadura e enxertia

Realizou-se teste preliminar de germinação para assegurar que os porta enxertos e o enxerto estariam com o mesmo diâmetro de caule e verificar o dia em que cada híbrido deveria ser semeado. Após o teste, definiu-se que as abóboras ‘Shelper’ e ‘Seca’ deveriam ser semeadas três dias após a semeadura do pepino ‘Tsuyoi’ para que tivesse diâmetros similares no momento da enxertia.

A semeadura do pepino ‘Tsuyoi’ e das abóboras foi realizada no dia 25 de março de 2010 em sacolas de poliestireno preenchidas com substrato comercial Biomix[®] (Casca de pinus moída e compostada, vermiculita e NPK). A enxertia foi realizada no dia 4 de abril (10 dias após a semeadura) quando as mudas de abóbora apresentavam uma folha completamente expandida, na região acima da folha cotiledonar e, logo após, as mudas permaneceram num ambiente com irrigação intermitente e foram transplantadas no dia 19 de abril (15 dias após a enxertia).

A escolha do método de enxertia por fenda foi baseado em Cañizares (2001) que observou não haver diferença entre os métodos utilizados e que a enxertia tipo fenda é realizada com maior facilidade.

3.6 Experimento 1: Aspectos bioquímicos do processo de enxertia

Após a enxertia, as plantas foram mantidas nas sacolas plásticas sob ambiente com irrigação por aspersão intermitente e amostras do caule foram coletadas um dia após a enxertia (DAE) e, assim, sucessivamente a cada três dias durante o período de 13 dias após a enxertia (DAE), ou seja, 1, 4, 7, 10 e 13 DAE.

Coletas para as análises enzimáticas: as amostras para as análises enzimáticas foram retiradas na região da enxertia, 1 cm acima e 1 cm abaixo em plantas enxertadas, enquanto que para as plantas não enxertadas as amostras foram coletadas em altura similar as plantas enxertadas. Esse material vegetal foi congelado em nitrogênio líquido e armazenado em ultrafreezer a -80°C .

Obtenção dos extratos enzimáticos: Os extratos enzimáticos foram obtidos conforme o método descrito por Ekler et al. (1993). As amostras foram homogeneizadas com a utilização de almofariz gelado, em 5 mL de tampão gelado TRIS-HCl $0,2 \text{ mol L}^{-1}$, pH 7,8, contendo 1 mmol L^{-1} de EDTA e 7,5% (peso volume $^{-1}$) de polivinilpolipirrolidona e uma pequena quantidade de nitrogênio líquido. O homogeneizado foi centrifugado a $14.000 \times g$ por 20 minutos a 4°C . O sobrenadante obtido de cada amostra foi coletado e armazenado em ultrafreezer a -80°C para posterior determinação da atividade das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (POL).

Características avaliadas:

Atividade da enzima peroxidase (POD): a atividade da POD foi determinada de acordo com as condições citadas no trabalho de Teisseire e Guy (2000). O sistema de reação foi composto de 30 μL de extrato enzimático diluído (1:10 em tampão de extração), tampão fosfato de potássio 50 mmol L^{-1} , pH 6,5, pirogalol (1,2,3-benzenotriol) 20 mmol L^{-1} e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 5 mmol L^{-1} , totalizando um volume de 1,0 mL. A reação foi conduzida à temperatura ambiente por 5 minutos. A formação de purpurogalina foi

medida em espectrofotômetro UV-visível a 430 nm e seu coeficiente de extinção molar ($2,5 \text{ mmol L}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) foi usado para calcular a atividade específica da enzima, expressa em $\text{nmol de H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ de proteína.

Atividade da enzima polifenoloxidase (POL): a determinação foi de acordo com a metodologia descrita por Kar e Mishra (1976). O sistema de reação foi composto de 50 μL de extrato enzimático diluído (1:10 em tampão de extração), tampão fosfato de potássio $35,71 \text{ mmol L}^{-1}$, pH 6,8, pirogalol (1,2,3-benzenotriol) 20 mmol L^{-1} , totalizando volume de 1,0 mL. A reação foi conduzida a 25°C durante 2 minutos e paralisada com solução de H_2SO_4 (5%). A formação de purpurogalina foi medida em espectrofotômetro UV-visível a 430 nm e seu coeficiente de extinção molar ($2,47 \text{ mmol L}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) foi usado para calcular a atividade específica da enzima, expressa em $\text{nmol de purpurogalina min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ de proteína.

Análise estatística

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 9 tratamentos e 4 repetições de 5 plantas, sendo os tratamentos constituídos por amostras de caule:

1. De pepino híbrido Tsuyoi não enxertado
2. De abóbora híbrido Shelper não enxertada
3. De abóbora Cultivar Seca não enxertada
4. Da região abaixo da enxertia (Tsuyoi em Shelper)
5. Na região da enxertia (Tsuyoi em Shelper)
6. Da região acima da enxertia (Tsuyoi em Shelper)
7. Da região abaixo da enxertia (Tsuyoi em Seca)
8. Na região da enxertia (Tsuyoi em Seca)
9. Da região acima da enxertia (Tsuyoi em Seca)

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias para tratamento comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3.7 Experimento 2: Crescimento e enzimas antioxidantes

Para o segundo experimento as plantas foram transplantadas 15 dias após a enxertia para os canteiros no cultivo protegido e uma semana após o transplântio iniciou-se a condução das plantas. O sistema de tutoramento foi o de fio vertical, amarrando o fitilho no colo da planta, sustentado com fios de arame (nº 14) estendidos ao longo da maior distância da casa de vegetação, a altura de 180 cm do solo.

As plantas foram conduzidas até o 22º nó e todas as brotações laterais e frutos formados até o 5º nó foram retirados. As ramificações secundárias deixadas foram despontadas com dois internós.

Realizou-se a irrigação por gotejamento com vazão de $4,3 \text{ L h}^{-1}$, na pressão de serviço de 10mca, de acordo com a necessidade. A adubação de cobertura foi realizada 14 dias após o transplântio (DAT), com 0,25g de N e 0,70g de K_2O por planta (1,6g de KNO_3) nas 3 primeiras aplicações e a partir da quarta semana (início do florescimento), 3,35g de KNO_3 , também em intervalos semanais (MACEDO JUNIOR, 1998).

Coletas para análises enzimáticas: as amostras para as análises foram retiradas a partir da coleta da quarta folha expandida contada a partir do ápice da planta para a determinação da atividade das enzimas peroxidase (POD), catalase (CAT) e superóxido dismutase (SOD). As folhas foram coletadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplante (DAT), congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas em ultrafreezer a -80°C até a realização das análises.

Obtenção dos extratos enzimáticos: Os extratos enzimáticos foram obtidos conforme o método descrito por Ekler et al. (1993). As amostras foram homogeneizadas com a utilização de almofariz gelado, em 5 mL de tampão gelado TRIS-HCl $0,2 \text{ mol L}^{-1}$, pH 7,8, contendo 1 mmol L^{-1} de EDTA 7,5% (peso volume⁻¹) de polivinilpolipirrolidona e uma pequena quantidade de nitrogênio líquido. O homogeneizado foi centrifugado a 14.000 rpm por 20 minutos a 4°C . O sobrenadante obtido de cada amostra foi coletado e armazenado em freezer a -80°C para posterior determinação da atividade das enzimas SOD, CAT e POD.

Características avaliadas:

Atividade da enzima superóxido dismutase (SOD): para a determinação da atividade da SOD, seguiu-se o método de Beauchamp e Fridovich (1971), citados por Bor et al. (2003). O sistema de reação foi composto de 30 μL de extrato enzimático, tampão fosfato de sódio 50 mmol L^{-1} , pH 7,8, mistura “nitroblue tetrazolium” (NBT) 33 $\mu\text{mol L}^{-1}$ + EDTA 0,66 mmol L^{-1} (5:4) e mistura L-metionina 10 mmol L^{-1} + riboflavina 3,3 mol L^{-1} (1:1), totalizando um volume de 3,0 mL. Após iluminação dos tubos por dez minutos a 25°C, a redução do NBT a “blue formazan” foi medida por leituras de absorbância em espectrofotômetro UV-visível a 560 nm. A atividade da SOD foi expressa em U mg^{-1} de proteína. Neste caso, uma unidade (U) representa a quantidade de enzima necessária para inibir em 50% a razão de redução do NBT.

Atividade da enzima peroxidase (POD): a atividade da POD foi determinada de acordo com as condições citadas no trabalho de Teisseire e Guy (2000), como descrito no experimento 1.

Atividade da enzima catalase (CAT): para a determinação da atividade da CAT, o sistema de reação, mantido a 20°C por 60 segundos, foi composto de 50 μL de extrato enzimático, tampão fosfato de sódio 0,05 mol L^{-1} , pH 7,0 contendo 1 mmol L^{-1} de EDTA e H_2O_2 20 mmol L^{-1} , num volume final de 1 mL. Após leituras de absorbância a 240 nm, utilizou-se para o cálculo o coeficiente de extinção molar do H_2O_2 (39,4 $\text{mmol L}^{-1} \text{ cm}^{-1}$). A atividade da enzima foi expressa em $\text{nmol de H}_2\text{O}_2 \text{ consumido min}^{-1} \text{ mg}^{-1} \text{ proteína}$ (BOR et al., 2003).

Crescimento: as medidas de crescimento foram realizadas aos 30 dias após o transplântio sendo avaliadas a altura da planta, número de folhas, área foliar, massa da matéria seca do caule e folhas.

A área foliar foi obtida por meio de integralizador de área, Area meter modelo Li-3100 da Li-Cor em cm^2 . A medida da altura da planta foi realizada com o auxílio de fita graduada em milímetros da superfície do solo até o ápice caulinar.

Os caules e folhas das plantas foram coletados, colocados separadamente em sacos de papel identificados e secos em estufa de circulação forçada de ar à

60°C $\pm$ 3, até massa constante e, então, pesados em balança semi-analítica e o resultado expresso em gramas.

Análise estatística

O delineamento experimental para a avaliação do crescimento das plantas foi em blocos ao acaso, constando de 3 tratamentos: pepino ‘Tsuyoi’ não enxertado, pepino ‘Tsuyoi’ enxertado em abóbora ‘Shelper’ e pepino ‘Tsuyoi’ enxertado em abóbora ‘Seca’, com seis repetições de uma planta por parcela. As avaliações de crescimento foram realizadas aos 30 DAT, na fase de maior desenvolvimento vegetativo, antes de entrar no período de produção.

