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

EFEITOS FISIOLÓGICOS DE FUNGICIDAS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE PEPINO JAPONÊS ENXERTADAS E NÃO ENXERTADAS, CULTIVADAS EM AMBIENTE PROTEGIDO

AMANDA CRISTINA ESTEVES AMARO

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

BOTUCATU - SP
(Fevereiro – 2011)

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

EFEITOS FISIOLÓGICOS DE FUNGICIDAS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE PEPINO JAPONÊS ENXERTADAS E NÃO ENXERTADAS, CULTIVADAS EM AMBIENTE PROTEGIDO

AMANDA CRISTINA ESTEVES AMARO

Orientador: Prof. Dr. João Domingos Rodrigues

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

BOTUCATU - SP
(Fevereiro – 2011)

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

Amaro, Amanda Cristina Esteves, 1985-
A485e Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, cultivadas em ambiente protegido / Amanda Cristina Esteves Amaro. – Botucatu : [s.n.], 2011

x, 86 f. : ils., gráfs., tabs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2011
Orientador: João Domingos Rodrigues
Inclui bibliografia

1. Estrobilurinas. 2. Piraclostrobina. 3. Boscalida. 4. Trocas gasosas. 5. Atividade enzimática. 6. *Cucumis sati-vus*. I. Rodrigues, João Domingos. II. Universidade Esta-dual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botu-catu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **"EFEITOS FISIOLÓGICOS DE FUNGICIDAS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE PEPINO JAPONÊS ENXERTADAS E NÃO ENXERTADAS, CULTIVADAS EM AMBIENTE PROTEGIDO".**

ALUNA: AMANDA CRISTINA ESTEVES AMARO

ORIENTADOR: PROF. DR. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES

Aprovado pela Comissão Examinadora

PROF. DR. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES

PROFª DRª RUMY GOTO

PROF. DR. MARCOS ANTONIO BACARIN

Data da Realização: 25 de fevereiro de 2011.

Dedico este trabalho ao meu noivo Alexandre, aos meus pais, Antonio e Maria Alice e a minha irmã Ariane, que sempre me apoiaram em tudo e estiveram comigo em todos os momentos dando-me a força necessária para continuar e a possibilidade de concluir mais esta etapa na minha vida.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por sempre estar presente em minha vida e guiar todos os meus passos, possibilitando a conquista de mais esta etapa da minha formação profissional e pessoal.

Ao meu noivo Alexandre, pela paciência, carinho, amor, ajuda e apoio, sempre estando comigo, mesmo nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais, Antonio e Maria Alice, e a minha irmã Ariane, por todo o apoio, paciência, dedicação, confiança e amor dedicados a mim durante toda a minha vida.

Ao meu avô Antonio e a minha avó Alice, por todo o carinho, incentivo e valiosos aprendizados. E em memória da minha avó Maria, que ficará sempre na minha lembrança, por todos os ensinamentos e amor dedicado.

Ao meu orientador Prof. Dr. João Domingos Rodrigues, por todo apoio, ensinamentos, amizade e confiança depositada em mim, que proporcionaram meu crescimento profissional e a realização deste trabalho.

À Profª Drª Elizabeth Orika Ono e à Profª Drª Rumy Goto, pela ajuda, amizade, ensinamentos e disponibilidade sempre que precisei.

À Profª Drª Martha Maria Mischan, pela orientação na análise estatística do experimento.

Às grandes amigas e companheiras de laboratório Ana Claudia Macedo e Anamaria Ribeiro Pereira Ramos, por todas as horas de convívio, companheirismo e muito trabalho durante toda a execução desse trabalho.

Aos estagiários Guilherme, Fernando e Gustavo, por toda ajuda para o desenvolvimento desse trabalho.

Ao meu amigo Valdir Zucareli, pela amizade, ensinamentos e continuar me apoiando em todas as horas.

Aos amigos Leonardo e Tainara, por todos os ensinamentos bioquímicos e pela paciência.

Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa de São Manuel, em especial aos funcionários Geraldo e Nilton, por toda ajuda e ensinamentos.

Aos funcionários do Departamento de Botânica, em especial ao técnico José Eduardo, por toda ajuda e ensinamentos. E ao Departamento de Produção Vegetal (Horticultura), por toda ajuda e apoio.

À minha amiga Ana Claudia Teixeira Frederico pela amizade, carinho e momentos maravilhosos.

