

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ENXERTIA, ATIVIDADE ENZIMÁTICA E ORIENTAÇÃO
DO TOMATEIRO COM QUATRO HASTES**

Rafaelle Fazzi Gomes

Engenheira Agrônoma

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ENXERTIA, ATIVIDADE ENZIMÁTICA E
ORIENTAÇÃO DO TOMATEIRO COM QUATRO HASTES**

Rafaelle Fazzi Gomes

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Leila Trevisan Braz

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Durvalina Maria M. dos Santos

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

2013

G633e Gomes, Rafaelle Fazzi
Enxertia, atividade enzimática e orientação do tomateiro com
quatro hastes / Rafaelle Fazzi Gomes. -- Jaboticabal, 2013
viii, 67 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013
Orientadora: Leila Trevisan Braz
Coorientadora: Durvalina Maria Mathias dos Santos
Banca examinadora: Rogério Falleiros Carvalho, Hamilton César
de Oliveira Charlo
Bibliografia

1. *Solanum lycopersicum* L. 2. Porta-enxertos. 3. Enzimas
antioxidantes. 4. Cultivo protegido. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade
de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 635.64:631.541

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ENXERTIA, ATIVIDADE ENZIMÁTICA E ORIENTAÇÃO DO TOMATEIRO
COM QUATRO HASTES

AUTORA: RAFAELLE FAZZI GOMES

ORIENTADORA: Profa. Dra. LEILA TREVISAN BRAZ

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. DURVALINA MARIA MATHIAS DOS SANTOS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. LEILA TREVISAN BRAZ

Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. ROGERIO FALLEIROS CARVALHO

Departamento de Biologia Aplicada À Agropecuária / Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. HAMILTON CESAR DE OLIVEIRA CHARLO

Instituto Federal do Triângulo Mineiro / Uberaba/MG

Data da realização: 31 de julho de 2013.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

RAFAELLE FAZZI GOMES - nascida em 22 de agosto de 1988 na cidade de Muaná - PA, filha de Carlos Luis Andrade Gomes e Ana Neri de Souza Fazzi, graduou-se em Agronomia, em 05 de agosto de 2011, pela Universidade Federal Rural da Amazônia. Durante toda a graduação realizou estágio na área de Olericultura, sendo bolsista de Iniciação Científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), nos anos de 2009 a 2011. Em agosto de 2011 ingressou no curso de mestrado em Agronomia - Produção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV. Durante 24 meses desenvolveu o projeto da dissertação, como bolsista do CNPq, além de outros trabalhos científicos com hortaliças.

"Mesmo quando tudo parece desabar, cabe-me decidir entre rir ou chorar, ir ou ficar, desistir ou lutar; porque descobri, no caminho incerto da vida, que o mais importante é o decidir."

Cora Coralina

Aos meus Pais, Carlos Luis e Ana Neri, que são minha razão de existir e exemplo de vida!

DEDICO

Aos meus queridos irmãos Paola Fabiana Fazzi Gomes e Rafael Fazzi Gomes

A minha avó Raimunda Andrade Gomes, pelo exemplo de luta e força

Ao meu namorado, Vicente Filho Alves Silva

A toda minha família, que sempre torceram e acreditaram em mim.

OFEREÇO

"Talvez, meio caminho andado seja a gente acreditar no que faz. Mas acima de tudo, o que mais nos incentiva, o que mais nos valoriza e também o que mais nos torna conscientes de nossa responsabilidade, é saber que outros crêem em nós. E não há palavras que descrevam o que sentimos ao saber dos sacrifícios a que eles se impõem por crerem não apenas em nós, mas também no que cremos".

Albert Einstein

Agradecimento Especial

À grande amiga Renata Castoldi, por ser parte fundamental para realização deste trabalho, pelos valiosos ensinamentos e contribuições, e acima de tudo por me fazer acreditar que posso sempre mais. Agradeço muito a DEUS por ter colocado você no meu caminho.

AGRADECIMENTOS

À DEUS por me proporcionar grandes aprendizados, momentos de muitos sacrifícios, que me fizeram ter muita força e fé, e acima de tudo nunca desistir diante dos desafios da vida.

Aos meus pais, Ana Neri e Carlos Luis, que sempre trabalharam e investiram muito nos meus sonhos, na minha educação, sem vocês não nada seria. Que DEUS continue sempre os protegendo e abençoando-os.

Aos meus irmãos Paola Fabiana e Rafael, pelos grandes momentos juntos, e que sempre me incentivaram a buscar sempre algo melhor para nossas vidas.

Ao meu namorado Vicente Filho Alves Silva, pela certeza da mão estendida durante os momentos bons e difíceis, pelo companheirismo, amizade, conselhos e paciência durante todo o período do mestrado, presente de DEUS na minha vida.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal).

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

A minha orientadora, Prof^a Dr^a Leila Trevisan Braz, pela confiança, oportunidade e ensinamentos durante a realização do mestrado.

A minha coorientadora, Prof^a Dr^a Durvalina Maria Mathias dos Santos, pela paciência e grandes ensinamentos durante a realização da dissertação.

Aos amigos integrantes do grupo de Olericultura – Renata Castro, Renata Castoldi, Willame, Dora, Danilo, Marcus Vinicius, Lucas Gaion, Lucas Silva, Letícia, agradeço a oportunidade de conviver com pessoas maravilhosas como vocês, pela agradável companhia, e acima de tudo pelas inúmeras ajudas prestadas no experimento.

Ao Flávio José Rodrigues Cruz, que muito me ensinou sobre as análises enzimáticas, obrigada pela oportunidade de trabalhar com você.

A técnica Sonia Carregari, pelos ensinamentos e auxílios nas análises enzimáticas.

Aos funcionários do setor de Olericultura, Inauro, Reinaldo e Cláudio, pelos inúmeros auxílios prestados durante a realização do experimento.

A todos aqueles que, embora não tenha citado os nomes, de uma forma ou de outra, contribuíram para tornar este momento possível, através de ações ou conselhos, palavras amigas e momentos de sabedoria, fica aqui a minha gratidão.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A cultura do tomateiro.....	3
2.2 Enxertia.....	5
2.3 Aspectos bioquímicos da enxertia	8
2.4 Enzimas antioxidantes	10
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Característica geral do experimento	13
3.2 Etapa 1	13
3.2.1 Localização do experimento.....	13
3.2.2 Delineamento experimental.....	13
3.2.3 Caracterização do enxerto e dos porta-enxertos.....	14
3.2.4 Obtenção das mudas e o processo de enxertia	14
3.2.5 Coletas para as análises enzimáticas	16
3.2.6 Obtenção dos extratos enzimáticos	16
3.2.7 Atividade enzimática	16
3.3 Etapa 2	17
3.3.1 Localização do experimento.....	17
3.3.2 Delineamento experimental.....	18
3.3.3 Descrição do sistema de cultivo	19
3.3.4 Orientação do crescimento.....	20
3.3.5 Controle fitossanitário.....	21

3.3.6 Colheita	21
3.3.7 Avaliações quantitativas e qualitativas	22
3.3.8 Caracterização química do substrato	23
3.3.9 Avaliação do estado nutricional das plantas	24
3.4 Etapa 3: Determinação da atividade enzimática antioxidante.....	24
3.4.1 Localização	24
3.4.2 Delineamento experimental.....	24
3.4.3 Coleta do material vegetal para atividade antioxidante	25
3.4.4 Obtenção dos extratos enzimáticos	25
3.4.5 Avaliações enzimáticas	25
3.5 Tratamento estatístico	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 Etapa 1: Compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto a partir de parâmetros bioquímicos.....	27
4.1.1 Peroxidases (PODs EC 1.11.1.7).....	27
4.1.2. Polifenoloxidase (PPO EC 1.10.3.1)	31
4.2 Etapa 2: Desempenho de porta-enxertos para tomateiros conduzidos com quatro hastes	33
4.3. Etapa 3: Atividade de enzimas antioxidantes	44
4.3.1 Superóxido dismutase (SOD EC 1.15.1.1).....	44
4.3.2. Peroxidases (PODs EC 1.11.1.7).....	47
5 CONCLUSÕES	49
6 REFERÊNCIAS.....	50
APÊNDICES	63

ENXERTIA, ATIVIDADE ENZIMÁTICA E ORIENTAÇÃO DO TOMATEIRO COM QUATRO HASTES

RESUMO – A adoção de técnicas adequadas de manejo da cultura é uma das formas de melhoria da qualidade e produção do tomateiro, destacando-se entre estas práticas, o uso da enxertia e o método de condução das plantas. Contudo, no Brasil, há falta de informações que estimulem tais práticas. Assim, o presente trabalho teve por objetivos avaliar a compatibilidade, atividade enzimática, produção e qualidade de frutos de tomateiro, conduzido com quatro hastes, sob ambiente protegido. Para tanto, foi instalado experimento, realizado em três etapas experimentais, utilizando como porta-enxerto os híbridos ‘Maxifort’, ‘Multifort’, e ‘Alambra’. As plantas foram conduzidas em vasos de 13 dm³ contendo substrato de fibra da casca de coco. As características avaliadas foram: atividade enzimática das peroxidases (PODs) e polifenoloxidase (PPO) na etapa 1, avaliações de produção e qualidade, estado nutricional e composição química do substrato na etapa 2 e atividade enzimática antioxidante (PODs e SOD) na etapa 3. Durante a cicatrização das enxertias observou-se aumento na atividade das PODs e PPO, devido ao processo de lignificação e cicatrização dos enxertos. Para as características de produção e qualidade dos frutos não houve efeito significativo. Na avaliação do estado nutricional houve diferenças para os teores de P, Mg e Ca em plantas enxertadas, enquanto que na composição química do substrato não se observou diferenças. Provavelmente esta resposta esteja aliada isto está aliado ao fornecimento de condições propícias de cultivo às plantas (cultivo fertirrigado em substrato) as quais proporcionaram condições ideais para o desenvolvimento. A maior atividade enzimática antioxidante da SOD e das PODs ocorreu aos 120 dias após o transplante (DAT) para o porta-enxerto ‘Multifort’, sendo estas atividades atribuídas à intensificação do metabolismo durante a fase de produção. Conclui-se que, os porta-enxertos ‘Maxifort’ e ‘Multifort’ não proporcionaram aumentos na produção e qualidade dos frutos de tomateiro ‘Alambra’, a utilização da enxertia provocou aumento da atividade das PODs e PPO em mudas enxertadas de tomateiro e as enzimas antioxidantes SOD e PODs não se mostraram indicadoras do estresse por enxertia em plantas adultas de tomateiro.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L., porta-enxertos, enzimas antioxidantes, cultivo protegido.

GRAFTING, ENZYMATIC ACTIVITY AND CONDUCT OF TOMATO WITH FOUR STEMS

ABSTRACT –The adoption of appropriate crop management is one way of improving the quality and production of tomato, foremost among these practices, the use of grafting and conduct method of the plants. However, in Brazil, there is a lack of information that encourage such practices. Thus, the present study aimed to assess the compatibility, enzyme activity, production and fruit quality of tomato, conducted with four stems, under protected environment. Therefore, an experiment was arranged, performed in three experimental steps, using as the hybrid rootstock 'Maxifort', 'Multifort' and 'Alambra'. The plants were cultivated in pots containing 13 dm³ substrate of coconut fiber. The characteristics evaluated were: enzymatic activity of peroxidases (PODs) and polyphenol oxidase (PPO) in step 1, ratings and production quality, nutritional status and chemical composition of the substrate in step 2, and antioxidant enzyme activity (SOD and PODs) in step 3. During the healing of grafts showed an increase in the activity of PODs and PPO, due to the lignification process and graft healing. For the characteristics of production and fruit quality no significant effect. In the assessment of nutritional status were no differences in the levels of P, Mg and Ca in plants grafted, while in the chemical composition of the substrate was not observed differences. Probably this answer is that ally is allied to providing conditions conducive to the cultivation of plants (crop fertilized substrate) which provided optimal conditions for development. The increased activity of antioxidant enzymes SOD and PODs occurred at 120 days after transplanting (DAT) for the rootstock 'Multifort', these being activities attributed to the intensification of metabolism during the production phase. We conclude, that the rootstocks 'Maxifort' and 'Multifort' not provided increases in production and quality of tomato fruits 'Alambra', the use of grafting caused increased activity of PODs and PPO in grafted tomato, and antioxidant enzymes SOD and PODs were not indicative of stress in adult plants by grafting tomato.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L., rootstocks, antioxidant enzymes, protected cultivation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Solução nutritiva para a cultura do tomateiro, proposta por Castellane e Araújo (1994).2012.....	20
Tabela 2. Resumo das análises de variância dos porta-enxertos e regiões da enxertia para a atividade enzimática de peroxidases (PODs) e polifenoloxidase (PPO) em mudas de tomateiros enxertadas e pé-franco, em duas avaliações após a enxertia (em dias), 6 DAE e 11 DAE.	28
Tabela 3. Número de ramos por planta (NRP), altura do primeiro ramo (APR), massa média de frutos (MMF), número de frutos comerciais por planta (NFCP), produção por planta (PP), e produtividade comercial estimada (PCE), para a cultura do tomateiro, enxertada em diferentes porta-enxertos, conduzida com quatro hastes em fibra da casca de coco.....	35
Tabela 4. Espessura de polpa (EP), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), número de lóculos (NL), pH, firmeza, acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST), e índice de maturação (IM) para frutos de tomateiro, enxertada em diferentes porta-enxertos, conduzida com quatro hastes em fibra da casca de coco.	37
Tabela 5. Teores foliares de N, P, K, Mg, Ca, S, B, Fe, Mn, Zn e Cu, para a cultura do tomateiro, enxertada em diferentes porta-enxertos, conduzida com quatro hastes em fibra da casca de coco.....	40
Tabela 6. Valores médios de nitrato, amônia, cloreto, fósforo, enxofre, potássio, cálcio, magnésio, sódio, cobre, ferro, boro, manganês e zinco para a cultura do tomateiro, enxertada em diferentes porta-enxertos, conduzida com quatro hastes em fibra da casca de coco.....	43

Tabela 7. Resumo da análise de variância para porta-enxertos e épocas de avaliação para a atividade enzimática da superóxido dismutase (SOD) e peroxidases (PODs), em folhas de tomateiro enxertado e pé-franco.....	45
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Método de enxertia em solanáceas.....	7
Figura 2. Modo de ação das enzimas peroxidases.	9
Figura 3. Modo de ação da enzima PPO.....	9
Figura 4. Modo de ação da enzima superóxido dismutase para metabolizar O ₂ [•]	11
Figura 5. Câmara úmida utilizada até o pegamento das enxertias.....	15
Figura 6. Médias da temperatura e umidade relativa do ar, nos meses de junho a novembro de 2012..	18
Figura 7. Vista geral da implantação do experimento.	19
Figura 8. Vista do experimento aos 73 dias após o transplante.....	21
Figura 9. Ponto de colheita adotado para frutos de tomateiro.....	22
Figura 10. Atividade das peroxidases (PODs) em duas avaliações após a enxertia (em dias), de mudas de tomateiro enxertados e pé-franco (não enxertado). A. 6 DAE; B. 11 DAE. *Médias seguidas da mesma letra maiúscula (regiões de enxertia) e minúscula (porta-enxertos) não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).....	29

Figura 11. Atividade da polifenoloxidase (PPO) em duas avaliações após a enxertia (em dias), de mudas de tomateiro enxertados e pé-franco (não enxertado). A. 6 DAE; B. 11 DAE. *Médias seguidas da mesma letra maiúscula (regiões de enxertia) e minúscula (porta-enxertos) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).....32

Figura 12. Atividade da superóxido dismutase (SOD) em função de porta-enxertos e épocas [30, 60, 90 e 120 dias após o transplante (DAT)] em folhas de tomateiro enxertado e pé-franco (não enxertado). *Médias seguidas da mesma letra maiúscula (épocas) e minúscula (porta-enxertos) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$).46

1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das olerícolas mais importantes do mundo (GRUDA, 2009). Nos últimos dez anos sua produção mundial aumentou cerca de 40%, sendo esta economicamente importante, principalmente em casa de vegetação (HE et al., 2009). Dados da Food and Agriculture Organization mostram que a produção brasileira no ano de 2011 foi de aproximadamente 4,4 milhões de toneladas, com área colhida de 71.473 ha, fazendo do Brasil o oitavo maior produtor mundial (FAO, 2013), contudo, a produtividade brasileira ainda é relativamente baixa, comparada a de países com alta tecnologia de produção.

