

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

**FUNGICIDAS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS NO
DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE PIMENTÃO
ENXERTADAS E NÃO ENXERTADAS SOB CULTIVO PROTEGIDO**

ARLENEO MACHADO DE FREITAS FILHO

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU – SP
Fevereiro – 2014

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

**FUNGICIDAS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS NO
DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE PIMENTÃO
ENXERTADAS E NÃO ENXERTADAS SOB CULTIVO PROTEGIDO**

ARLENEO MACHADO DE FREITAS FILHO

Orientador: Prof. Dr. João Domingos Rodrigues
Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Elizabeth Orika Ono

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de Mestre
em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU – SP
Fevereiro – 2014

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

F866f Freitas Filho, Arleneo Machado de, 1988-
Fungicidas de efeitos fisiológicos no desenvolvimento de plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas sob cultivo protegido / Arleneo Machado de Freitas Filho. - Botucatu : [s.n.], 2014

x, 54 f. : tabs., grafs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2014

Orientador: João Domingos Rodrigues

Coorientador: Elizabeth Orika Ono

Inclui bibliografia

1. Pimentão. 2. Produtividade agrícola. 3. Fungicidas - Efeito fisiológico. 4. Enzimas. I. Rodrigues, João Domingos. II. Ono, Elizabeth Orika. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. IV. Título.

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

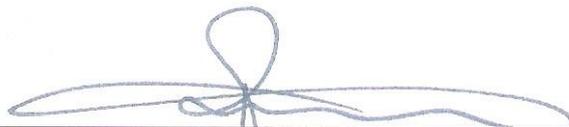
**TÍTULO: FUNGICIDAS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO
DE PLANTAS DE PIMENTÃO ENXERTADAS E NÃO ENXERTADAS
SOB CULTIVO PROTEGIDO**

ALUNO: ARLENEO MACHADO DE FREITAS FILHO

ORIENTADOR: Prof. Dr. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. ELIZABETH ORIKA ONO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES



PROF. DR. JOSÉ USÁN TORRES BRANDÃO FILHO



PROF.ª DR.ª RUMY GOTO

Data da Realização: 11 de fevereiro de 2014.

BIOGRAFIA DO AUTOR

ARLENEO MACHADO DE FREITAS FILHO – Nasceu em Dourados – MS, no dia 15 de abril de 1988. Em março de 2006 iniciou o curso de graduação em Agronomia na Universidade Estadual de Maringá. Durante o curso foi bolsista de iniciação científica PIBIC/UEM/Fundação Araucária entre agosto de 2007 e dezembro de 2010 na área de Olericultura e Controle Fitossanitário. Concluiu o curso de Agronomia em 2010, apresentando monografia realizada em uma propriedade produtora de hortaliças. Em 2011 ingressou no mestrado na Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, o qual gerou esta dissertação. Entre outubro de 2012 e agosto de 2013 lecionou no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul as disciplinas de Olericultura e Defensivos Agrícolas no curso de Técnico em Agropecuária.

DEDICO

Aos meus pais, Arleneo e Suli, que me inspiraram a conquistar a formação de engenheiro agrônomo e a seguir carreira de docente, e que não mediram esforços para oferecer toda educação que recebi.

À minha irmã Alessandra, pelo exemplo e por me fazer compreender como é bom ter uma família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida, por prover a capacidade de seguir em frente a cada dia, pela sabedoria, pelo conhecimento.

Aos meus pais, Arleneo e Suli, e minha irmã Alessandra, pela inspiração, incentivo, amor e amparo.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP por proporcionar o desenvolvimento do trabalho e realização do mestrado.

Ao meu orientador Prof. Dr. João Domingos Rodrigues (Mingo), pessoa sem igual, pelo exemplo, amizade, ensinamentos, pela paciência e confiança em mim depositada.

À minha co-orientadora Prof^a. Dr^a. Elizabeth Orika Ono e à minha praticamente orientadora Prof^a. Dr^a. Romy Goto pela amizade, ensinamentos e disponibilidade sempre que precisei.

À CAPES, pela concessão da bolsa, que foi de fundamental importância para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores e funcionários do Departamento de Produção Vegetal/Setor Horticultura pelos ensinamentos e apoio ao longo desse período.

Aos funcionários da Fazenda Experimental São Manuel da UNESP/FCA pela ajuda na condução dos experimentos, pela amizade e convivência durante todo o trabalho, em especial ao Geraldo, Nilton e Daniel.

Ao Prof. Dr. José Usan Torres Brandão Filho e ao Prof. Dr. Humberto Silva Santos, por terem iniciado minha orientação em olericultura, pela amizade e por terem aceitado o convite de compor a banca.

Aos meus amigos Jorge e Isaías, por toda ajuda prestada, pelo companheirismo e grande amizade.

Aos meus amigos e companheiros de república Luís Vieira (Braquiária), Edvar Silva, Manoel Euzébio, Fábio Echer, Charles Watanabe, Lucas Perdichizzi, Willian Yasunaka e Luis Stefanelli por terem compartilhado diversos momentos de amizade e contribuírem muito para meu desenvolvimento como pessoa;

Ao Walter Jacobelis Junior por todo o apoio prestado.

À Ana Claudia e à Priscila, pela enorme ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

À todos os amigos que de alguma forma ajudaram: Alexandre, Amanda, Ewerton, Felipe Vitório, Isaias, Kelly, Luis (Ancião), Marina, Maurinho, Miguel, Pâmela, Thiago (Calado) e aos estagiários Ariel, Ériton (Bastardo), Leonardo e Paulo.

Aos meus amigos de Pós-Graduação, que estiveram comigo nesse trajeto por todos os bons momentos que vivemos.

Muito obrigado!

*“Deus nos concede, a cada dia, uma
página de vida nova no livro do tempo.
Aquilo que colocarmos nela, corre por
nossa conta.”*

Chico Xavier

SUMÁRIO

RESUMO	1
SUMMARY	3
1 INTRODUÇÃO	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 Aspectos gerais da cultura	7
2.2 Cultivo protegido	8
2.3 Enxertia.....	8
2.4 Trocas gasosas	9
2.5 Fungicidas com efeitos fisiológicos.....	10
2.6 Estresse oxidativo	13
2.7 Nitrato redutase.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Área experimental.....	17
3.2 Solo – Características, análise e adubação.....	17
3.3 Características dos híbridos utilizados.....	18
3.4 Cultivares, semeadura e transplante.....	19
3.5 Delineamento experimental	20
3.6 Fungicidas	20
3.7 Condução do experimento e tratos culturais.....	21
3.8 Temperatura e umidade relativa do ar no interior do ambiente protegido.....	22
3.9 Avaliações.....	24
3.10 Análise estatística	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28

4.1	Índice SPAD e trocas gasosas	28
4.2	Atividade da nitrato redutase	32
4.3	Atividade da superóxido dismutase, catalase e peroxidase	34
4.4	Produção de frutos	36
5	CONCLUSÃO	44
6	REFERÊNCIAS	45

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Resultado da análise química do solo, do local da condução do experimento....	18
Tabela 2- Quantidade de adubos aplicados na área total (210 m ²) durante a condução do experimento (g.aplicação ⁻¹).....	22
Tabela 3– Índice SPAD de plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas aos 107 dias após o transplante	28
Tabela 4 - Taxa de assimilação de CO ₂ (A, μmol m ⁻² s ⁻¹); taxa de transpiração (E, mmol m ⁻² s ⁻¹) e condutância estomática (g _s , mol m ⁻² s ⁻¹) em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, aos 49 DAT.....	31
Tabela 5- Eficiência do uso da água (A/E, μmolCO ₂ (mmol H ₂ O) ⁻¹) e eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pimentão, enxertadas e não enxertadas, aos 49 DAT..	31
Tabela 6– Atividade da nitrato redutase (NR, μg nitrito min ⁻¹ g ⁻¹), em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, com aplicação de diferentes fungicidas aos 35 e 49 dias após o transplante das mudas (DAT).....	33
Tabela 7– Atividade da nitrato redutase (NR, μg nitrito min ⁻¹ g ⁻¹), em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, com aplicação de diferentes fungicidas aos 63 e 77 dias após o transplante das mudas (DAT).....	33
Tabela 8- Atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg ⁻¹ de proteína), atividade da peroxidase (POD, μmol de purpurogalina min ⁻¹ mg ⁻¹ de proteína) e atividade da catalase (μKat μg ⁻¹ de proteína) em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, aos 35 dias após o transplante.	35
Tabela 9- Atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg ⁻¹ de proteína), atividade da peroxidase (POD, μmol de purpurogalina min ⁻¹ mg ⁻¹ de proteína) e atividade da catalase (μKat μg ⁻¹ de proteína) em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, aos 49 dias após o transplante	35

Tabela 10- Atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg ⁻¹ de proteína), atividade da peroxidase (POD, μmol de purpurogalina min ⁻¹ mg ⁻¹ de proteína) e atividade da catalase (μKat μg ⁻¹ de proteína) em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, aos 63 dias após o transplante.	36
Tabela 11- Número, produção total e massa média de frutos comerciais em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas com aplicação de diferentes fungicidas.	37
Tabela 12- Número de frutos não comerciais em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas	39
Tabela 13- Comprimento médio (em mm) de frutos de pimentão de plantas enxertadas e não enxertadas	39
Tabela 14- Calibre médio (em mm) de frutos de pimentão de plantas enxertadas e não enxertadas	40
Tabela 15- Espessura (em mm) de frutos de pimentão de plantas enxertadas e não enxertadas	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Instalação do experimento após o transplante das mudas.....	19
Figura 2- Planta de pimentão alceada em fitilho..	21
Figura 3- Temperatura máxima, média e mínima no interior do ambiente protegido.....	23
Figura 4- Umidade relativa do ar máxima, média e mínima no interior do ambiente protegido.....	24
Figura 5- Avaliação das trocas gasosas em plantas de pimentão..	25
Figura 6- Avaliação da espessura de frutos de pimentão..	27
Figura 7- Produtividade total de frutos comerciais (kg m^{-2}) de plantas de pimentão não enxertadas (NE) e enxertadas (E).	38
Figura 8- Massa média dos frutos comerciais (g fruto^{-1}) de plantas de pimentão não enxertadas (NE) e enxertadas (E).	38
Figura 9- Produtividade da primeira colheita (kg m^{-2}) de plantas de pimentão não enxertadas (NE) e enxertadas (E).	42

FUNGICIDAS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE PIMENTÃO ENXERTADAS E NÃO ENXERTADAS SOB CULTIVO PROTEGIDO.

Botucatu, 2013. 54 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista.

Autor: ARLENEO MACHADO DE FREITAS FILHO

Orientador: JOÃO DOMINGOS RODRIGUES

Co-orientadora: ELIZABETH ORIKA ONO

RESUMO

Até pouco tempo os fungicidas eram usados exclusivamente para o controle de doenças, no entanto, observações de efeitos fisiológicos trouxeram um novo conceito para o uso desses produtos. As estrobilurinas possuem efeitos fisiológicos positivos no rendimento das culturas, devido ao aumento da fotossíntese líquida e melhor balanço hormonal. Já o boscalida complementa a ação desses fungicidas, aplicado alternadamente ou em conjunto. O experimento foi instalado e conduzido na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Campus de Botucatu. O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de diferentes fungicidas na fisiologia e produtividade de plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) enxertadas e não enxertadas em ambiente protegido. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram dez tratamentos resultantes do fatorial: cinco fungicidas x plantas não enxertadas e enxertadas. Os tratamentos com fungicidas foram T1- Testemunha, T2- boscalida + cresoxim-metílico: 10 g + 20 g ingrediente ativo (i.a.) 100 L⁻¹ água, T3- boscalida: 10 g i.a. 100 L⁻¹ água, T4- piraclostrobina: 7,5 g i.a. 100 L⁻¹ água e T5- boscalida + piraclostrobina: 10 g + 5 g i.a. 100 L⁻¹ água. Foram realizadas quatro aplicações, sendo a primeira 30 dias após o transplante das mudas e as demais com intervalo de 14 dias. O efeito dos tratamentos foi avaliado através das observações das seguintes características: produtividade de frutos, massa média de fruto, trocas gasosas, índice de clorofila nas folhas e atividade de enzimas peroxidase (POD), superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e nitrato redutase. Não houve diferença na produtividade entre plantas não enxertadas e enxertadas. Todos os fungicidas testados apresentaram

efeitos fisiológicos positivos nas plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, com maior teor de clorofila, atividade do sistema antioxidativo e produtividade em relação ao tratamento testemunha. Destacou-se o fungicida boscalida, o qual, em plantas não enxertadas, proporcionou incremento na produção de frutos de 43,64% enquanto que em plantas enxertadas houve aumento de 22,86%, em relação ao tratamento testemunha.

Palavras-chave: *Capsicum annuum*, trocas gasosas, enzimas

FUNGICIDES OF PHYSIOLOGICAL EFFECTS ON DEVELOPMENT OF SWEET PEPPER GRAFTED AND UNGRAFTED UNDER PROTECTED CULTIVATION.

Botucatu, 2013. 54 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas. Universidade Estadual Paulista.