O estudo bioquímico realizado no mesmo ambiente protegido, porém em plantas diferentes foi em esquema fatorial 3x4 (3 tratamentos x 4 coletas), sendo os tratamentos constituídos por pepino híbrido Tsuyoi não enxertado, pepino ‘Tsuyoi’ enxertado em abóbora ‘Shelper’ e pepino ‘Tsuyoi’ enxertado em abóbora ‘Seca’ e as coletas realizadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplântio (DAT). Utilizaram-se 4 repetições de uma folha por parcela.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias para tratamento comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3.8 Experimento 3: Aspectos de produção e qualidade dos frutos

Para este experimento utilizou-se a mesma condução do segundo experimento, sendo os frutos, entre 20 e 22 cm de comprimento, colhidos a cada dois dias, durante 8 semanas, onde a colheita iniciou-se no dia 22 de maio de 2010.

Características avaliadas:

Número de frutos comercializáveis: número de frutos colhidos durante 8 semanas de colheita, com comprimento entre 20 e 22 cm e expresso em número de frutos planta⁻¹.

Produtividade: peso de todos os frutos (comercializáveis e não comercializáveis) colhidos e pesados durante 8 semanas e o resultado expresso em kg de frutos planta⁻¹.

Porcentagem de frutos não comercializáveis: realizou-se a medida do comprimento interno (CI) e externo (CE) do fruto com régua graduada. O fruto foi considerado não comercializável quando a relação CI/CE era menor que 0,85. Este valor foi expresso em porcentagem de frutos não comercializáveis.

Brilho dos frutos: foi analisado visualmente por 5 pessoas e o resultado expresso em presença ou ausência de brilho.

Firmeza: foi determinada pelo uso de texturômetro (STEVENS – LFRA texture analyser) com distância de penetração de 20mm e velocidade 2,0 mm s⁻¹, utilizando-se ponteiro TA 9/1000. Dois frutos foram analisados através de 3 leituras na região mediana, totalizando 6 leituras por repetição. Os resultados foram expressos em grama-força (gf)

Teor de Sólidos solúveis (SS): os frutos triturados com mixer portátil foram posteriormente filtrados para retirada das amostras e, em seguida, estas foram colocadas no refratômetro digital, modelo PR 300 ATAGO. Os resultados foram expressos em °Brix.

Análise estatística

O delineamento experimental para a produção do pepineiro foi em blocos ao acaso, constando de 3 tratamentos: pepino híbrido Tsuyoi não enxertado, pepino ‘Tsuyoi’ enxertado em abóbora ‘Shelper’ e pepino ‘Tsuyoi’ enxertado em abóbora ‘Seca’ com 10 repetições de 3 plantas por parcela.

O delineamento experimental para a qualidade de fruto de pepino foi inteiramente casualizado, constando de 3 tratamentos: pepino híbrido Tsuyoi não enxertado, pepino ‘Tsuyoi’ enxertado em abóbora ‘Shelper’ e pepino ‘Tsuyoi’ enxertado em abóbora ‘Seca’ com 10 repetições de 2 frutos.

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação das médias pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1

Na Tabela 3 observa-se que não houve diferença significativa entre as plantas não enxertadas até o décimo primeiro dia de análise, resultado importante já que alguns autores sugerem que a diferença na atividade da peroxidase entre enxerto e porta-enxerto poderia ser fator limitante para a compatibilidade entre os mesmos. A atividade da enzima peroxidase não foi superior a $8000 \text{ nmol de purpurogalina min}^{-1} \mu\text{g de proteína}^{-1}$ durante o período de avaliação nas plantas não enxertadas, atividade cinco vezes menor quando comparados com a região da enxertia no dia seguinte ao processo.

No entanto, a peroxidase parece ter maior influência após a enxertia, variando em sua atividade entre os porta enxertos utilizados neste experimento. A região mediana de ambas as enxertias, porta enxerto recomendado e não recomendado, apresentaram elevada atividade desta enzima. Esta alta atividade da peroxidase na região da enxertia é, provavelmente, devido à cicatrização do tecido, comportamento normal de tecidos que passaram por ferimento e estão passando por processo de lignificação. Contudo, deve-se atentar para o fato que o aumento da atividade da POD nesta região pode ser ocasionado pelo próprio estresse da enxertia, já que esta enzima é considerada uma enzima marcadora de estresse. Este resultado só seria elucidado com análise específica da lignina peroxidase.

Tabela 3. Atividade da enzima peroxidase de amostras retiradas de plantas não enxertadas de pepino ‘Tsuyoi’, abóbora ‘Shelper’, abóbora ‘Seca’ e de plantas enxertadas em amostras retiradas de 3 regiões distintas do caule, aos 1, 4, 7, 10 e 13 dias após a enxertia (nmol de $\text{H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1} \mu\text{g de proteína}^{-1}$).

TRATAMENTO	DIAS				
	1	4	7	10	13
	nmol de $\text{H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1} \mu\text{g de proteína}^{-1}$				
De pepino híbrido Tsuyoi não enxertado	7.076 c	6.498 c	1.461 b	2.662 b	1.171 d
De abóbora híbrido Shelper não enxertada	5.543 c	5.883 c	4.424 b	3.818 b	4.249 c
De abóbora cultivar Seca não enxertada	3.563 c	6.889 c	3.365 b	7.630 b	3.091 c
Da região abaixo da enxertia (Tsuyoi em Shelper)	20.435 b	31.813 b	28.665 a	17.650 a	1.500 d
Na região da enxertia (Tsuyoi em Shelper)	43.297 a	40.773 a	37.433 a	19.430 a	15.293 b
Da região acima da enxertia (Tsuyoi em Shelper)	13.991 b	6.225 c	5.116 b	5.787 b	2.193 d
Da região abaixo da enxertia (Tsuyoi em Seca)	4.340 c	5.599 c	2.784 b	4.870 b	4.457 c
Na região da enxertia (Tsuyoi em Seca)	42.616 a	31.152 b	25.054 a	23.002 a	22.980 a
Da região acima da enxertia (Tsuyoi em Seca)	4.968 c	2.811 c	2.226 b	3.697 b	3.198 c
CV (%)	34,18	41,29	66,67	40,87	17,24
Valor de F	26,6**	21,8**	11,7**	15,4**	182,0**

*médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na região acima do ponto de enxertia ocorreu baixa atividade enzimática durante o período de pegamento, independente do porta enxerto utilizado, mantendo assim, a mesma atividade antes do processo de enxertia. Contudo, o dado mais interessante foi observado quando se compara os porta enxertos na região abaixo da enxertia, onde o recomendado apresentou elevada atividade da peroxidase, mantendo a atividade muito próxima ao do ponto de enxertia, sem diferenciar-se do mesmo, do quarto ao décimo dia, período chave para o pegamento da enxertia. O porta enxerto não recomendado apresentou baixa atividade da peroxidase na região inferior quando comparada com a região mediana da enxertia, atividade semelhante a das plantas não enxertadas.

A elevada atividade encontrada na parte inferior e na região da enxertia de plantas enxertadas em abóbora ‘Shelper’ podem ser responsáveis pela boa conexão

dos vasos condutores, já que este porta enxerto é escolhido por melhorar o desempenho das plantas de pepineiro.

Inicialmente, ambos os porta enxertos apresentaram atividade da POD similar na região da enxertia, onde a partir deste momento houve diminuição até o sétimo dia após a enxertia em ambos os porta enxertos utilizados, porém, mais acentuada quando as plantas foram enxertadas em abóbora ‘Seca’, aproximadamente $17.550 \text{ nmol de purpurogalina min}^{-1} \mu\text{g de proteína}^{-1}$, enquanto as plantas enxertadas em abóbora ‘Shelper’ apresentaram diminuição aproximada de $5.900 \text{ nmol de purpurogalina min}^{-1} \mu\text{g de proteína}^{-1}$. A menor amplitude da atividade da peroxidase para o porta enxerto recomendado é devido, provavelmente, por suprimento de peróxido de hidrogênio pela parte inferior que apresentou elevada atividade da peroxidase.

A alta atividade da POD no dia posterior à enxertia na região da enxertia em abóbora ‘Seca’, semelhante às plantas enxertadas em abóbora ‘Shelper’, pode ser atribuída mais ao estresse causado à região do que ao próprio processo de lignificação, já que a alta atividade não se manteve nos próximos dias de coleta como no porta enxerto recomendado.

Segundo Santamour (1992), a diferença na atividade das peroxidases entre as plantas não enxertadas poderia levar à carência de conexões vasculares na zona da enxertia, além disso, é necessário que as peroxidases sejam similares, tanto no enxerto como no porta enxerto, para que ocorra a produção de ligninas correlatas. Nas plantas que possuem semelhanças na atividade de peroxidases, raramente encontram-se problemas de incompatibilidade. Neste trabalho sugere-se que o envolvimento desta enzima não está na diferença de atividade enzimática entre o porta enxerto e o enxerto antes da enxertia e, sim, desta diferença após a enxertia, ou seja, quanto menor a diferença na atividade entre o porta enxerto e a região da enxertia melhor será a conexão dos vasos condutores, porém, a confirmação deste fato só poderá ser realizado por meio de verificação da anatomia da planta.

Rodrigues et al. (2002) que trabalharam com plantas de maior porte (pessegueiro), observaram que um dos porta enxertos (incompatível) utilizados apresentou maiores valores de atividade das peroxidases, podendo desta forma, representar um fator fisiológico e bioquímico de incompatibilidade quando enxertado com cultivares de menor

atividade das peroxidases, possivelmente por uma lignificação anormal e carência de conexões vasculares.

A maior atividade da POD na região de enxertia neste trabalho também foi descrito por Fernández-Garcia et al. (2004) que observaram maior atividade na região localizada entre o enxerto e porta enxerto, atividade esperada por ser local de ocorrência da cicatrização. Para garantir o sucesso da enxertia, é necessário que haja coincidência entre os tecidos próximos ao câmbio, que gera o calo ou cicatriz (PEIL, 2003). Além disso, Fernández-Garcia et al. (2004) observaram que as plantas enxertadas apresentaram maior atividade do que as plantas não enxertadas.

As peroxidases foram estudadas em plantas de damasco onde foi encontrado que as cultivares compatíveis possuíam maior atividade desta enzima que aquelas incompatíveis. A pouca compatibilidade destas últimas poderia ser a causa de uma baixa lignificação do ponto de enxertia (QUESADA; MACHEIX, 1984).