Assim sendo, torna-se necessário a adoção de técnicas adequadas de manejo, a fim de melhorar a qualidade e produção dessa hortaliça, destacando: enxertia, formas diferenciadas de condução das hastes, raleio, aumento ou diminuição do espaçamento, dentre outras.

A utilização da enxertia passou a ser adotada e amplamente expandida a partir da utilização de porta enxertos que podem melhorar a produtividade, devido à vigorosa capacidade de absorção de nutrientes, prevenção de infecção por patógenos, tolerância a baixas temperaturas, salinidade e solos encharcados (ODA, 1995; MARTÍNEZ-BALESTA et al., 2010).

Diversos países, como a Espanha, relatam trabalhos a respeito do uso da enxertia como forma de aumentar a qualidade e produção dos frutos, a partir do uso de porta-enxertos com vigoroso sistema radicular, permitindo otimização na absorção de nutrientes (FLORES et al., 2010; SCHWARZ et al., 2012). Segundo Martínez-Ballesta et al. (2010), plantas de tomateiro enxertadas mostraram maior captação de água e minerais, em comparação com plantas não enxertadas (pé-franco), devido ao vigoroso sistema radicular usado como porta-enxerto, conferindo com isso aumento na produção.

É importante ressaltar, que durante o processo de cicatrização, existe o envolvimento de certas enzimas durante os primeiros passos da formação do enxerto. Santamour, Mcardle e Jaymes. (1986) relataram que análise

enzimática de mudas de porta-enxertos pode ser usado para prever incompatibilidade antes da enxertia em diferentes cultivares, dentre as enzimas que atuam nestas etapas, destacam-se as peroxidases (PODs) e polifenoloxidase (PPO).

Além das PODs e PPO, existem outras enzimas antioxidantes, que durante o ciclo da cultura podem marcar o nível de estresse em plantas que estão em condições adversas, ou mesmo em diferentes estádios de desenvolvimento. De modo geral, essas enzimas estão relacionadas ao estresse oxidativo, e reduzem de forma eficiente as espécies reativas de oxigênio quando submetidas em condições estressantes.

Além da enxertia, há outras formas de elevar a produtividade e qualidade dos frutos, destacando-se o cultivo em casa de vegetação com plantas tutoradas com fitilhos. No Brasil, a condução de plantas de tomateiro com uma haste é o método mais utilizado (SILVA et al., 1997), no entanto, Filgueira (1982) relatava que plantas de tomateiro poderiam ser conduzidas com número de hastes variando de uma a quatro.

Trabalhos de pesquisa, envolvendo a condução do tomateiro com quatro hastes, são difíceis de serem encontrados na literatura. Sabe-se que esse tipo de condução está sendo muito utilizado na Europa, juntamente com mudas enxertadas, conseguindo com isso altas produtividades. Por isso, acredita-se que a adoção da condução com quatro hastes possa gerar ganhos de produtividade.

Diante da necessidade de maiores informações a cerca da interação entre duas práticas culturais de grande importância para o aumento da produtividade da cultura do tomateiro, em ambiente protegido, este trabalho teve por objetivo avaliar a compatibilidade, atividade enzimática, produção e qualidade de frutos de tomateiro, conduzidos com quatro hastes, sob ambiente protegido.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do tomateiro

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é originário da parte ocidental da América do Sul, nas regiões andinas do Peru, Bolívia e Equador (FONTES; SILVA, 2002). Antes da colonização espanhola, foi levado para o México, que é considerado o centro de domesticação da espécie (ALVARENGA, 2004).

O tomateiro pode ser cultivado em regiões tropicais e subtropicais no mundo inteiro, tanto para consumo *in natura*, envarado, como para a indústria de processamento, através do cultivo rasteiro, destacando-se como a segunda hortaliça mais cultivada no mundo, sendo superada apenas pela batata (SANTOS et al., 2011).

Em 2011, a safra mundial de tomate de mesa e indústria totalizou 141,4 milhões de toneladas, em área cultivada de 4,98 milhões de ha e produtividade média de 28,4 t ha⁻¹. O maior produtor mundial é a China, com 48,57 milhões de t em área de 986 mil ha. O Brasil produziu 4,4 milhões de toneladas, em quase 72 mil ha, sendo o oitavo maior produtor, respectivamente na escala mundial. A produtividade média foi de 61,11 t ha⁻¹ (FAO, 2013).

As diferentes características de arquitetura da planta e do fruto condicionam o tipo de cultivo a ser adotado, em função se os frutos serão destinados para indústria ou para consumo fresco. O tipo indeterminado é o da maioria das cultivares destinadas à produção de frutos para mesa, cujas plantas são tutoradas e podadas, atingindo mais de 2,5 m de altura (FILGUEIRA, 2007).

Assim, os tomates podem ser divididos em cinco grupos, de acordo com seu formato e sua finalidade de uso: Santa Cruz; Caqui ou Salada; Italiano; Industrial e Cereja (FILGUEIRA, 2007).

O clima ideal para o cultivo do tomateiro é aquele com temperatura amena durante o dia e noites frias. Regiões com temperatura média acima de 30°C, não são recomendadas para o cultivo dessa hortaliça. Acima de 35°C há uma tendência dos frutos maduros tornarem-se amarelos e não vermelhos (LUZ; SABOYA; PEREIRA, 2002), devido a redução da síntese de licopeno e aumento na concentração de caroteno (GIORDANO; SILVA, 2000).

A temperatura e umidade relativa do ar são fatores climáticos que exercem grande influência nos diversos estádios de desenvolvimento das plantas. Mesmo suportando ampla variação térmica, o tomateiro requer, para boa produção, temperatura moderada, em torno de 21°C. Temperaturas muito baixas ou muito altas causam acentuada queda de flores, reduzindo, significativamente, a produtividade, sendo as temperaturas extremas de 5°C e 40°C limitantes para a germinação das sementes de tomate. Com relação à umidade relativa, quando excessiva proporciona condições favoráveis à incidência de doenças que limitam a produtividade do tomateiro (EMBRAPA, 1994).

Segundo Nuez (2001), o desenvolvimento da planta de tomateiro depende de numerosos fatores, entre os quais se podem mencionar o material genético, a iluminação, a temperatura, a nutrição, o abastecimento de água e a concentração de CO₂, que atuam conjuntamente em complexa interação. Nos cultivos ao ar livre, a possibilidade de modificar alguns destes fatores é muito limitada. O cultivo em ambiente protegido oferece possibilidades muito mais amplas para a otimização destes fatores, pois permite a introdução de sistemas controlados, que regulam a ação dos mesmos às necessidades da cultura.

Caliman et al. (2005) avaliando a influência da temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade e seus efeitos na produtividade de três genótipos de tomateiro, cultivados em ambiente protegido e no campo, verificaram que em ambiente protegido foram registrados as maiores umidades relativas e temperatura do ar, e menor luminosidade em relação ao cultivo no campo. Estas características climáticas favoreceram a fisiologia da planta no ambiente protegido, resultando em melhor desempenho quando comparado com o cultivo a céu aberto.

De acordo com Alvarenga (2004), para a produção de tomateiro de hábito de crescimento indeterminado, em ambiente protegido, independente do grupo a que se propõe cultivar, os sistemas de condução mais utilizados são: uma planta por cova conduzida com uma haste, e uma planta por cova conduzida com duas hastes.

O sistema de condução com uma haste é preferencialmente utilizado quando o mercado consumidor é muito exigente, preferindo apenas frutos graúdos. Esse sistema é especialmente recomendado para cultivares do grupo salada, pois para este grupo o tamanho de frutos é essencial para a obtenção de bons preços na comercialização. Já o sistema de condução com duas hastes, é recomendado quando se utiliza cultivares do tipo salada longa vida estrutural, no entanto para a obtenção de frutos de maior calibre nos ramos superiores, se recomenda o raleio (ALVARENGA, 2004).

Genta e Guarinoni (1985) observaram que nas plantas conduzidas com duas hastes o número de frutos/planta foi 17,7% maior em relação às plantas com uma haste. Isso se deve ao fato de que plantas conduzidas com duas hastes emitem maior número de ramos e conseqüentemente produzem maior número de frutos (CHARLO et al., 2009). O mesmo também foi relatado por Carvalho e Tessarioli Neto (2005), onde a condução com duas hastes por planta proporcionou aumento no número de frutos por planta, no entanto, gerou redução na massa média desses frutos, provavelmente conseqüência do maior número de inflorescências produtivas, e maior competição entre inflorescências pelos fotoassimilados.

Vale destacar que a sazonalidade dos preços do tomate é bem definida, sendo que os picos de preços ocorrem nos meses de fevereiro a maio, devido à dificuldade de produção nos meses chuvosos, principalmente em campo aberto (CHARLO et al., 2005).

2.2 Enxertia

A enxertia é uma técnica praticada há muitos anos e em várias partes do mundo, com o intuito de contornar diversos problemas ambientais, tais como: estresse a baixa temperatura, seca, excesso de água e incidência de

patógenos em solo contaminado (MARTINEZ-BALESTA et al., 2010). Além disso, Lee et al. (2010) citam que a utilização de porta-enxertos, promovem vigor às plantas, uma vez que os sistemas radiculares são geralmente maiores e podem absorver água e nutrientes de forma mais eficiente, quando comparados com o sistema radicular de plantas não enxertadas.

Segundo Goto, Santos e Cañizares (2003), a enxertia é a união de duas porções de tecido vegetal vivo visando o crescimento e desenvolvimento de uma única planta. Seu sucesso é representado pela união morfológica e fisiológica dessas partes.

Em países como a Espanha, Holanda e o Japão, onde há muito mais tempo se cultivam hortaliças em ambiente protegido, têm-se utilizado a enxertia como alternativa ao controle das doenças em curto prazo, e em alguns casos, com menores custos (LOPES; GOTO, 2003). Conforme Peil (2003), o uso da técnica da enxertia em hortaliças no Brasil teria aproximadamente 20 anos. Portanto, atualmente, o uso da enxertia no Brasil completa, 30 anos.

Leonardi e Romano (2004) apresentam algumas das dificuldades enfrentadas, sendo a compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto um dos principais desafios. Eles afirmam que apesar da enxertia ter sido melhorada ao longo das últimas duas décadas, devido à implementação de novas técnicas, apresenta baixa porcentagem de utilização de mudas enxertadas em relação à produção total de hortaliças.

Segundo Cohen et al. (2007), o alto custo da enxertia e adaptação das mudas enxertadas a estresses abióticos são as principais dificuldades enfrentadas por essa técnica.

Atualmente, no Brasil, as principais hortaliças que se utilizam da técnica da enxertia são: pimenteiro, pepineiro, tomateiro, berinjeira e jiloeiro.

Vários tipos de enxertia para tomateiros são realizados, sendo que os mais utilizados são a encostia e a enxertia por garfagem. O método de garfagem é o mais utilizado em solanáceas (Figura 1), sendo a enxertia realizada quando o porta-enxerto apresenta de 7 a 10 folhas expandidas e o enxerto, três folhas. O ponto de enxertia deve situar-se na altura da terceira folha do porta-enxerto, quando o caule apresentar aproximadamente 3 mm de diâmetro (YAMAKAWA, 1982).

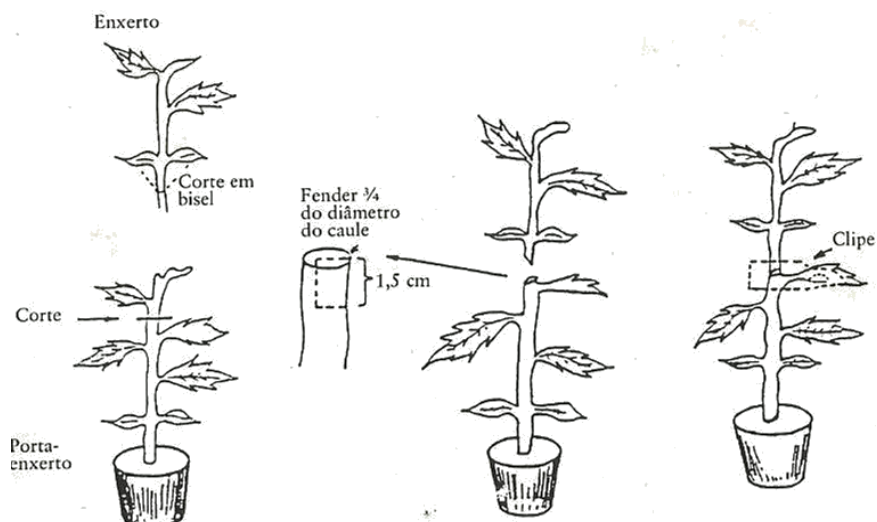


Figura 1. Método de enxertia em solanáceas (Yamakawa, 1982).

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, 2002).

Entre os fatores que promovem a cicatrização do enxerto destacam-se a presença de oxigênio no ponto de enxertia (o que favorece a produção do tecido caloso); ampla superfície de contato entre enxerto e porta-enxerto; cuidados fitossanitários para prevenir infecções por patógenos nas lesões produzidas ao enxertar; e condições ambientais pós-enxertia adequadas, para que tanto o enxerto como o porta-enxerto não sofram estresse hídrico (PEIL, 2003).

Alguns trabalhos da literatura mostram os principais ganhos recentes em relação à adoção da técnica da enxertia. Cañizares (2001) avaliando a qualidade de frutos de pepineiro verificou que os frutos das plantas de pepineiro enxertadas em porta-enxertos específicos perderam serosidade, apresentando maior brilho na casca, além de terem sido verificados benefícios

para a absorção de alguns nutrientes. Goto, Santos e Cañizares (2003) mostram que a utilização da enxertia pode viabilizar a produção de cultivares de tomateiro requeridas pelo mercado que não apresentem resistência genética a certos patógenos para a área de cultivo disponível. Flores et al. (2010) avaliando a qualidade de frutos de tomateiro sob condições salinas, observaram que o uso da enxertia foi eficaz para superar o problema de salinidade e melhorar a qualidade dos frutos. Enquanto que Cardoso et al. (2006); Loos, Caliman e Silva (2009) obtiveram incremento na produtividade em tomateiro enxertado.

2.3 Aspectos bioquímicos da enxertia

O envolvimento de certas enzimas no comportamento celular durante os primeiros passos no processo de cicatrização na região da enxertia foi estudado em diferentes espécies, entretanto o papel específico e os efeitos sobre a incompatibilidade ainda não estão totalmente esclarecidos (PINA; ERREA, 2005). Santamour, Mcardle e Jaymes (1986) relataram que a análise enzimática de mudas de porta-enxertos pode ser usada para prever incompatibilidade antes da enxertia em diferentes cultivares.