Author: ARLENEO MACHADO DE FREITAS FILHO

Adviser: JOÃO DOMINGOS RODRIGUES

Co-adviser: ELIZABETH ORIKA ONO

SUMMARY

Until recently, fungicides were used exclusively for the control of diseases, however observations of physiological effects brought a new concept for the use of these products. Strobilurins have positive physiological effects on crop yields due to increased net photosynthesis and better hormonal balance. Already Boscalid complements the action of these fungicides applied alternately or together. The experiment was conducted at an experimental area, which belongs to the Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, in greenhouse conditions. The study aimed to evaluate the effect of different application times of Boscalid and Pyraclostrobin in sweet pepper plants (*Capsicum annuum* L.), non-grafted and grafted, in protected cultivation, aiming its physiological effects on plant development and yield. The experimental design was a randomized block with four replications. Were ten treatments resulting from the factorial: Five fungicides x non-grafted and grafted plants. The fungicide treatments were T1 - Witness , T2 - Boscalid + Kresoxim - methyl (10 g + 20 g) active ingredient (ai) 100 L⁻¹ water - T3 Boscalid: 10 g ai 100 L⁻¹ water; T4- Pyraclostrobin: 100 g 7.5 g ai⁻¹ and T5-Boscalid + Pyraclostrobin 10 g + 5 g ai 100 L⁻¹ water. Four applications were performed, and the first 30 days after transplanting and the other with an interval of 14 days. The effect of the treatments was assessed through observations of the following: fruit yield, average weight of fruit, gas exchange, chlorophyll content in leaves and activity of peroxidase, superoxide dismutase, catalase and nitrate reductase. Observed increase in the rate of CO₂ assimilation, chlorophyll content and antioxidant enzyme activity in all chemical treatments compared to the control,

which demonstrates that the fungicides studied have positive physiological effects in this culture. There was no difference in productivity between non-grafted and grafted plants. All fungicides tested showed positive physiological effects on sweet pepper plants grafted and non-grafted, with higher chlorophyll content, the antioxidant system activity and productivity in relation to the control treatment. We emphasize the Boscalid fungicide, which in non-grafted plants, provided an increase in fruit yield of 43.64% while in grafted plants increased by 22.86% compared to the control treatment.

Keywords: *Capsicum annuum*, gas exchange, enzymes

1 INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma das hortaliças mais importantes do Brasil. É cultivado em todo o país, sendo o Sudeste a principal região produtora (QUEIROGA et al., 2002; KOBORI et al., 2008). De acordo com o Instituto de Economia Agrícola (2010), na safra 2008/2009 a produtividade média no Estado de São Paulo foi de 38,75 t ha⁻¹ em uma área de 2.123 ha.

Dentre as culturas oleráceas, é a mais enxertada no país e está entre as cinco mais cultivadas em ambiente protegido. O pimenteiro é originário do oeste das Américas, sendo encontradas espécies nativas desde o norte do Chile até o sul dos Estados Unidos. Produz alto teor de vitaminas A, B e C. Além disso possui grande importância na indústria, tanto na produção do condimento páprica, como na produção de corantes, obtidos a partir dos pimentões coloridos.

Os pimentões são encontrados nos formatos quadrado, retangular e cônico. Na região do Sul e Sudeste do Brasil predominam os pimentões retangulares, enquanto que na região Nordeste há uma tendência pela adoção do formato quadrado por parte dos consumidores. Nos outros países não há predominância de determinado formato. Nos Estados Unidos, por exemplo, a produção predominante é de pimentões quadrados, influenciando inclusive na nomenclatura do pimentão, onde em muitos casos encontram-se artigos com referência à “bell pepper” em vez de “sweet pepper”.

O produtores brasileiros de pimentão estão cada vez mais adotando novas tecnologias, com o objetivo de melhorar a produção e a qualidade dos frutos. Essa adoção parte desde os produtores mais simples, como os assentados rurais, até os

especializados. Dentre as tecnologias pode-se citar o uso de híbridos, gotejamento, fertirrigação, enxertia e cultivo protegido.

Outra tecnologia que vem se destacando é o uso de bioreguladores, além de fungicidas que promovem efeitos fisiológicos, como as estrobilurinas. Esses fungicidas alteram o metabolismo da planta de forma positiva, aumentando a atividade de enzimas antiestresse, a eficiência fotossintética, dentre outras características. Essas alterações no metabolismo influenciam em maior produtividade e qualidade dos frutos.

Em pimenteiro, a piraclostrobina, que faz parte do grupo químico das estrobilurinas, é registrada para o controle de *Oidiopsis taurica*, considerada atualmente uma das principais doenças da cultura, onde há vários casos de ocorrência por parte de produtores no estado de São Paulo. Apesar de não haver testes deste produto para fins de avaliação de efeitos fisiológicos em pimenteiro, observou-se que a piraclostrobina promove efeitos fisiológicos em diversas culturas. Dentre as hortaliças pode-se citar as culturas do melão (MACEDO, 2012), tomate (RAMOS, 2013) e pepino (AMARO, 2011).

O boscalida, fungicida pertencente ao grupo das anilidas, é eficaz no controle de doenças de diversas culturas. Dentre as solanáceas nas quais o mesmo possui registro estão a cultura da batata e do tomate. Também há estudos dos efeitos fisiológicos promovidos por este fungicida nas hortaliças anteriormente citadas, desenvolvidos pelos mesmos autores.

A pesquisa de novas técnicas de cultivo com a finalidade de aumentar a produção e reduzir a utilização de insumos é uma necessidade. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de diferentes fungicidas na fisiologia e produtividade de plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas em ambiente protegido.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos gerais da cultura

Segundo Filgueira (2008), o fruto de pimentão é uma baga oca, de formato cônico, cilíndrico ou cúbico. Apresenta coloração vermelha, amarela ou de outras cores quando colhido em estágio de completo amadurecimento, sendo que o pericarpo espessado constitui a parte comestível. Essa hortaliça é a que apresenta maior teor de vitamina C, quando consumida imatura e ao natural, em forma de saladas, além de possuir bons teores de vitamina A e vitaminas do complexo B (REIFSCHNEIDER, 2000; FILGUEIRA, 2003).

A espécie *Capsicum annuum* L., apesar de ser uma solanácea perene, é cultivada como cultura anual. A planta é de origem tropical desenvolvendo-se melhor sob temperaturas elevadas ou amenas, sendo intolerante às baixas temperaturas e à geada. A cultura adapta-se melhor a solos de textura média, com pH 5,5 a 6,8 (FILGUEIRA, 2008). A umidade relativa ideal para o pimenteiro em ambiente protegido está entre 50% a 70%, sendo que nesta faixa os problemas relacionados com doenças, pragas e abortamento de flores são reduzidos (TIVELLI, 1998).

Os pimentões coloridos por serem produtos de alta qualidade, possuem alta cotação no mercado, o que garante o retorno do investimento na construção do ambiente protegido. O mercado consumidor cada vez mais exigente foi revolucionado pelo uso desses híbridos, os quais produzem frutos de excelente qualidade, com paredes grossas, diversas cores e formato predominantemente retangular. A conservação pós-colheita é prolongada devido à produção de frutos uniformes e com maior espessura de

polpa. Devido à possibilidade de queima dos frutos pelo sol, alguns pimentões coloridos só podem ser cultivados em ambiente protegido (SCIVITTARO et al., 1999).

2.2 Cultivo protegido

O pimentão encontra-se entre as cinco hortaliças que apresentam maior área cultivada em ambiente protegido no Brasil. O ambiente protegido possibilita o cultivo de pimentão ao longo do ano e há casos de produtores que conseguem produzir por até dois anos. O cultivo protegido também proporciona maior produtividade, variando de 80 a 150 t ha⁻¹, enquanto que em campo a produtividade varia de 40 a 60 t ha⁻¹ (SERRANO CERMEÑO, 1990). Dentre outros benefícios pode-se citar melhor qualidade dos frutos e produção em condições adversas, principalmente devido ao efeito “guarda-chuva”. Em regiões frias a maior temperatura ocasionada pelo efeito estufa é benéfica, diminuindo a chance de ocorrência de geadas, o que é prejudicial à cultura.

Com o avanço da agricultura moderna, as áreas de cultivo sob ambiente protegido são intensamente exploradas gerando inúmeros problemas no processo de produção, relacionados, principalmente, com patógenos de solo (MORI, 2004; LOOS et al., 2009). Devido a utilização da mesma área infectada, esses problemas são agravados, sendo necessária a utilização de algumas técnicas para a solução do problema.

2.3 Enxertia

A técnica da enxertia pode ser utilizada como alternativa para solucionar os problemas relacionados com os patógenos de solo, pois evita o contato de uma planta suscetível com um solo infestado, pelo uso de porta-enxerto resistente. Goto et al. (2003) citam outros benefícios como: aumento da produção, maior resistência às adversidades climáticas, aumento da tolerância à seca e à salinidade do solo, controle de desordens fisiológicas, melhora do aspecto externo dos frutos e aumento do vigor da planta.

No Brasil, em 2009, foram enxertadas 2.447.670 plantas de pimentão, sendo esta a primeira hortaliça em número de mudas enxertadas (GOTO, 2011), o que mostra a crescente importância do estudo da enxertia nesta solanácea.

A união morfológica e fisiológica entre enxerto e porta-enxerto aliada ao consequente desenvolvimento ideal da muda demonstram o sucesso da enxertia sendo que o manejo pós-enxertia é uma etapa crítica na fase de produção de mudas (ROJAS et al., 2009). Sendo assim, a escolha incorreta do porta-enxerto pode ocasionar perdas na produtividade e na qualidade dos frutos em plantas enxertadas (CAÑIZARES & GOTO, 2002).

2.4 Trocas gasosas

O crescimento pode ser definido como a produção e a distribuição de biomassa entre os diferentes órgãos da planta (MARCELIS, 1993). Os principais órgãos drenos do pimenteiro são os frutos que competem entre si e com os órgãos vegetativos pelos assimilados disponíveis. O crescimento dos frutos é regulado pela disponibilidade de assimilados e pela distribuição proporcional desses entre os frutos e demais órgãos da planta (MARCELIS, 1992).

Mais de 90% da massa seca da planta são constituídos pelos fotoassimilados. Durante o crescimento da planta, parte desses assimilados é utilizada, convertendo-se em biomassa; a outra parte é oxidada na respiração, servindo como fonte de energia para o crescimento e funcionamento dos processos biológicos (POPOV et al., 2003). Do ponto de vista fisiológico, as técnicas agrícolas tem por objetivo maximizar a eficiência fotossintética das culturas, canalizando os fotoassimilados em maior qualidade da produção e maior produtividade (KÖHLE et al., 1994).

Sendo assim, estudar a fisiologia se torna cada vez mais importante, através das medidas de trocas gasosas, por exemplo. Ressalta-se que em estudos que buscam aumento de produtividade e qualidade dos frutos, é importante avaliar a assimilação de CO₂, além da eficiência do uso da água (BRANDÃO FILHO et al., 2003).

Em estudos sobre a influência da enxertia nas trocas gasosas utilizando os híbridos de berinjela Nápoli e Kokuyo, os mesmos autores não observaram influência da enxertia na taxa de assimilação de CO₂. Porém houve maior eficiência de água devido à menor condutância estomática e transpiração, o que refletiu em menor consumo de água pelas plantas.

Em trabalho avaliando as trocas gasosas em pepineiro japonês com e sem enxertia sob cultivo protegido, Amaro (2011) constatou maior capacidade fotossintética nas plantas enxertadas, influenciando em maior produtividade.

2.5 Fungicidas com efeitos fisiológicos

Os fungicidas do grupo das anilidas apresentam como mecanismo de ação a inibição da enzima succinato ubiquinona redutase ou complexo II, na cadeia de transporte de elétrons da mitocôndria, no lado interno da membrana. O crescimento do fungo é inibido pelos fungicidas desse grupo, desprovendo a fonte de energia das células do fungo e suprimindo o acesso ao substrato para a produção de componentes essenciais da célula (RODRIGUES, 2006).

O boscalida é um fungicida sistêmico pertencente ao grupo químico das anilidas que foi desenvolvido para o controle de oídios, *Alternaria* spp., *Botrytis* spp., *Sclerotinia* spp. e *Monilia* spp. em uma grande variedade de frutíferas e oleráceas (MUELLER et al., 2008). Atua na inibição da respiração dos fungos patogênicos, pois impede que eles produzam ATP através da restrição da função da redutase no transporte da cadeia de elétrons da membrana mitocondrial do patógeno, prevenindo assim, o desenvolvimento do fungo. Além dessa atuação nos fungos, ele tem excelente atuação contra ascomicetos, basidiomicetos e deuteromicetos (YUN et al., 2006; AGROFIT, 2013).

Este fungicida também apresenta eficiência no controle de manchas de *Phoma* e *Ascochyta* nos cafezais, controlando a doença, melhorando a qualidade do grão e da bebida, valorizando o produto final (BASF, 2007). Comparado com os fungicidas azoxistrobina, metiram e piraclostrobina, o boscalida apresentou melhor resultado no controle da pinta preta em tomate estaqueado (OLIVEIRA et al., 2003). No Brasil, dentre as hortaliças que o produto também possui registro estão as culturas do alho, batata, cebola e cenoura (AGROFIT, 2013).

Já as estrobilurinas foram constatadas pela primeira vez, através da observação da presença do fungo *Strobiluros tenacellus* na década de 80, em cones de *Pinus* e foi verificado que este produzia uma substância que inibia o crescimento de outros fungos, que depois de isolada foi denominada de estrobilurina-A (KÖHLE et al., 1994). A estrobilurina constitui o grupo químico de fungicidas inibidores de quinona oxidase (QoI). A toxicidade desses fungicidas ocorre da inibição da cadeia respiratória no complexo III,

impedindo a cadeia bioquímica de transferência de elétrons no sítio da mitocôndria, o que interfere na respiração dos fungos (BARTLETT et al., 2002).

O cresoxim-metílico é uma estrobilurina que além da forma isolada, é vendido com formulação associada com boscalida. Nessa formulação é eficiente no controle de *Sphaerotheca fuliginea* em melão e pepino (AGROFIT, 2013).

A piraclostrobina é um fungicida do grupo químico das estrobilurinas que apresenta eficácia no controle de doenças como antracnose, ferrugem, míldo, oídio e pinta-preta em diversas culturas de grande importância econômica, dentre elas: alho, algodão, batata, cenoura, cebola, melão, melancia, soja, tomate e uva (AGROFIT, 2013). Em pimenteiro é eficiente no controle de *Oidiopsis taurica*, uma das principais doenças da cultura.

Além da ação fungicida, as estrobilurinas apresentam efeitos fisiológicos positivos nas culturas às quais são aplicadas, como possíveis alterações no metabolismo e crescimento. Este resultado foi observado, pois, mesmo na ausência de fungos patogênicos, as plantas tratadas com esses produtos apresentaram maior produção e vigor, em comparação com as plantas não tratadas (KÖHLE et al., 1994).