Nas plantas de pepino enxertadas em abóbora ‘Shelper’, apesar da redução da atividade da POD durante o período de avaliação, manteve-se alta a atividade até o sétimo dia de análise, quando apresentou, a partir deste dia, acentuada diminuição e mantendo-se com atividade similar até o fim do experimento. De acordo com Da Hora (2006), trabalhando com enxertia por encostia em pepineiro, a ‘desmama’ (desligamento do sistema radicial do pepineiro) deve ser realizada quando os vasos condutores estiverem em perfeita conexão, o que ocorre com 8 dias após a enxertia. Rachow-Brandt e Kollmann (1992) usaram a técnica do C^{14} marcado para medir a taxa de transporte de assimilados de *Lycopersicon esculentum* sobre *Solanum tuberosum* e encontraram que 5 a 7 dias após a enxertia, iniciou-se o transporte desses assimilados.

Portanto, a diminuição da atividade da peroxidase na enxertia em abóbora ‘Shelper’ seria resultado do completo processo de lignificação, que mesmo com a redução, ainda continuaram superiores quando comparadas com 1 cm acima e abaixo do ponto de enxertia, provavelmente, pela alta concentração de auxina localizada na região, já que juntamente com a lignificação estaria acontecendo a diferenciação.

Bhojwani e Razdan (1983) verificaram que a diferenciação vascular é afetada pela presença de auxinas e, segundo Dencheva e Klisurka (1982), as peroxidases além de atuarem no processo de biossíntese de etileno e lignificação, agem ainda, na destruição da

auxina. Gaspar et al. (1994) relataram que a peroxidase está relacionada com a regulação ou alteração dos níveis endógenos de auxina.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4, observa-se diferença estatística entre as três regiões analisadas para a enxertia em abóbora ‘Shelper’, onde a região mediana (região de cicatrização) apresentou atividade da POL significativamente menor que a região inferior e superior. Sugere-se que essa menor atividade apresentada na região da enxertia poderia ser uma adaptação da planta, onde haveria menor consumo de compostos fenólicos e, conseqüentemente, maior concentração desse substrato para utilização no processo de lignificação pela enzima peroxidase, ou vice e versa, a menor atividade da POL seria resultado da menor concentração de compostos fenólicos devido a mais eficiente utilização desse substrato pela peroxidase no processo de lignificação.

Tabela 4. Atividade da enzima polifenoloxidase de amostras retiradas de plantas não enxertadas de pepino ‘Tsuyoi’, abóbora ‘Shelper’, abóbora ‘Seca’ e de plantas enxertadas em amostras retiradas de 3 regiões distintas do caule, aos 1, 4, 7, 10 e 13 dias após a enxertia ($\text{nmol de purpurogalina min}^{-1} \mu\text{g de proteína}^{-1}$).

TRATAMENTO	DIAS				
	1	4	7	11	13
	$\text{nmol de purpurogalina min}^{-1} \mu\text{g de proteína}^{-1}$				
De pepino híbrido Tsuyoi pé franco	3.658 b	2.517 a	3.343 a	1.562 b	1.250 c
De abóbora híbrido Shelper pé franco	4.058 b	3.238 a	1.155 b	2.392 b	3.447 a
De abóbora cultivar Seca pé franco	2.290 c	2.080 b	1.788 b	3.717 a	2.089 b
Da região abaixo da enxertia (Tsuyoi em Shelper)	3.820 b	3.178 a	1.756 b	3.776 a	1.792 b
Na região da enxertia (Tsuyoi em Shelper)	1.506 c	1.374 b	1.200 b	710 b	1.341 c
Da região acima da enxertia (Tsuyoi em Shelper)	5.105 a	2.937 a	3.749 a	1.792 b	2.058 b
Da região abaixo da enxertia (Tsuyoi em Seca)	2.717 c	1.659 b	1.814 b	3.445 a	2.461 b
Na região da enxertia (Tsuyoi em Seca)	2.248 c	2.554 a	2.181 b	1.329 b	2.048 b
Da região acima da enxertia (Tsuyoi em Seca)	2.691 c	2.213 b	1.907 b	4.248 a	2.091 b
CV (%)	20,68	23,74	36,77	29,34	19,63
Valor de F	12,0**	5,1**	5,3**	11,6**	10,1**

*médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Segundo Druart et al. (1982), o teor de fenóis variou inversamente com a atividade da peroxidase. Clifford (1985) estudando a atividade da polifenoloxidase em café, atribuiu a diminuição da atividade desta enzima à exaustão de compostos fenólicos.

A maior atividade no dia após a enxertia, para esse tratamento, seria um processo normal quando se observa que o nível de compostos fenólicos é aumentado em regiões que sofreram algum tipo de ferimento, assim como é o caso do processo de enxertia. O aumento observado no 13º dia, provavelmente é resultado do conteúdo de monofenóis ou polifenóis, responsáveis pela degradação da auxina e inibição deste processo, respectivamente.

Segundo Musacchi (1994), os fenóis fazem também ação de regularização da atividade auxínica. As auxinas são importantes nas primeiras fases de união entre enxerto e porta enxerto, agindo na rediferenciação vascular. Os compostos fenólicos são suficientes para regular a atividade da IAA-oxidase, mais precisamente, o ácido cumárico e o ácido hidroxibenzóico (monofenóis) que inibem o desenvolvimento da planta, porque ativam a oxidação das auxinas, enquanto os polifenóis, como o ácido caféico, inibem a oxidação das auxinas, promovendo o crescimento das plantas.

A atividade desta enzima, praticamente, não apresentou diferença significativa entre as três regiões analisadas na enxertia em abóbora ‘Seca’, exceto para o décimo primeiro dia após a enxertia. Este porta enxerto não apresentou comportamento semelhante ao do porta enxerto recomendado para a cultura, tanto para a enzima peroxidase como para a polifenoloxidase. Observa-se que ambas as enzimas podem estar intimamente relacionadas no processo de compatibilidade entre o porta enxerto e o enxerto.

Portanto, a maior atividade da enzima peroxidase, responsável direta pelo processo de lignificação dos vasos condutores e a menor atividade da polifenoloxidase proporcionaria um processo de enxertia mais rápido e eficiente, alterando assim, o transporte de nutrientes, fotoassimilados e hormônios vegetais e, conseqüentemente, o vigor da planta.

4.2 Experimento 2

As enzimas de estresse oxidativo foram quantificadas neste experimento durante o desenvolvimento de plantas não enxertadas e enxertadas de pepineiro,

objetivando-se analisar se a enxertia auxiliaria à resistência contra estresses intrínseco e extrínseco à planta.

As plantas são muito susceptíveis ao estresse ambiental, logo, após tal condição adversa deve haver um sistema eficiente de desintoxicação das espécies reativas de oxigênio (ROS). A linha de frente inicia-se com o controle do radical superóxido pela superóxido dismutase (SOD), o qual promove a dismutação deste radical formando o peróxido de hidrogênio, substrato de outras duas enzimas, catalase (CAT) e peroxidases (POD).

Os tratamentos não diferenciaram-se entre si para a atividade da SOD até 30 dias após o transplante (DAT). Aos 45 DAT as plantas não enxertadas apresentaram maior atividade desta enzima em relação às plantas enxertadas, enquanto que aos 60 DAT, as plantas enxertadas em abóbora ‘Shelper’ apresentaram menor atividade da SOD quando comparada com os demais tratamentos (Tabela 5), época que coincide com o início (45 DAT) da produção e duas semanas após o início da colheita (60 DAT).

Tabela 5. Atividade da enzima superóxido dismutase (Unidade por mg de proteína.) em folhas de pepineiro ‘Tsuyoi’ pé franco, enxertado em abóbora ‘Shelper’ e abóbora ‘Seca’ aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplantio. São Manuel-SP, 2010.

15 e 60 dias após o transplantio: São Manuel SP, 2010.				
Tratamentos	Dias após o transplantio (DAT)			
	15	30	45	60
Unidade por mg de proteína				
Pepino ‘Tsuyoi’	121 aB	75 aC	110 aB	152 aA
Abóbora ‘Shelper’ (Enxertia)	95 aA	67 aB	85 bA	45 bB
Abóbora ‘Seca’ (Enxertia)	118 aA	51 aB	64 bB	129 aA
CV (%)	17,44			
Valor de F				
Tratamento	22,69**			
Coleta	26,87**			
Tratamento x coleta	11,98**			

*médias seguidas de mesma letra na minúscula, na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A maior atividade da SOD em folhas de plantas não enxertadas aos 45 DAT deve-se, provavelmente, ao início da produção, devido a necessidade de aumento na translocação de carboidratos das folhas para os frutos, ocasionando estresse às mesmas. A atividade da SOD aos 45 DAT foi proporcional a produção de frutos na mesma semana,

quanto maior a produção, maior a atividade desta enzima. A elevada atividade desta enzima em folhas de pepineiro não enxertado nesta coleta deve-se a boa produção desse tratamento desde a primeira semana de colheita.

O porta enxerto recomendado proporcionou menor estresse à planta, com atividade da SOD, 70,4% e 61,1% menor em relação à planta não enxertada e abóbora ‘Seca’, respectivamente. Provavelmente, essa menor atividade da SOD se deve a baixa produção do radical superóxido e, conseqüentemente, baixa produção de H_2O_2 .

Rivero et al. (2003), trabalhando com mudas enxertadas e não enxertadas de tomate, em três temperaturas (10, 25 e 35°C) observaram que as temperaturas extremas aumentavam a atividade da SOD, independentemente de serem plantas enxertadas ou não, porém, o aumento era maior em plantas não enxertadas.

Os resultados deste trabalho concordam com a hipótese de Rivero et al. (2003) de que as plantas enxertadas proporcionariam menor estresse às plantas do que as não enxertadas. Schützendübel e Polle. (2002) citam diversos fatores que influenciam a produção de espécies reativas de oxigênio, como estresse hídrico e salino, exposição à alta e baixa temperatura, desbalanço nutricional, radiação ultra-violeta e poluentes do ar. É sabido que o porta enxerto pode alterar a produção ou eliminação das ROS em mais de um desses casos, assim, o porta enxerto ‘Shelper’ poderia proporcionar menor estresse em plantas de pepino ‘Tsuyoi’ durante a produção.

Rivero et al. (2003) observaram que em temperaturas extremas a concentração de peróxido de hidrogênio era superior em relação à temperatura de 25°C e, que independente da temperatura, a SOD produziu maior quantidade de H_2O_2 em plantas de pé franco. Além disso, a diferença dessa substância entre plantas enxertadas e não enxertadas aumentava com o aumento da temperatura. Paolacci et al. (1997) relatam que sob estresse térmico, o peróxido de hidrogênio pode se acumular em diferentes tecidos devido à produção excessiva de SOD.

Após a formação do H_2O_2 pela SOD necessita-se da eliminação do mesmo para manutenção da integridade celular e com isso, entram em ação duas outras enzimas estudadas neste experimento.