Segundo Campos e Silveira (2003) as peroxidases (EC 1.11.1.7) são uma importante família de enzimas das plantas, e está envolvida em diversos processos fisiológicos, tais como: ligações de polissacarídeos, oxidação do ácido indol-3-acético, ligações de monômeros, lignificação da parede celular, cicatrização de lesões, oxidação de fenóis, biossíntese de etileno, defesa de patógenos, regulação da elongação celular e outras.

As plantas contêm um número relativamente elevado de isoenzimas de peroxidase, principalmente localizadas nas paredes celulares, as peroxidases aniônicas. Essas peroxidases catalisam a oxidação do substrato utilizando o poder oxidante do H_2O_2 ou de peróxidos orgânicos (Figura 2). O substrato geralmente é um composto aromático (tirosina, compostos fenólicos, etc.), sendo que também podem atuar sobre compostos não aromáticos, como o ácido ascórbico (CAMPOS; SILVEIRA, 2003).

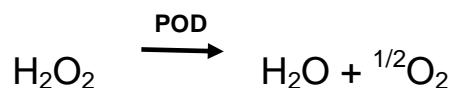


Figura 2. Modo de ação das enzimas peroxidases, segundo Dutcher, Jensen e Althouse (1951).

Fernández-García, Carvajal e Olmos (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 das plantas não enxertadas e enxertadas. Contudo, a atividade foi sempre maior nas plantas enxertadas quando comparadas com as não enxertadas. Em plantas enxertadas as atividades das peroxidases diminuía muito quando eram medidas 2 mm acima ou abaixo da região do enxerto, tornando-se similar as das plantas não enxertadas.

A polifenoloxidase (EC 1.10.3.1) também é uma enzima que atua durante danos mecânicos provocados em plantas, ela é denominada frequentemente de tirosinase, polifenolase, fenolase, catecol oxidase, creolase ou catecolase, dependendo dos substratos utilizados em sua reação. Ela catalisa dois tipos de reações oxidativas: hidroxilação de monofenóis para o-difenóis (atividade cresolase) e oxidação para o-quinona (atividade catecolase) (Figura 3) (KAVRAYAN; AYDEMIR, 2011).

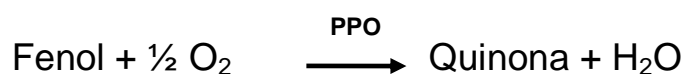


Figura 3. Modo de ação da enzima PPO.

A PPO está relativamente presente em todos os estádios de desenvolvimento da planta, porém sua atividade é mais elevada nos frutos mais jovens e após injúria mecânica ou ataque microbiano (YORUK; MARSHALL, 2003). Em folhas verdes parte considerável da atividade da enzima está associada aos cloroplastos (WHITAKER, 1972; TOLBERT, 1973),

mais precisamente na membrana dos cloroplastos e sua ativação ocorre durante infecção ou injúrias mecânicas resultando em formação de quinonas e, conseqüentemente, de polímeros insolúveis que proporcionam barreira prevenindo contra a expansão de infecções nas plantas (LOPES; GOTO, 2000).

A PPO está envolvida também em processos de senescência de tecido infectados, sugerindo-se que esta enzima pode estar envolvida em reações de imunidade e na biossíntese de componentes das plantas, podendo também desempenhar o papel de eliminador de radicais livres nos tecidos da fotossíntese (HEIMDAL; LARSEN, 1994).

Assim, peroxidases e polifenoloxidasas apresentam importância relevante devido serem capazes de oxidar compostos fenólicos (KOSUGE, 1969).

2.4 Enzimas antioxidantes

Segundo Pandhair e Sekhon (2006) plantas expostas a estresses bióticos e abióticos podem gerar ROS (espécies reativas de oxigênio) maior do que sua capacidade de limpá-los, ativando com isso o processo de morte celular, ou aumentando a resposta sistêmica de resistência a patógenos. Além disso, também podem agir como sinalizadores em vários processos adaptativos (PITZSCHKE; FORNAZI; HIRT, 2006).

Além disso, o processo de desintoxicação celular apresenta ação combinada dos sistemas enzimáticos, importante para evitar danos oxidativos celulares prejudiciais aos organismos vivos, submetidos as várias condições de estresse. O sistema enzimático é formado por enzimas capazes de remover, neutralizar ou limpar as 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), peroxidases (PODs) e catalase (CAT). A SOD catalisa a dismutação de radicais superóxido, enquanto que a POD utiliza esse substrato, o H_2O_2 (FOYER; DESCOURVIERES; KUNERT, 1994).

A superóxido dismutase (E.C 1.15.1.1), é a primeira enzima de defesa contra danos provocados pelas ROS nas células, largamente distribuídas entre organismos que consomem oxigênio (OLMOS et al., 2003).

Ela atua na defesa da planta contra a toxicidade causada pelas espécies reativas de oxigênio, catalisando a dismutação de radicais superóxido ($O_2^{\cdot-}$) em peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e oxigênio (O_2) (Figura 4), representando assim, um dos principais mecanismos de defesa contra o estresse oxidativo celular (HASSAN, 1988). Segundo Bowler, Van Montagu e Inzé (1992) o peróxido de hidrogênio formado nessa reação é a seguir, reduzido à água pelas peroxidases na presença de ácido ascórbico.

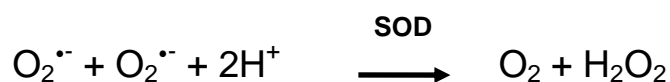


Figura 4. Modo de ação da enzima superóxido dismutase para metabolizar $O_2^{\cdot-}$.

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, concluindo que essa correlação é negativa para o desenvolvimento da planta, implicando em não desintoxicação do H_2O_2 .

As peroxidases (EC 1.11.1.7) também atuam na prevenção e redução dos efeitos deletérios causados por radicais livres e pela peroxidação dos lipídios (CHANG; KAO, 1998). Participam de inúmeros processos fisiológicos como lignificação, suberização, catabolismo de auxina, tolerância à salinidade e mecanismos de defesa contra patógenos (HIRAGA et al., 2001).

Assim, o aumento na atividade da enzima peroxidase pode ser considerado uma ação protetora, pois quebrariam as espécies reativas de oxigênio em água e oxigênio molecular, evitando a peroxidação dos lipídios. O grupo das peroxidases inclui enzimas capazes de catalisar a transferência do hidrogênio de um doador para o H_2O_2 , sendo que em plantas esse grupo de enzimas constitui proteção antioxidante (ROSSI et al., 1997).

Gaspar (1986) afirma que a peroxidase parece ser a molécula chave de adaptação das plantas, ou de algum de seus órgãos separadamente, às mudanças do meio ambiente, podendo influenciar nas respostas do processo de enxertia.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Característica geral do experimento

Realizou-se um experimento, em três etapas experimentais. Na primeira etapa realizaram-se avaliações de compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto a partir de parâmetros bioquímicos, nas mudas enxertadas e pé-franco (não enxertadas). Na segunda etapa foi avaliada a influência da enxertia com a condução de quatro hastes por planta, na produção e qualidade dos frutos de tomateiro enxertado e pé-franco. E na terceira etapa realizaram-se avaliações da atividade enzimática antioxidante durante o ciclo da cultura.

3.2 Etapa 1: Compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto a partir de parâmetros bioquímicos

3.2.1 Localização do experimento

O processo de obtenção das mudas e a enxertia foram realizados no Setor de Olericultura e Plantas Aromático- Medicinais, na UNESP-FCAV, em Jaboticabal-SP.

As avaliações enzimáticas foram realizadas no Laboratório de Fisiologia Vegetal, no Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP-FCAV).

3.2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial $3 \times 3 + 1$, com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de três porta-enxertos (Maxifort, Multifort, Alambra) e três regiões

de coleta no caule (2 cm acima da região da enxertia, na região da enxertia, e 2 cm abaixo da região da enxertia). Como tratamento adicional utilizou-se mudas não enxertadas da cultivar Alambra (pé-franco). Foram realizadas avaliações aos seis e 11 dias após a enxertia (DAE).

3.2.3 Caracterização do enxerto e dos porta-enxertos

Utilizou-se como enxerto, o híbrido Alambra[®], que apresenta as seguintes características: cultivar do grupo saladinha, com característica “longa vida”, precoce e de crescimento indeterminado. Possui frutos uniformes, com formato globular, de coloração vermelho intenso quando maduros; resistentes ao rachamento concêntrico e radial; com massa acima de 200 g e com resistência à murcha de *Verticillium*, murcha de *Fusarium*, nematoide e *Cladosporium* (CLAUSE TEZIER, 2013).

Os porta-enxertos utilizados foram:

Maxifort[®]: porta-enxerto utilizado para cultivo de tomateiro e berinjela, com excelente vigor, bom comportamento em baixas temperaturas e condições de alta salinidade. Possui vigoroso crescimento radicular, proporcionando alta absorção de nutrientes, sendo utilizado para aumento da produção (RUITER SEEDS, 2013).

Multifort[®]: porta-enxerto adequado para tomateiro e berinjela, tem efeito semelhante ao Maxifort, diferindo pela resistência, a raça 3 de *Fusarium* f.sp. *oxysporum lycopersici*, particularmente adequado para o cultivo no solo e substratos artificiais, com alta tolerância contra as doenças mais comuns do solo (RUITER SEEDS, 2013).

3.2.4 Obtenção das mudas e o processo de enxertia

A semeadura dos porta-enxertos e enxerto foi realizada em bandejas de poliestireno expandido, contendo 128 células, preenchidas com substrato comercial Bioplant[®]. A semeadura dos enxertos foi realizada 10 dias após a

semeadura dos porta-enxertos para que houvesse semelhanças nos diâmetros no momento da enxertia.

Após a semeadura, as bandejas foram acondicionadas em casa de vegetação, recebendo irrigação duas a três vezes ao dia.

Para a realização da técnica da enxertia foi utilizado o método garfagem de fenda simples, sendo realizadas 70 enxertias para cada tratamento. Esse método consiste no corte transversal do caule do porta-enxerto, seguido de abertura de fenda, inserindo-se o enxerto, cuja base é em formato de cunha.

Após as enxertias, as mudas foram mantidas, por 11 dias em câmara úmida, com solução nutritiva, segundo a recomendação de Castellane e Araújo (1994), até o pegamento e a cicatrização da região enxertada (Figura 6). Durante o referido período, retiraram-se amostras para avaliações de compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto, na fase de muda.



Figura 5. Câmara úmida utilizada até o pegamento das enxertias. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP.

Transcorrido esse período, as mudas restantes foram transplantadas para o campo, a fim de se determinar, em plantas adultas, a produção, a qualidade, e a atividade enzimática antioxidante.

A taxa de pegamento foi determinada por meio da quantidade de mudas que sobreviveram 11 dias após a realização da enxertia.

3.2.5 Coletas para as análises enzimáticas

Foram coletadas amostras do caule de mudas de tomateiro enxertadas e pé-franco, aos seis e 11 dias após a enxertia. Coletaram-se cerca de 2 cm de caule, provenientes de três mudas enxertadas, de acordo com seus respectivos tratamentos, para compor uma amostra. Durante as coletas, o material foi envolto em papel alumínio e acondicionado em caixa de isopor com nitrogênio líquido, sendo levado posteriormente para armazenamento em ultrafreezer a -80°C.

3.2.6 Obtenção dos extratos enzimáticos

Os extratos enzimáticos foram obtidos de acordo com o método descrito por Ekler, Dutka e Stephenson (1993). Utilizou-se aproximadamente 200 mg de caule de tomateiro. As amostras foram homogeneizadas, utilizando 4,8 ml de tampão TRIS-HCl, pH 7,8 (0,2 mol L⁻¹), contendo 1 mmol L⁻¹ de EDTA e 7,5% (peso volume⁻¹) de polivinilpolipirrolidona, em banho de gelo. Em seguida, o homogeneizado foi centrifugado a 14.000 x g por 20 minutos a 4°C. O sobrenadante obtido de cada amostra foi coletado para determinação da atividade enzimática.

3.2.7 Atividade enzimática

Peroxidases (PODs EC 1.11.1.7)

A atividade das PODs foram determinadas de acordo com a metodologia de Teisseire e Guy (2000). O sistema de reação foi composto de 30 µL de extrato enzimático; 50 mmol L⁻¹ tampão fosfato de potássio, pH 6,5; 20 mmol L⁻¹

1 pirogallol pH 7,8; 5 mmol L⁻¹ peróxido de hidrogênio, totalizando 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 mmol L⁻¹ cm⁻¹) foi usado para calcular a atividade específica da enzima, expressa em $\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ de proteína. Para a dosagem de proteína utilizou-se o método de Lowry et al. (1951).

Polifenoloxidase (PPO EC 1.10.3.1)

A atividade da PPO foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Kar e Mishra (1976). O sistema de reação foi composto de 89 μL de extrato enzimático; 35,71 mmol L⁻¹ tampão fosfato de potássio pH 6,8; 20 mmol L⁻¹ pirogallol, pH 7,8; totalizando volume de 1,0 mL.

A reação foi conduzida a 25°C, durante 2 minutos, e paralisada com solução de H₂SO₄ (5%). A formação de purpurogalina foi medida em espectrofotômetro UV-visível a 430 nm e seu coeficiente de extinção molar (2,47 mmol L⁻¹ cm⁻¹) foi usado para calcular a atividade específica da enzima, expressa em $\mu\text{mol de purpurogalina min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ de proteína. Para a dosagem de proteína utilizou-se o método de Lowry et al. (1951).

3.3 Etapa 2: Desempenho de porta-enxertos para tomateiros conduzidos com quatro hastes

3.3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Setor de Olericultura e Plantas Aromático-Medicinais, pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP- FCAV), Câmpus de Jaboticabal-SP. A altitude local é de 614 m; com latitude de 21° 14' 05" S, e longitude de 48° 17'

09" W. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw com transição para Cwa.

As médias de temperatura e umidade relativa do ar, na casa de vegetação durante o período de condução do experimento podem ser visualizadas na Figura 7.

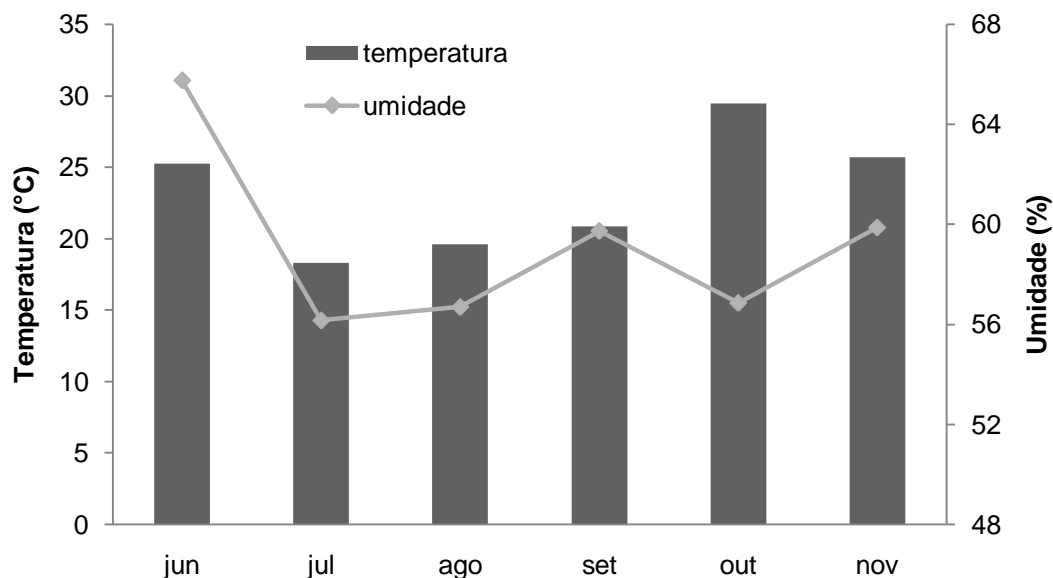


Figura 6. Médias da temperatura e umidade relativa do ar, nos meses de junho a novembro de 2012. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP, 2013.