Esses fungicidas propiciam alta produtividade, maior desenvolvimento e folhas mais verdes devido o maior teor de clorofila (BASF, 2005). Também aumentam a atividade da enzima nitrato redutase e geram melhor balanço hormonal, diminuindo a síntese de etileno e aumentando as concentrações de ácido abscísico (ABA), ácido indolilacético (IAA) e isopentenil adenina (I6-ADE) (YPEMA & GOLD, 1999).

Na cultura do trigo, em condições de estresse e senescência, a estrobilurina inibe a síntese de etileno através da redução da atividade da enzima AAC-sintase, retardando a queda das folhas, de forma que o tempo de atividade fotossintética é prolongado (GROSSMANN & RETZLAFF, 1997). Estes fungicidas também diminuem a perda de clorofila que ocorre durante a senescência (KÖHLE et al., 1994).

Outra vantagem da utilização das estrobilurinas é a alteração no ponto de compensação de CO₂. Os resultados indicam que um aumento transitório na rota alternativa da respiração (AOX) pode sobrepor à redução da emissão de CO₂ devido à inibição da respiração mitocondrial. Isso causa queda nos níveis celulares de ATP e aumento na concentração de prótons (H⁺) no citossol, resultando na ativação da nitrato redutase (KÖHLE et al., 1994).

De acordo com Yang & Midmore (2005), a nitrato redutase é responsável por catalisar a primeira base de absorção de nitrato do solo, transformando o nitrato em nitrito, para produzir o aminoácido que é a base da biossíntese de proteínas. Para o aumento da massa em plantas tratadas com estrobilurina, este é um fato importante, considerando que esse acréscimo demanda alta assimilação de nitrogênio (KÖHLE et al., 1994).

Em experimento com trigo, estudando o efeito da estrobilurina na assimilação de nitrato, observou-se decréscimo de 10% do mesmo no tecido dos ramos depois de 7 dias. Isto mostra que o nitrato foi assimilado e transformado em outros complexos metabólicos, confirmando sua absorção. As plantas mostraram aumento de 20% de massa 15 dias após a aplicação. O melhor aproveitamento do nitrogênio é confirmado pois em plantas tratadas e não tratadas com estrobilurina, as taxas de C/N e o teor de proteínas são iguais, indicando que a maior absorção e redução do nitrato é transformada no crescimento e desenvolvimento das plantas tratadas. (KÖHLE et al., 1994).

A aplicação deste fungicida também ocasionou o aumento nos níveis endógenos de ácido abscísico (ABA), permitindo a adaptação da planta a condições de estresse hídrico (aumentando a eficiência do uso da água) e às baixas temperaturas, porém, em altas concentrações, causou a inibição da abertura estomática, além da abscisão e senescência foliar (KÖHLE et al., 1994).

Assim, o efeito fisiológico notado resulta do incremento da fotossíntese líquida, ou seja, fotossíntese menos a respiração, devido à menor perda de carbono causada pela redução temporária da respiração das plantas, o que gera mais energia. Além do mais, ocasiona melhor balanço hormonal, aumentando a síntese de auxina (ácido indolilacético, IAA), ácido abscísico (ABA) e citocinina (Isopentenil Adenina, I₆-ADE) e diminuindo a síntese de etileno. Também provoca aumento da atividade da enzima nitrato redutase (BASF, 2005).

Com relação ao cresoxim-metílico, este não apresentou efeitos fisiológicos em estudos com arroz irrigado (MADALOSSO et al., 2013). Já em trabalho realizado por Grossmann et al. (1999) estudando alterações hormonais em plantas de trigo, observou-se que a aplicação desse fungicida favoreceu a síntese de citocininas e ácido abscísico mesmo na ausência de doenças. Além disso, houve menor abertura estomática e consumo de água pelas plantas. Glaab e Kaiser (1999) observaram maior atividade da

enzima nitrato redutase em discos flutuantes de folhas de espinafre com soluções tamponadas contendo o fungicida.

Os efeitos de cinco estrobilurinas e um triazol sobre os parâmetros fisiológicos com e sem estresse hídrico em plantas de trigo, cevada e soja foram comparados. As estrobilurinas testadas diferiram em potência e persistência. A aplicação de cresoxim-metílico teve menor efeito sobre a capacidade fotossintética, transpiração, eficiência do uso da água de folhas de plantas de trigo, enquanto picoxistrobina e piraclostrobrina tiveram maior efeito na maior parte das avaliações (NASON et al., 2007).

Em plantas de melão, tomate e de pepino japônês enxertadas e não enxertadas, a piraclostrobrina e a boscalida apresentaram efeitos fisiológicos positivos, com aumentos da produtividade, da atividade da enzima nitrato redutase, do sistema antioxidativo e maior índice de clorofila (AMARO, 2011; MACEDO, 2012; RAMOS, 2013).

2.6 Estresse oxidativo

Os vegetais podem enfrentar variados tipos de estresse, como oscilações drásticas de temperatura, umidade, radiação solar, ataque de pragas e patógenos, dentre outros. As plantas possuem um mecanismo de resposta, com alterações relacionadas a defesa e proteção, sendo capazes de mudar a composição molecular. Esses mecanismos foram desenvolvidos contra danos e doenças durante a evolução dos vegetais, os quais são acionados após o reconhecimento do ataque (SHEWRY & LUCAS, 1997; DE WIT, 2007).

Em condições ambientais naturais, as espécies reativas de oxigênio (EROs) protegem as plantas, porém, são produzidas em grande quantidade em situações de estresse, tornando-se tóxicas e ocasionando danos através de reações de oxidação abrangendo ácidos nucleicos, proteínas e lipídios (STRID et al., 1994; BANDYOPADHYAY & BANERJEE, 1999). Elevadas quantidades de EROs causam o estresse oxidativo caracterizado por lesões, como fragmentação do DNA, modificações protéicas, desintegração de clorofila, extravasamento iônico, peroxidação de lipídios e, consequentemente, morte celular (MOLLER et al., 2007).

O estresse oxidativo induz à síntese da maior parte das formas reduzidas de H_2O_2 , $O_2^{\bullet-}$ e o radical hidroxila (OH^{\bullet}), a mais poderosa oxidante, (HALLIWELL & GUTTERIDGE, 1984).

As plantas possuem eficazes sistemas de defesa antioxidantes, enzimáticos e não-enzimáticos para evitar o acúmulo de EROs. Esses sistemas eliminam as espécies ativas e protegem contra as injúrias oxidativas (HERNÁNDEZ et al., 2001). As defesas enzimáticas incluem a superóxido dismutase (SOD), a catalase (CAT), peroxidases (POD), glutatona peroxidase (GPX), ascorbato peroxidase (APX), glutatona redutase (GR) e glutatona S-transferase (GSTs) enquanto que as não enzimáticas incluem compostos fenólicos, poliaminas, β -caroteno, tocoferóis, glutatona (GSH) e as vitaminas C e E (BLOKHINA et al., 2003; SCANDALIOS, 2005).

A primeira linha de defesa contra as EROs no interior das células das plantas é a superóxido dismutase (SOD, EC 1.15.1.1) (ALSCHER et al., 2002). Esta enzima catalisa a dismutação de radicais superóxido ($O_2^{\bullet-}$) a peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (BOWLER et al., 1992).

As SODs são enzimas ubíquas nos organismos aeróbicos. Existem três classes de SOD diferenciadas conforme com o metal presente em seu sítio ativo: cobre/zinco (Cu/Zn SODs), ferro (Fe-SODs) e manganês (Mn-SODs). As enzimas Cu/Zn SODs são normalmente localizadas no citosol, de forma que algumas plantas contêm uma isoforma nos cloroplastos, enquanto que as Fe-SODs estão situam-se nos cloroplastos e as Mn-SODs são encontradas na matriz mitocondrial. (TSANG et al., 1991).

Os níveis intracelulares de H_2O_2 necessitam serem regulados após a dismutação do superóxido em peróxido de hidrogênio. Isto acontece por meio de uma ampla variedade de enzimas, sendo consideradas as mais importantes as catalases e as peroxidases, encontradas em quase todas as partes das células (BLOKHINA et al., 2003).

Entre as enzimas antioxidantes, a catalase (CAT, EC 1.11.1.6) ao lado da SOD, é apontada como a mais eficiente. A CAT converte o H_2O_2 , originado em função da atividade da SOD, em H_2O e O_2 de forma que ambas proporcionam um papel conjunto (SCANDALIOS, 1993). Existem três classes para as catalases. A classe I remove o H_2O_2 originado na fotorrespiração. A classe II é encontrada nos tecidos vasculares, colaborando com o processo de lignificação. Já a classe III está envolvida na degradação de H_2O_2 , o qual é gerado dos ácidos degradados no glioxissoma, sendo encontrado nas sementes de plantas jovens (RESENDE et al., 2003).

As peroxidases (POD, EC 1.11.1.7) possuem uma variedade de isoformas, que usam diferentes redutores e estão localizadas em diferentes compartimentos celulares (CAMPA, 1991). Estas enzimas exercem notável desempenho na biossíntese da

parede celular, além da ação antioxidante, (PASSARDI et al., 2004), de modo que são consideradas as mais importantes na eliminação de H_2O_2 nos cloroplastos e citosol (INZÉ & VAN MONTAGU, 1995).

Em resposta ao estresse, a atividade das peroxidases é aumentada com frequência, uma vez que a proteção da célula contra as reações oxidativas é uma das principais funções dessas enzimas (SIEGEL, 1993). Isto ocorre pois as peroxidases decompõem o H_2O_2 produzido nas reações catalisadas pela SOD (BOR et al., 2003).

2.7 Nitrato redutase

Dentre os elementos minerais, o nitrogênio é o que as plantas exigem em maiores quantidades. Ele é constituinte de muitos componentes da célula vegetal, como aminoácidos, proteínas e ácidos nucleicos, sendo um dos principais fatores limitantes para o crescimento vegetal (TAIZ & ZEIGER, 2009).

As plantas absorvem o nitrogênio do solo nas formas de nitrato e amônio, sendo que, conforme o pH da rizosfera, a principal forma disponível desse elemento na forma inorgânica é o nitrato. Essa absorção é mais prejudicada que a do amônio em situações de pH baixo (BUCHANAN et al., 2000).

Solomonson & Barber, 1990 ressaltam a importância dos estudos da regulação da assimilação de nitrato, pois uma das formas de se aumentar a produtividade é através do melhoramento desse processo, o qual é limitante para o crescimento das plantas.

No citoplasma ocorre primeiro passo da assimilação do nitrato, ocorrendo catalisação pela enzima nitrato redutase (NR). Esta enzima reduz o nitrato (NO_3) a nitrito (NO_2). A forma mais comum utilizada como doador de elétrons é o NADH durante a redução, porém, tanto NADH quanto NADPH podem ser utilizados em tecidos não clorofilados (YANG & MIDMORE, 2005).

Posteriormente, o nitrito produzido é transportado do citosol para o interior do cloroplasto, onde é reduzido à íon amônio pela enzima nitrito redutase (NiR), que utiliza a ferridoxina como doadora de elétrons (LEA, 1993).

A fase de desenvolvimento da planta influencia na atividade da nitrato redutase. Devido a maior necessidade de nitrato nos primeiros estádios vegetativos, a enzima possui maior atividade em órgãos de crescimento nessa fase. A produção da nitrato redutase é estimulada pela citocinina, também sendo regulada pelos períodos de luz e escuro (LARCHER, 2006).

A nitrato redutase possui um pico de produção no final da noite e no início do dia, pois a atividade dessa enzima é influenciada pelas alterações diárias na fotossíntese (YANG & MIDMORE, 2005).

Por ser a primeira enzima da via de redução do nitrato, considera-se que a NR controla a taxa de assimilação do nitrato, constituindo fator importante na regulação do crescimento, desenvolvimento e produção de proteínas (SOLOMONSON & BARBER, 1990).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

O experimento foi conduzido entre o meses de novembro de 2011 e julho de 2012 na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção São Manuel, localizada no município de São Manuel (SP), pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu-SP. As coordenadas geográficas são 22° 44' S de latitude, 47° 34' W de longitude e 750 metros de altitude. Conforme a classificação climática de Köppen, o clima da região é mesotérmico do tipo Cwa, subtropical úmido, com verão chuvoso e inverno seco.

A condução do experimento foi realizada em ambiente protegido com estrutura tipo arco de 7,0 x 30,0 m e pé-direito de 3 m, coberto com filme de polietileno transparente de baixa densidade de 150 µm aditivado e fechado nas laterais com tela de sombreamento de 75%.

3.2 Solo – Características, análise e adubação

O solo onde foi conduzido o experimento é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa (CAMARGO et al., 1987; EMBRAPA, 2006). Anteriormente ao transplante das mudas, foram retiradas 20 amostras simples de 0 a 20 cm de profundidade, formando uma amostra composta, a qual foi enviada para o Laboratório do Departamento de Recursos Naturais – Setor Ciência do Solo da Faculdade de Ciências

Agronômicas – UNESP de Botucatu, onde foram realizadas as análises químicas (Tabela 1), seguindo a metodologia de Raij et al. (2001).

Tabela 1- Resultado da análise química do solo, do local da condução do experimento.

pH	M.O.	P _{resina}	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmolc dm ⁻³ -----							
6,7	13	72	0	9	2,6	46	8	57	66	86
Boro		Cobre		Ferro		Manganês		Zinco		
-----mg dm ⁻³ -----										
0,11		0,8		13		24,6		4,9		

Fonte: Laboratório do Departamento de Recursos Naturais – Setor Ciência do Solo. Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP Campus de Botucatu.

Com base nos resultados da Tabela 1, não houve necessidade de efetuar calagem. Para aumentar o teor de matéria orgânica, aplicou-se 3 kg m⁻² do composto orgânico Provaso® (composição: 40 a 45% de matéria orgânica, 1 a 2% de nitrogênio, 0,8 a 1,3% de fósforo total, 0,5 a 0,8% de potássio, 5 a 6% de cálcio, umidade de 35 a 40% e pH 7 a 8).

O composto orgânico foi incorporado com o auxílio do microtrator com enxada rotativa e, posteriormente, foram levantadas as leiras.