Na Tabela 6 observa-se diferença estatística para a atividade da enzima catalase (CAT) aos 15 e 60 DAT, onde aos 15 DAT o pepino enxertado em abóbora ‘Seca’ e

‘Shelper’ apresentaram maior atividade quando comparada com plantas não enxertadas de pepineiro. Duas situações hipotéticas, baseadas no experimento 1 poderiam explicar a elevada atividade aos 15 DAT para ambas as enxertias, o fato do tempo de pegamento que não ocorre no pé franco e o menor tempo de adaptabilidade, já que as plantas foram transplantadas com 15 dias após a enxertia e, ainda, poderiam estar em processo de lignificação, portanto, as plantas enxertadas em abóbora ‘Secas’ e ‘Shelper’ estavam ainda sob estresse quando tiveram seu ambiente alterado.

Tabela 6. Atividade da enzima catalase (nmol de H_2O_2 consumido $min^{-1} mg prot^{-1}$) em folhas de pepineiro ‘Tsuyoi’ pé franco, enxertado em abóbora ‘Shelper’ e abóbora ‘Seca’ aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplântio. São Manuel-SP, 2010.

15 e 60 dias após o transplante: São Manuel SP, 2016.				
Tratamentos	Dias após o transplântio (DAT)			
	15	30	45	60
	nmol de H ₂ O ₂ consumido min ⁻¹ mg prot ⁻¹			
Pepino ‘Tsuyoi’	26 bC	12 aC	50 aB	83 aA
Abóbora ‘Shelper’ (Enxertia)	39 aA	22 aB	43 aA	46 bA
Abóbora ‘Seca’ (Enxertia)	43 aB	18 aC	36 aB	80 aA
CV (%)	21,02			
Valor de F				
Tratamento	8,73*			
Coleta	73,64**			
Tratamento x coleta	9,32**			

*médias seguidas de mesma letra na minúscula, na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A baixa atividade da CAT para o pepineiro enxertado em abóbora ‘Shelper’ aos 60 DAT em relação aos demais tratamentos deve-se a baixa atividade da SOD, já que essa é responsável pela produção de H_2O_2 para a CAT. No mesmo tratamento, assim como para a SOD, a catalase apresentou porcentagem significativamente menor, 44,6% e 42,5% em relação as plantas não enxertadas e enxertadas em abóbora ‘Seca’, respectivamente.

Kuroda e Sagisaka (1998) sugerem que em condições de estresse, a catalase está envolvida na remoção de H_2O_2 , que é produzido durante as reações de síntese de proteínas, ATP e formação das organelas. Mittler (2002) sugere que as catalases tornam-se mais importantes quando a concentração de H_2O_2 está em excesso, pois em concentração normal de H_2O_2 este é reduzido pela peroxidase (RICE-EVANS et al., 1991).

Diferentemente das demais enzimas, a atividade da peroxidase diferenciou-se significativamente já aos 30 DAT entre as plantas enxertadas e não enxertadas. Segundo Dencheva e Klisurka (1982), as peroxidases atuam na biossíntese de etileno e na lignificação, devido ao fato destas se apresentarem em muitas formas moleculares, participando de diferentes reações bioquímicas. Citadin (1999) sugere que a peroxidase está relacionada também com a destruição da auxina natural, condição essencial para diminuir a atividade celular e crescimento da planta.

Plantas de pepineiro enxertadas em abóbora ‘Shelper’ apresentaram atividade da peroxidase significativamente maior que os demais tratamentos aos 30 e 45 DAT (Tabela 7), período onde a cultura está em pleno crescimento. Portanto, é pouco provável que a atividade da POD durante este período atue na degradação da auxina, já que neste tratamento as plantas eram vigorosas. Então, a maior atividade estaria relacionada com a remoção das espécies reativas de oxigênio que são produzidas mesmo em condições não estressantes. Salin (1989) indica que em condições normais de crescimento e desenvolvimento inevitavelmente são produzidas as ROS para manter a homeostase.

Tabela 7. Atividade da enzima peroxidase (nmol de H_2O_2 consumido min^{-1} mg prot^{-1}) em folhas pepineiro ‘Tsuyoi’ não enxertado, enxertado em abóbora ‘Shelper’ e abóbora ‘Seca’ aos 15, 30, 45 e 60 dias após o transplantio. São Manuel-SP, 2010.

Tratamentos	Dias após o transplantio (DAT)			
	15	30	45	60
	nmol de H_2O_2 min^{-1} $\mu\text{g de proteína}^{-1}$			
Pepino ‘Tsuyoi’	466 aC	219 bC	846 bB	1670 cA
Abóbora ‘Shelper’ (Enxertia)	350 aC	456 aC	1266 aB	2198 bA
Abóbora ‘Seca’ (Enxertia)	315 aC	137 bC	876 bB	2759 aA
CV (%)	18,72			
Valor de F				
Tratamento	9,65**			
Coleta	290,01**			
Tratamento x coleta	12,06**			

*médias seguidas de mesma letra na minúscula, na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A maior atividade da enzima POD quando as plantas são enxertadas em abóbora ‘Shelper’ deve-se, portanto, a um sistema mais efetivo de eliminação das ROS,

mesmo apresentando igual atividade da enzima SOD aos 30 e 45 DAT. Rivero et al. (2003) relatam que, apesar da maior concentração de peróxido de hidrogênio em plantas de tomate não enxertadas, observaram maior atividade da enzima POD e CAT em plantas enxertadas, sugerindo que, além da menor produção de H_2O_2 , o sistema de desintoxicação celular enzimático em plantas enxertadas é mais efetivo.

A atividade da POD foi de 52,0% e 70,0% menor em plantas não enxertadas e enxertadas em abóbora ‘Seca’, respectivamente, aos 30 DAT e de 34,2% e 30,9% aos 45 DAT. Aos 60 DAT, quando a cultura encontrava-se no período de maior produção de frutos por planta, houve aumento na atividade da POD nos pepineiros enxertados em abóbora ‘Seca’, enquanto a atividade dobrou nas plantas não enxertadas e pepineiro enxertado em ‘Shelper’, da penúltima para a última coleta. Nos pepineiros enxertados em abóbora ‘Seca’ atingiu mais de 3 vezes o valor da penúltima coleta. O aumento da atividade desta enzima no período de maior produção deve-se, provavelmente pelas plantas entrarem no período de senescência associado ao período de grande produção.

A alta atividade da enzima SOD juntamente com a baixa atividade da enzima POD em plantas não enxertadas de pepineiro ‘Tsuyoi’ aos 45 DAT pode significar um sistema de remoção das ROS menos efetivo em relação aos demais tratamentos.

Os tratamentos apresentaram elevada atividade da POD aos 15 DAT devido ao estresse causado pela fase de adaptação do transplântio, porém, aos 30 DAT observa-se adaptação das plantas em todos os tratamentos, uma vez que a atividade desta enzima apresentou redução de 38,0% nas plantas não enxertadas, 29,5% na enxertia em abóbora ‘Shelper’ e 56,8% na enxertia em abóbora ‘Seca’. A partir dos 30 DAT a tendência foi de aumento até o último dia de coleta, exceto para a enxertia em abóbora ‘Shelper’ que apresentou aumento a partir da primeira coleta. O aumento da atividade desta enzima durante o período de desenvolvimento da planta confirma a hipótese de Anderson (1986) que afirmou que a enzima peroxidase poderia ser utilizada como marcador de organogênese e estádios de desenvolvimento.

A oscilação apresentada na atividade da enzima SOD para pepineiro ‘Tsuyoi’ enxertado em abóbora ‘Shelper’ foi acompanhada de oscilação da atividade da enzima CAT durante todo o período do experimento. Assim, a atividade desta enzima parece ser dependente da produção de substrato pela superóxido dismutase, isso porque, quando não

houve mudança na atividade da SOD para os demais tratamentos, a catalase seguiu a mesma tendência. Portanto, a CAT, assim como a SOD, poderiam ser considerados ótimos marcadores de estresse, já que parecem estar estritamente relacionados com a produção e eliminação de H_2O_2 .

Rivero et al. (2003) observaram correlação altamente significativa para aumento da atividade da SOD e aumento da concentração de H_2O_2 , $R^2 = 0,929^{***}$ para plantas enxertadas. E ainda, houve correlação entre a diminuição da atividade da CAT e o aumento da concentração do H_2O_2 , $R^2 = 0,816^{**}$ para plantas não enxertadas e $0,889^{**}$ para plantas enxertadas, concluindo que essa correlação é negativa para o desenvolvimento da planta, implicando em não desintoxicação ao H_2O_2 .

A atividade da peroxidase não apresentou a mesma oscilação, assim como na atividade da SOD, quando observa-se os resultados apresentados em plantas de pepineiros enxertados em abóbora 'Shelper'. Houve aumento a partir dos 30 DAT até o último dia de coleta, provavelmente, por participar não apenas do processo de remoção das ROS, mas também de muitos outros processos de extrema importância no metabolismo das plantas, assim como citado anteriormente.

Portanto, a atividade desta enzima pode ser utilizada como marcador bioquímico de estresse, porém com muito critério, já que os trabalhos mostram muita contradição em seus resultados. Piza et al. (2003) relatam que o aumento da atividade desta enzima em plantas submetidas a condições de estresse pode ser fator determinante da capacidade de adaptação das plantas, podendo essa atividade ser identificada como um marcador bioquímico. Rivero et al. (2003) observaram que quando as plantas eram colocadas sob condições de estresse a tendência era de diminuição da atividade desta enzima.

De acordo com este trabalho, a atividade da peroxidase seria mais importante como marcador do estágio de desenvolvimento da planta, já que aumenta constantemente durante seu período de desenvolvimento, independentemente do tratamento observado. O aumento da atividade da POD durante o ciclo, provavelmente devido à proximidade da senescência, já que a peroxidase atua no balanço em dois dos hormônios vegetais envolvidos neste processo, na síntese de etileno e degradação de auxina. Segundo Regalado (2004), as peroxidases podem participar da biossíntese de etileno, enquanto

Halusková et al. (2010) sugere que a peroxidase tem papel fundamental na degradação da auxina.

Em relação ao crescimento da planta, o vigor proporcionado ao pepineiro ‘Tsuyoi’ pelo porta enxerto ‘Shelper’ com 30 dias após o transplântio pode ser visualizado nas Tabelas 8 e 9, demonstrado pela maior área foliar, número de folhas, altura das plantas, massa seca de folhas e caule em relação aos demais tratamentos. O pepineiro enxertado em abóbora ‘Seca’ não apresentou diferença estatística para nenhuma das características quando comparado com plantas não enxertadas, exceto para massa seca de caule.