3.3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro tratamentos (3 porta-enxertos + pé franco), e seis repetições. Os tratamentos foram: dois porta-enxertos ('Maxifort' e 'Multifort'), auto-enxertia ('Alambra' em 'Alambra'), e pé-franco ('Alambra'). A parcela experimental foi constituída de 20 plantas, sendo consideradas para avaliação 14 plantas por parcela.

3.3.3 Descrição do sistema de cultivo

As plantas foram cultivadas em casa de vegetação do tipo arco, com 51 m de comprimento e 14 m de largura, pé direito de 3,5 m, e proteção lateral com tela de sombreamento 50%. O espaçamento adotado foi de 2 m entrelinhas e 0,40 m entre plantas.

O cultivo foi realizado em vasos plásticos com 25,5 cm e 17,5 cm de diâmetro nas partes superior e inferior, respectivamente; 17,7 cm de altura e capacidade total de 13 dm³, preenchidos com substrato comercial produzido com fibra da casca de coco Golden Mix (misto), que apresenta as seguintes características físicas: porosidade total de 94%; capacidade de aeração de 35% e; capacidade de retenção de água de 40% (Amafibra, s.d). A vista geral da implantação do experimento pode ser visualizada na Figura 8.



Figura 7. Vista geral da implantação do experimento. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP, 2013.

O método de fertirrigação utilizado foi por gotejamento, sendo fixados dois gotejadores por vaso. A solução nutritiva fornecida seguiu as

recomendações propostas por Castellane e Araújo (1994), de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1. Solução nutritiva para a cultura do tomateiro, proposta por Castellane e Araújo (1994). UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP. 2012.

Fertilizante	Solução A ¹	Solução B ²
Macronutrientes (g/1500L)		
Nitrato de potássio	300	300
Sulfato de magnésio	750	750
Fosfato de potássio	405	405
Sulfato de potássio	150	150
Nitrato de cálcio	750	1020
Micronutrientes (g/1500L)		
Ferro	37,50	37,50
Ácido bórico	7,50	7,50
Sulfato de manganês	6,75	6,75
Sulfato de cobre	0,37	0,37
Molibdato de sódio	0,15	0,15
Sulfato de zinco	1,18	1,18

¹ Recomendação para fase vegetativa; ² Recomendação para a fase de floração e frutificação.

3.3.4 Orientação do crescimento

Para determinação das quatro hastes, as plantas foram podadas a partir da quarta folha totalmente expandida, sendo mantidas as brotações que surgiram na base dos pecíolos, as quais foram conduzidas em “V”, com fitilhos (Figura 9). Foram conduzidas duas hastes para cada lado da linha de plantio, com inclinação de 45°, até atingirem a altura de 2,0 m do solo, quando foi realizada a poda apical. A desbrota e o amarrio das hastes no tutor foram realizados semanalmente.



Figura 8. Vista do experimento aos 73 dias após o transplante. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP, 2013.

3.3.5 Controle fitossanitário

Para o controle racional tanto de pragas como de doenças, efetuou-se mediante o exame visual do agente, inseto ou patógeno, e de acordo com recomendações técnicas, com o uso de produtos químicos registrados para a cultura.

3.3.6 Colheita

A colheita iniciou-se quando os frutos apresentaram pelo menos 60% do epicarpo na coloração vermelha (Figura 10), tendo início em 22 de setembro e estendendo-se até 12 de novembro de 2012, totalizando 14 colheitas.



Figura 9. Ponto de colheita adotado para frutos de tomateiro. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP. 2013.

3.3.7 Avaliações quantitativas e qualitativas

Avaliaram-se as seguintes características produtivas:

- a) **Número de ramos por planta:** obtido a partir do somatório da média do número de ramos por haste;
- b) **Altura do primeiro ramo (cm):** obtida a partir do somatório da média de altura da região do colo da planta até o primeiro ramo, aos 45 dias após o transplante;
- c) **Número de frutos comerciais por planta:** obtido a partir da média do número de frutos comerciais;
- d) **Massa média dos frutos (g):** obtida a partir da média da massa dos frutos;
- e) **Produção por planta (kg planta^{-1}):** obtido a partir da relação massa total dos frutos e números de plantas avaliadas;
- f) **Produtividade comercial estimada (t ha^{-1}):** obtido considerando-se o número de plantas por hectare (12500 plantas) e a produção por planta.

Para as características qualitativas, selecionaram-se 10 frutos aleatoriamente de cada tratamento, em três colheitas, e avaliaram-se:

- a) **Diâmetro transversal e longitudinal médio dos frutos (mm):** obtido a partir da média dos respectivos diâmetros em cada tratamento;
- b) **Espessura média da polpa (mm):** obtido a partir da média de espessura de polpa em cada tratamento;
- c) **Número médio de lóculos por fruto:** obtido a partir da média do número de lóculos em cada tratamento;
- d) **Firmeza (N):** obtida com auxílio de penetrômetro digital, a partir da média em cada tratamento;
- e) **pH:** determinado a partir do extrato do suco, com auxílio de peagômetro digital;
- f) **Acidez titulável (% de ácido cítrico):** obtida através de alíquota de 20 ml de suco, ao qual foi adicionado 20 ml de água destilada e três gotas do indicador azul de bromocresol a 1%. A seguir, realizou-se a titulação com solução de NaOH 0,1 N, até o ponto de viragem;
- g) **Sólidos solúveis:** obtido através de refratômetro manual (^oBrix);
- h) **Índice de maturação (RATIO):** obtido através da relação entre as médias de sólidos solúveis e acidez titulável, conforme formula abaixo.

$$IM = \frac{\text{sólidos solúveis}}{\text{acidez titulável}}$$

3.3.8 Caracterização química do substrato

Para a caracterização química do substrato coletou-se uma amostra de substrato, de quatro vasos de cada parcela. Para isso, as plantas foram descartadas e os vasos desmontados sendo retirados de cada vaso, aproximadamente dois litros de substrato que, posteriormente, foram secos a temperatura ambiente e encaminhado ao Laboratório de Análise do Instituto Agrônomo de Campinas, onde avaliaram-se os teores solúveis de N-NH₄⁺, N-

NO_3^- , P, K, Ca, Mg, S, Cl, HCO_3^- , B, Fe, Mn, Cu e Zn, de acordo com o método holandês proposto por SONNEVELD et al. (1974).

3.3.9 Avaliação do estado nutricional das plantas

Para determinação do estado nutricional do tomateiro, foi realizada a amostragem de folhas, no período de pleno florescimento da cultura, de acordo com a metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Coletou-se a quarta folha recentemente desenvolvida de cada haste da planta, em quatro plantas por parcela.

As folhas foram lavadas em água corrente, detergente neutro e água desionizada, colocadas para secar em estufa com circulação de ar forçado a 65°C , até atingirem massa constante, sendo então moídas e submetidas à análise química de acordo com a metodologia descrita por Bataglia et al. (1983).

3.4 Etapa 3: Determinação da atividade enzimática antioxidante

3.4.1 Localização

As análises enzimáticas foram realizadas no laboratório de Fisiologia Vegetal, no Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP-FCAV).

3.4.2 Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, em esquema de parcela subdividida, adotando-se nas parcelas as combinações da enxertia (Maxifort, Multifort, Alambra e pé franco), e nas subparcelas os quatro períodos de coleta [30, 60, 90 e 120 dias após o transplante (DAT)], com seis repetições. A parcela experimental foi constituída de seis plantas, sendo avaliadas quatro plantas centrais.

3.4.3 Coleta do material vegetal para atividade antioxidante

Para a determinação da atividade das enzimas peroxidases (PODs) e superóxido dismutase (SOD) em plantas adultas, coletou-se a quarta folha recentemente desenvolvida, da primeira haste, a partir do ápice da planta, aos 30, 60, 90 e 120 DAT. As folhas coletadas foram congeladas em nitrogênio líquido, e armazenadas em ultrafreezer a -80°C até a realização das análises.

3.4.4 Obtenção dos extratos enzimáticos

Os extratos enzimáticos foram obtidos de acordo com o método descrito por Ekler, Dutka e Stephenson (1993). Utilizaram-se aproximadamente 200 mg de folha de tomateiro. As amostras foram homogeneizadas, utilizando 4,8 ml de tampão TRIS-HCl, pH 7,8 ($0,2 \text{ mol L}^{-1}$), contendo 1 mmol L^{-1} de EDTA e 7,5% (peso volume⁻¹) de polivinilpolipirrolidona, em banho de gelo. Em seguida, o homogeneizado foi centrifugado a $14.000 \times g$ por 20 minutos a 4°C . O sobrenadante obtido de cada amostra foi coletado para determinação da atividade enzimática.

3.4.5 Avaliações enzimáticas

Peroxidases (PODs EC 1.11.1.7)

A atividade das PODs foi determinada de acordo com a metodologia de Teisseire e Guy (2000), de acordo com a etapa 1.

Superóxido dismutase (SOD EC 1.15.1.1)

A atividade da SOD foi determinada segundo 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; 50 mmol L^{-1} de tampão fosfato de sódio, pH 7,8; 33 $\mu\text{mol L}^{-1}$ “nitroblue tetrazolium”

(NBT) + 0,66 mmol L⁻¹ EDTA; 10 mmol L⁻¹ de L-metionina + 3,3 mol L⁻¹ de riboflavina, totalizando um volume de 3,0 mL.

Os tubos foram iluminados durante 10 minutos a 25°C. A redução do NBT a “blue formazan” foi medida por leituras de absorvância 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 (KOHATSU, 2010). Para a dosagem de proteína, utilizou-se o método de Bradford (1976).

3.5 Tratamento estatístico

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software AGROESTAT, versão 1.1 (BARBOSA; MALDONADO, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Etapa 1: Compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto a partir de parâmetros bioquímicos

O resumo das análises de variância para a atividade das enzimas peroxidases (PODs) e polifenoloxidase (PPO), aos 6 e 11 dias após a enxertia (DAE) estão apresentados na Tabela 2. Verifica-se que, houve efeito significativo para todos os parâmetros estudados (Tabela 1A e 1B do Apêndice).

4.1.1 Peroxidases (PODs EC 1.11.1.7)

A atividade das peroxidases foi estudada, aos 6 e 11 DAE, em três regiões a saber: na região 2 cm acima da enxertia (RE 1), na região da enxertia (RE 2) e na região 2 cm abaixo da enxertia (RE 3) como evidenciado na Figura 11. Aos 6 DAE houve maior atividade das PODs em RE 2, para 'Multifort' e auto-enxertia, comparando-se com as demais regiões dos respectivos porta-enxertos (Figura 10A). Para o 'Maxifort' não houve qualquer incremento da enzima nas três regiões (RE 1, RE 2 e RE 3). Na comparação das regiões entre os porta-enxertos, pode-se verificar que, em RE 2 da auto-enxertia, houve acentuado aumento da enzima (Figura 10A), enquanto que o pé-franco, evidenciou menor atividade das PODs em relação à todas as regiões dos três porta-enxertos (Figura 10A). Aos 11 DAE, houve maior atividade de PODs na região da enxertia (RE 2) para os porta-enxertos 'Maxifort' e auto-enxertia, comparando-se com as demais regiões dos respectivos porta-enxertos (Figura 10B). Na RE 2 houve resposta diferenciada para os três porta-enxertos, com maior atividade das PODs na auto-enxertia, e menor atividade para 'Multifort', que evidenciou maior atividade na RE 3 (Figura 10B). O pé-franco, aos 11 DAE, apresentou menor atividade das PODs em relação a todas as regiões dos três porta-enxertos (Figura 10B).

Tabela 2. Resumo das análises de variância dos porta-enxertos e regiões da enxertia para a atividade enzimática de peroxidases (PODs) e polifenoloxidase (PPO) em mudas de tomateiros enxertadas e pé-franco, em duas avaliações após a enxertia (em dias), 6 DAE e 11 DAE. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP. 2012/2013.

CAUSA DA VARIAÇÃO	G. L.	PODs		PPO	
		(μmol de H ₂ O ₂ min ⁻¹ mg ⁻¹ proteína)		(μmol purpurogalina min ⁻¹ mg ⁻¹ proteína)	
		06 DAE	11 DAE	06 DAE	11 DAE
Porta-enxertos (PE)	2	**	*	**	**
Região da enxertia (RE)	2	**	**	*	*
PE x RE	4	**	**	**	*
Fatorial	8	**	**	**	**
Adic. vs Fatorial	1	**	**	**	*
CV (%)		3,43	1,61	1,74	3,91

*: significativo (P < 0,05); **: significativo (P < 0,01); CV: coeficiente de variação (%).

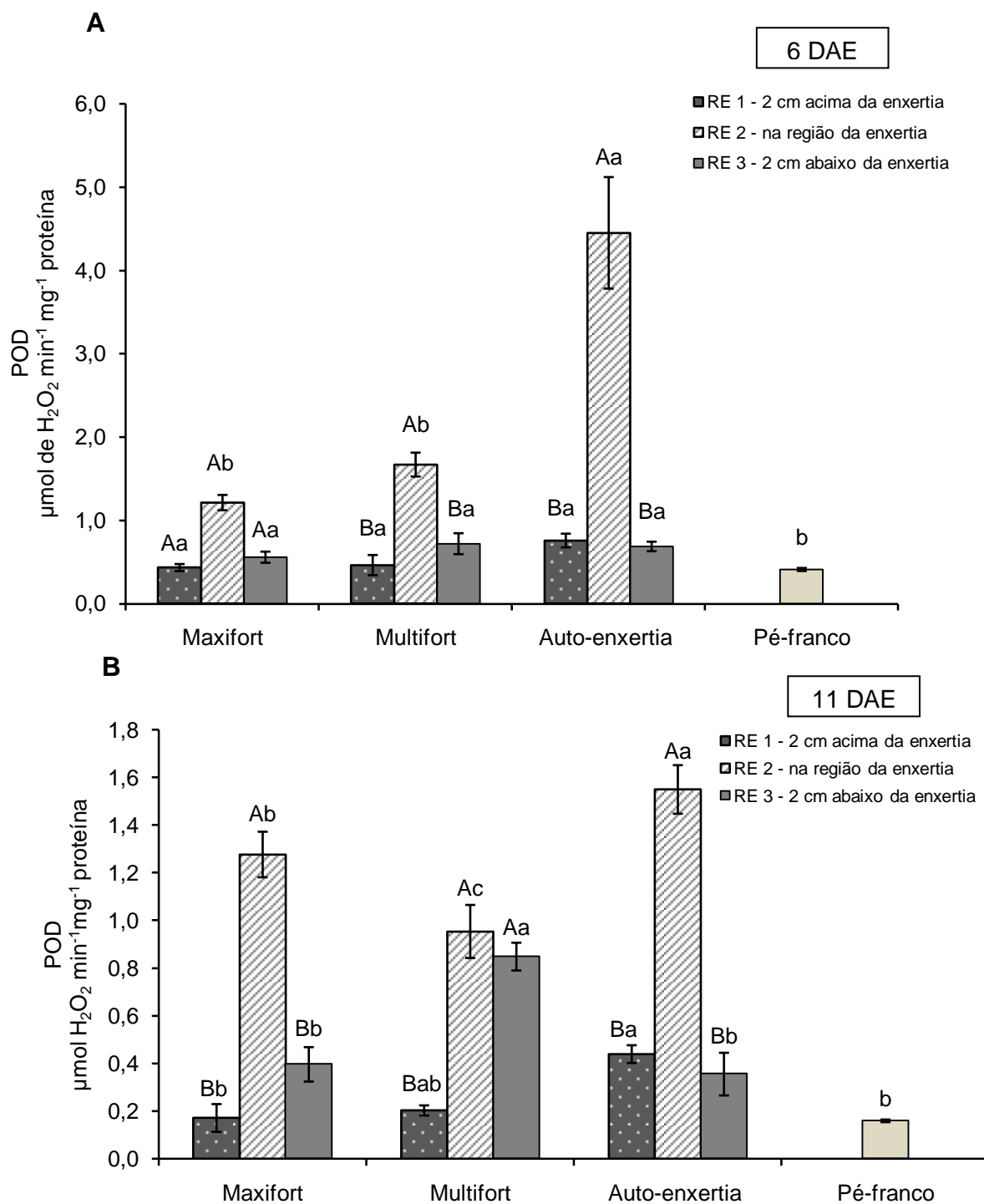


Figura 10. Atividade das peroxidases (PODs) em duas avaliações após a enxertia (em dias), de mudas de tomateiro enxertados e pé-franco (não enxertado). A. 6 DAE; B. 11 DAE. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP. 2012/2013. *Médias seguidas da mesma letra maiúscula (regiões de enxertia) e minúscula (porta-enxertos) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

O aumento das PODs em plantas de tomateiro enxertadas foi constatado por vários autores. Fernández-García, Carvajal e Olmos (2004), observaram maior atividade na região da enxertia, resposta esperada por ser este local de ocorrência da cicatrização. Além disto, as plantas enxertadas apresentaram maior atividade do que as plantas não enxertadas (pé-franco), corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho.