3.3 Características dos híbridos utilizados

De acordo com a Sakata Seed Sudamerica (2012), o porta-enxerto de pimenteira AF-8253 possui sistema radicular vigoroso e proporciona aumento de até 25% na produtividade, além de melhor fixação de fruto e resistência a *Phytophthora capsici* (murchadeira), *Ralstonia solanacearum* (murcha bacteriana) e aos nematóides *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne incognita* - raças 1, 2, 3 e 4.

O híbrido de pimenteiro Rubia R proporciona a fixação de frutos em cultivo em ambiente protegido e campo aberto, parede grossa e excelente conservação pós-colheita. Possui resistência a PVY estirpes P0, P1 e P1-2 e ToMV estirpe Tm1.

3.4 Cultivares, semeadura e transplante

Utilizou-se como enxerto o híbrido de pimenteiro Rubia R e o como porta-enxerto a pimenteira ‘AF-8253’. Ambos os híbridos foram desenvolvidas pela Sakata Seed Sudamerica. As mudas foram provenientes da empresa Hidroceres, localizada em Santa Cruz do Rio Pardo-SP.

A semeadura do híbrido Rubia R não enxertado ocorreu em 17/10/2011, enquanto que para os híbridos enxertados o porta-enxerto e o enxerto foram semeados em 30/08 e 02/09/2011, respectivamente. A diferença na data de semeadura ocorreu de forma que as plantas não enxertadas e enxertadas estivessem na mesma fase de desenvolvimento.

O método de enxertia adotado foi o de fenda cheia, sendo que o enxerto e porta-enxerto foram presos por um grampo especial. As mudas foram colocadas em câmara úmida até a ocorrência da cicatrização da enxertia.

A retirada das bandejas do viveiro e o transplante das mudas ocorreram em 21/11/2011 (Figura 1).



Freitas Filho, A. M. (2011)

Figura 1- Área experimental após o transplante das mudas, São Manuel-SP, 2011.

3.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e dez tratamentos resultantes do fatorial: cinco fungicidas e plantas enxertadas e não enxertadas.

As unidades experimentais foram constituídas de seis plantas por parcela, com espaçamento 1,10 x 0,40 m, considerando-se quatro plantas úteis.

Após o transplante das mudas, em ambiente protegido, foram feitas quatro aplicações dos tratamentos, de acordo com a recomendação do fabricante para o Comet, único fungicida registrado para a cultura do pimentão utilizado no experimento. A primeira aplicação ocorreu aos 30 dias após o transplante das mudas (em 21/12/2011) e as demais, em intervalos de 14 dias (04/01/2012, 18/01/2012 e 01/02/2012), via foliar. As aplicações dos fungicidas foram realizadas às 7h devido às melhor probabilidade de ocorrerem condições de umidade relativa do ar propícias para a aplicação. Utilizou-se um pulverizador manual de CO₂ pressurizado, com 0,3 kgf cm⁻², bicos cônicos, utilizando-se cortina plástica entre os tratamentos para evitar a deriva e com a adição de espalhante adesivo não iônico.

3.6 Fungicidas

Os tratamentos com fungicidas utilizados foram: T1- Testemunha, T2- boscalida + cresoxim-metílico: 10 g + 20 g ingrediente ativo (i.a.) 100 L⁻¹ água, T3- boscalida: 10 g i.a. 100 L⁻¹ água, T4- piraclostrobina: 7,5 g i.a. 100 L⁻¹ água e T5- boscalida + piraclostrobina: 10 g + 5 g i.a. 100 L⁻¹ água.

Utilizaram-se como fonte de boscalida + cresoxim-metílico o produto Collis® contendo 200 g i.a. + 100 g i.a. L⁻¹ respectivamente; para boscalida o produto Cantus® contendo 500 g i.a. kg⁻¹; para piraclostrobina o produto Comet® contendo 250 g i.a. L⁻¹ e para a mistura boscalida + piraclostrobina os produtos Cantus® + Comet®.

3.7 Condução do experimento e tratos culturais

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento e a fertirrigação por injeção de fertilizantes utilizando-se tubo do tipo “Venturi” instalado antes de um filtro de disco de 125 μm .

As mudas foram tutoradas individualmente, desbrotadas até a primeira bifurcação e retirando-se a primeira flor da mesma, sendo utilizada uma planta por cova.

As plantas foram conduzidas em “V”, através da disposição de três palanques por linha e bambus entre os palanques formando um “V”. Fios de arame (nº. 14) foram esticados na extremidade superior dos palanques para auxiliar na sustentação das plantas. Foram passados fitilhos horizontalmente entre os bambus, conforme o crescimento das plantas, nos quais estas eram tutoradas através de um alceador (Figura 2).



Figura 2- Planta de pimentão alceada em fitilho. São Manuel-SP, 2012.

Com base na interpretação da análise química (Tabela 1), determinaram-se as quantidades de adubos a serem aplicadas. Essa quantificação foi feita de acordo com a recomendação de adubação para pimenteiro fornecida pela Sakata, com algumas adaptações. As fertirrigações foram realizadas em dias alternados, em quatro etapas e a quantidade de fertilizantes foi determinada em função das fases do ciclo de cultivo (Tabela 2).

Tabela 2- Quantidade de adubos aplicados na área total (210 m²) durante a condução do experimento (g.aplicação⁻¹). São Manuel-SP, 2011.

Adubo	Até 14 DAT*	15 a 42 DAT	43 a 84 DAT	85 até o final do cultivo
Nitrato de Cálcio	37	83	165	248
Nitrato de Potássio	37	83	92	174
MAP	6	18	73	73
Sulfato de eMagnésio	18	37	37	73
Sulfato de Potássio	-	-	73	73

* Dias após o transplante

Realizaram-se aplicações via foliar do produto Yogen 2®, o qual possui a seguinte composição: 30% de N total; 10% de P₂O₅; 10% de K₂O; 0,5% de Mg; 0,02% de B; 0,05% de Cu; 0,1% de Mn; 0,02% de Mo e 0,1% de Zn. Foram realizadas seis aplicações na dose de 400 g 100 L⁻¹ água.

Com a finalidade de minimizar os danos causados por pragas e doenças incidentes ao longo do ciclo, procedeu-se ao controle fitossanitário, conforme a recomendação para a cultura, sem a utilização de outros fungicidas que promovem efeitos fisiológicos. O controle de plantas daninhas foi feito através de retirada manual semanalmente.

As colheitas foram realizadas assim que os frutos apresentavam 50% de maturação. Foram realizadas no total 12 colheitas, sendo a primeira em 14/02/2012 e a última em 18/06/2012.

3.8 Temperatura e umidade relativa do ar no interior do ambiente protegido

Durante o experimento foi feito acompanhamento das variações de temperatura (T °C) (Figura 3) e umidade relativa do ar (UR %) (Figura 4). Para isto

instalou-se um termohigrômetro digital TFA modelo 3030.15, no centro da área experimental, a uma altura de 1,5 m.

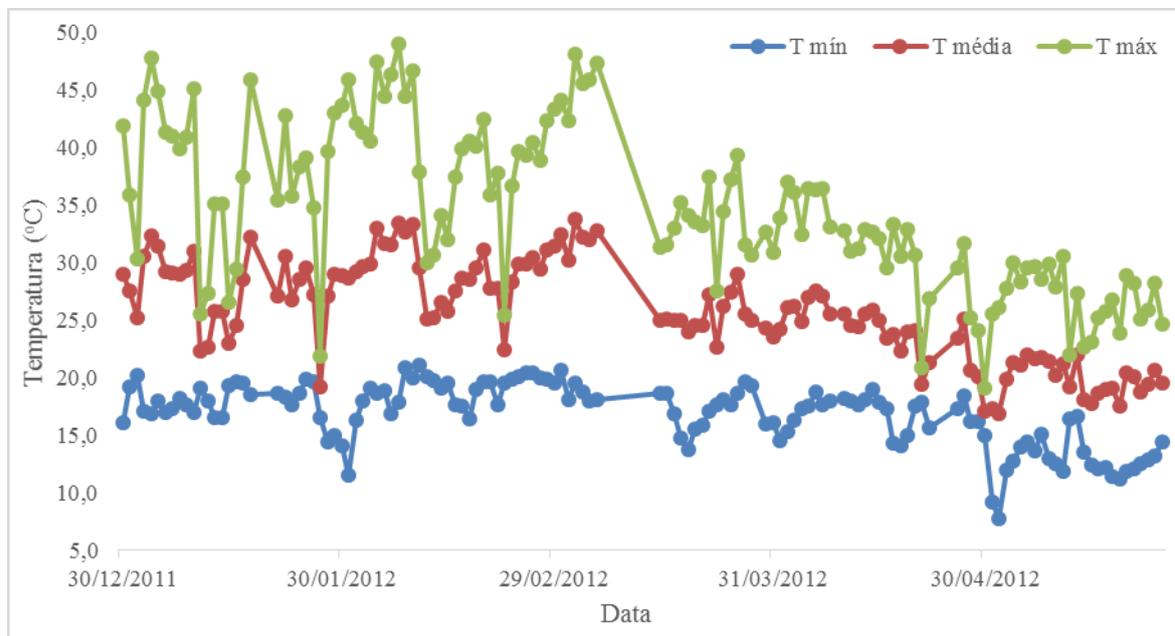


Figura 3- Temperatura máxima, média e mínima no interior do ambiente protegido. São Manuel-SP, 2011-2012.

Os dados mostram variação de temperatura ao longo do ciclo. No final de dezembro de 2011 até início de março de 2012 ocorreram maiores oscilações de temperatura (de máxima, principalmente), variando de 11,5° C a 49° C.

A ocorrência de temperaturas maiores que 35° C não foi constante, o que não prejudicou a formação de flores.

Com relação a umidade, a média manteve-se entre 50 a 70%, a qual é ideal para o desenvolvimento da cultura, minimizando o abortamento de flores. Houveram oscilações da umidade mínima, chegando a 13%. Para minimizar o efeito da baixa umidade foram instaladas duas linhas de nebulização na parte superior do ambiente protegido, ligando as mesmas sempre que a umidade alcançava valores menores que 50%.

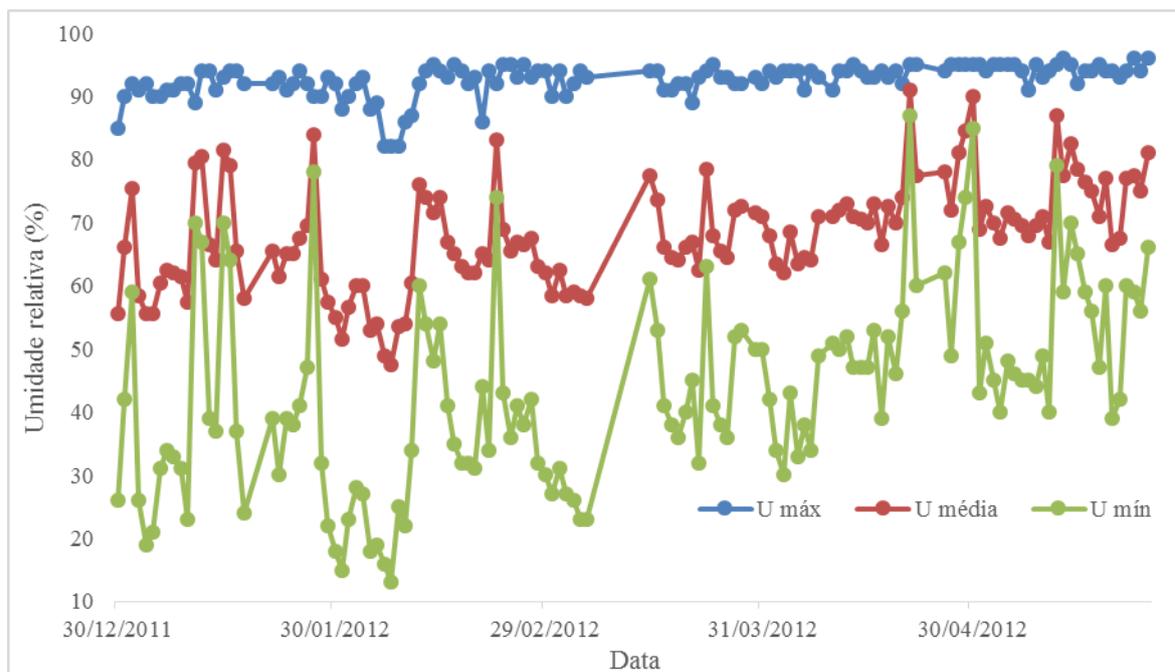


Figura 4- Umidade relativa do ar máxima, média e mínima no interior do ambiente protegido. São Manuel-SP, 2011-2012.

3.9 Avaliações

O efeito dos tratamentos foi avaliado através das seguintes características:

- a) medidas de trocas gasosas;
- b) eficiência do uso da água (E.U.A.);
- c) índice SPAD;
- d) atividade das enzimas redutase de nitrato, peroxidase (POD), catalase (CAT) e superóxido dismutase (SOD);
- e) produção

A avaliação de trocas gasosas foi medida utilizando-se equipamento de sistema aberto de fotossíntese com analisador de CO_2 por radiação infravermelha (Infra Red Gas Analyser – IRGA, modelo LI-6400, LI-COR) (Figura 5). Essa medida foi realizada no período das 9:00 às 12:00 h, em dia ensolarado, utilizando-se a terceira folha totalmente expandida a partir do ápice de uma planta por parcela, evitando contato da câmara do aparelho com as nervuras da folha. A avaliação foi feita cinco dias após a segunda aplicação. As medidas foram calculadas a partir da diferença entre a concentração de CO_2 e o vapor d'água do ar de referência (valor presente na câmara sem a

folha) e da amostra (valor com a folha presente na câmara), obtendo-se as concentrações de vapor d'água e CO₂ que foram liberados (transpiração – vapor d'água) e assimilados (assimilação de CO₂) através dos estômatos das folhas.



Figura 5- Avaliação das trocas gasosas em plantas de pimentão. São Manuel–SP, 2012.