Lima et al. (2000), trabalhando com 5 porta enxertos diferentes para o híbrido de pepino japonês ‘Rensei’, observaram que quatro deles mostraram índices significativamente superiores para massa seca da parte aérea.

Tabela 8. Área foliar média ($\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$), número de folhas médio por planta e altura média das plantas (cm planta^{-1}) de pepineiro ‘Tsuyoi’ enxertados em abóbora ‘Shelper’ ou ‘Seca’ e não enxertadas, determinado aos 30 dias após o transplântio. São Manuel, SP. 2010.

	Área Foliar (cm^2)	Número de folhas	Altura da planta (cm)
Pepino ‘Tsuyoi’	2181 b	14,8 b	149,3 b
Abóbora ‘Shelper’	3239 a	20,5 a	174,7 a
Abóbora ‘Seca’	2464 b	16,1 b	153,7 b
CV (%)	24	16	16
Valor de F	11,9**	10,7**	4,13*

*médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 9. Massa seca média de folhas (g) e caule (g) das plantas de pepineiro ‘Tsuyoi’ enxertados em abóbora ‘Shelper’ ou ‘Seca’ e não enxertadas, determinado aos 30 dias após o transplântio. São Manuel, SP. 2010.

	Massa Seca de Folhas (g)	Massa Seca de Caule (g)
Pepino ‘Tsuyoi’	12,25 b	6,62 c
Abóbora ‘Shelper’	16,37 a	12,37 a
Abóbora ‘Seca’	13,62 b	8,00 b
CV (%)	26	20
Valor de F	4,4*	28,2**

*médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott. A 5% de probabilidade.

Os resultados alcançados relativos à altura das plantas de pepino enxertada em ‘Shelper’ concordam com os resultados apresentados por Macedo Junior et al. (2001), onde a média de plantas enxertadas foi superior as das plantas não enxertadas. Os

autores encontraram altura aproximada de 150 cm para plantas enxertadas e 100 cm para plantas não enxertadas com 32 dias após o transplante, resultados inferiores aos encontrados neste trabalho de 174,7 cm para o 'Shelper' e 149,3 cm para as plantas não enxertadas, porém, a diferença entre os tratamentos foi menor neste experimento.

O número de folhas de pepino enxertado em Shelper foi 27,8% maior quando comparadas com o controle e 21,5% em relação a abóbora 'Seca', abaixo do encontrado por Macedo Junior et al. (2001) trabalhando com a abóbora híbrida Kyowa como porta enxerto do pepino híbrido Hokuho, onde a porcentagem de número de folhas foi aproximadamente 46% superior em plantas enxertadas em relação às plantas não enxertadas. Os autores observaram no final do ciclo da cultura 32,67 folhas nas plantas enxertadas e 17,60 nas não enxertadas.

O número de folhas é fator determinante para culturas que possuem longa produção, já que essas serão responsáveis pelo fornecimento de fotoassimilados durante o período de frutificação, podendo determinar a longevidade da cultura, ou mesmo, a produtividade, assim como o observado para a enxertia em abóbora 'Shelper', onde sua produtividade foi aumentada até a última colheita (Figura1). A produção de pepinos enxertados em Abóbora 'Seca' também foi aumentada, porém, foi significativamente menor durante todo o período de colheita, provavelmente por apresentar menor vigor.

Nomura e Cardoso (2000) observaram que dependendo do nível de desfolha encontrado, há redução proporcional da produção e qualidade dos frutos de plantas de pepineiro. Contudo, apenas o aumento do número de folhas não seria suficiente para definir a maior produção, visto que, o número superior de folhas não é garantia de maior área foliar, ou ainda, menor. Porém, através dos resultados encontrados para esta característica observa-se que a enxertia em abóbora 'Shelper' apresentou valores superiores para número de folhas e área foliar e, consequentemente, maior produtividade.

O aumento da altura da planta e área foliar nas plantas enxertadas pode ser resultado dos porta enxertos conferirem maior vigor à planta, além de maior número de folhas fotossinteticamente ativas (YAMAKAWA, 1982).

Yamasaki et al. (1994) observaram maior concentração de nutrientes e citocinina no exsudato do xilema de plantas enxertadas em abóbora (*Cucurbita máxima* x *C. moschata*) do que em plantas não enxertadas ou enxertadas em *Lagenaria siceraria*, espécie

da mesma família das Cucurbitaceae e, assim, as plantas enxertadas em abóboras mostraram-se mais vigorosas. Portanto, há a hipótese de que a enxertia de pepineiro ‘Tsuyoi’ em abóbora ‘Shelper’ possa ter promovido a síntese de citocinina, sendo este hormônio vegetal, importante para o desenvolvimento das plantas e o maior vigor destas.

O pepineiro ‘Tsuyoi’ enxertado em ‘Shelper’ foi significativamente superior para as características de massa seca de folhas e caule, resultado esperado tendo em vista que essa enxertia proporcionou às plantas maior altura, número de folhas e área foliar, diferenciando-se estatisticamente das plantas enxertadas em abóbora ‘Seca’ e não enxertadas.

4.3 Experimento 3

De acordo com os dados obtidos foi observada diferença significativa para produtividade e números de frutos (Tabela 10). Na comparação entre os tratamentos, os pepineiros enxertados sobre abóbora ‘Shelper’ (recomendado) apresentaram valores significativamente maiores para número de frutos comerciais e produtividade, resultado semelhante aos encontrados por Cañizares e Goto (1998), Macedo Junior (1998) e Goto et al. (1999).

Tabela 10. Número médio de frutos comercializáveis (frutos planta⁻¹), produtividade (kg planta⁻¹) e porcentagem de frutos não comercializáveis de plantas de pepino ‘Tsuyoi’ enxertadas em abóboras ‘Shelper’ ou ‘Seca’ e de plantas não enxertadas. São Manuel, 2010.

	Nº de frutos comercializáveis planta ⁻¹	Produtividade em kg planta ⁻¹	% de frutos não comercializáveis
Pepino ‘Tsuyoi’ não enxertado	15,0 b	2,430 b	16
Enxertia em abóbora ‘Shelper’	21,8 a	3,261 a	16
Enxertia em abóbora ‘Seca’	12,4 b	1,972 c	20
CV (%)	20,14	15,39	
Valor de F	19,03**	27,67**	

*médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A produtividade de frutos em pepineiro ‘Tsuyoi’ foi influenciada negativamente quando enxertado em abóbora ‘Seca’, apresentando produtividade inferior à plantas não enxertadas, mostrando que talvez haja diferentes níveis de compatibilidade entre os diferentes porta enxertos utilizados neste experimento. Segundo Ciobotari et al. (2010) a incompatibilidade pode acarretar consequências negativas no crescimento e desenvolvimento de plantas.

Segundo González (1999), a incompatibilidade se manifesta, normalmente, com alguns sintomas como baixo índice de sobrevivência do enxerto, amarelecimento das folhas, desfolhação, enrolamento das folhas e morte imediata da planta, diferenças marcantes na velocidade de crescimento entre porta enxerto e cultivar, crescimento excessivo do ponto de enxertia ou na zona próxima a este e ruptura do ponto de enxertia, como também a redução no crescimento.

O porta enxerto ‘Shelper’ proporcionou aumento de 31,2% e 43,2% no número de frutos comercializáveis e 35,5% e 39,5% na produtividade, em relação às plantas não enxertadas e pepinos enxertados em abóbora ‘Seca’, respectivamente.

Segundo Khryanin (2007), a citocinina pode induzir a feminilização em diversas espécies de plantas. Freeman et al. (1980) citam a ocorrência de 4 espécies que aumentaram o número de flores femininas pela aplicação de citocinina, enquanto as giberelinas favorecem flores masculinas, sendo esse comportamento observado em *Cucumis sativus* (KHRYANIN, 2002).

Zhou et al. (2007) trabalharam com pepino enxertado em *Cucurbita ficifolia*, com e sem *chilling*, e observaram que as plantas enxertadas apresentaram o dobro da concentração de citocinina em temperatura sem *chilling* e quando reduzia-se a temperatura, a concentração de citocinina em plantas enxertadas atingiria até 33 vezes a mais que em plantas não enxertadas. Esses dados suportam a hipótese de que o porta enxerto ‘Shelper’ pode ter aumentado a concentração de citocinina, proporcionando maior número de frutos como observado neste trabalho, principalmente, por este experimento ser realizado parcialmente durante o período de frio.

Contudo, há dados na literatura que são traduzidos em quedas na produção quando se utiliza a enxertia. Fonseca (1998) trabalhando com cobertura plástica no solo, na cultura do pepineiro, observou menor produção em plantas enxertadas. Segundo Lima

et al. (2000), a enxertia reduziu a produtividade em até 41%, contudo houve porta enxertos menos sensíveis.

Nos trabalhos relacionados com a enxertia de pepinos, os dados sobre produtividade são contraditórios, dependendo do trabalho obtêm-se maior ou menor produtividade, resultado que explica o comportamento diferenciado entre os porta enxertos neste experimento. Assim, uma boa enxertia está intimamente relacionada com o porta enxerto utilizado. Nas hortaliças enxertadas o vigor da copa pode estar em função do porta enxerto utilizado (JANOWSKI; SKAPSKI, 1985).

De acordo com os dados apresentados na Figura 1 observa-se que a produção por planta em ambas as enxertias apresentaram tendência de aumento da 1ª até a última semana de colheita, enquanto que as plantas não enxertadas apresentaram produção uniforme durante todo o período. Além disso, apesar da tendência de aumento, as plantas enxertadas apresentaram alternância de produção semanal, ou seja, quando as plantas tiveram alta produção em uma semana, havia queda na semana seguinte.