O estudo da atividade enzimática das peroxidases em regiões específicas foi realizado por Kohatsu et al. (2013). Os autores, estudando pepineiros 'Tsuyoi' enxertados, aos 7 DAE, constaram incremento da POD na região mediana do enxerto (2,181 e 1,200 nmol H₂O₂ min⁻¹ µg⁻¹ proteína), como ocorreu nos resultados do presente trabalho, aos 6 DAE com 'Multifort' e auto-enxertia, e aos 11 DAE somente na auto-enxertia. Nicholson e Hammerschmidt (1992), também relataram que em tomateiro, a POD é uma das enzimas envolvidas na última etapa do processo de lignificação, em resposta ao estresse causado, seja por ferimentos ou pelo ataque de patógenos.

Além disso, as PODs parecem ter maior influência após a enxertia, variando sua atividade entre os porta-enxertos. A alta atividade na região da enxertia é também, devido à cicatrização do tecido, 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 está enzima é considerada uma enzima marcadora de estresse (KOHATSU et al., 2013).

De acordo com Santamour (1992), existe relevante participação das peroxidases na lignificação e quanto maior a similaridade maior será a compatibilidade da enxertia, seja o enxerto, ou seja, o porta-enxerto, para que ocorra a produção similar de ligninas. Em plantas onde existe a similaridade de peroxidases, raramente se encontra problemas de incompatibilidade, confirmando o que foi evidenciado no presente trabalho.

Em damasco, Quesada e Macheix (1984) verificaram que, as cultivares compatíveis possuía maior atividade das PODs do que as incompatíveis, ressaltando que a incompatibilidade, provavelmente seja gerada pela baixa lignificação do ponto de enxertia.

4.1.2. Polifenoloxidase (PPO EC 1.10.3.1)

A atividade da enzima polifenoloxidase (PPO), nos períodos avaliados (Figura 11), evidencia que, aos 6 DAE, houve maior atividade em RE 2, comparando-se com RE1 e RE3, dos respectivos porta-enxertos (Figura 11A). Na comparação das regiões entre os porta-enxertos, observa-se que, em RE 2 da auto-enxertia houve acentuado aumento da enzima em relação aos demais porta-enxertos (Figura 11A). Vale ressaltar que em RE1, nos três porta-enxertos ('Maxifort', 'Multifort' e auto-enxertia) não houve diferenças, enquanto que em RE 3 de 'Multifort' e da auto-enxertia verificaram-se maiores incrementos na atividade enzimática da PPO aos 6 DAE (Figura 11A).

Aos 11 DAE, apenas 'Maxifort' foi observada diferenças significativas na atividade PPO nas três regiões da enxertia, RE1, RE2 e RE3 (Figura 11B). Comparando-se os porta-enxertos, observa-se que, 'Maxifort' apresentou maior incremento na atividade da PPO, mas somente em duas regiões, RE 1 e RE 2.

O incremento da atividade da PPO na região mediana, segundo Kohatsu et al. (2013), ocorre pelo fato de que o fermento, no processo da enxertia, induzir a biossíntese de compostos fenólicos, os quais são substratos para a PPO. Entretanto, os autores salientam que, compostos fenólicos também são substratos para as enzimas PODs, o que deve ter contribuído para a baixa atividade da PPO na região da enxertia em pepineiros. As PODs utilizam mais eficientemente o substrato que a PPO, proporcionando maior decréscimo da atividade desta enzima. No resultados do presente trabalho, não foi constatado a competição de ambas as enzimas pelo mesmo substrato.

Ainda, baseando-se no fato da PPO catalisar a oxidação de compostos fenólicos próximo ao sítio estressado, onde há degradação celular (THIPYAPONG; STOUT; ATTAJARUSIT, 2007), pode-se supor pelos resultados deste estudo que, além da POD, a PPO também participa na defesa ao estresse causado pela enxertia. Além do mais, a elevada atividade de ambas as enzimas correlaciona-se com o processo de cicatrização causado pelo estresse mecânico da enxertia.

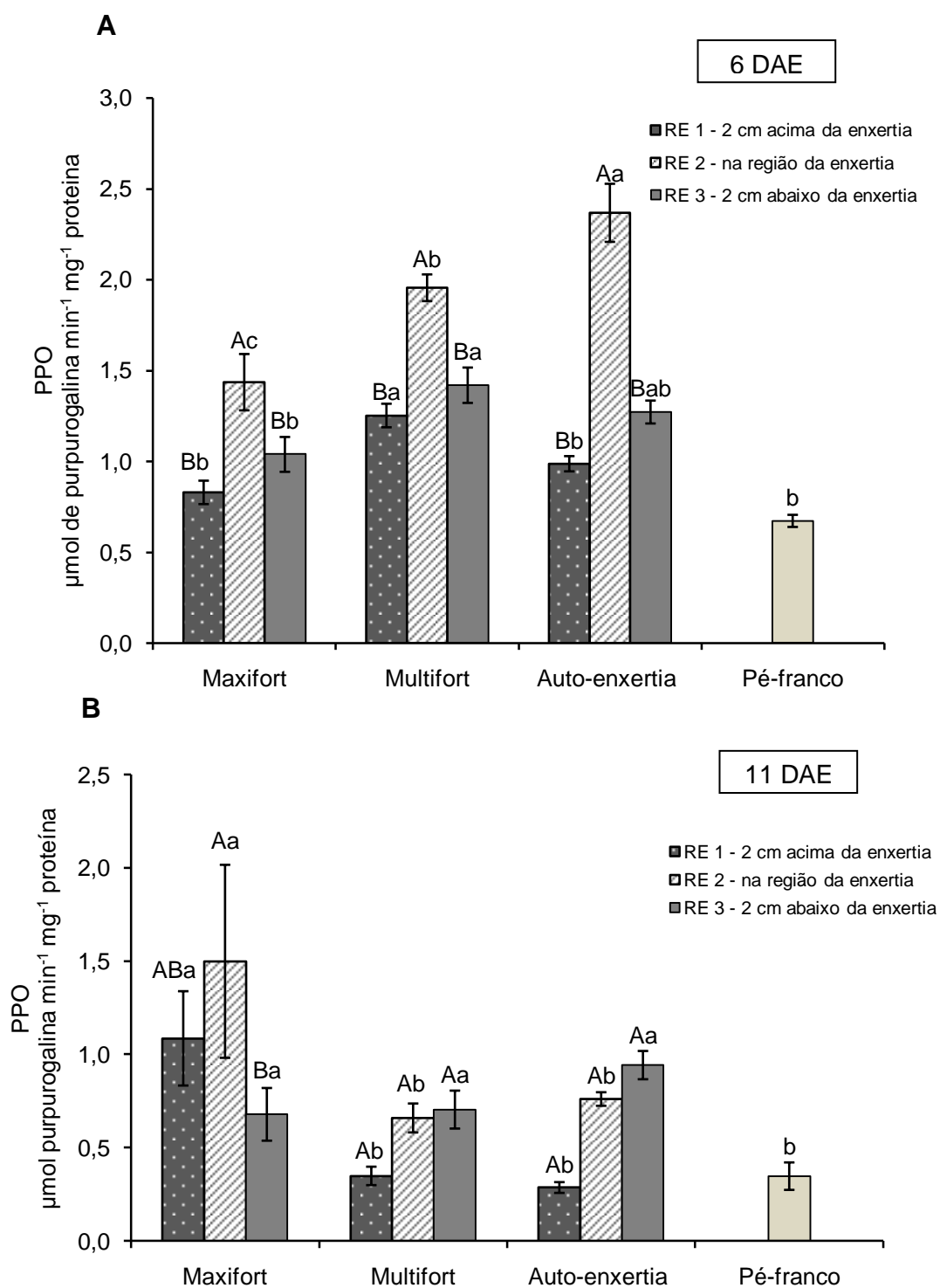


Figura 11. Atividade da polifenoloxidase (PPO) em duas avaliações após a enxertia (em dias), de mudas de tomateiro enxertados e pé-franco (não enxertado). A. 6 DAE; B. 11 DAE. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP. 2012/2013. *Médias seguidas da mesma letra maiúscula (regiões de enxertia) e minúscula (porta-enxertos) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Provavelmente, tais enzimas tenham participação conjunta no processo de lignificação dos porta-enxertos, decorrentes do processo bioquímico-fisiológico da união entre enxerto e porta-enxerto. Isto indica que a compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto pode ser devido às similaridades das enzimas tanto de enxerto quanto de porta-enxerto.

4.2 Etapa 2: Desempenho de porta-enxertos para tomateiros conduzidos com quatro hastes

De acordo com a avaliação de porcentagem de pegamento das mudas enxertadas, observou-se 100% de pegamento, para todos os tratamentos ('Maxifort', 'Multifort' e a auto-enxertia).

Na Tabela 3 são apresentadas as médias das características de produção para os diferentes porta-enxertos avaliados. Verifica-se que não houve diferença para todas as características.

Para número de ramos por planta na 'Alambra', obtiveram-se, em média, cinco ramos por haste, totalizando 20 ramos por planta. Charlo et al. (2009) obtiveram maior número de ramos por planta, utilizando a mesma cultivar, quando utilizaram duas hastes por planta (14,21 ramos planta⁻¹), quando comparado com uma haste por planta, evidenciando, que a medida em que aumenta-se o número de hastes, maior será o número de ramos por planta.

Para a característica altura do primeiro ramo, observou-se média de 66,40 cm, ou seja, valor elevado para tomateiros tutorados verticalmente, quando comparados aos valores obtidos por Charlo et al. (2009), que avaliando o sistema de orientação com duas hastes em tomateiro obtiveram valores de 34,68 cm. Já Martins (1992), avaliando tomateiro em campo, obtiveram valores de 36,7 cm para 'Santa Clara' e 50,9 cm para 'Santa Cruz Kada'. Enquanto que Carvalho (2002), em ambiente protegido, obteve média de 41,02 cm para 'Débora Max'. A diferença de altura do primeiro ramo do atual experimento, em relação aos demais trabalhos citados, pode ser devido à adoção do reduzido espaçamento entre plantas no presente trabalho (0,40 m), o que pode ocasionar mudanças na distribuição da

radiação solar para as plantas, fazendo com que as plantas estiolassem, além disso, esta diferença pode estar relacionada à utilização da enxertia, que pode ter elevado a altura da muda.

Verificou-se, no atual experimento, elevado número de frutos por planta (média de 99 frutos), quando comparado com outros autores da literatura, Carvalho e Tessarioli Neto (2005) (31 frutos); Marim et al. (2005) (34 frutos); Charlo et al. (2009) (58 frutos); Matos, Shirahige e Melo (2012) (51 frutos), conduzindo plantas de tomateiro sem a utilização da enxertia e com variação no número de hastes (de uma a duas). Isso pode ter ocorrido, pois plantas conduzidas com quatro hastes emitem maior número de ramos e, conseqüentemente, produzem maior número de frutos.

Em contrapartida, o aumento do número de frutos ocasionou redução na massa (média de 116 g por fruto). Matos, Shirahige e Melo (2012) avaliando o desempenho de híbridos de tomateiro em dois sistemas de condução, com uma e duas hastes, obtiveram valores médios de 132 g para 'Alambra', enquanto Charlo et al. (2009) trabalhando com a mesma cultivar obtiveram valores de 110,38 g e 96,79 g, respectivamente para condução com uma e duas hastes. Essa redução na massa dos frutos pode ter sido ocasionada pelo aumento do número de hastes por planta (quatro hastes), o que acarretou o aumento excessivo do número de frutos por planta, que são drenos, ocasionando, dessa forma, maior competição por fotoassimilados e, conseqüentemente, menor desenvolvimento dos frutos. Tais resultados também foram relatados por Oliveira et al. (1995) avaliando número de hastes por planta e poda dos ramos, em campo, e por Poerschke et al. (1995) em casa de vegetação.

Carvalho e Tessarioli Neto (2005) avaliando o efeito do espaçamento e do número de ramos por planta em híbridos de tomateiro, mostraram que o número de hastes por planta afetou significativamente a massa média dos frutos, onde plantas conduzidas com duas hastes apresentaram maior número de frutos por planta e, conseqüentemente, menor massa média comercial de frutos.

Tabela 3. Número de ramos por planta (NRP), altura do primeiro ramo (APR), massa média de frutos (MMF), número de frutos comerciais por planta (NFCP), produção por planta (PP), e produtividade comercial estimada (PCE), para a cultura do tomateiro, enxertada em diferentes porta-enxertos, conduzida com quatro hastes em fibra da casca de coco. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP. 2012.

Porta-enxerto	NRP	APR	MMF	NFCP	PP	PCE
		(cm)	(g)		(kg planta ⁻¹)	(t ha ⁻¹)
Maxifort	5,0	65,08	119,0	100,0	11,29	141,06
Multifort	5,0	65,80	119,0	101,0	12,37	154,55
Auto-enxertia	5,0	68,40	117,0	101,0	11,76	147,07
Pé-franco	5,0	66,36	110,0	96,0	10,94	136,68
Média	5,0	66,40	116,0	99,0	11,58	144,84
Teste F	1,00 ^{ns}	1,12 ^{ns}	1,84 ^{ns}	0,58 ^{ns}	2,33 ^{ns}	2,31 ^{ns}
DMS	0,39	5,49	0,012	13,92	1,66	20,76
CV (%)	4,79	4,96	6,33	8,41	8,60	8,61

ns: não significativo; DMS: diferença mínima significativa; CV: coeficiente de variação (%).