As características de trocas gasosas analisadas foram: taxa de assimilação de CO₂ (**A**, $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), taxa de transpiração (**E**, $\text{mmol vapor d'água m}^{-2}\text{s}^{-1}$), condutância estomática (**gs**, $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO₂ na folha (**Ci**, $\mu\text{molCO}_2 \text{ mol}^{-1}\text{ar}$).

A eficiência do uso da água (**EUA**, $\mu\text{molCO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$) foi determinada através da relação entre assimilação de CO₂ e taxa de transpiração (**A/E**), descrita por Berry & Downton (1983).

A eficiência de carboxilação (**A/Ci**) foi determinada através da relação entre assimilação de CO₂ e concentração interna de CO₂ na folha.

Avaliou-se o índice SPAD através do aparelho SPAD da Minolta. Foi selecionada uma planta por parcela, aferindo a área central da terceira folha com limbo totalmente expandido, evitando contato do aparelho com as nervuras.

Para determinação da atividade da nitrato redutase foram realizadas quatro coletas de folhas, cinco dias após a 1ª, 2ª, 3ª e 4ª aplicação. Para as enzimas SOD, CAT e POD foram realizadas três coletas de folhas, cinco dias após a 1ª, 2ª e 3ª aplicação.

Mediu-se a atividade da enzima peroxidase pelo método espectrofotométrico proposto por Allain et al. (1974) com algumas modificações propostas por Lima (1994). A atividade da enzima superóxido dismutase foi determinada pela metodologia descrita por Dhindsa et al. (1981) e da redutase de nitrato pela metodologia descrita por Streeter & Bosler (1972). A atividade da catalase foi determinada pela metodologia descrita por Chance & Maehly (1955).

A produção final foi avaliada em 12 colheitas de frutos (de 14/02 a 18/06/2012), através das seguintes características:

-comprimento dos frutos (cm), com auxílio de fita métrica graduada;

-calibre dos frutos (cm), medido com o auxílio de paquímetro digital;

-espessura da parede dos frutos em (mm), realizada com auxílio de paquímetro digital, após corte transversal na parte central dos frutos (Figura 6);

-massa total (kg), com auxílio de balança digital;

-massa média (g), com auxílio de balança digital;

-produtividade (kg m^{-2}).

Os frutos comerciais foram classificados de acordo com as normas do CEAGESP, além dos frutos não-comerciais, classificados quanto ao dano. Esta norma classifica quanto à classe e subclasse de frutos. A classe é determinada conforme com o comprimento: **4-** de 40 a 60 mm, **6-** de 61 a 80 mm, **8-** de 81 a 100 mm, **10-** de 101 a 120 mm, **12-** de 121 a 150 mm, **15-** de 151 a 180 mm, **18-** de 181 a 210 mm, **21-** de 211 a 240 mm e **24-** de 241 a 270 mm. Já a subclasse é determinada conforme o calibre: **4-** de 40 a 60 mm, **6-** de 61 a 80 mm, **8-** de 81 a 100 mm, **10-** de 101 a 120 mm. Existe outra classificação mais simplificada para a cotação de preços do CEAGESP, no qual o pimentão colorido com comprimento maior que 15 cm recebe a denominação “Extra A”; maior ou

igual a 12 cm e menor ou igual a 15 cm recebe a denominação de “Extra AA” e menor ou igual a 12 cm recebe a denominação “Extra”.



Figura 6- Avaliação da espessura da parede de frutos de pimentão. São Manuel-SP, 2012.

3.10 Análise estatística

Para a análise estatística, os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F), sendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Índice SPAD e trocas gasosas

Os resultados para índice SPAD encontram-se na Tabela 3. Nesta avaliação o fator enxertia não influenciou nas respostas dos tratamentos. Nas plantas não enxertadas, o maior índice SPAD foi obtido pelo tratamento boscalida + piraclostrobina em comparação à testemunha, sendo que os demais tratamentos com aplicação de fungicidas foram superiores à testemunha. Nas plantas enxertadas os maiores índices foram obtidos pelos tratamentos boscalida + piraclostrobina, boscalida + cresoxim-metílico e piraclostrobina, sendo que o tratamento boscalida não se diferenciou destes.

Tabela 3– Índice SPAD de plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas aos 107 dias após o transplante, sendo os tratamentos T1- Testemunha, T2- boscalida + cresoxim-metílico 10 g + 20 g 100 L⁻¹, T3- boscalida: 10 g 100 L⁻¹, T4- piraclostrobina: 7,5 g 100 L⁻¹ e T5- boscalida + piraclostrobina: 10 g + 5 ml 100 L⁻¹. FCA/UNESP, São Manuel, 2012.

Tratamentos	SPAD	
	Não enxertada	Enxertada
T1	58,4 bA	58,9 bA
T2	60,9 abA	62,8 aA
T3	62,2 abA	61,5 abA
T4	62,2 abA	62,7 aA
T5	62,6 aA	62,9 aA
C.V. (%)	3,03	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

O maior teor de clorofila resulta na redução do amarelecimento e senescência das plantas, sendo que há uma alta correlação existente entre os teores de nitrogênio e clorofila (EVANS, 1983; MARENCO & LOPES, 2007).

Em plantas de pepino japonês enxertadas e de melão, o tratamento com boscalida apresentou os melhores índices de clorofila (AMARO, 2011; MACEDO, 2012). Já para as plantas não enxertadas a mistura de boscalida + piraclostrobina mostrou-se mais eficiente no aumento deste índice (AMARO, 2011), assim como, em plantas de tomate (RAMOS, 2013). Neste trabalho, tanto as plantas de pimentão não enxertadas como as enxertadas tratadas com os fungicidas boscalida, boscalida + cresoxim-metílico, piraclostrobina, assim como a mistura boscalida + piraclostrobina obtiveram maiores índices de clorofila.

Comparando o efeito da enxertia em plantas de melão cultivar “pele-de-sapo”, San Bautista et al. (2011) observaram que a enxertia não afetou os valores de fotossíntese líquida, contudo aumentou a eficiência de uso da água em 35%. Assim como no presente trabalho, não houve diferença entre plantas não enxertadas e enxertadas na assimilação de CO₂, porém a enxertia não influenciou na eficiência de uso de água. Liu (2011) comparou plantas de melão não enxertadas e enxertadas em *Cucurbita maxima* x *C. moschata*, obtendo maiores valores de fotossíntese líquida, teor de clorofila e translocação de açúcares em folhas de plantas enxertadas.

Em estudo com os híbridos de berinjela Nápoli e Kokuyo com e sem enxertia, Brandão Filho et al. (2003) não observaram diferença na assimilação de CO₂ entre as plantas, porém as plantas enxertadas apresentaram maior eficiência do uso da água devido à menor condutância estomática e transpiração. Neste caso a enxertia foi vantajosa devido à economia de água gerada pelos híbridos enxertados.

Para a avaliação da taxa de assimilação de CO₂ observa-se que nas plantas não enxertadas houve maiores valores para os tratamentos piraclostrobina, seguido dos outros tratamentos com fungicidas. Esses tratamentos foram superiores à testemunha, se diferenciando estatisticamente. Em plantas enxertadas, apesar de não haver diferença significativa, a testemunha foi inferior a todos os tratamentos químicos. Todos esses fatores acabaram revertidos para a maior produção de biomassa gerando maior produção de frutos.

Estes valores obtidos, possivelmente, refletiram na maior taxa de assimilação de CO₂ (Tabela 4) conseqüentemente, resultando em maior produção total e produtividade total de frutos.

Grossmann & Retzlaff (1997) relatam que as alterações no ponto de compensação de CO₂ ocasionam aumento na taxa de fotossíntese líquida. Isso contribui para a absorção de CO₂, desfavorecendo a sua liberação pela transpiração, de forma que há aumento da capacidade fotossintética das plantas. Segundo Köhle et al. (2009), em plantas tratadas com a estrobilurina piraclostrobina, ocorre inibição transitória da respiração, o que pode explicar este fato. Rodrigues (2009) obteve aumento na fotossíntese líquida de plantas de soja tratadas com piraclostrobina estudando o efeito fisiológico de diferentes fungicidas.

Fagan (2007) observou a promoção do desenvolvimento de plantas de soja com a aplicação de piraclostrobina. Os efeitos fisiológicos ocasionaram aumento da taxa de assimilação de CO₂, principalmente, na primeira fase do desenvolvimento da cultura, aumentando também o índice de clorofila nas folhas e produção de grãos. Também houve incremento da atividade da nitrato redutase com a aplicação de piraclostrobina, com maiores índices na fase inicial do desenvolvimento das plantas.

Na cultura do feijoeiro, a piraclostrobina apresentou o melhor rendimento de grãos, sendo que, o efeito fisiológico do produto é confirmado quando realizada duas aplicações, apresentando também melhores resultados para número de vagens por planta. Também foi constatada maior taxa de aumento da área foliar aos 35 dias após emergência, o que significa que com houve maior ganho de área foliar em um menor período de tempo. Isso ocasiona maior área fotossintética, possibilitando maior produção de fotoassimilados e conseqüentemente maior produção de grãos (KOZLOWSKI et al., 2009). Estudando o efeito de piraclostrobina na mesma cultura, Jadoski (2012) obteve incremento na produtividade mesmo em condições de estresse hídrico, além de aumento da taxa fotossintética e eficiência de carboxilação.

Na avaliação de taxa de transpiração e de condutância estomática (Tabela 4), não houve diferença significativa entre os tratamentos, possivelmente devido à data que foi realizada a avaliação (5 DAA), a qual tornou menos evidente o efeito fisiológico, em comparação com o trabalho precursor de Köhle et al. (1994) onde a avaliação de trocas gasosas foi realizada 2 DAA.

Para a eficiência do uso da água (E.U.A., Tabela 5), o tratamento com boscalida + piraclostrobina, em plantas enxertadas apresentou maior valor do que em plantas não enxertadas, sendo esta diferença significativa. Tanto para a avaliação de E.U.A. como para a eficiência de carboxilação, os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, porém o tratamento testemunha apresentou menores valores, tanto em plantas enxertadas como não enxertadas.

Tabela 4 - Taxa de assimilação de CO₂ (A, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); taxa de transpiração (E, $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e condutância estomática (g_s, $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, aos 49 DAT, sendo os tratamentos: T1- Testemunha, T2- boscalida + cresoxim-metílico 10 g + 20 g 100 L⁻¹, T3- boscalida: 10 g 100 L⁻¹, T4- piraclostrobina: 7,5 g 100 L⁻¹ e T5- boscalida + piraclostrobina: 10 g + 5 ml 100 L⁻¹. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Tratamentos	A		E		g _s	
	Não enxertada	Enxertada	Não enxertada	Enxertada	Não enxertada	Enxertada
T1	22,21 bA	23,06 aA	122,11 aA	116,35 aA	0,56 aA	0,56 aA
T2	26,05 abA	26,96 aA	118,08 aA	123,65 aA	0,62 aA	0,63 aA
T3	24,66 abA	25,12 aA	109,42 aA	115,26 aA	0,54 aA	0,59 aA
T4	28,17 aA	28,11 aA	128,26 aA	117,10 aA	0,59 aA	0,62 aA
T5	23,62 abA	24,49 aA	126,35 aA	99,32 aA	0,58 aA	0,60 aA
C.V. (%)	10,99		18,43		12,13	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

Tabela 5- Eficiência do uso da água (A/E, $\mu\text{molCO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$) e eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pimentão, enxertadas e não enxertadas, aos 49 DAT, sendo os tratamentos T1- Testemunha, T2- boscalida + cresoxim-metílico 10 g + 20 g 100 L⁻¹, T3- boscalida: 10 g 100 L⁻¹, T4- piraclostrobina: 7,5 g 100 L⁻¹ e T5- boscalida + piraclostrobina: 10 g + 5 ml 100 L⁻¹. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Tratamentos	EUA		A/Ci	
	Não enxertada	Enxertada	Não enxertada	Enxertada
T1	1,82 aA	2,08 aA	0,0782 aA	0,0804 aA
T2	2,25 aA	2,21 aA	0,0936 aA	0,0973 aA
T3	2,38 aA	2,19 aA	0,0892 aA	0,0905 aA
T4	2,21 aA	2,43 aA	0,1056 aA	0,1013 aA
T5	1,87 aB	2,59 aA	0,0826 aA	0,0864 aA
C.V. (%)	15,35		15,11	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

4.2 Atividade da nitrato redutase

Considerando que o nitrogênio é um dos principais constituintes da clorofila, a maior atividade da enzima nitrato redutase colabora para a assimilação de nitrogênio, assim como possui uma característica com estreita ligação ao índice de clorofila.

Só foi possível verificar diferença da atividade da nitrato redutase entre os tratamentos nas avaliações aos 49 e 77 DAT (Tabelas 6 e 7). Aos 49 DAT, as maiores atividades da nitrato redutase foram obtidas nos tratamentos boscalida, piraclostrobina e a mistura boscalida + piraclostrobina em plantas enxertadas, porém o tratamento boscalida + cresoxim-metílico não se diferenciou desses. Aos 77 DAT, o tratamento com piraclostrobina mostrou-se mais eficiente na atividade desta enzima em plantas enxertadas e os outros tratamentos com aplicação de fungicidas não se diferenciaram desses, sendo superiores ao tratamento testemunha. Isso ocorreu no período em que a assimilação de nitrogênio era de grande relevância, visto que as plantas de pimentão estavam destinando os fotoassimilados prioritariamente para o desenvolvimento dos frutos.

Nas demais avaliações da atividade de nitrato redutase (35 e 63 DAT, Tabelas 6 e 7), apesar de não haver diferença significativa, todos os tratamentos foram superiores às plantas sem aplicação de fungicidas.

A atividade da nitrato redutase não sofreu influência de nenhum dos tratamentos aos 35 e 63 DAT, provavelmente, isto se deve à data da coleta realizada 5 DAA. De acordo com Köhle (1994), ao realizar estudos em plantas de trigo, a data de coleta com maior atividade desta enzima foi aos 2 DAA em plantas tratadas com piraclostrobina.