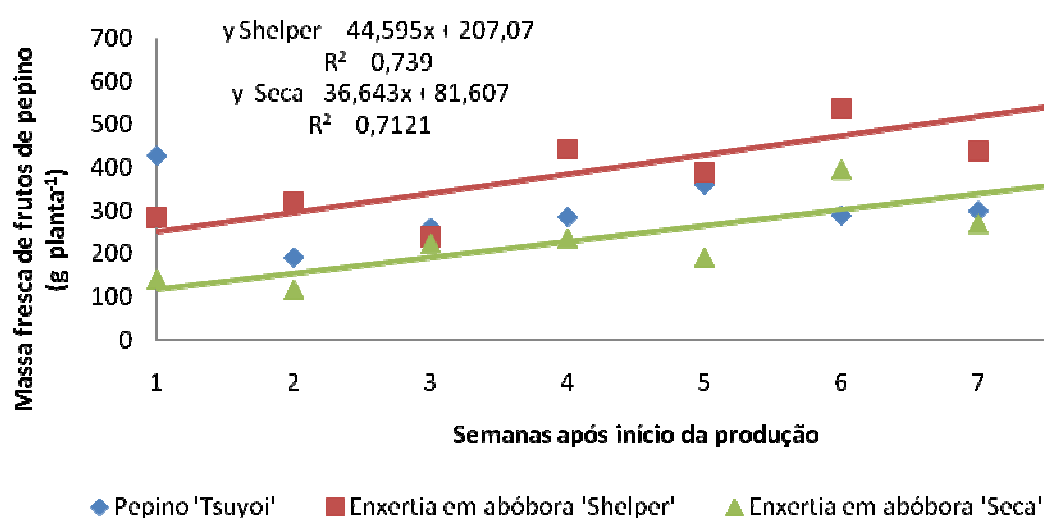


Figura 1. Produção de frutos em gramas por planta de pepino ‘Tsuyoi’ enxertado em abóboras ‘Shelper’ e ‘Seca’ durante 8 semanas após o início da produção. São Manuel, SP. 2010.

A aparência dos frutos de pepino foi a primeira característica a ser avaliada, por ser este sentido o primeiro a ser utilizado pelo consumidor no momento da seleção para a compra de produtos vegetais e esta foi avaliada através do brilho dos frutos.

Apesar do foco principal da aparência ser o brilho dos frutos de pepino, algumas observações devem ser feitas em relação ao formato e coloração. O pepineiro ‘Tsuyoi’ quando enxertado em abóbora ‘Seca’ descaracterizou o formato do pepino japonês, tornando-o mais grosso, enquanto a enxertia em abóbora ‘Shelper’ mantiveram as características originais quanto ao formato, com frutos alongados. Além disso, este processo proporcionou frutos com tonalidade de verde mais claro do que o descrito pela empresa produtora de sementes.

Na literatura não foram encontrados relatos quanto à mudança de formato e mudança de tonalidade em pepineiros enxertados, porém, são comuns trabalhos científicos relacionando a enxertia com a mudança de cerosidade ou brilho.

A cerosidade ou brilho é um dos fatores que mais tem chamado a atenção na enxertia desta cultura. Neste experimento, assim como encontrado por diversos autores, houve mudança para essa característica, onde os pepinos enxertados em abóbora ‘Shelper’ apresentaram o brilho característico, melhorando a qualidade e agregando valor ao produto. Contudo, a abóbora ‘Seca’ não proporcionou o brilho desejado, com aparência semelhante às plantas não enxertadas.

Segundo Cañizares e Goto (1998), quanto a qualidade de frutos de pepino, afirmaram que os frutos de plantas enxertadas em porta enxertos específicos, perderam a cerosidade, ganhando brilho característico.

Lima et al. (2000) observaram que a enxertia de pepineiro em abóboras ‘Ikki’ e ‘Kirameki’ permitiu frutos de melhor qualidade: menos cerosidade e maior brilho. Quando enxertados em ‘Novita’ os frutos apresentaram a mesma característica visual de brilho e cerosidade que o controle e, ainda, quando utilizado os porta enxertos ‘Menina Brasileira’ e ‘Tetsukabuto’ apresentaram, apesar de forma não proeminente, maior nível de cerosidade e menor brilho.

Segundo Davis et al. (2008), a variedade copa claramente afeta o tamanho, produtividade e qualidade dos frutos em plantas enxertadas, mas o efeito do porta enxerto pode alterar drasticamente essas características. Os mesmos autores relatam que diferentes porta enxertos afetam a qualidade de pepineiros enxertados, assim como o formato do fruto, cor e textura da casca e da polpa, firmeza e conteúdo de sólidos solúveis.

A visão, apesar de ser o primeiro dos sentidos a ser utilizado na compra, outros são de extrema importância, como o olfato que apesar de ser primordial para a compra, pouco é utilizado para a aquisição de frutos pepinos. Já o sabor seria a característica mais importante para definição, se o produto seria bem aceito para ser consumido pelos compradores. Em relação a este aspecto foram avaliadas duas características: a firmeza dos frutos que poderia caracterizar maior ou menor crocância que é característico do pepino japonês e o teor de sólidos solúveis, que propiciam aos frutos o sabor adocicado.

Com relação a esses dois fatores, através da análise estatística, comprovou-se que os frutos provenientes da enxertia não perderam essas características organolépticas, ou seja, os porta enxertos não diferenciaram significativamente entre si para o teor de sólidos solúveis e firmeza dos frutos (Tabela 11).

Assim, os resultados de qualidade de frutos de pepineiro mostram que a enxertia, tanto em porta enxerto recomendado como no não recomendado não alteraram o sabor, textura e brilho dos frutos.

Tabela 11. Qualidade pós-colheita de frutos de pepino ‘Tsuyoi’ pé franco, enxertados em abóbora ‘Shelper’ e abóbora ‘Seca’ logo após a colheita. Botucatu, 2010.

	SS (°Brix)	Firmeza (gf)	Brilho
Pepino ‘Tsuyoi’ não enxertado	3,96 a	375 a	ausência
Enxertia em abóbora Shelper’	4,23 a	321 a	presença
Enxertia em abóbora ‘Seca’	4,25 a	321 a	ausência
CV (%)	7,72	14,51	
Valor de F	1,98 ns	3, 17 ns	

*médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alguns autores citam em seus trabalhos que a diferença na atividade da peroxidase entre enxerto e porta enxerto antes do processo de enxertia poderia ser a causa de incompatibilidade no processo. Contudo, esta diferença não foi observada neste trabalho, portanto, não poderia ocorrer tal incompatibilidade.

No entanto, a menor atividade da peroxidase observada após a enxertia para o porta enxerto não recomendado pode ter proporcionado conexão não satisfatória de vasos condutores e, conseqüentemente, não apresentar o mesmo vigor e desempenho do porta enxerto recomendado, provavelmente, por deficiência na translocação de fotoassimilados, nutrientes, hormônios vegetais, etc.

A maior atividade da peroxidase na região da enxertia quando utilizado o porta enxerto recomendado pode ser por um provável suprimento de peróxidos pelo porta enxerto, já que a parte inferior da enxertia na abóbora ‘Shelper’ apresentou alta atividade da POD, agilizando o processo de lignificação. Assim, sugerindo que este fato possa ser o responsável pela maior compatibilidade entre os telexertos enxerto e o porta enxerto.

O telexerto de pepineiro enxertado no porta enxerto híbrido Shelper com elevada atividade da peroxidase durante os sete primeiros dias após a enxertia, período crucial para o pegamento do telexerto, proporcionou menor estresse às plantas durante o cultivo e, conseqüentemente, maior crescimento e produtividade em relação ao porta enxerto de abóbora ‘Seca’.

O maior vigor do porta enxerto híbrido Shelper proporcionou vantagens em relação ao cultivo em plantas não enxertadas de pepineiro híbrido Tsuyoi aumentando o crescimento e produtividade.

O menor estresse observado durante o desenvolvimento sobre o porta enxerto híbrido Shelper, principalmente no período produtivo, pode ser a causa do prolongamento deste período, com aumento de produtividade até a última semana de avaliação. Este resultado baseia-se na hipótese de que houve melhor conexão de vasos condutores devido a maior atividade da peroxidase durante o período crucial para o pegamento da enxertia, assim, aproveitando o sistema radicial mais vigoroso da abóbora como observado por diversos autores.

6 CONCLUSÕES

Concluí-se que os porta enxertos recomendado (abóbora ‘Shelper’) e não recomendado (abóbora ‘Seca’) para a cultura de pepineiro ‘Tsuyoi’ por diferenciar-se entre si em relação aos processos bioquímicos de lignificação e pelas mudanças na atividade das enzimas superóxido dismutase, catalase e peroxidase promoveram mudanças no crescimento, produção e qualidade dos frutos em relação aos frutos não enxertados.

7 REFERÊNCIAS

AEBI, M. Catalase *in vitro*. **Methods in Enzimology**, New York, v. 105, p. 121-126, 1984.

AGRIBUS 2008: anuário da agricultura brasileira, São Paulo, 2009. 520 p.

AHN, S. J. Physiological responses of grafted-cucumber leaves and rootstock roots affected by low root temperature. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 81, p. 397-408, 1999.

ANDERSON, W. C. A. A revised medium for shoot multiplication of Rhododendron. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 109, p. 343-347, 1986.

ASADA, K.; TAKAHASHI, M. Production and scavenging of active oxygen in photosynthesis. In: KYLE, D. J.; OSMOND, C. D.; ARNTZEN, C. J. **Photoinhibition: topics in photosynthesis**. Amsterdam: Elsevier, 1987. v. 9, p. 227-287.

ASAO, T. Effect of rootstock on extension harvest period of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown in non-renewal hydroponics. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 68, p. 598-602, 1999.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists**. 16th ed. Arlington, 1995. 1018 p.

ARVANITOYANNIS, I. S. et al. Effect of grafting and modified atmosphere packaging on eggplant quality parameters during storage. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 40, p. 311-322, 2005.

AUTIO, W. R. Rootstock affect ripening and other qualities of 'Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 116, p. 378-382, 1991.

BEAUCHAMP, C.; FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 44, p. 276-287, 1971.

BERTRAND, B.; ETIENNE, H. Growth, production, and bean quality of *Coffea arabica* as affected by interspecific grafting: consequences for rootstock breeding. **HortScience**, Alexandria, v. 36, n. 2, p. 269-273, 2001.

BOR, M.; ÖZDEMİR, F.; TÜRKAN, I. The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in leaves of sugar beet *Beta vulgaris* L. and wild beet *Beta maritima* L. **Plant Science**, Limerick, v. 164, p. 77-84, 2003.

BHOJWANI, S. S.; RAZDAN, M. K. **Plant tissue culture: theory and practice**. New York: Elsevier, 1983. 501 p.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 72, p. 248-254, 1976.

BRANDÃO FILHO, J. U. T. et al. Influência da enxertia nas trocas gasosas de dois híbridos de berinjela cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 474-477, 2003.

BROWN, J. C.; CHANEY, R. L.; AMBLER, J. E. A new mutant inefficient in the transport of iron. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 25, p. 48-53, 1971.

CAÑIZARES, K. A. L. **Enxertia, potássio e magnésio na nutrição, desenvolvimento e produção de pepino**. 2001. 158 f. Tese (Doutorado Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

CAÑIZARES, K. A. L. Influência da irrigação com água enriquecida com dióxido de carbono e da enxertia sobre o estado nutricional de plantas de pepino. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 9-14, 2005.