Os resultados indicaram que, não houve efeito dos tratamentos sobre as características de produção por planta e produtividade comercial estimada, entretanto, estes são superiores aos relatados em diversos trabalhos avaliando sistemas de orientação e uso da enxertia em tomateiros (CARVALHO e TESSARIOLI NETO, 2005; LOOS; CALIMAN; SILVA, 2009; MATOS; SHIRAHIGE; MELO, 2012). Possivelmente a não ocorrência de diferenças entre os tratamentos, no atual experimento, pode estar relacionada ao fato de que o maior número de hastes tenha estimulado a produção de maior quantidade de flores, além de maior área foliar fotossintetizante. Isto, aliado a alta compatibilidade entre enxerto e porta-enxerto, e fornecimento de condições propícias de cultivo às plantas (cultivo fertirrigado em substrato) proporcionaram condições ideais para o desenvolvimento das mesmas, fazendo com que não fossem verificadas diferenças significativas da realização da enxertia.

Assim, como para as características produtivas, para as características de qualidade, a enxertia e a orientação com quatro hastes também não proporcionaram diferenças significativas (Tabela 4).

Resultados semelhantes também foram obtidos por Flores et al., 2010; Sirtoli et al., 2011; Schwarz et al., 2012, onde relatam que a enxertia não influenciou na qualidade de frutos de tomateiros enxertados e não enxertados.

Para a característica espessura de polpa, foram obtidas médias de 8,09 mm. Valores estes semelhantes aos obtidos por Charlo et al. (2009) que relatam 8,70 e 8,31 mm para espessura de polpa em tomateiros 'Alambra' conduzidos com uma e duas hastes, respectivamente, sendo semelhantes também aos máximos valores de espessura de polpa de frutos de tomateiro (8,38 mm) observados por Mattedi et al. (2004). A espessura da polpa é um atributo importante em tomate de mesa, e neste trabalho, não foi influenciada pelos porta-enxertos e o sistema de orientação, estando diretamente relacionada à qualidade do fruto e a produtividade, visto que segundo Shirahige et al. (2009) frutos com paredes mais grossas são mais pesados e tem maior conservação pós-colheita devido à maior firmeza e, ademais, ficam menos sujeitos ao murchamento.

Tabela 4. Espessura de polpa (EP), diâmetro longitudinal (DL), diâmetro transversal (DT), número de lóculos (NL), pH, firmeza, acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST), e índice de maturação (IM) para frutos de tomateiro, enxertada em diferentes porta-enxertos, conduzida com quatro hastes em fibra da casca de coco. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP. 2012

Porta-enxerto	EP	DL	DT	NL	pH	Firmeza	AT	SST	IM
	(mm)					(N)	(%ác.cítrico)	(°Brix)	
Maxifort	8,02	56,45	63,18	4,0	4,79	27,56	0,26	4,24	16,69
Multifort	8,02	55,59	62,62	4,0	4,85	26,34	0,24	4,02	16,60
Auto-enxertia	8,37	58,91	62,63	4,0	4,84	28,64	0,24	4,25	18,09
Pé-franco	7,98	55,91	61,99	4,0	4,79	29,28	0,24	4,29	17,59
Média	8,88	56,71	62,60	4,0	4,82	27,95	0,24	4,20	17,24
Teste F	2,92 ^{ns}	1,44 ^{ns}	1,03 ^{ns}	1,00 ^{ns}	2,94 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,70 ^{ns}	1,07 ^{ns}	1,05 ^{ns}
DMS	0,43	5,11	1,94	0,33	3,06	0,24	0,04	0,47	2,86
CV (%)	3,21	5,42	1,86	5,15	6,59	3,10	9,81	6,82	9,97

^{ns}: não significativo. DMS: diferença mínima significativa. CV: coeficiente de variação.

Para diâmetro transversal dos frutos verificou-se média de 6,3 cm, caracterizando-os como frutos de calibre médio, de acordo com as normas de Brasil (2002) para classificação de tomate, valores estes semelhantes aos obtidos por Charlo et al. (2009) (6,6 e 6,5 cm) para plantas conduzidas, respectivamente, com uma e duas hastes.

Carvalho e Tessarioli Neto (2005) avaliando o desempenho de híbridos de tomateiros em diferentes espaçamentos e sistemas de orientação, observaram que a cultivar Carmen apresentou maior produção de frutos de calibre médio quando se adotou o espaçamento de 30 cm entre plantas, evidenciando que, além do elevado número de frutos por planta, o espaçamento adotado no atual experimento também pode ter influenciado no calibre dos frutos.

O aumento da produção de frutos médios com a diminuição do espaçamento entre plantas também foi observado em outros híbridos por diversos autores (STRECK et al., 1998; CAMARGOS et al., 2000), provavelmente devido a maior competição pelos fotoassimilados.

Em relação ao número de lóculos por fruto, todos os tratamentos apresentaram média de quatro lóculos, o que era de se esperar, pois a cultivar Alambra tem como padrão quatro lóculos/fruto (CLAUSE TEZIER, 2013).

Para firmeza de frutos, observou-se que não houve efeito da enxertia (média de 27,95 N). No entanto, essa é uma característica importante, visto que quanto maior a firmeza da polpa, maior resistência ao transporte, manuseio e vida de prateleira esses frutos podem apresentar.

Bernardi et al. (2007) avaliando a qualidade de frutos de tomateiro cultivado em substrato, obtiveram valores de firmezas variando de 7,06 a 14,38 N. Carvalho et al. (2005) caracterizando aspectos físico-químicos em híbridos de tomateiro quanto ao espaçamento e número de hastes por planta, obtiveram maiores firmezas nos híbridos Diana (13,71 N), Carmen (13,08 N) e Andréa (12,62 N) conduzidos com uma haste. Segundo eles, isso pode ter ocorrido devido à menor competição intraplanta por nutrientes, em especial o potássio, nutriente diretamente relacionado com a translocação de carboidratos, e que consequentemente pode ter aumentado a firmeza do tecido.

A diferença de firmeza obtida no presente trabalho, em relação os dados da literatura, é devido ao ponto de colheita, visto que os frutos colhidos ainda

não estavam completamente maduros, pois foram colhidos com aproximadamente 60% de maturação.

Para pH dos frutos, não foram observadas diferenças. A faixa dos valores foi entre 4,79 a 4,85, tendo obtido valor médio de 4,82. Segundo Sapers et al. (1978), Stevens e Rick (1986), e Jones (1988), estes valores se enquadram dentro da faixa adequada para tomates de qualidade (4,26 a 4,82), para diferentes acessos de *Solanum lycopersicum*. Fontes et al. (2004) também não encontraram diferenças significativas no valor de pH de frutos de tomate (média 4,00), produzido em casa de vegetação, em diferentes substratos e no solo.

Para acidez titulável e sólidos solúveis totais, os teores médios foram de 0,24% e 4,2° Brix, respectivamente. Estes valores estão de acordo com os obtidos por Cardoso et al. (2006) os quais realizaram a caracterização física e físico-química de frutos de tomateiro oriundos de plantas enxertadas em comparação com plantas pé-franco. Segundo Guimarães et al. (2008), frutos de alta qualidade devem possuir valores superiores a 0,32 % e 3° Brix para acidez titulável e sólidos solúveis totais, respectivamente. No entanto, é importante ressaltar que o baixo valor de acidez titulável, obtido no presente trabalho, pode ser em função do ponto de colheita adotado, onde 40% dos frutos ainda estavam verdes.

Para o índice de maturação, ressalta-se que os resultados encontrados neste trabalho (média de 17,24) são superiores aos citados por outros autores na literatura (CARDOSO et al., 2006; LOOS; CALIMAN; SILVA, 2009), o que os classifica como de excelente qualidade, de acordo com Lopes (2000), devido apresentarem “ratio” acima de 10. Além disso, esse índice estabelece relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável, sendo indicativo do sabor e estado de maturação do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Com relação ao estado nutricional das plantas (Tabela 5), observou-se que os tratamentos com o porta-enxerto ‘Maxifort’ apresentaram os menores teores de P e Mg, com média de 7,72 e 7,32 g kg⁻¹, respectivamente. No entanto, estes valores estão dentro da faixa considerada adequada (3,5 g kg⁻¹ para P, e 4 g kg⁻¹ para Mg) segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Estes resultados podem ter ocorrido em função da enxertia, pois segundo Lee e Oda

Tabela 5. Teores foliares de N, P, K, Mg, Ca, S, B, Fe, Mn, Zn e Cu, para a cultura do tomateiro, enxertada em diferentes porta-enxertos, conduzida com quatro hastes em fibra da casca de coco. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP. 2012.

Porta-enxerto	N	P	K	Mg	Ca	S
	g kg ⁻¹					
Maxifort	51,92	7,72 c	29,88	7,32 b	23,47 a	7,87
Multifort	53,24	7,96 bc	30,22	8,03 a	24,72 a	7,98
Auto-enxertia	53,05	8,77 ab	27,88	8,07 a	22,87 ab	7,53
Pé-franco	52,00	8,59 a	29,20	8,02 a	21,18 b	7,88
Teste F	0,52 ^{ns}	10,45*	0,47 ^{ns}	6,31 *	8,73*	2,74 ^{ns}
DMS*	3,88	0,63	6,09	0,58	2,02	0,48
CV%	4,44	4,62	12,49	4,49	5,28	3,73
Porta-enxerto	B	Fe	Mn	Zn	Cu	
	mg kg ⁻¹					
Maxifort	38,47	173,83	150,67	93,33	375,00	
Multifort	37,93	172,50	149,83	82,83	350,00	
Auto-enxertia	38,24	164,83	157,00	86,00	391,67	
Pé-franco	42,52	164,50	136,17	81,17	358,33	
Teste F	0,95 ^{ns}	0,72 ^{ns}	1,22 ^{ns}	2,72 ^{ns}	0,33 ^{ns}	
DMS*	9,05	23,63	32,30	13,30	131,22	
CV%	13,85	8,41	13,07	9,31	21,38	

*Médias seguidas de mesma letra, nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p \leq 0,05$; ^{ns}: não significativo. CV: coeficiente de variação; DMS: diferença mínima significativa.

(2003) esta pode influenciar a absorção e translocação de fósforo, magnésio, nitrogênio e cálcio, constituindo-se em barreira para translocação desses elementos.

Ruiz et al. (1997) demonstraram que a concentração de P em plantas de meloeiro enxertado podem ser afetadas de forma semelhante pela interação enxerto/porta-enxerto. Kawaguchi et al. (2008) concluíram que as espécies de porta-enxertos foram o principal fator que afetaram a absorção e translocação deste elemento nas combinações de enxerto em solanáceas.

O mesmo foi relatado por Masuda e Gomi (1984), Macedo Júnior (1998) e Cañizares et al. (2005), para os teores de Mg, onde apresentaram-se inferiores em plantas enxertadas, concordando com os resultados obtidos neste experimento. Nesse sentido, Kawaide (1985) relacionou a deficiência de magnésio de plantas enxertadas com a enxertia.

Para o teor de Ca, observou-se menor teor em plantas pé-franco (21,18 g kg⁻¹), sendo o teor considerado adequado segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) entre 14-18 g kg⁻¹. Segundo Tomaz et al. (2003) variações na eficiência de uso de cálcio em tecidos vegetais não são ainda bem compreendidas, porém sabe-se que a inativação de cálcio ocorre devida à ligação ou precipitação na forma de oxalato ou fosfato de cálcio, o que tem sido sugerido como causa para a baixa eficiência de utilização desse nutriente, visto que o cálcio é considerado um nutriente pouco móvel no floema (MARSCHNER, 1995).

Em experimentos realizados com tomateiro enxertado, Fernández-García, Carvajal, Olmos (2004) observaram aumentos significativos de Ca no tecido, quando as plantas enxertadas foram comparadas com plantas não enxertadas, sugerindo que as características físicas e fisiológicas dos porta-enxertos, provavelmente afetam a absorção e translocação deste mineral.

Apesar de não ter ocorrido diferenças entre os tratamentos para grande parte dos teores de macro e micronutrientes foliares, quando comparam-se os resultados do trabalho em questão com os limites adequados sugerido por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), verifica-se que o K está abaixo do limite adequado (40 g kg⁻¹) para os tratamentos 'Maxifort', auto-enxertia e pé-franco. Da mesma forma, o Zn apresenta-se ligeiramente acima, e o Cu altamente

elevado, em comparação aos valores estabelecidos como adequado por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Os teores de Cu podem ter sido elevados, pois o manejo fitossanitário da cultura do tomateiro exige constantes aplicações de fungicidas cúpricos, o que pode ter elevado o teor desse micronutriente nas folhas. Para a avaliação da composição química do substrato, no final do ciclo de cultivo, não foram observadas diferenças entre os porta-enxertos avaliados (Tabela 6), confirmando que as condições de cultivo foram propícias, desfavorecendo o aparecimento de qualquer diferença significativa.

Tabela 6. Valores médios de nitrato, amônia, cloreto, fósforo, enxofre, potássio, cálcio, magnésio, sódio, cobre, ferro, boro, manganês e zinco para a cultura do tomateiro, enxertada em diferentes porta-enxertos, conduzida com quatro hastes em fibra da casca de coco. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP. 2012.

Porta-enxerto	Nitrato	Amônia	Cloreto	P	S	K	Ca	Mg	Na	Cu	Fe	B	Mn	Zn
	mg L ⁻¹													
Maxifort	25,93	5,97	3,32	22,96	33,39	131	11,98	4,54	15,84	0,02	0,10	0,01	0,04	0,06
Multifort	30,05	4,82	3,49	26,17	43,52	143	13,54	5,94	21,01	0,02	0,09	0,01	0,03	0,05
Auto-enxertia	53,25	7,84	4,67	24,72	60,97	159	22,54	10,16	27,53	0,02	0,10	0,01	0,06	0,07
Pé-franco	22,55	6,09	3,90	17,55	32,92	124	10,69	4,55	15,56	0,02	0,06	0,01	0,03	0,05
Teste F	1,27 ^{ns}	2,72 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,70 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,46 ^{ns}	1,16 ^{ns}	1,20 ^{ns}	1,10 ^{ns}	0,37 ^{ns}	1,82 ^{ns}	1,56 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,24 ^{ns}
DMS	50,13	3,07	4,03	18,35	51,36	91,75	20,28	9,86	21,80	0,01	0,05	0,009	0,07	0,07
CV %	91,44	29,90	62,97	48,26	72,29	39,46	82,96	94,16	65,56	42,28	36,69	44,72	97,41	72,44

^{ns}: não significativo; DMS: diferença mínima significativa; CV: coeficiente de variação.

4.3. Etapa 3: Atividade de enzimas antioxidantes

O resumo das análises de variância para ambas as enzimas, em folhas de tomateiro enxertado e pé-franco, aos 30, 60, 90 e 120 dias após o transplante (DAT) estão apresentadas na Tabela 7.

4.3.1 Superóxido dismutase (SOD EC 1.15.1.1)

Observa-se que, houve interação significativa entre porta-enxertos e épocas de avaliação somente para a atividade da SOD. A maior atividade da SOD ocorreu aos 120 DAT para os porta-enxertos 'Multifort' e auto-enxertia, enquanto que na comparação entre os porta-enxertos somente 'Multifort' apresentou maior atividade (Figura 12).

Segundo Kohatsu (2010), após uma condição estressante como o processo da enxertia, as plantas podem produzir espécies reativas de oxigênio (ROS), as quais provocam danos nas biomoléculas. Em resposta a estes danos, a enzima SOD constitui-se a primeira linha de defesa celular, desintoxicando os radicais $O_2^{\cdot-}$ e produzindo peróxido de hidrogênio. Contudo, o peróxido de hidrogênio também causa danos nas membranas celulares. De fato, o referido autor avaliando a atividade de enzimas marcadoras de estresse observou variação na atividade da SOD ao longo do tempo, com as maiores atividades no final do ciclo da cultura de pepinos.