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

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Horticultura) e aos docentes do departamento de Botânica, pelos ensinamentos fundamentais para a minha formação.

À Faculdade de Ciências Agronômicas, pertencente à Universidade Estadual Paulista, *Câmpus* de Botucatu, por todo apoio que me foi dado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pela bolsa de estudos concedida para a realização desse trabalho.

Muito obrigada!

"(...) a ciência não morre... Morremos nós, ela sobrevive com todas as graças do primeiro dia, ou ainda maiores, porque cada descoberta é um encanto novo (...)."

(Machado de Assis)

Sumário

RESUMO 1
SUMMARY 3
1 Introdução 5
2 Revisão de Literatura 7
2.1 Origem, classificação botânica 7
2.2 Importância econômica 7
2.3 Fisiologia do pepineiro 8
2.4 Cultivo protegido 9
2.5 Enxertia 10
2.6 Produtos de Efeitos Fisiológicos 13
2.7 Trocas gasosas 18
2.8 Estresse Oxidativo 20
2.9 Nitrato redutase 22
3 Objetivos 25
3.1 Objetivo geral 25
3.2 Objetivos específicos 25
4 Material e Métodos 26
4.1 Localização do experimento 26
4.2 Solo 26
4.3 Semeadura, enxertia e transplante 27
4.4 Delineamento experimental e tratamentos 29
4.5 Condução das plantas, tratos culturais e colheita 31
4.6 Características medidas 32
4.6.1 Produção 32
4.6.2 Trocas gasosas 34
4.6.3 SPAD 36
4.6.4 Atividade enzimática 36
4.7 Anáise estatística 37

5 Resultados e Discussão 38
5.1 Curso diário das trocas gasosas 38
5.2 Dependência da fotossíntese em relação à radiação 45
5.3 Efeitos fisiológicos dos fungicidas no desenvolvimento de plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas 47
6 Conclusão 78
7 Referências 79

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Propriedade de redistribuição das estrobilurinas 14
Tabela 2 - Nome comum, grupo químico, grupo do modo de ação, código FRAC e fórmula estrutural da piraclostrobina. 17
Tabela 3 - Nome comum, grupo químico, grupo do modo de ação, código FRAC e fórmula estrutural da azoxistrobina..... 17
Tabela 4 - Nome comum, grupo químico, grupo do modo de ação, código FRAC e fórmula estrutural do boscalida..... 18
Tabela 5 - Resultado da análise de solo. 26
Tabela 6 - Recomendação de nutrientes para o pepino sob cultivo protegido, conforme a fase de desenvolvimento da cultura..... 27
Tabela 7 - Número de frutos totais e produção total em kg/m^2 de ambiente protegido; e peso médio total dos frutos em plantas de pepino enxertadas e não enxertadas (pé-franco), com aplicação de diferentes fungicidas..... 49
Tabela 8 - Número de frutos comerciais e produção comercial kg/m^2 de ambiente protegido; e peso médio comercial dos frutos em plantas de pepino enxertadas e não enxertadas (pé-franco), com aplicação de diferentes fungicidas..... 50
Tabela 9 - Índice de clorofila presente nas folhas, em unidades SPAD, em plantas de pepino enxertadas e não enxertadas (pé-franco), com aplicação de diferentes fungicidas aos 36, 57 e 80 dias após o transplante das mudas (DAT).. 51
Tabela 10 - 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 pepino japonês, enxertadas e não enxertadas aos 43 DAT 53
Tabela 11 - Eficiência do uso da água (A/E, µmolCO_2 (mmol H_2O)$^{-1}$) e eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 43 DAT 53
Tabela 12 - 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 pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 49 DAT 54
Tabela 13 - Eficiência do uso da água (A/E, µmolCO_2 (mmol H_2O)$^{-1}$) e eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 49 DAT 55