CAÑIZARES, K. A. L.; GOTO, R. Crescimento e produção de híbridos de pepino em função da enxertia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 110-113, 1998.

CANIZARES, K. A. L.; GOTO, R. Comparação de métodos de enxertia em pepino. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 95-99, 2002.

CARDOSO, A. I. I. Enxertia em pepinos mostra vantagens. **Campo & Negócios**, Uberlândia, v. 52, p. 70-71, 2010.

CARLSSON, G. Studies on factors influencing yield and quality of cucumbers. 2. Development and hardness of the roots. **Acta Agriculturae Scandinavica**, Stockholm, v. 13, p. 149-156, 1963.

CIOBOTARI, G. et al. Graft Incompatibility Influence on Assimilating Pigments and Soluble Sugars Amount of some Pear (*Pyrus sativa*) Cultivars. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, Cluj-Napoca, v. 38, n. 1, p. 187-192, 2010.

CITADIN, I. **Necessidade de calor para antese e brotação em pessegueiro *Prunus persica* L. Batsch**. 1999. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1999.

CLIFFORD, M. N. Chorogenic acids. In: CLARK, R. J.; MACRAE, R. **Coffee**. London: Elsevier Science, 1985. v. 1, p. 153-202.

CHEN, C. et al. Localization of cytokinin biosynthetic sites in pea plants and carrot roots. **Plant Physiology**, California: Wadsworth, v. 78, p. 510-513, 1985.

COHEN, J. D.; BANDURSKI, R. S. The bound auxins: protection of indole-3-acetic acid from peroxidase-catalyzed oxidation. **Planta**, Berlin, v. 139, p. 203-208, 1987.

COHEN, R. et al. Horticultural and pathological aspects of fusarium wilt management using grafted melons. **HortScience**, Alexandria, v. 37, p. 1069-1073, 2002.

COHEN, R. et al. Performance of Galia-type melons grafted on to *Cucurbita* rootstock in *Monosporascus cannonballus*-infested and non-infested soils. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 146, p. 381-387, 2005.

COSTA, P. C.; CAÑIZARES, K. A. L.; GOTO, R. Produção de pepino de plantas enxertadas cultivadas em soluções nutritivas com diferentes teores de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 207-209, 2001.

DA HORA, R. C. **Avaliação de pepineiro enxertado em diferentes ambientes**. 2006. 69 f. Tese (Doutorado Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

DAT, J. et al. Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. **Cellular and Molecular Life Science**, Basel, v. 57, p. 779-795, 2000.

DAVIS, A. R. et al. Cucurbit grafting. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v. 27, p. 50-74, 2008.

DENCHEVA, A.; KLISURKA, D. Interaction between peroxidases and IAA-oxidase in the course of growth and differentiation of the plant cell. **Physiologie Végétale**, Paris, v. 20, n. 3, p. 385-394, 1982.

DEN NIJS, A. P. M. Rootstock-scion interactions in the cucumber: implication for cultivation and breeding. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 156, p. 53-60, 1985.

DRUART, P. H.; KEVERS, C. L.; GASPAR, T. H. *In vitro* promotion of root formation by apple shoots through darkness effect on endogenous phenols and peroxidases. **Zeitschrift für Pflanzenphysiologie**, Stuttgart, v. 108, p. 429-436, 1982.

DÜRING, H. Photosynthesis of ungrafted and grafted grapevines: effects of rootstock genotype and plant age. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 45, n. 3, p. 297-299, 1994.

ELMSTROM, G. W.; DAVIS, P. S. Sugars in developing and mature fruits of watermelon cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 106, n. 3, p. 330-333, 1981.

EKLER, Z.; DUTKA, F.; STEPHENSON, G. R. Safener effects on acetochlor toxicity, uptake, metabolism and glutathione S-transferase activity in maize. **Weed Research**, Oxford, v. 33, p. 311-318, 1993.

ENSMINGER, A. H. et al. **Foods and nutrition encyclopedia**. Clovis: Pegus, 1983. v. 1, 1208 p.

FELDMAN, L. J. Auxin biosynthesis and metabolism in isolated roots of *Zea mays*. **Physiology Plantarum**, Copenhagen, v. 49, p. 145-150, 1980.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, N.; CARVAJAL, M.; OLMOS, E. Graft union formation in tomato plants: peroxidase e catalase involvement. **Annals of Botany**, London, v. 93, p. 53-60, 2004.

FILGUEIRA, F. A. R. Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. In: _____. **Novo manual de olericultura**. Viçosa: Editora Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 321-354.

FONSECA, I. C. B. **Efeito de cores de plástico para cobertura de solo e da enxertia em alguns parâmetros fisiológicos do pepino japonês**. 1998. 103 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas/Botânica)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

FONTES, R. R.; LIMA, J. A. Nutrição mineral e adubação do pepino e da abóbora. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; PESSOA, M. C. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Campinas: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1992. p. 291-296.

FONTES, P. C. R.; PUIATTI, M. Cultura do pepino. In: _____. **Olericultura: teoria e prática**. Visçosa, MG: Paulo Cezar Rezende Fontes, 2005. p. 439-455.

FORD, T. W.; SIMON, E. W. Peroxidase and glucose-6-phosphate dehydrogenase levels in cotyledons of *Cucumis sativus* (L.). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 23, p. 423-431, 1972.

FOYER, C. H.; GALTIER, N. Source-sink interaction and communication in leaves. In: ZAMSKI, E.; SCHAFFER, A. A. **Photoassimilate distribution in plants and crops: source-sink relationships**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 331-340.

FOYER, C. H.; DESCOURVIERES, P.; KUNERT, K. J. Protection against oxygen radicals: An important defense mechanism studied in transgenic plants. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 17, p. 507-523, 1994.

FREEMAN, D. C.; HARPER, K. T.; CHAMOV, E. L. Sex change in plants: old and new observations and new hypotheses. **Oecologia**, Berlin, v. 47, p. 222-232, 1980.

GASPAR, T. et al. **Peroxidases 1970-1980: a survey of their biochemical and physiological roles in higher plants**. Geneva: University of Geneva Press, 1982. 324 p.

GASPAR, T. et al. Peroxidase activity and endogenous free auxin during adventitious root formation. In: LUMDSEN, P. J.; NICHOLAS, J. R.; DAVEIS, W. J. **Physiology, growth and development of plants in culture**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1994. p. 289-298.

GERSANI, M.; LIPS, S. H.; SACHS, T. The influence if shoots, roots and hormones on sucrose distribution. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 31, p. 177-184, 1980.

GONZÁLEZ, J. El injerto en hortalizas. In: VILARNAU, A.; GONZÁLEZ, J. **Planteles: semilleros, viveros**. Reus: Ediciones de Horticultura, 1999. cap. 9, p. 121-128.

GOTO, R. et al. Métodos de enxertia e seu efeito na expressão sexual e na produção de pepino japonês cultivado em ambiente protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39., 1999, Tubarão. In: **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 291, 1999.

HALUSKOVÁ, L. et al. Elevated indole-3-acetic acid peroxidase activity is involved in the cadmium-induced hydrogen peroxide production in barley root tip. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 62, p. 59-64, 2010.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation**: principles and practices. 7th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. 849 p.

HIGUCHI, T. **Biochemistry and molecular biology of wood**. New York: Springer, 1997. 506 p.

HIRATA, Y. Graft-induced changes in eggplant (*S. melongena* L.) II. Changes of fruit color and fruit shape in the grafted scions and in the progeny of the grafted scions. **Japanese Journal of Breeding**, Tokyo, v. 30, p. 83-90, 1980a.

HIRATA, Y. Graft-induced changes in skin and flesh color in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 49, p. 211-216, 1980b.

ISNTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 371 p.

ITAI, C.; BIRNBAUM, H. Synthesis of plant regulators by roots. In: WASEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKATI, U. **Plant roots**. New York: Marcel Dekker, 1991. p. 163-178.

JACKSON, M. B. Are plant hormones involved in root to shoot communication? **Advances in Botanical Research**, London, v. 19, p. 104-181, 1993.

JANOWSKI, G.; SKAPSKI, H. Hydro-peat method for greenhouse cucumber production. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 156, p. 27-33, 1985.

JEFFREY, C. Systematics of the Cucurbitaceae: an overview. In: BATES, D. M.; RPBINSON, R. W.; JEFFREY, C. **Byology and utilization of the Cucurbitaceae**. Ithaca: Cornell University Press, 1990. p. 3-9.

KAR, M.; MISHRA, D. Catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. **Plant Physiology**, California: Wadsworth, v. 57, p. 315-319, 1976.

KATO, T.; LOU, H. Effect of rootstock on the yield, mineral nutrition and hormone level in xylem sap in eggplant. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 58, p. 345-352, 1989.

KHRYANIN, V. N. Role of phytohormones in sex differentiation in plants. **Russian Journal of Plant Physiology**, New york, v. 49, n. 4, p. 545-551, 2002.

KOBORI, R. F. **Controle da murcha de fitófora (*Phytophthora cactospora*) em pimentão (*Capsicum annuum* L.) através da enxertia**. 1999. 138 f. Tese (Doutorado em Horticultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

KURODA, H.; SAGISAKA, S. Metabolic and enzymatic responses associated with oxidative stress in plants acclimatized to cold environments. **Recent Research Developments in Agricultural & Biological Chemistry**, New York, v. 2, p. 395-410, 1998.

LEE, J. M. Cultivation of grafted vegetables I. Currents status, grafting methods, and benefits. **HortScience**, Alexandria, v. 29, p. 235-239, 1994.

LEE, J. M.; BANG, H. J.; HAM, H. S. Quality of cucumber fruit as affected by rootstock. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 483, p. 117-123, 1999.

LEE, J. M.; ODA, M. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. **Horticultural Reviews**, New york, v. 28, p. 61-124, 2003.

LIMA, G. P. P.; BROETTO, F.; BRASIL, O. G. Efeito da salinidade sobre o teor de proteínas e atividades da peroxidase e redutase de nitrato em calos de arroz. **Acta Biológica Leopoldensia**, São Leopoldo, v. 20, n. 2, p. 357-363, 1998.

LIMA, M. S. et al. Avaliação de porta enxertos para pepino japonês. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 169-172, 2000.

LIMA, G. P. P. et al. Efeito do BAP e ANA e atividade da peroxidase em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz cv MCOL 22) cultivada in vitro. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 2, p. 107-110, 2002.

LOCKARD, R. G.; SCHNEIDER, G. W. Stock and scion growth relationships and the dwarfing mechanism in apple. **Horticultural Reviews**, New York, v. 3, p. 315-375, 1981.