Tabela 6– Atividade da nitrato redutase (NR, $\mu\text{g nitrito min}^{-1} \text{g}^{-1}$), em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, com aplicação de diferentes fungicidas aos 35 e 49 dias após o transplante das mudas (DAT), sendo os tratamentos T1- Testemunha, T2- boscalida + cresoxim-metílico 10 g + 20 g 100 L⁻¹, T3- boscalida: 10 g 100 L⁻¹, T4- piraclostrobina: 7,5 g 100 L⁻¹ e T5- boscalida + piraclostrobina: 10 g + 5 ml 100 L⁻¹. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Tratamentos	35 DAT		49 DAT	
	Não enxertada	Enxertada	Não enxertada	Enxertada
T1	5,11 aA	4,89 aA	6,24 aA	5,31 bA
T2	5,47 aA	5,64 aA	6,68 aA	6,55 abA
T3	5,78 aA	5,55 aA	6,66 aA	7,05 aA
T4	5,49 aA	5,19 aA	6,58 aA	7,15 aA
T5	5,39 aA	5,42 aA	7,70 aA	7,49 aA
C.V. (%)	11,39		11,60	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

Tabela 7– Atividade da nitrato redutase (NR, $\mu\text{g nitrito min}^{-1} \text{g}^{-1}$), em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, com aplicação de diferentes fungicidas aos 63 e 77 dias após o transplante das mudas (DAT), sendo os tratamentos T1- Testemunha, T2- boscalida + cresoxim-metílico 10 g + 20 g 100 L⁻¹, T3- boscalida: 10 g 100 L⁻¹, T4- piraclostrobina: 7,5 g 100 L⁻¹ e T5- boscalida + piraclostrobina: 10 g + 5 ml 100 L⁻¹. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Tratamentos	63 DAT		77 DAT	
	Não enxertada	Enxertada	Não enxertada	Enxertada
T1	5,75 aA	6,44 aA	5,19 aA	5,49 bA
T2	6,00 aA	6,85 aA	5,21 aA	5,76 abA
T3	6,68 aA	6,38 aA	5,37 aA	5,70 abA
T4	5,96 aA	7,29 aA	6,21 aA	6,93 aA
T5	6,42 aA	6,90 aA	5,29 aA	5,98 abA
C.V. (%)	16,70		10,94	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

4.3 Atividade da superóxido dismutase, catalase e peroxidase

A enzima superóxido dismutase (SOD) é a primeira linha de defesa contra o estresse das plantas, a qual produz substrato para a ação da catalase (CAT) e peroxidase (POD). A atividade dessas enzimas influencia em maior eficiência fotossintética, principalmente quando as plantas são submetidas à processos que ocasionam intenso estresse.

As três avaliações da atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg^{-1} de proteína), da peroxidase (POD, μmol de purpurogalina min^{-1} mg^{-1} de proteína) e da catalase (μKat μg^{-1} de proteína) se encontram nas Tabelas 8, 9 e 10.

Na segunda avaliação de SOD (Tabela 9), em plantas não enxertadas, todos os tratamentos com aplicação de fungicidas se diferiram da testemunha e foram superiores à essa. Nas outras avaliações (Tabelas 8 e 10), não houve diferença significativa entre todos os tratamentos em todas as avaliações para a atividade desta enzima. Isto mostra que ela é a primeira a atuar na linha de defesa, devido à avaliação tardia realizada (5 DAA), pois provavelmente a alta atividade desta enzima ocorreu anteriormente à estas avaliações.

Na primeira e segunda avaliação de CAT (Tabelas 8 e 9), tanto as plantas enxertadas como não enxertadas com aplicação de fungicidas foram superiores à testemunha e se diferiram dessa.

Na primeira avaliação de POD (Tabela 8), todos os tratamentos com fungicidas se diferenciaram da testemunha, com maiores valores de atividade da enzima. O mesmo ocorreu na segunda avaliação (Tabela 9), porém em plantas não enxertadas, o tratamento boscalida foi inferior aos demais tratamentos com fungicidas, enquanto que em plantas enxertadas isso ocorreu com o tratamento boscalida + cresoxim-metílico.

Na terceira avaliação de CAT e POD (Tabelas 9 e 10), apenas em plantas enxertadas houve diferença estatística, com maiores valores para os tratamentos com aplicação de fungicidas, possivelmente devido ao maior estresse causado pela enxertia.

Tabela 8- Atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg⁻¹ de proteína), atividade da peroxidase (POD, μmol de purpurogalina min⁻¹ mg⁻¹ de proteína) e atividade da catalase (μKat μg⁻¹ de proteína) em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, aos 35 dias após o transplante, sendo os tratamentos T1- Testemunha, T2- boscalida + cresoxim-metílico 10 g + 20 g 100 L⁻¹, T3- boscalida: 10 g 100 L⁻¹, T4- piraclostrobina: 7,5 g 100 L⁻¹ e T5- boscalida + piraclostrobina: 10 g + 5 ml 100 L⁻¹. FCA/UNESP, São Manuel, 2012.

Tratamentos	SOD		CAT		POD	
	Não enxertada	Enxertada	Não enxertada	Enxertada	Não enxertada	Enxertada
T1	1306,80 aA	1386,60 aA	0,22 bA	0,26 bA	5,28 bA	6,62 bA
T2	1785,96 aA	3573,21 aA	0,90 aA	1,42 aA	10,97 aA	10,28 abA
T3	2384,92 aA	2130,20 aA	0,58 abA	0,75 abA	10,26 aA	8,04 abA
T4	2227,01 aA	2306,92 aA	1,13 aA	0,90 aA	9,01 abA	12,32 aA
T5	2401,42 aA	1559,94 aA	1,05 aA	0,65 abA	11,30 aA	10,06 abA
C.V. (%)	28,42		22,38		25,40	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

Tabela 9- Atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg⁻¹ de proteína), atividade da peroxidase (POD, μmol de purpurogalina min⁻¹ mg⁻¹ de proteína) e atividade da catalase (μKat μg⁻¹ de proteína) em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, aos 49 dias após o transplante, sendo os tratamentos T1- Testemunha, T2- boscalida + cresoxim-metílico 10 g + 20 g 100 L⁻¹, T3- boscalida: 10 g 100 L⁻¹, T4- piraclostrobina: 7,5 g 100 L⁻¹ e T5- boscalida + piraclostrobina: 10 g + 5 ml 100 L⁻¹. FCA/UNESP, São Manuel, 2012.

Tratamentos	SOD		CAT		POD	
	Não enxertada	Enxertada	Não enxertada	Enxertada	Não enxertada	Enxertada
T1	475,60 bA	523,06 aA	0,29 bA	0,31 bA	4,25 cA	4,24 cA
T2	957,22 abA	1227,47 aA	0,99 aA	0,82 aA	7,55 abA	6,18 bcA
T3	1082,27 abA	1114,96 aA	0,63 aA	1,05 aA	5,45 bcA	6,89 abA
T4	1561,13 aA	970,59 aA	0,83 aA	0,74 aA	7,99 aA	8,62 aA
T5	1190,99 abA	815,97 aA	0,64 aA	1,17 aA	6,91 abA	7,56 abA
C.V. (%)	21,71		20,85		17,91	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

Em nenhuma das avaliações anteriormente apresentadas houve interação entre os fatores enxertia e fungicidas, sendo que houve diferença significativa para o fator enxertia apenas para a eficiência do uso de água e na atividade da enzima SOD aos 63 DAT, onde as plantas enxertadas tratadas com boscalida + piraclostrobina foram superiores às plantas não enxertadas.

Tabela 10- Atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg⁻¹ de proteína), atividade da peroxidase (POD, μmol de purpurogalina min⁻¹ mg⁻¹ de proteína) e atividade da catalase (μKat μg⁻¹ de proteína) em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, aos 63 dias após o transplante, sendo os tratamentos T1- Testemunha, T2- boscalida + cresoxim-metílico 10 g + 20 g 100 L⁻¹, T3- boscalida: 10 g 100 L⁻¹, T4- piraclostrobina: 7,5 g 100 L⁻¹ e T5- boscalida + piraclostrobina: 10 g + 5 ml 100 L⁻¹. FCA/UNESP, São Manuel, 2012.

Tratamentos	SOD		CAT		POD	
	Não enxertada	Enxertada	Não enxertada	Enxertada	Não enxertada	Enxertada
T1	789,60 aA	953,59 aA	0,40 aA	0,34 bA	6,11 aA	7,40 bA
T2	1315,73 aA	1007,30 aA	0,50 aA	0,60 abA	11,31 aA	10,11 abA
T3	1436,27 aA	1897,01 aA	0,66 aA	0,69 abA	10,34 aA	11,74 abA
T4	1098,27 aA	1885,90 aA	0,83 aA	1,43 aA	8,64 aA	10,22 abA
T5	1181,67 aB	2488,53 aA	0,65 aA	0,66 abA	11,97 aA	18,30 aA
C.V. (%)	7,13		19,52		19,00	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

4.4 Produção de frutos

Na Tabela 11 constam os dados de produção. Com relação à produtividade (Figura 7), para as plantas não enxertadas, os maiores valores foram obtidos pelos tratamentos boscalida, piraclostrobina e a mistura boscalida + piraclostrobina, sendo que o tratamento boscalida + cresoxim-metílico não se diferenciou desses. Em plantas

enxertadas, todos os tratamentos com fungicidas se diferenciaram da testemunha, sendo superiores à essa.

Não houve diferença estatística para a o número de frutos (Tabela 11) e massa média de frutos (Figura 8, Tabela 11), sendo que o número de frutos médio obtido por todos os tratamentos em plantas não enxertadas foi de 42,41 frutos planta⁻¹ e 44,15 frutos planta⁻¹ para as plantas enxertadas. A massa média dos frutos das plantas não enxertadas foi de 166,74 g fruto⁻¹, enquanto para as plantas enxertadas foi de 147,94 g fruto⁻¹.

Tabela 11- Número, produção total e massa média de frutos comerciais em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, sendo os tratamentos T1- Testemunha, T2- boscalida + cresoxim-metílico 10 g + 20 g 100 L⁻¹, T3- boscalida: 10 g 100 L⁻¹, T4- piraclostrobina: 7,5 g 100 L⁻¹ e T5- boscalida + piraclostrobina: 10 g + 5 ml 100 L⁻¹. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Tratamentos	Número de frutos m ⁻²		Produtividade total (kg m ⁻²)		Massa média (g fruto ⁻¹)	
	Não enxertada	Enxertada	Não enxertada	Enxertada	Não enxertada	Enxertada
T1	33,52 aA	45,46 aA	5,27 cA	5,51 bA	173,21 aA	126,61 aA
T2	39,49 aA	40,39 aA	6,15 bcA	5,77 abA	162,57 aA	150,37 aA
T3	45,74 aA	46,88 aA	7,57 aA	6,77 aA	168,82 aA	147,37 aA
T4	48,96 aA	40,91 aA	7,10 abA	6,53 abA	157,01 aA	166,09 aA
T5	44,32 aA	47,11 aA	6,92 abA	6,75 aA	172,11 aA	149,27 aA
C.V. (%)	26,69		8,66		14,07	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

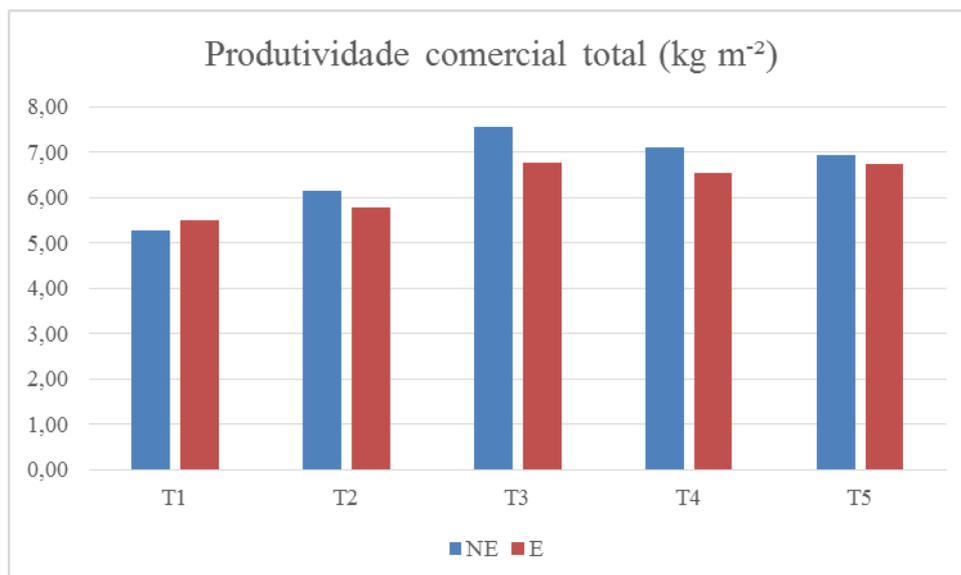


Figura 7- Produtividade total de frutos comerciais (kg m⁻²) de plantas de pimentão não enxertadas (NE) e enxertadas (E), sendo os tratamentos: T1-testemunha, T2-boscalida + cresoxim-metílico, T3- boscalida, T4- piraclostrobina e T5- boscalida + piraclostrobina. FCA/UNESP, São Manuel, 2012.