Tabela 14- 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 pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 57 DAT 57
Tabela 15 - Eficiência do uso da água (A/E, µmolCO_2 (mmol $H_2O)^{-1}$) e eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 57 DAT 57
Tabela 16 - 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 pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 63 DAT 59
Tabela 17 - Eficiência do uso da água (A/E, µmolCO_2 (mmol $H_2O)^{-1}$) e eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 63 DAT 61
Tabela 18 - Atividade da nitrato redutase (NR, µg nitrito min^{-1} g^{-1}) em plantas de pepino enxertadas e não enxertadas (pé-franco), aos 35, 56 e 73 dias após o transplante (DAT)..... 62
Tabela 19- Peroxidação lipídica (TBARS, nmol g^{-1} de matéria fresca), atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg^{-1} de proteina), atividade da peroxidase (POD, µmol de purpurogalina min^{-1} mg^{-1} de proteína) e atividade da catalase (µKat µg^{-1} de proteina) em plantas de pepino enxertadas e não enxertadas (pé-franco), aos 35 dias após o transplante (DAT)..... 63
Tabela 20 - Peroxidação lipídica (TBARS, nmol g^{-1} de matéria fresca), atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg^{-1} de proteina), atividade da peroxidase (POD, µmol de purpurogalina min^{-1} mg^{-1} de proteína) e atividade da catalase (µKat µg^{-1} de proteina) em plantas de pepino enxertadas e não enxertadas (pé-franco), aos 56 dias após o transplante (DAT)..... 64
Tabela 21 - Peroxidação lipídica (TBARS, nmol g^{-1} de matéria fresca), atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg^{-1} de proteina), atividade da peroxidase (POD, µmol de purpurogalina min^{-1} mg^{-1} de proteína) e atividade da catalase (µKat µg^{-1} de proteina) em plantas de pepino enxertadas e não enxertadas (pé-franco), aos 73 dias após o transplante (DAT)..... 65

Índice de Figuras

Figura 1 - Reações catalisadas pela superóxido dismutase (SOD), pela catalase (CAT) e pela peroxidase (POD). 22
Figura 2 - Representação esquemática do método de enxertia de encostia....28
Figura 3 - Planta de pepino 'Taisho', enxertada por encostia sobre abóbora 'Excitte-Ikky' 29
Figura 4 - Plantas de pepino enxertadas e não enxertadas recém transplantadas em cultivo protegido....30
Figura 5 - Planta de pepino enxertada, 18 dias após o transplante....31
Figura 6 - Visualização da mangueira de gotejamento.. 32
Figura 7 - Avaliação de comprimento (A), diâmetro (B) e massa (C).. 33
Figura 8 - Frutos recém colhidos....33
Figura 9 - Visualização da avaliação das trocas gasosas, em plantas de pepino. 35
Figura 10 - Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA, µmol m^{-2} s^{-1}), temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) em duas épocas diferentes (03/11/2009 e 13/09/2010), dentro do cultivo protegido, no período das 8h às 18h horas.. 39
Figura 11 - Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}), condutância estomática (g_s, mol $m^{-2}s^{-1}$) e taxa de transpiração (E, mmol m^{-2} s^{-1}) de plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas (pé-franco), em duas épocas diferentes (03/11/2009 e 13/09/2010), no período das 8h às 18h horas 41
Figura 12 - Concentração interna de CO_2 na folha (Ci, µmol mol^{-1}), eficiência do uso da água (A/E, µmolCO_2 (mmol $H_2O)^{-1}$) e temperatura da folha de plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas (pé-franco), em duas épocas diferentes (03/11/2009 e 13/09/2010), no período das 8h às 18h horas.. 43
Figura 13 - Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}), de acordo com a radiação densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA, µmol m^{-2} s^{-1}) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas. 46
Figura 14 - Variação das temperaturas máximas e mínimas do ar, avaliadas diariamente dos 20 DAT aos 80 DAT, sob cultivo protegido. 47
Figura 15 - Variação das umidades relativas máximas e mínimas do ar, avaliadas diariamente dos 20 DAT aos 80 DAT, sob cultivo protegido. 48

Figura 16- Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}); taxa de transpiração (E, mmol m^{-2} s^{-1}); condutância estomática (g_s, mol m^{-2} s^{-1}) e eficiência do uso da água (A/E,µmolCO_2(mmol $H_2O)^{-1}$) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 43 DAT.....52
Figura 17 - Eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 43 DAT 54
Figura 18- Eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 49 DAT 55
Figura 19 - Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}); taxa de transpiração (E, mmol m^{-2} s^{-1}); condutância estomática (g_s, mol m^{-2} s^{-1}) e eficiência do uso da água (A/E,µmolCO_2(mmol $H_2O)^{-1}$) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 49.....56
Figura 20- Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}); taxa de transpiração (E, mmol m^{-2} s^{-1}); condutância estomática (g_s, mol m^{-2} s^{-1}) e eficiência do uso da água (A/E,µmolCO_2(mmol $H_2O)^{-1}$) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 57 DAT.....58
Figura 21 - Eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 57 DAT 59
Figura 22- Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}); taxa de transpiração (E, mmol m^{-2} s^{-1}); condutância estomática (g_s, mol m^{-2} s^{-1}) e eficiência do uso da água (A/E,µmolCO_2(mmol $H_2O)^{-1}$) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 63 DAT.....60
Figura 23 - Eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 63 DAT 61