Por outro lado, a produção de ROS pode ser independente de situação estressante. Alguns autores afirmam que, a maior atividade da SOD ocorre em resposta à intensificação do metabolismo durante a fase de alta produção, em que há aumento na translocação de carboidratos das folhas (fonte) para os frutos (dreno) ou mesmo em condições normais de crescimento e desenvolvimento, quando inevitavelmente, são produzidos radicais livres para manter a homeostase do metabolismo (SALIN, 1989; ALSCHER, ERTURK, HEATH, 2002; RIVERO et al., 2003; KOHATSU, 2010).

Tabela 7. Resumo da análise de variância para porta-enxertos e épocas de avaliação para a atividade enzimática da superóxido dismutase (SOD) e peroxidases (PODs), em folhas de tomateiro enxertado e pé-franco. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP. 2012/2013.

Causas da Variação	G. L.	SOD	PODs
		(U mg ⁻¹ proteína)	(μ mol de H ₂ O ₂ min ⁻¹ mg ⁻¹ proteína)
Porta-enxerto(PE)	3	ns	Ns
Épocas (E)	3	**	**
Interação PE x E	9	*	Ns
CV (%)		27,33	26,01

*: significativo (P < 0,05); **: significativo (P < 0,01); ns: não significativo; CV: coeficiente de variação.

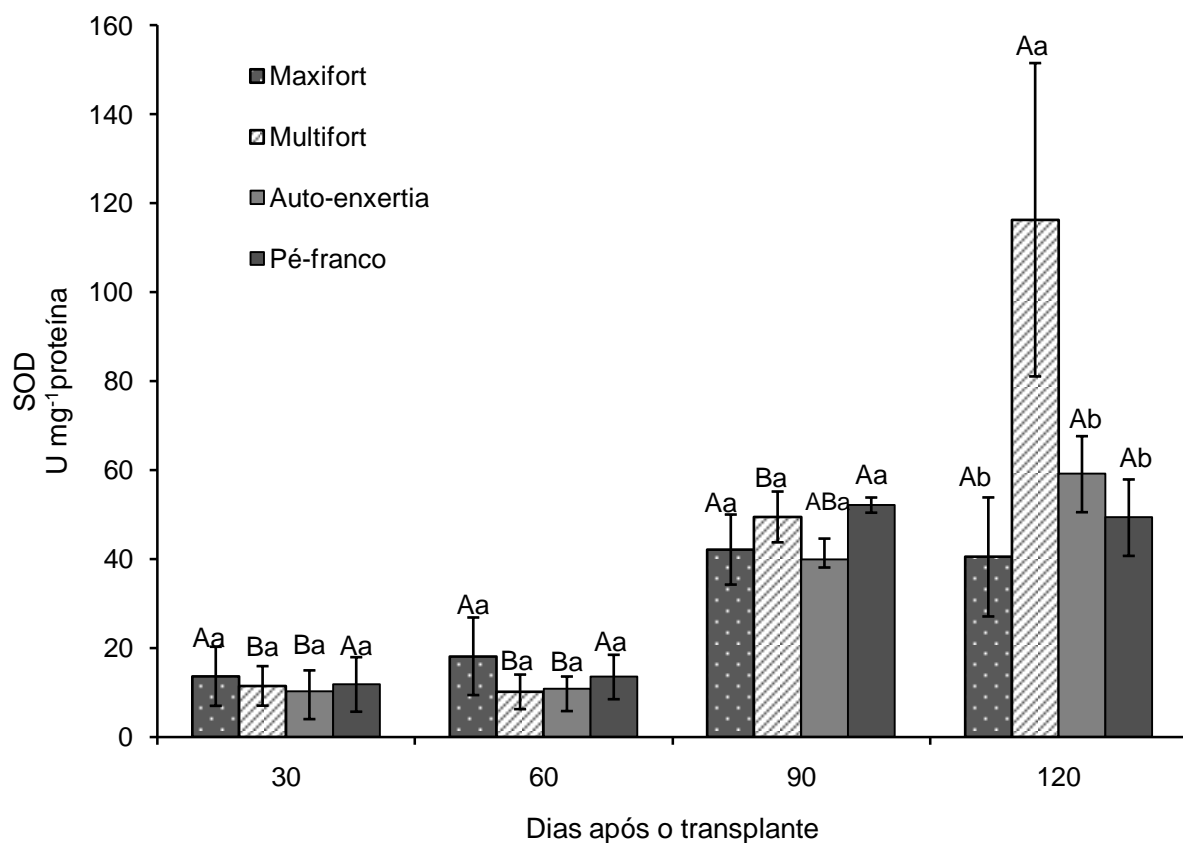


Figura 12. Atividade da superóxido dismutase (SOD) em função de porta-enxertos e épocas [30, 60, 90 e 120 dias após o transplante (DAT)] em folhas de tomateiro enxertado e pé-franco (não enxertado). UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP. 2012/2013. *Médias seguidas da mesma letra maiúscula (épocas) e minúscula (porta-enxertos) não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

4.3.2. Peroxidases (PODs EC 1.11.1.7)

Nos porta-enxertos estudados não foram constatadas qualquer alteração na atividade das PODs (Tabela 7). Estes resultados também ocorreram em plantas enxertadas e pé-franco de berinjela (Wei et al., 2009). Entretanto, houve efeito das épocas de avaliação (Tabela 7), com maior atividade aos 120 DAT, apresentando $1,6423 \mu\text{mol de H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1}\text{mg}^{-1}$ de proteína (Tabela 1D do Apêndice). Em pepineiros enxertados e pé-franco, Kohatsu (2010), verificou que no período de plena produção (60 DAT) houve maior atividade das PODs, com 2198 e 1670 $\text{nmol de H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1}\text{mg}^{-1}$ proteína, respectivamente.

Rivero et al. (2003) relataram que, apesar da maior concentração de peróxido de hidrogênio em plantas pé-franco de tomateiro comparada com as plantas enxertadas, nestas mesmo com menor produção de H_2O_2 ocorre maior atividade das PODs sugerindo que o sistema de desintoxicação celular enzimático em plantas enxertadas é mais efetivo.

Da mesma forma que ocorreu com a atividade da SOD, o aumento da atividade das PODs aos 120 DAT, pode ser devido a este período corresponder àquele de plena produção para tomateiros, além do fato de que os ramos já colhidos estavam em senescência, o que aumenta a atividade das PODs, visto que a peroxidase também atua no balanço de hormônios vegetais envolvidos neste processo como etileno, auxina e ácido abscísico.

De acordo com o trabalho de 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. De fato a peroxidase está envolvida na senescência nos vegetais (GASPAR et al., 1985).

Piza, Lima e Brasil (2003) relatam, ainda 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.

Assim, de acordo com as condições de cultivo em que as plantas foram submetidas no presente trabalho, as enzimas SOD e PODs, tanto em plantas

enxertadas como pé-franco, provavelmente, apresentaram eficiente sistema de remoção de radicais livres. Esta eficiência na manutenção do metabolismo celular, também pode ser responsável por não haver diferenças entre as produtividades obtidas neste trabalho para os diferentes porta-enxertos avaliados (Tabela 3).

5 CONCLUSÕES

- ❖ Os porta-enxertos 'Maxifort' e 'Multifort' não proporcionaram aumentos na produção e qualidade dos frutos de tomateiro 'Alambra'.
- ❖ A enxertia provoca aumento da atividade das enzimas peroxidases e da polifenoloxidase em mudas enxertadas de tomateiro.
- ❖ As enzimas peroxidases e superóxido dismutase não se mostraram indicadoras do estresse por enxertia em plantas adultas de tomateiro.

6 REFERÊNCIAS

ALSCHER, R. G.; ERTURK, N.; HEATH, L. S. Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plants. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 372, p. 1331-1341, 2002.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA, 2004. p. 33-34.

AMAFIBRA - **Fibras e substratos agrícolas da Amazônia Ltda. Fibra de coco**. Holambra, s.d.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. **AgroEstat** - sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos versão 1.1.0.694. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2011.

BATAGLIA, O. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLAM, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. 48 p. (Boletim Técnico, 78).

BEAUCHAMP, C.; FRIDOVICH, I. Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 44, n. 1, p. 276-287, 1971.

BERNARDI, A. C. C.; WERNECK, C. G.; HAIM, P. G.; BOTREL, N.; OIANO NETO, J.; MONTE, M. B. M.; VERRUMA-BERNARDI, M. R. Produção e qualidade de frutos de tomateiro cultivado em substrato com zeólita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 306-311, 2007.

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, n. 1, p. 77-84, 2003.

BOWLER, C.; VAN MONTAGU, M.; INZÉ, D. Superoxide dismutase and stress tolerance. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, California, v. 43, p.83-116, 1992.

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.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Normas de identificação, qualidade, acondicionamento, embalagem e apresentação do tomate - Portaria Nº 85. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2002.

BUCKNER, B.; JOHAL, G. S.; JANICK-BUCKNER, D. Cell death in maize. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 108, p. 231-239, 2000.

CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; FONTES, P. C. R.; STRINGHETA, P. C.; MOREIRA, G. R.; CARDOSO, A. A. Avaliação de genótipos de tomateiro protegido e em campo nas condições edafoclimáticas de Viçosa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n.2, p.255-259, 2005.

CAMARGOS, M. I.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; CARNICELLI, J. H. A. Produção de tomate longa vida em estufa, influenciada por espaçamento e número de cachos por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 563-564, 2000.

CAMPOS, A. D.; SILVEIRA, E. M. L. **Metodologia para a determinação da peroxidase e da polifenol oxidase em plantas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. 3p. (Comunicado Técnico, 87).

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

CAÑIZARES, K. A. L.; RODRIGUES, J. D.; GOTO, R.; VILAS BOAS, R. 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.

CARDOSO, S. C.; SOARES, A. C. F.; BRITO, A. S.; CARVALHO, L. A.; PEIXOTO, C. C.; PEREIRA, M. E.; GOES, E. Qualidade de frutos de tomateiro com e sem enxertia. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 269-274, 2006.

CARVALHO, L. A. **Comportamento de cultivares de tomate de crescimento indeterminado (*Lycopersicon esculentum* Mill.), em ambiente protegido**. 2002. 96 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

CARVALHO, L. A.; NETO, J. T.; ARRUDA, M. C.; JACOMINO, A. P.; MELO, P. C. T. Caracterização físico-química de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 3, p. 295-298, 2005.

CARVALHO, L. A.; TESSARIOLI NETO, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 986-989, 2005.

CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. **Cultivo sem solo**: hidroponia. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 43p.

CHANG, C. J.; KAO, C. H. H₂O₂ metabolism during senescence of rice leaves: changes in enzyme activities in light and darkness. **Plant Growth Regulators**, Netherlands, v. 25, p. 11-15, 1998.

CHARLO, H. C. O.; SOUZA, S. C.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L. T. Desempenho e qualidade de frutos de tomateiro em cultivo protegido com diferentes números de hastes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, p. 144-149, 2009.

CHARLO, H. C. O.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L. T.; CONTI, P. L. Efeito da cobertura do solo com filme plástico preto sobre a produção de tomateiro no verão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45., 2005, Fortaleza. **Anais...** CD-ROM.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. 2005. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e manuseio. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CLAUSE TEZIER. 2013. Disponível em: <<http://www.clausetezier.com>>. Acesso em: 29 mar. 2013.

COHEN, R.; BURGER, Y.; KOERN, A.; EDELSTEIN, M. Introducing grafted cucurbits to modern agriculture: The Israeli experience. **Plant disease**, Saint Paul, v. 91, p. 916–923, 2007.

DUCTCHER, R. A.; JENSEN, C. O.; ALTHOUSE, P. M. Enzymes. In: DUTCHER, R.A. (Ed.). **Introduction to agricultural biochemistry**. New York: John Wiley e Sons, 1951. 111p.

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, n. 4, p. 311-318, 1993.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (Petrolina, PE). **Recomendações técnicas para o cultivo do tomate industrial em condições irrigadas**. Petrolina: Embrapa-CPATSA/FUNDESTONE, 1994. 52p.

FAO. 2013. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 05 abr. 2013.

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. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2007. 421p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Cultura e comercialização de hortaliças**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. p 50.

FLORES, F. B.; SÁNCHEZ-BEL, P.; ESTAN, M. T.; MARTINEZ-RODRIGUEZ, M. M.; MOYANO, E.; MORALES, B.; CAMPOS, J. F.; GARCIA-ABELLÁN, J. O.; EGEA, M. I.; FERNÁNDEZ-GARCIA, N.; ROMOJARO, F.; BOLARÍN, M. C. The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 125, p. 211–217, 2010.

FONTES, P. C. R.; LOURES, J. L.; GALVÃO, J. C. C.; CARDOSO, A. A.; MANTOVANI, E. C. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n. 3, p. 614-619, 2004.

FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. **Produção de tomate de mesa**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 197p.

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

GASPAR, T. Integrated relationships of biochemical and physiological peroxidase activities. In: GREPPIN, H.; PENE, C.; GASPAR, T. (Ed.). **Molecular and physiological aspects of plant peroxidases**. Geneva: Univ.of Geneva, 1986.p. 455-468.

GASPAR, T.; PENEL, C.; CASTILLO, F.J.; GREPPIN, H. A two-step control of basic and acidic peroxidases and its significance for growth and development. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 64, p. 418-423, 1985.

GENTA, H.; GUARINONI, C. D. **Efecto de la poblacion y numero de tallo por planta sobre diferentes cultivares de tomate para mercado em condiciones de invernadero**. Las Piedras: Centro de Investigaciones Agricolas, 1985. 28 p.

GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: EMBRAPA-Hortalicas, 2000. 167p.

GOTO, R.; SANTOS, H. S.; CAÑIZARES, K. A. L. **Enxertia em hortaliças**. São Paulo: Editora UNESP, 2003. 85 p.

GRUDA, N. Do soilless culture systems have an influence on product quality of vegetables? **Journal Applied Botany Food Quality**, Germany, v. 82, p. 141–147, 2009.

GUIMARÃES, M. A.; SILVA, D. J. H.; FONTES, P. C. R.; MATTEDI, A. P. Produtividade e sabor dos frutos de tomate do grupo salada em função de podas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n.1, p.32-38, 2008.

HALUSKOVÁ, L.; VALENTOVICOVÁ, K.; HUTTOVA, J.; MISTRÍK, I.; TAMAS, L. 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. **Plant propagation: principles and practices**. 7th ed. Pennsylvania: Prentice Hall, 2002. 849 p.

HASSAN, H. M. Biosynthesis and regulation of superoxide dismutases. **Free Radical Biology & Medicine**, New York, v. 5, p. 377-385, 1988.

HE, Y.; ZHU, Z.; YANG, J.; NI, X.; ZHU, B. Grafting increases the salt tolerance of tomato by improvement of photosynthesis and enhancement of antioxidant enzymes activity. **Environmental Experimental Botany**, Netherlands, v. 66, p. 270–278, 2009.

HEIMDAL, H.; LARSEN, M. L.; POLL, L. Characterization of polyphenol oxidase from photosynthetic and vascular lettuce tissues (*Lactuca sativa*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 42, p. 1428–1433, 1994.

HIRAGA, S.; SASAKI, K.; ITO, H.; OHASHI, Y.; MATSUI, H. A large family of class III plant peroxidases. **Plant Cell Physiology**, United Kingdom v. 42, p.462-468, 2001.

JONES, J. B. **Tomato plant culture**: in the field, greenhouse, and home garden. New York: CRC Press. 199 p. 1998.

KAR, M.; MISHRA, D. Catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 57, n. 2, p. 315-319, 1976.

KAVRAYAN, D.; AYDEMIR, T. Partial purification and characterization of polyphenoloxidase from peppermint (*Mentha piperita*). **Food Chemistry**, London, v. 74, p. 147–154. 2001.