MACEDO JUNIOR, E. K. **Crescimento e produtividade de pepino (*Cucumis sativus* L.) enxertado e não enxertado, submetido a adubação convencional em cobertura e fertirrigação, em cultivo protegido.** 1998. 129 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

MACEDO JUNIOR, E. K. et al. Produção de pepino (*Cucumis sativus* L.), enxertado e não enxertado, submetido à adubação convencional em cobertura e via fertirrigação, em cultivo protegido. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 6, n. 2, p. 91-103, 2001.

MAGALHÃES, G. C. **Análise da atividade de algumas enzimas antioxidantes em plantas de soja (*Glycine Max* L. Merr.) sob níveis de manganês, em função da micorriza arbuscular.** 2002. 102 f. Dissertação (Mestrado Agronomia/Microbiologia Agrícola)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações.** Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.

MARTÍNEZ-BALLESTA, M. C. et al. Physiological aspects of rootstock-scion interactions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 127, n. 2, p. 112-118, 2010.

MASLE, J.; PASSIOURA, J. B. The effect of soil strength on the growth of young wheat plants. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 14, p. 643-656, 1987.

MASUDA, M.; GOMI, K. Diurnal change of the exudation rate and mineral concentration in xylem sap after decaptation of grafted and non-grafted cucumbers. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 51, p. 293-298, 1982.

MASUDA, M.; GOMI, K. Mineral absorption and oxygen consumption in grafted and non-grafted cucumbers. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 52, p. 414-419, 1984.

MIGUEL, A.; MAROTO, J. V. El injerto herbáceo em La sandia (*Citrullus lanatus*) como alternativa a La desinfección química del suelo. **Investigación Agrária Producción y Protección Vegetales**, Madri, v. 11, p. 239-253, 1996.

MIGUEL, A. et al. The grafting of triploid watermelon is na advantageous alternative to soil fumigation by methyl bromide for controlo Fusarium wilt. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 103, p. 9-17, 2004.

MILLIGAN, S. P.; DALE, J. B. The effects of root treatments on growth of primary leaves of *Phaseolus vulgaris* L. general features. **New Phytologist**, Cambridge, v. 108, p. 27-35, 1988.

MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 7, n. 9, p. 405-410, 2002.

MITTLER, R. et al. Reactive oxygen gene network of plants. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 9, n. 10, p. 490-498, 2004.

MONTEIRO, M. B. O.; PEREIRA, R. P. W.; ABREU, H. S. Bioquímica da lignificação de células xilemáticas. **Floresta e Ambiente**, Seropedica, v. 11, n. 2, p. 48-57, 2004.

MUSACCHI, S. Aspetti biochimici della disaffinità 'dinesto. **Rivista di Frutticoltura**, Bologna, n. 3, p. 73-79, 1994.

NISINI, P. T. et al. Rootstock resistance to fusarium wilt and effect on fruit yield and quality of two muskmelon cultivars. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 93, p. 281-288, 2002.

NODA, K.; OKUDA, H.; IWAGAKI, I. Indole acetic acid and abscisic acid levels in new shoots and fibrous roots of citrus scion-rootstock combinations. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 84, p. 245-254, 2000.

NOMURA, E. S.; CARDOSO, A. I. I. Redução da área foliar e o rendimento do pepino japonês. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 257-261, 2000.

PAOLACCI, A. R. et al. Antioxidant and photosynthesis in leaves of *Triticum durum* Desf. seedlings acclimated to non-stressing high temperature. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 150, p. 381-387, 1997.

PARISH, R. W. Studies on senescing tobacco leaf disks with special reference to peroxidase. I. The effects of cutting and of inhibition of nucleic acid and protein synthesis. **Planta**, Berlin, v. 82, p. 1-13, 1968.

PEIL, R. M. A enxertia na produção de mudas de hortaliças. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 6, p. 1169-1177, 2003.

PINA, A.; ERREA, P. A review of new advances in mechanism of graft compatibility-incompatibility. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 106, p. 1-11, 2005.

PIZA, I. M. T.; LIMA, G. P. P.; BRASIL, O. G. Atividade de peroxidase e níveis de proteínas em plantas de abacaxizeiro micropropagadas em meio salino. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 4, p. 361-366, 2003.

QUEIROZ, M. A. Potencial do germoplasma de curcubitáceas no nordeste brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 1, p. 7-9, 1993.

QUESADA, M. P.; MACHEIX, J. J. Caractérisation d'une peroxydase impliquée, spécifiquement dans la lignification en relation avec l'incompatibilité au greffage chez l'abricotier. **Physiologie Végétale**, Paris, v. 22, n. 5, p. 533-540, 1984.

RACHOW-BRANDT, G.; KOLLMANN, R. Studies on graft unions. IV. Assimilate transport and sieve element restitution in homo and heterografts. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 139, p. 579-583, 1992.

REGALADO, C.; GARCIA-ALMENDAREZ, B. E.; DUARTE-VANQUEZ, M. A. Biotechnological applications of peroxidases. **Phytochemistry Reviews**, Dordrecht, v. 3, n. 2, p. 243-256, 2004.

RICE-EVANS, C. A.; DIPLOCK, A. T.; SYMONS, M. C. R. **Techniques in free radicals research**. Amsterdam: Elsevier Science, 1991. v. 22, 291 p.

RICHARDSON, A.; DUNCAN, J.; MCDOUGALL, G. J. Oxidase activity in lignifying xylem of taxonomically diverse range of trees: identification of a conifer laccase. **Tree Physiology**, Oxford, v. 20, p. 1039-1047, 2000.

RIVERO, R. M. et al. Does grafting provide tomato plants an advantage against H₂O₂ production under condition of thermal shock? **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 117, p. 44-50, 2003.

ROBINSON, R. W.; DECKER-WALTERS, D. S. **Cucurbits**. Cambridge: CAB International, 1999. 226 p.

RODRIGUES, A. C. et al. Peroxidase e fenóis totais em tecidos de porta enxertos de *Prunus* sp. nos períodos de crescimento vegetativo e de dormência. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 4, p. 559-564, 2002.

RODRIGUES, A. A. C.; BEZERRA NETO, E.; COELHO, R. S. B. Indução de resistência a *Fusarium oxysporum* f. sp. *Tracheiphilum* em caupi: eficiência de indutores abióticos e atividade enzimática elicitada. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 5, p. 492-499, 2006.

RYU, J. S.; CHOI, K. S.; LEE, S. S. Effect of grafting stocks on growth, quality and yields of watermelon. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Gyeonggi-do, v. 13, p. 45-49, 1973.

SALIN, M. L. Toxic oxygen species and protective system of the chloroplast. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 72, p. 681-689, 1989.

SANTAMOUR, F. S. Jr. **Predicting graft incompatibility in woody plants**: combined proceedings International Plant Propagators Society. New York: International Society of Horticultural Science, 1992. v. 42, p. 131-134.

SCANDALIOS, J. G. Oxygen stress and superoxide dismutases. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 101, n. 1, p. 7-12, 1993.

SCHONHARD, G. nutrient uptake by grafted cucumbers as affecting the occurrence of graft chloroses. **Phytopatologist Zeitschrift**, Berlin, v. 78, n. 2, p. 152-159, 1973.

SCHÜTZENDÜBEL, A.; POLLE, A. Plant responses to abiotic stresses: heavy metal-induced oxidative stress and protection by mycorrhization. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 372, p. 1351-1365, 2002.

SHISHIDO, Y.; ZHANG, X.; KUMAKURA, H. Effect of rootstock varieties, leaves and grafting conditions on scion growth in eggplant. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 64, n. 3, p. 581-588, 1995.

SMITH, M. W.; HOULT, M. D.; BRIGHT, J. D. Rootstock affects yield, yield efficiency, and harvest rate of 'Kensington Pride' mango. **HortScience**, Alexandria, v. 38, n. 2, p. 273-276, 2003.

STADNIK, M. J.; KOBORI, R. F.; BETTIOL, W. Oídios de cucurbitáceas. In: STADNIK, M. J.; RIVERA, M. C. **Oídios**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p. 217-254.

TACHIBANA, S. Respiratory response of detached roots to lower temperatures in cucumber and figleaf gourd grown at 20°C root temperature. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 58, n. 2, p. 333-337, 1989.

TALLER, J.; YAGISHITA, N.; HIRATA, Y. Graft-induced variants as a source of novel characteristics in the breeding of pepper (*Capsicum annum* L.). **Euphytica**, Wageningen, v. 108, p. 73-78, 1999.

TEISSEIRE, H.; GUY, V. Copper-induced changes in antioxidant enzymes activities in fronds of duckweed (*Lemna minor*). **Plant Science**, Limerick, v. 153, p. 65-72, 2000.

TIEDEMANN, R. Graft union development and symplastic Phloem contact in the heterograft *Cucumis sativus* on *Cucurbita ficifolia*. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 134, p. 427-440, 1989.

TRATA-MAVRONA, E.; KOUTSIKA-SOTIRIOU, M.; PRITSA, T. Response of squash (*Cucurbita spp.*) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 83, p. 353-362, 2000.

VAN STADEN, J.; DAVEY, J. E. The synthesis, transport and metabolism of endogenous cytokinin. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 2, p. 93-106, 1979.

YAGISHITA, N. Studies on graft hybrids of *Capsicum annum* L. II. Variation in fruit shape caused by grafting of three successive generations and effects in the progeny. **Botanical Magazine Tokio**, Tokyo, v. 881, n. 2, p. 480-489, 1961.

YAMAKAWA, K. Use of rootstock in Solanaceous fruit-vegetables production in Japan. **Japanese Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v. 15, n. 3, p. 175-179, 1982.

YAMAZAKI, A.; YAMASHITA, M.; FURUYA, S. Mineral concentration and cytokinin activity in the xylem exudates of grafted watermelons as affected by rootstock and crop load. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 62, n. 4, p. 817-826, 1994.

ZHOU, Y. et al. Chill-induced decrease in capacity of RuBP carboxylation and associated H_2O_2 accumulation in cucumber leaves are alleviated by grafting onto figleaf gourd. **Annals of Botany**, London, v. 100, p. 839-849, 2007.

ZIJLSTRA, S.; GROOT, S. P. C.; JANSEN, J. Genotypic variation of rootstock from growth and production in cucumber; possibilities for improving the root system by plant breeding. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 56, p. 185-196, 1994.

ZOBEL, R. W. The genetic of root development. In: TORREY, J.; CLARKSON, D. **The development and function of roots**. London: Academic Express, 1975. p. 261- 275.