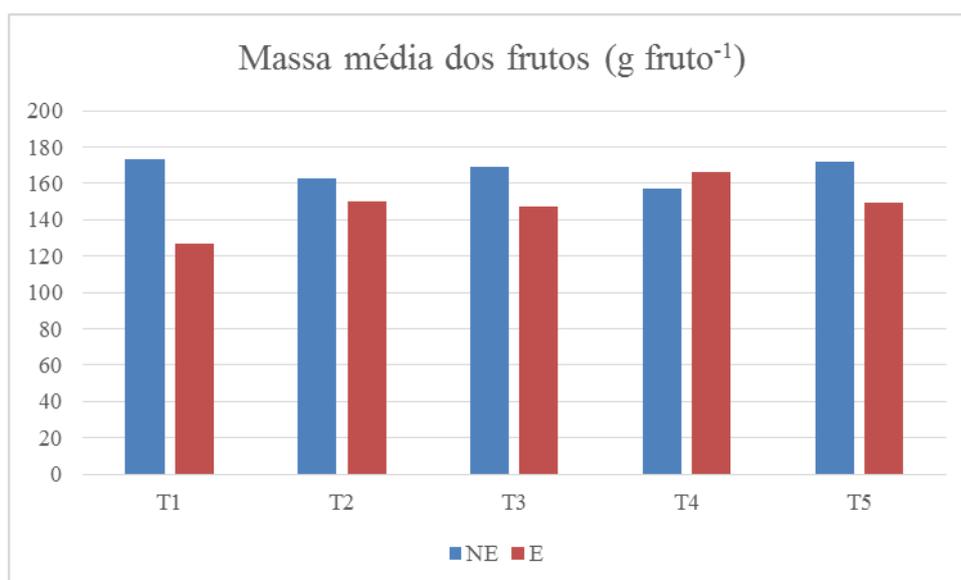


Figura 8- Massa média dos frutos comerciais (g fruto⁻¹) de plantas de pimentão não enxertadas (NE) e enxertadas (E), sendo os tratamentos: T1-testemunha, T2-boscalida + cresoxim-metílico, T3- boscalida, T4- piraclostrobina e T5- boscalida + piraclostrobina. FCA/UNESP, São Manuel, 2012.

Os danos encontrados que classificaram alguns frutos como não comerciais foram frutos deformados e queimados. Na Tabela 12 encontra-se o número de fruto não comerciais, o qual foi muito inferior em relação ao número total de frutos comerciais e não houve diferença entre os tratamentos.

Tabela 12– Número de frutos não comerciais em plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, sendo os tratamentos T1- Testemunha, T2- boscalida + cresoxim-metílico 10 g + 20 g 100 L⁻¹, T3- boscalida: 10 g 100 L⁻¹, T4- piraclostrobina: 7,5 g 100 L⁻¹ e T5- boscalida + piraclostrobina: 10 g + 5 ml 100 L⁻¹. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Tratamentos	Número de frutos não comerciais	
	Não enxertada	Enxertada
T1	1,23 aA	2,08 aA
T2	1,02 aA	1,80 aA
T3	1,45 aA	1,76 aA
T4	1,28 aA	1,99 aA
T5	1,41 aA	1,87 aA
C.V. (%)	44,93	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

De acordo com os valores de comprimento (Tabela 13) e calibre (Tabela 14) dos frutos, na média, todos os tratamentos apresentaram frutos classificados como Extra AA, Classe 12 (exceto a testemunha enxertada) e subclasse 6.

Tabela 13– Comprimento médio (em mm) de frutos de pimentão de plantas enxertadas e não enxertadas, sendo os tratamentos T1- Testemunha, T2- boscalida + cresoxim-metílico 10 g + 20 g 100 L⁻¹, T3- boscalida: 10 g 100 L⁻¹, T4- piraclostrobina: 7,5 g 100 L⁻¹ e T5- boscalida + piraclostrobina: 10 g + 5 ml 100 L⁻¹ FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Tratamentos	Classe	
	Não enxertada	Enxertada
T1	13,11 aA	11,59 aB
T2	13,07 aA	12,65 aA
T3	13,11 aA	12,44 aA
T4	13,34 aA	12,66 aA
T5	13,06 aA	12,12 aA
C.V. (%)	7,35	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

Tabela 14– Calibre médio (em mm) de frutos de pimentão de plantas enxertadas e não enxertadas, sendo os tratamentos T1- Testemunha, T2- boscalida + cresoxim-metílico 10 g + 20 g 100 L⁻¹, T3- boscalida: 10 g 100 L⁻¹, T4- piraclostrobina: 7,5 g 100 L⁻¹ e T5- boscalida + piraclostrobina: 10 g + 5 ml 100 L⁻¹. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Tratamentos	Subclasse	
	Não enxertada	Enxertada
T1	7,14 aA	7,26 aA
T2	6,94 aA	7,20 aA
T3	7,35 aA	7,24 aA
T4	7,40 aA	7,21 aA
T5	7,40 aA	7,26 aA
C.V. (%)	5,41	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

Assim como nas avaliações de classe e calibre dos frutos, a aplicação de fungicidas, bem como, a utilização de plantas enxertadas e não enxertadas não influenciaram significativamente na espessura média da parede dos frutos comerciais de pimentão (Tabela 15). Em avaliação do calibre de frutos de pimentão dos híbridos Rubia R e Margarita enxertados, Santos & Goto (2005) encontraram diferença para essa característica entre os tratamentos, porém, a classificação dos frutos comerciais não foi influenciada por essa diferença.

Tabela 15– Espessura (em mm) da parede de frutos de pimentão de plantas enxertadas e não enxertadas, sendo os tratamentos T1- Testemunha, T2- boscalida + cresoxim-metílico 10 g + 20 g 100 L⁻¹, T3- boscalida: 10 g 100 L⁻¹, T4- piraclostrobina: 7,5 g 100 L⁻¹ e T5- boscalida + piraclostrobina: 10 g + 5 ml 100 L⁻¹. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Tratamentos	Espessura da parede de frutos	
	Não enxertada	Enxertada
T1	4,287 aA	4,492 aA
T2	4,369 aA	4,280 aA
T3	4,285 aA	4,284 aA
T4	4,291 aA	4,336 aA
T5	4,280 aA	4,313 aA
C.V. (%)	4,03	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, sendo letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

Colla et al. (2008) observaram maior produção de número de frutos comerciais em plantas enxertadas em comparação com plantas não enxertadas utilizando os híbridos de pimentão Edo e Lux. Kobori (1999) observou pequeno aumento na produção de frutos em plantas enxertadas quando comparadas com as plantas sem enxertia, utilizando o híbrido Magali R enxertado em onze porta-enxertos resistentes a *Phytophthora capsici*.

Em estudos utilizando os híbridos de pimentão Magali R, Margarita e Elisa e os porta-enxertos AF-2638 e AF-2640, além de plantas não enxertadas, Santos & Goto (2004) observaram que houve maior produtividade em plantas enxertadas em relação às não enxertadas. Santos & Goto (2005) ao estudarem o desempenho agrônômico dos híbridos Rubia R e Margaria com e sem enxertia, utilizando porta-enxertos AF-2638 e AF-2640, não constataram diferenças na produtividade e número de frutos.

Oliveira et al. (2009) não observaram diferenças de produtividade testando o híbrido Rubia R enxertados em pimenta e não enxertados. Além da questão da compatibilidade entre o enxerto e o porta-enxerto, Kobori (1999) ressalta a dificuldade de se obter porta-enxertos resistentes, adaptados ao ambiente e que não interfiram de forma negativa na produção e qualidade dos frutos.

Neste trabalho, para as características de produção, não houve interação entre os fatores enxertia e fungicidas. Considerando apenas o fator enxertia, não houve diferença significativa entre plantas enxertadas e não enxertadas (exceto para a classe). Porém, a enxertia mostrou-se vantajosa devido ao fato de as plantas enxertadas apresentarem produção precoce em relação às plantas não enxertadas (Figura 9).

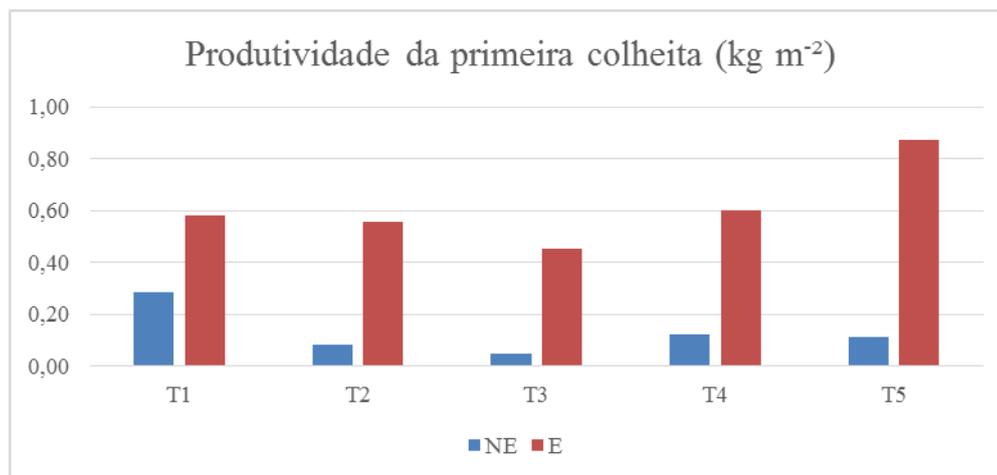


Figura 9- Produtividade da primeira colheita (kg m⁻²) de plantas de pimentão não enxertadas (NE) e enxertadas (E), sendo os tratamentos: T1-testemunha, T2-boscalida + cresoxim-metílico, T3- boscalida, T4- piraclostrobina e T5- boscalida + piraclostrobina. FCA/UNESP, São Manuel, 2012.

Na última colheita (18/06/2012), o pimentão vermelho Extra AA estava cotado a R\$ 2,95/kg (CEAGESP, 2013). Apesar de ser necessário fazer um levantamento para cada colheita, para fins de conhecimento, segue a seguinte consideração: a maior produtividade obtida foi de 7,57 kg m⁻², pelo tratamento com boscalida em plantas não enxertadas em sua forma isolada, o que resulta em R\$ 22,35 m⁻². O tratamento testemunha não enxertado apresentou produtividade de 5,27 kg m⁻², resultando em R\$ 15,55 m⁻², ou seja, uma diferença de R\$ 6,80 m⁻². Já para as plantas enxertadas, a maior produtividade obtida pelo tratamento com boscalida (6,77 kg m⁻²), nesta cotação, resulta em R\$ 19,97, ou seja, uma diferença de R\$ 3,72 m⁻² em relação às plantas sem aplicação de fungicida. Assim, houve incremento de 43,64% na produção de plantas tratadas com boscalida em relação ao tratamento testemunha nas plantas não enxertadas. Em plantas enxertadas esse incremento foi de 22,86%.

4.5 Considerações finais

Apesar de que não houve diferença significativa de produtividade entre as plantas enxertadas e não enxertadas, isto provavelmente se deve ao curto período produtivo que ocorreu neste experimento (5 meses) em comparação com produtores que conseguem alcançar de um a dois anos de produção de pimentão em cultivo protegido. O longo período produtivo, quando alcançado, permite que a enxertia se mostre mais

vantajosa em termos de produção, de forma que as plantas enxertadas possam expressar seu potencial com o maior desenvolvimento das raízes do porta-enxerto.

Neste trabalho, um aspecto relevante quanto às plantas enxertadas foi de que estas produziram precocemente, com produção média de todos os tratamentos 78,80% maior que as plantas não enxertadas na primeira colheita.

Com relação às enzimas antioxidativas, observou-se que, principalmente a CAT e a POD na segunda avaliação, foram efetivas em todos os tratamentos com fungicidas. Todos os fungicidas também foram eficientes no aumento do índice SPAD e maior eficiência fotossintética (em plantas não enxertadas). Os tratamentos com fungicidas também influenciaram na maior atividade da nitrato redutase em plantas enxertadas, sendo que todas essas características refletiram em maior produção de frutos.

Considerando as plantas não enxertadas, o tratamento com maior produtividade (boscalida) obteve incremento de 43,64% em relação ao tratamento sem pulverização de fungicidas. Em plantas enxertadas esse incremento foi de 22,86%.

5 CONCLUSÃO

Em função dos resultados obtidos e nas condições deste trabalho conclui-se que todos os fungicidas testados apresentaram efeitos fisiológicos positivos nas plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas, com maior teor de clorofila, atividade do sistema antioxidativo e produtividade em relação ao tratamento testemunha. Destacou-se o fungicida boscalida, o qual, em plantas não enxertadas, proporcionou incremento na produção de frutos de 43,64% enquanto que em plantas enxertadas houve aumento de 22,86%, em relação ao tratamento testemunha.

6 REFERÊNCIAS

AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> ACESSO em: 05 janeiro 2013.

ALSCHER, R. G.; ERTURK, N.; HEALTH, 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.

ALLAIN, C. C.; POON, L. S.; CHAN, C. S. G.; RICHMOND, W.; FU, P. C. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, v. 120, p. 470-475, 1974.

AMARO, A. C. E. **Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, cultivadas em ambiente protegido**. 2011. 86f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

BANDYOPADHYAY, U.; BANERJEE, D. R. K. Reactive oxygen species: oxidative damage and pathogenesis. **Current Science**, Calcutta, v. 77, p. 658-666, 1999.

BASF. **F500 O fungicida Premium**. Boletim Técnico. São Bernardo do Campo: Basf, 2005. 35p.

BASF. Cantus e Opera são os principais destaques da BASF na Fenicafé 2007. 2007. Disponível em: <<http://www.basf.com.br/default.asp?id=4082>>.

BARTLETT D. W., CLOUGH J. M., GODWIN J. R., HALL A. A., HAMER M., PARRDOBRZANSKI B. The strobilurin fungicides. **Pest Management Science**, v. 58, p.649-662, 2002.

BERRY, J. A.; DOWNTON, W. J. S. Environmental regulation of photosynthesis. Site-specific effects of osmotically induced stromal acidification. **Plant Physiology**, v.72, p.1100-1009, 1983.

BLOKHINA, O.; VIROLAINEN, E.; FAGERSTEDT, K. V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. **Annals of Botany**, London, v. 91, p. 179-194, 2003.

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, Jan. 2003.

BOWLER, C.; VAN MONTAGU, M.; INZE, D. Superoxide dismutase and salt tolerance. **Annual review of plant physiology and plant molecular biology**, Palo Alto, v. 43, p. 83-116, 1992.

BRANDÃO FILHO, J. U. T.; GOTO, R.; GUIMARÃES, V. F.; HABERMANN, G.; RODRIGUES, J. D.; CALLEGARI, O. Influência da enxertia nas trocas gasosas de dois híbridos de berinjela cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.3, p. 474-477, jul.-set., 2003.