EFEITOS FISIOLÓGICOS DE FUNGICIDAS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE PEPINO JAPONÊS ENXERTADAS E NÃO ENXERTADAS, CULTIVADAS EM AMBIENTE PROTEGIDO

RESUMO

As estrobilurinas são fungicidas com efeitos fisiológicos positivos no rendimento das culturas, devido ao aumento da fotossíntese líquida e melhor balanço hormonal. O boscalida complementa a ação desses fungicidas, seja aplicado alternadamente, seja aplicado em conjunto. E, assim como as estrobilurinas, é um fungicida sistêmico que funciona preventivamente inibindo a germinação de esporos, e possui pouco efeito curativo; portanto, a aplicação preventiva desses produtos traz como benefícios, além de proteger a planta, o de incrementar a produção através de seus benefícios fisiológicos. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de piraclostrobina, azoxistrobina e boscalida em pepino japonês (*Cucumis sativus* L.) enxertado e não enxertado, em condições de ambiente protegido, visando a seus efeitos fisiológicos no metabolismo e desenvolvimento da planta, bem como no aumento da produção e qualidade dos frutos. O experimento foi conduzido em área experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista, *Campus* de Botucatu-SP em ambiente protegido. O delineamento experimental foi inteiramente casualisado, fatorial 2 x 5, sendo plantas de pepino enxertadas e plantas não enxertadas e 5 tratamentos com fungicidas: testemunha, azoxistrobina 60g ha^{-1}, boscalid 50g ha^{-1}, piraclostrobina 50 g ha^{-1}, boscalid (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50 g ha^{-1}), aplicados 18 dias após o transplante a intervalos de 7 dias, via foliar**.** O efeito dos tratamentos foi avaliado através das observações das seguintes características: produção de frutos e massa média do fruto, trocas gasosas, índice de clorofila nas folhas e atividade das enzimas peroxidase, superóxido dismutase, catalase e nitrato redutase. Em função dos resultados obtidos, conclui-se que os fungicidas testados apresentam efeitos fisiológicos positivos nas plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, sendo que esses efeitos ficaram mais evidentes nas plantas enxertadas, nas quais todos os fungicidas aumentaram a produção de frutos, a atividade da enzima nitrato redutase (no início do desenvolvimento), além da atividade do sistema antioxidativo e o índice de clorofila. No entanto, somente a mistura de

piraclostrobina + boscalida e o boscalida, aplicado isoladamente, retardaram o amarelecimento nas folhas. Além disso, a piraclostrobina foi o fungicida que mais influenciou positivamente nas trocas gasosas nessas plantas. Em contrapartida, naquelas não enxertadas, somente a mistura de piraclostrobina + boscalida trouxe esses efeitos fisiológicos positivos.

Palavras chaves: estrobilurinas, piraclostrobina, boscalida, trocas gasosas, atividade enzimática, produção, *Cucumis sativus*.

PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF FUNGICIDES IN DEVELOPMENT OF GRAFTED AND NON-GRAFTED JAPANESE CUCUMBER PLANTS, IN GREENHOUSE CONDITION. Botucatu, 2011. 86p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: AMANDA CRISTINA ESTEVES AMARO
Adviser: JOÃO DOMINGOS RODRIGUES