KAWAGUCHI, M.; TAJI, A.; BACKHOUSE, D.; ODA, M. Anatomy and physiology of graft incompatibility in solanaceous plants. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v. 83, p. 581–588, 2008.

KAWAIDE, T. Utilization of rootstocks in cucurbits production in Japan. **Japanese Agricultural Research Quarterly**, Tokyo, v.18, n. 4, p.285- 288, 1985.

KOHATSU, D. S. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos da enxertia em plantas de pepino**. 2010. 61 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

KOHATSU, D. S.; ZUCARELI, V.; BRAMBILLA, W. P.; ONO, E. O.; SILVA, T. R. B.; RODRIGUES, J. D. Peroxidase and polyphenol oxidase activity on the yield of grafted and ungrafted cucumber plants. **African Journal of Agricultural Research**, Nigeria, v. 8, n. 3, p. 279-283, 2013.

KOSUGE, T. The role of phenolics in host response to infection. **Annual Review of Phytopathology**, United States, v. 7, p. 195-222. 1969.

LEE, J. M.; KUBOTA, C.; TSAO, S. J.; BIE, Z.; ECHEVARRIA, P. H.; MORRA, L.; ODA, M. Current status of vegetable grafting: diffusion, grafting techniques, automation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 127, p. 93 -105, 2010.

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

LEONARDI, C.; ROMANO, D. Recent issues on vegetable grafting. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 631, p. 163–174, 2004.

LOOS, R. A.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H. Enxertia, produção e qualidade de tomateiros cultivados em ambiente protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n.1, 2009.

LOPES, M. C. **Influência do estágio das mudas e de dois porta-enxertos no desenvolvimento do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill), híbrido Momotaro**. 2000. 89 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

LOPES, M. C.; GOTO R. Produção do híbrido Momotaro de tomateiro, em função da enxertia e do estágio das mudas no plantio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 553-557, 2003.

LOWRY, O. H.; ROSEBROUGH, N. J.; FARR, A. L.; RANDALL, R. J. Protein measurement with the Folin phenol reagent. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 193, p. 265-275, 1951.

LUZ, F. J. F.; SABOYA, R. C. C; PEREIRA, P. R. V. **O cultivo do tomate em Roraima**. Embrapa Roraima, Boa Vista, 2002, 29p.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C., OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MARIM, B. G.; SILVA, D. J. H.; GUIMARÃES, M. A.; BELFORT, G. Sistemas de tutoramento e condução do tomateiro visando produção de frutos para consumo *in natura*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 951-955, 2005.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** London: Academic Press, 1995. 889p.

MARTÍNEZ-BALLESTA, C. M.; ALCARAZ-LÓPEZ, C.; MURIES, B.; MOTA-CADENAS, C.; CARVAJAL, M. Physiological aspects of rootstock scion interactions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 127, n. 2, p. 112-118, 2010.

MARTINS, G. **Uso de casa de vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão.** 1992. 65f. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1992.

MASUDA, M.; GOMI, K. Mineral absorption and oxygen consumption in grafted and non-grafted cucumbers. **Journal of the Japanese Society**, Tokyo, v. 52, n. 4, p. 414-410, 1984.

MATOS, E. S.; SHIRAHIGE, F. H.; MELO, P. C. T. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 240-245, 2012.

MATTEDI, A. P.; CALIMAN, F. R. B.; MOREIRA, G. R.; SOARES, B. O.; SILVA, D. J. H.; GUIMARÃES, M. A.; MARIM, B. G. **Caracterização e diversidade genética entre acessos de tomateiro do banco de germoplasma de hortaliças da Universidade Federal de Viçosa e cultivares comerciais quanto à qualidade dos frutos**. 2004. Disponível em: <http://200.210.234.180/HORTA/Download/Biblioteca/44_104.pdf>. Acesso em: 22 maio. 2013.

MITTLER, R.; VANDERAUWERA, S.; GOLLERY, M.; VAN BREUSEGEM, F. Reactive oxygen gene network of plants. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 9, p. 490–498, 2004.

NICHOLSON, R. L.; HAMMERSCHMIDT, R. Phenolic compounds and their role in disease resistance. **Annual Review Phytopathology**, United States, v. 30, p. 369-389, 1992.

NUEZ, F. **El cultivo del tomate**. Madrid: ed. Mundi-prensa, 2001. 793 p.: il.

ODA, M.; AKAZAWA, S; MORI, T; SEI, M. Growth and yield of tomato plants grafted using a grafting instrument. **Bulletin National Research Institute for Vegetables, Ornamental Plants and Tea**, v. 10, p. 33-38, 1995.

OLIVEIRA, V. R.; CAMPOS, J. P.; FONTES, P. C. R.; REIS, F. P. Efeito do número de hastes por planta e poda apical na produção classificada de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 19, n. 4, p.414-419, 1995.

OLMOS, E.; MARTINEZ-SOLANO, J. R.; PIQUERSAS, A.; HELLIN, E. Early steps in the oxidative burst induced by cadmium in cultured tobacco cells (BY-2 line). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 54, p.291–301, 2003.

PANDHAIR, V.; SEKHON, B.S. Reactive oxygen species and antioxidants in plants:an overview. **Journal of Plant Biotechnology**, New Delhi, v. 15, p.71-78, 2006.

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, n. 1, p.1–11, 2005.

PITZSCHKE, A.; FORNAZI, C.; HIRT, H. Reactive oxygen species signalling in plants. **Antioxidants & Redox Signaling**, United States, v. 8, p.1757–1764, 2006.

PIZA, I. M. T.; LIMA, G.; 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.

POERSCHKE, P. R. C.; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A.; ESTEFANEL, V. Efeito de sistemas de poda sobre o rendimento do tomateiro cultivado em estufa de polietileno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 379-384, 1995.

QUESADA, M. P.; MACHEIX, J. J. Caracterisation d'une peroxydase implique e specifiquement dans la lignification, en relation avec l'incompatibilite' au greffage chez l'abricotier. **Physiologie Vegetale**, Paris, v. 22, p. 533–540, 1984.

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

RIVERO, R. M.; RUIZ, J. M.; SANCHEZ, M.; ROMERO, L. Does grafting provide tomato plants an advantage against H₂O₂ production under conditions of thermal shock? **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 117, p. 44-50, 2003.

ROSSI, C.; LIMA, G. P. P.; HAKVOORT, D. M. R. Atividade de peroxidases (ec 1.11.1.7) e teor de prolina em feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L. cultivado em condições de salinidade. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, n. 13, p. 217-220, 1997.

RUITER SEEDS. 2013. Disponível em: <<http://www.es.deruiterseeds.com>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

RUIZ, J. M.; BELAKBIR, A.; LÓPEZ-CANTARERO, I.; ROMERO, L. Leaf-macronutrient content and yield in grafted melon plants: a model to evaluate the influence of rootstock genotype. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 71, p. 227–234, 1997.

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

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

SANTAMOUR, F. S.; MCARDLE, A. J.; JAYNES, R. A. Cambial isoperoxidase patterns in *Castanea*. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington, v. 4, n. 1, p. 14–16, 1986.

SANTOS, F. F. B.; RIBEIRO, A.; SIQUEIRA, W. J.; MELO, A. M. T. Desempenho agrônômico de híbridos F₁ de tomate de mesa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 304-310, 2011.

SAPERS, G. M.; PHILLIPS, J. G.; PANASIUK, O.; CARRÉ, J.; STONER, A. K.; BARKSDALE, T. Factors affecting the acidity of tomatoes. **Hortscience**, Alexandria, v. 13, p. 187-189, 1978.

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

SCHWARZ, D.; ÖZTEKIN, G. B.; TUZEL, Y.; BRUCKNER, B.; KRUMBEIN, A. Rootstocks can enhance tomato growth and quality characteristics at low potassium supply. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 149, p. 70-79, 2012.

SHIRAHIGE, F. H.; MELO, P. C. T.; MELO, A. M. T.; JACOMINO, A. P.; PURQUERIO, L. F. V.; ROQUEJANI, M. S. Yield and qualitative characterization of fresh market tomato hybrids of Italian and Santa Cruz Types. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 821, p. 81-88, 2009.

SILVA, D. J. H.; SEDIYAMA, M. A. N.; MATA, A. C.; ROCHA, D. M.; PICANÇO, M. C. Produção de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) em quatro sistemas de cultivo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 44, n. 252, p. 129-141, 1997.

SIRTOLI, L. F.; CERQUEIRA, R. C.; RODRIGUES, J. D.; GOTO, R.; BRAGA, C. L. Enxertia no desenvolvimento e qualidade de frutos de tomateiro sob diferentes porta-enxertos em cultivo protegido. **Scientia Agraria Paranaensis**, Acrelandia, v. 10, n.3, p. 15-22, 2011.

SONNEVELD, C.; ENDE, J. VAN DEN; DIJK, P. A. VAN. Analysis of growing media by means of a 1:1,5 volume extract. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 5, n. 3, p. 183-202, 1974.

STEVENS, M. A.; RICK, M. C. Genetics and breeding. In: Atherton, J. G.; RUDICH, J. (Ed.). **The tomato crop: a scientific basis for improvement**. London: Chapman and Hall, 1986. p.35–109.

STRECK, N. A.; BURIOL, G. A.; ANDRIOLO, J. L.; SANDRI, M. A. Influência da densidade de plantas e da poda apical drástica na produtividade do tomateiro em estufa de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n.7, p.1105-1112, 1998.

TEISSEIRE, H.; GUY, V. Copper-induced changes in antioxidant enzymes activities in fronds of duckweed (*Lemna minor*). **Plant Science**, Limerick, v. 153, n.1, p. 65-72, 2000.

THIPYAPONG, P.; STOUT, M. J.; ATTAJARUSIT, J. Functional analysis of polyphenol oxidases by antisense/sense technology. **Molecules**, Washington, v. 12, n. 8, p. 1569-1595, 2007.

TOLBERT, N. E. Activation of polyphenol oxidase of chloroplasts. **Plant Physiology**, v. 51, p. 234-244, 1973.

TOMAZ, M. A.; SILVA, S. R.; SAKIYAMA, N. S.; MARTINEZ, H. E. P. Eficiência de absorção, translocação e uso de cálcio, magnésio e enxofre por mudas enxertadas de *Coffea arabica*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 885-892, 2003.

WEI, G. P.; YANG, L.F.; ZHU, Y. L. CHEN, G. Changes in oxidative damage, antioxidant enzyme activities and polyamine contents in leaves of grafted and non grafted eggplant seedlings under stress by excess of calcium nitrate. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v, 120, p. 443 - 451, 2009.

WHITAKER, J. R. **Principles of enzymology for the foods sciences**. New York: Marcel Dekker, 1972. p. 571-575.

YAMAKAWA, K. Use of rootstocks in solanaceous fruit vegetable production in Japan. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Tokyo, v. 15, n. 3, p. 175-179, 1982.

YORUK, R.; MARSHALL, M. R. Physicochemical properties and function of plant polyphenol oxidase: A review. **Journal of Food Biochemistry**, Westport, v. 27, n. 5, p. 361- 422, 2003.

APÊNDICES

Tabela 1A. Atividade das peroxidases (PODs; $\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ proteína) em duas avaliações após a enxertia (em dias), de mudas de tomateiro enxertados e pé-franco (não enxertado), aos 6 DAE e 11 DAE. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP. 2012/2013.

Porta-enxertos (PE)	Dias Após Enxertia	
	6	11
Maxifort	0,7329 ¹ b	0,6153 b
Multifort	0,9488 b	0,6680 ab
Auto-enxertia	1,9302 a	0,7818 a
Teste F	27,23**	3,98*
DMS (5%)	0,0237	0,0107
Região da enxertia (RE)		
2 cm abaixo da enxertia	0,5492 b	0,2717 c
Na região da enxertia	2,4432 a	1,2603 a
2 cm acima da enxertia	0,6195 b	0,5338 b
Teste F	94,31**	150,87**
DMS (5%)	0,0237	0,0107
Interação PE x RE	18,94**	15,61**
Tratamento adicional	0,4083 b	0,1599 b
Média Fatorial	1,2040 a	0,6886 a
Adicional vs. Fatorial	17,22 **	51,36**
C. V.(%)	3,42	1,61

¹ Dados de atividade enzimática transformados em $\log(x+5)$; *:significativo ($P<0,05$); **:significativo ($P<0,01$); . *Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$). CV: coeficiente de variação.

Tabela 1B. Atividade da polifenoloxidase (PPO; μmol de purpurogalina $\text{min}^{-1} \text{mg}^{-1}$ proteína) em duas avaliações após a enxertia (em dias), de mudas de tomateiro enxertados e pé-franco (não enxertado), aos 6 DAE e 11 DAE. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP. 2012/2013.

Porta-enxertos (PE)	Dia após a enxertia	
	6	11
Maxifort	1,1017 ¹ b	1,0873 a
Multifort	1,5427 a	0,5719 b
Auto-enxertia	1,5424 a	0,6645 b
Teste F	22,70**	6,13 **
DMS (5%)	0,0124	0,0263
Região da enxertia (RE)		
2 cm abaixo da enxertia	1,0234 c	0,5729 b
Na região da enxertia	1,9199 a	0,9744 a
2 cm acima da enxertia	1,2434 b	0,7764 ab
Teste F	73,52*	3,64*
DMS (5%)	0,0124	0,0263
Interação PE x RE	5,21**	2,89*
Tratamento adicional ²	0,6731 b	0,3484 b
Média Fatorial	1,3956 a	0,7745 a
Adicional vs. Fatorial	59,76 **	5,19 *
CV (%)	1,74	3,91

¹ Dados de atividade enzimática transformados em $\log(x+5)$; *:significativo ($P < 0,05$); **:significativo ($P < 0,01$); CV: coeficiente de variação.

Tabela 1C. Atividade da superóxido dismutase (SOD; U mg⁻¹ proteína) em tomateiro enxertados e pé-franco (não enxertado), em função de porta-enxertos e épocas. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP. 2012/2013.

Porta-enxerto (PE)	AE ¹
Maxifort	28,63 a
Multifort	46,87 a
Auto-enxertia	30,00 a
Pé-franco	31,71 a
Teste F	2,33 ^{ns}
DMS*	22,61
Épocas (E)	
30 DAT	11,79 b
60 DAT	13,17 b
90 DAT	45,91 a
120 DAT	66,33 a
Teste F	21,60**
DMS*	21,34
Interação PE x E	2,38*
C.V. (%)	27,33

¹ Dados de atividade enzimática em U mg⁻¹ proteína. ns: não significativo (P>0,05); *:significativo (P<0,05); **:significativo (P<0,01); CV: coeficiente de variação.

Tabela 1D. Atividade das peroxidases (PODs; $\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ proteína) em tomateiro enxertado e pé-franco (não enxertado), em função de porta-enxertos e épocas. UNESP-FCAV, Jaboticabal-SP. 2012/2013.

Porta-enxertos (PE)	AE ¹
Maxifort	0,9994 a
Multifort	1,0552 a
Auto-enxertia	0,9704 a
Pé-franco	0,9709 a
Média	0,9990
Teste F	0,56 ^{ns}
DMS (5%)	0,2163
Épocas (E)	
30 DAT	0,6896 b
60 DAT	0,7805 b
90 DAT	0,8834 b
120 DAT	1,6423 a
Teste F	40,02 ^{**}
DMS (5%)	0,2577
Interação PE x E	0,66 ^{ns}
CV(%)	26,01

¹ Dados de atividade enzimática em $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ min}^{-1} \text{ mg}^{-1}$ proteína. ns: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P < 0,05$); **: significativo ($P < 0,01$); CV: coeficiente de variação.