BUCHANAN, B. B., GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry and molecular biology of plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. 1367p.

CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H. Classificação de solos usado em levantamentos pedológicos no Brasil. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira do Solo**, Campinas, v. 12, n. 1, p. 11-33, 1987.

CAMPA, A. Biological roles of plant peroxidases: know and potential function. In: EVERSE, J.; EVERSE, K. E.; GRISHAM, M. B. (Eds.). **Peroxidases in chemistry and biology**. Boca Raton: CRC Press, 1991. p. 25-50.

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

CASALI, V. W. D.; SOUZA, R. J. Cultivares de pimentão e pimenta. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.113, p.8-10, 1984.

CEAGESP. Classificação do pimentão. **Programa Horti & Fruti**. São Paulo: CEAGESP, s.d.. 1 folder.

CEAGESP. Cotação de preços. Disponível em: <www.ceagesp.gov.br>. ACESSO em: 01 dezembro 2013.

CHANCE, B.; MAEHLI, A. C.. Assay of catalase and peroxidases. **Methods Enzymol.** 1955, v.2, p.764-775.

COLLA, G.; ROUPHAEL, Y.; CARDARELLI, M.; TEMPERINI, O.; REA, E.; SALERNO, A.; PIERANDREI, F. Influence of grafting on yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown under greenhouse conditions. **Acta Horticulturae** 782:Article 17, 2008.

DE WIT, P. J. How plants recognize pathogens and defend themselves. **Cellular and Molecular Life Science**, In Press. DOI. 10.1007/s00018-007-7284-7, 2007.

DHINDSA, R. S.; DHINDSA, P. P.; THORPE T. A. Leaf senescence: Correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. **J. Exp. Bot.** 1981, v.32, p.93–101.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

ESTALINAU, M. L. L. Aspectos estatísticos sobre pimentão e pimenta em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n.113, p.3-7, 1984.

EVANS, J.R. Nitrogen and photosynthesis in the flag leaf of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Plant Physiology**, 72: 297-302, 1983.

FAGAN, E. B. **A cultura da soja: modelo de crescimento e aplicação de estrobilurina**. 2007. 84f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

FILGUEIRA, F. A. R. Cultura do pimentão. In: FILGUEIRA, F.A.R. **Solanáceas: agrotecnologia moderna na produção de pimentão, pimenta, berinjela e jiló**. Lavras: UFLA, 2003. p. 285-312.

FILGUEIRA, F. A. R. Solanáceas III: Pimentão e Outras Hortaliças-Fruto. In: FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2ª ed. Viçosa. UFV, 2008. 412 p.

GLAAB, J.; KAISER, W. M. Increased nitrate reductase activity in leaf tissues after application of the fungicide Kresoxim-methyl. **Planta**, v. 207,1999, p. 442-8.

GOTO, R. Injerto de hortalizas en Brasil. Abr, 2011. Disponível em: <<http://www.poscosecha.com/downloadpdf.php?file=6/41370848/static/InjertoHortBrasil.pdf>>

GOTO, R.; CAÑIZARES, K. A. L.; STRIPARI, P. C. Fatores que influenciam a enxertia. In: GOTO, R.; SANTOS, H. S.; CAÑIZARES, K. A. L. (Eds.). **Enxertia em Hortaliças**. São Paulo: Editora UNESP, 2003. p. 25-31.

GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). **Pesticide Science**, v.50, p.11-20, 1997.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals and disease. **Biochemical Journal**, London, v. 219, p. 1-14, 1984.

HERNANDEZ, J.A.; FERRER, M.A.; JIMENEZ, A.; BARCELO, A.R.; SEVILLA, F. 60 Antioxidant systems and O₂ / H₂O₂ production in the apoplast of pea leaves. Its relation with salt-induced necrotic lesions in minor veins. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 127, p. 827-831, 2001.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Anuário de informações estatísticas da agricultura**. São Paulo, v. 21, n.1, p.1-127, 2010.

INZÉ, D.; VAN MONTAGU, M., Oxidative stress in plants. **Current Opinion in Biotechnology**, Maryland Heights, v. 6, p. 153-158, 1995.

JADOSKI, C. J.. **Efeitos fisiológicos da piraclostrobina em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) condicionado sob diferentes tensões de água no solo.** 2012. 80f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

KAISER, W.vM.; WEINER, H.; HUBER, S. C. Nitrate reductase in higher plants: A case study for transduction of environmental stimuli into control of catalytic activity. **Physiologia Plantarum**, v.105, 1999, p. 385-90.

KOBORI RF. Controle da murcha de Fitóftora (*Phytophthora capsici*) em pimentão (*Capsicum annuum* L.) através da enxertia. 1999. Botucatu: UNESP-FCA. 138p Tese (Doutorado). 1999.

KOBORI, R. F.; GLORIA, R; BRUNELLI, K. R. Impacto potencial das mudanças climáticas sobre as doenças do pimentão no Brasil. In: GHINI, R.; HAMADA, E. **Mudanças climáticas – Impactos sobre doenças de plantas no Brasil.** Brasília – DF. Embrapa Informação Tecnológica, p. 121-128, 2008.

KÖHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of strobilurin fungicide F 500 on plants. **Biochem Soe Trans**, v.22, n.65, 1994.

KOZLOWSKI, L.A. et al. Efeito fisiológico de estrobilurina F 500® no crescimento e rendimento do feijoeiro. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 41-54, 2009.

LARCHER. W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: Rima Artes e Textos, 2006, 550p.

LEA, P.J. Nitrogen metabolism. In: Plant biochemistry and molecular biology (P.J. Lea & R.C. Leegood, eds.). John Wiley & Sons Ltd, 1993. p.155-180.

LIMA, G. P. P. **Efeito do cálcio sobre o teor de poliaminas e atividade da peroxidase e redutase de nitrato em calos de arroz (*Oryza sativa* L. cv. IAC 4440).** 1994. 85p. Tese

(Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

LIMA, E. D. P.; PASTORE, G. M.; LIMA, C. A. A. Purificação da enzima polifenoloxidase (PPO) de polpa de pinha (*Annona squamosa* L.). **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 98-104, 2001.

LIU, Yi-Fei et al. Grafting helps improve photosynthesis and carbohydrate metabolism in leaves of muskmelon. **International journal of biological sciences**, v. 7, n. 8, p. 1161, 2011.

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

MADALOSSO, M. G. et al. Proteção química e respostas fisiológicas na cultura do arroz irrigado. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 8. 2013, Santa Maria. **CDROM VIII CBAI**, 2013.

MACEDO, A. C. **Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de melão rendilhado, cultivadas em ambiente protegido**. 2012. 66f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

MARCELIS, L. F. M. A simulation model for dry matter partitioning in cucumber. **Annals of Botany** 70: 429-435, 1992.

MARCELIS, L. F. M. Simulation of biomass allocation in greenhouse crops: a review. **Acta Horticulturae** 328: 49-67, 1993.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 2 ed. Editora UFV, Viçosa, MG. 469 pp., 2007.

MOLLER, I. M.; JENSEN, P. E.; HANSSON, A. Oxidative modifications to cellular components in plants. **Annual Review of Plant Biology**, Palo Alto, v. 58, p. 459-481, 2007.

MORI, A. Sem doenças de solo. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, RS, n.27, ago.-set. 2004.

MUELLER, D. S.; BRADLEY, C. A.; NIELSEN, J. **Field crop fungicides for the north central United States**. Agricultural Experiment Station, Iowa State University, 2008.

NASON, M. A.; FARRAR, J.; BARTLETT, D. Strobilurin fungicides induce changes in photosynthetic gas exchange that do not improve water use efficiency of plants grown under conditions of water stress. **Pest management science**, v. 63, n. 12, p. 1191-1200, 2007.

OLIVEIRA, C. G.; ROCHA, C. L.; FELIPPE, J. M.; BELGIOMINI, E. Eficácia do fungicida Cantus (Boscalid) no controle de pinta preta em tomate estaqueado. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 43., 2003b, Recife. **Anais CBO**, 2003.

OLIVEIRA, C. D.; BRAZ, L. T.; SANTOS, J M; BANZATTO, D. A.; OLIVEIRA, P. R. Resistência de pimentas a nematóides de galha e compatibilidade enxerto/porta-enxerto entre híbridos de pimentão e pimentas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, Dez. 2009

PASSARDI, F.; PENEL, C.; DUNAND, C. Performing the paradoxical: how plant peroxidases modify the cell wall. **Trends Plant Science**, Amsterdam, v. 65, p. 1879-1893, 2004.

POPOV, E. G.; TALANOV, A. V.; KURETS, V. K.; DROZDOV, S. N. Effect of temperature on diurnal changes in CO₂ Exchange in intact cucumber plants. **Russian Journal of Plant Physiology**, v.50, n.2, p.178-182, 2003.

QUEIROGA, R. C. F.; NOGUEIRA, I. C. C.; BEZERRA NETO, F.; MOURA, A. R. B.; PEDROSA, J. F. Utilização de diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p.416-418, set. 2002.

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química da fertilidade dos solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285p.

RAMOS, A. C. **Produtos de efeitos fisiológicos no desenvolvimento de plantas de tomate ‘Giuliana’, na produção e pós-colheita de frutos**. 2013. 143f. Dissertação

(Doutorado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). **Capsicum. Pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 113p.

RESENDE, M. L. V.; SALGADO, S. M. L.; CHAVES, Z. M. Espécies ativas de oxigênio na resposta de defesa de plantas à patógenos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 123-130, 2003.

RIBEIRO, C. S. C. Desidratação de hortaliças como alternativa de mercado. *Horticultura Brasileira*, v.14, n.2, 1996.

ROBINSON, D. S. Food Biochemistry and Nutritional Value. **Logman Scientific and Technical**: Essex, 1987. 320 p.

RODRIGUES, M. A T. **Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo FRAC**. 2006. 249 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

RODRIGUES, M. A. T. **Avaliação do efeito fisiológico do uso de fungicidas na cultura de soja**. 2009. 197f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queirós”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

ROJAS, J. A. V.; SÁENZ, E. O.; RIGOVERTO, E. V.; LOZANO, C. G. S. V. Efecto del injerto sobre el rendimiento en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum L.*) en invernadero. XXX Ciclo de Seminarios de Posgrado e Investigación, jun. 2009. Disponível em:

<<http://www.agronomia.uanl.mx/pruebas/JUDITH%20ARLETTE%20VILLASANA%20ROJAS%20PAG%2063-68.pdf>>

SAKATA SEED SUDAMERICA – Catálogo de produtos. Disponível em: <<http://www.sakata.com.br/>> ACESSO em: 05 janeiro 2012.

SAN BAUTISTA, A.; CALATAYUD, A.; NEBAUER, S. G.; PASCUAL, B.; MAROTO, J. V.; LÓPEZ-GALARZA, S. Effects of simple and double grafting melon plants on

mineral absorption, photosynthesis, biomass and yield. **Scientia Horticulturae**, v. 130, n. 3, p. 575-580, 2011.

SANTOS, H. S.; GOTO, R. Enxertia em plantas de pimentão no controle da murcha de fitóftora em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, Mar. 2004

SANTOS, H. S.; GOTO, R. Desempenho produtivo de plantas de pimentão enxertadas e não enxertadas. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 45., 2005, Fortaleza. **Horticultura Brasileira**, Brasília: ABH, 2005. (CD-Rom).

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

SCANDALIOS, J. G. Oxidative stress: molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, Ribeirão Preto, v. 38, n. 7, p. 995-1014, 2005.

SCIVITTARO, W. B.; MELO, A. M. T.; TAVARES, M.; AZEVEDO FILHO, J. A. de; CARVALHO, C. R. L.; RAMOS, M. T. B. Caracterização de híbridos de pimentão em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 147-150, jul. 1999.

SERRANO CERMEÑO, Z. Controle da atmosfera da estufa. In: SERRANO CERMEÑO, Z. **Estufas: instalações e manejo**. Lisboa: Litexa, 1990. p. 238-301.

SHEWRY, P. R.; LUCAS, J. A. Plant proteins that confer resistance to pests and pathogens. **Advances In Botanical Research Incorporating Advances In Plant Pathology**, v. 26, p. 135-192, 1997.

SIEGEL, B.Z. Plant peroxidases: an organism perspective. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 12, p. 303-312, 1993.

SOLOMONSON, L. P.; BARBER, M. J. Assimilatory nitrate reductase: functional properties and regulation. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology** 41:225-253, 1990.

STREETER, J. G.; BOSLER, M. E. Comparison of in vitro and in vivo assays for nitrate reductase in soybean leaves. **Plant Physiology**., v.49, p.448, 1972.

STRID, A.; CHOW, W. S.; ANDERSON, J. M. UV-B damage and protection at the molecular level in plants. **Photosynthesis Research**, The Hague, v. 39, p. 475-489, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 820 p.

TÖFOLI, J. G. Pinta preta - uma ameaça constante aos cultivos da batata e do tomate. **Revista Cultivar**, Pelotas, fev./mar., 2004.

TIVELLI, S. W. A cultura do pimentão. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (Org.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Editora UNESP, 1998. P.225-256.

TSANG, E. W. T. et al. Differential regulation of superoxide dismutases in plants exposed to environmental stress. **Plant Cell**, Rockville, v. 3, p. 783-792, 1991.

VENTURE can produce a crop that will stand out from the rest. **Crop Protection**, Guildford, v. 29, p. 27, 2006.

YANG, Z.; MIDMORE, D. J. A model for the circadian oscillations in expression and activity of nitrate reductase in higher plants. **Annals of Botany**, London, v. 96, n. 6, p. 1019-1026, 2005.

YPEMA, H. L.; GOLD, R. E. Kresoxim-methyl modification of a naturally occurring compound to produce a new fungicide. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 83, n. 1, p. 4-19, 1999.

YUN, H; RAO, T.; TIAN, T. Basf launches new fungicide Cantus in China. 2006. Disponível em: <http://greater-china.basf.com/apex/GChina/GChina/en/function/conversions:/publish/GChina/upload/new/cur/NR_-_Cantus_fungi_China_launch_21dec06_-_e.pdf>.