SUMMARY

Strobilurins are fungicides of positive physiological effects on crop yield due to increased net photosynthesis and improved hormone balance. Boscalid complements the action of these fungicides, applied alternately or together. And, as the strobilurins, is a systemic fungicide that works preemptively inhibiting germination of spores, and has little curative effect; therefore the preventive application of these products protect the plant and increases production through its physiological benefits. This experiment aimed to evaluate the effect of applying pyraclostrobin, azoxystrobin and boscalid in japanese cucumber (*Cucumis sativus* L.) grafted and non-grafted, in greenhouse conditions, aiming to their physiological effects on metabolism and plant development, as well as increased production and fruit quality. The study was conducted in an experimental area which belongs to the School of Agronomical Sciences (FCA), São Paulo State University (UNESP), C*ampus* Botucatu, in greenhouse conditions. Experimental design was completely randomized, 2 x 5 factorial arrangement, including grafted cucumber plants and non-grafted plants and 5 fungicide treatments: control, azoxystrobin 60g ha^{-1}, boscalid 50g ha^{-1}, pyraclostrobin 50 g ha^{-1}, boscalid (100g ha^{-1}) + pyraclostrobin (50 g ha^{-1}), sprayed 18 days after transplant (DAT) at 7-day intervals into leaves. The effect of the treatments was evaluated through observations of the following: fruit production and fruit weight, gas exchanges, leaf chlorophyll content and activity of peroxidase, superoxide dismutase, catalase and nitrate reductase. Based on these results, we conclude that the tested fungicides have positive physiological effects on Japanese cucumber plants grafted and non-grafted, and these effects were more evident in grafted plants, in which all fungicides increased yield, nitrate reductase activity (in early development), also antioxidative system activity and chlorophyll content. However, only the mixture of pyraclostrobin + boscalid and boscalid, applied alone, slowed the

yellowing leaves. Moreover, pyraclostrobin was the most positive influence on gas exchange in these plants. By contrast, in non-grafted plants, only the mixture of pyraclostrobin + boscalid brought these positive physiologic effects.

Keywords: strubilurins, pyraclostrobin, boscalid, gas exchanges, enzymes activity, production, *Cucumis sativus*.

1 Introdução

O pepino tem crescido cada vez mais em importância no Brasil por ser um fruto bastante apreciado e consumido sob a forma de fruto imaturo em saladas, curtido em salmoura ou vinagre (CARDOSO & SILVA, 2003). Além disso, é um alimento energético, com elevado teor de açúcar, vitaminas A, B_1, B_2 e C, cálcio, fósforo e ferro (CAÑIZARES, 1998).

Foram comercializadas 46.043 toneladas de pepino no CEAGESP – SP durante o ano de 2008. Somente de janeiro a julho desse mesmo ano foram comercializadas 25.885 toneladas, já no mesmo período de 2009 houve um aumento de 617 toneladas, totalizando 26.502 toneladas, isso comprova a crescente importância econômica dessa cultura (AGRIANUAL, 2010).

Do ponto de vista fisiológico, a prática agrícola objetiva maximizar a eficiência fotossintética das culturas, visando a ganhos de produtividade e qualidade da produção final; por isso é importante buscar informações sobre a assimilação do CO_2, assim como sobre a eficiência do uso da água durante essa assimilação (BRANDÃO FILHO et al., 2003).

Até pouco tempo atrás, o controle de doenças era o único objetivo do uso de fungicidas; no entanto, atualmente, observou-se que as estrobilurinas, além de sua ação antifúngica, possuem efeitos fisiológicos positivos no rendimento das culturas sobre as quais são aplicadas, causando possíveis alterações no metabolismo e crescimento (KÖHLE et al., 1994). Esse fato foi observado, pois, mesmo sem qualquer alteração ocasionada por fungos patogênicos, as plantas tratadas com essa substância apresentaram maior vigor e maior produção, quando comparadas às plantas sem tratamento. Estudos em plantas de trigo comprovaram esse resultado,

demonstrando que plantas tratadas com estrobilurinas aumentaram significativamente sua produção (KÖHLE et al., 1994).

O efeito fisiológico observado é resultante do aumento da fotossíntese líquida, pois reduz temporariamente a respiração das plantas, o que provoca menor perda de carbono, gerando mais energia para a planta. Além disso, aumenta a atividade da enzima nitrato-redutase e provoca melhor balanço hormonal, aumentando IAA, I_6-ADE (Isopentenil Adenina) e o ABA e diminuindo a produção de etileno (YPEMA & GOLD, 1999).

O boscalida complementa a ação das estrobilurinas, seja aplicado alternadamente, seja aplicado em conjunto. E, assim como as estrobilurinas, é um fungicida sistêmico que funciona preventivamente inibindo a germinação de esporos, e possui pouco efeito curativo. Além disso, aparentemente, ele possui os mesmos efeitos fisiológicos das estrobilurinas (VENTURE, 2006).

2 Revisão de Literatura

2.1 Origem, classificação botânica

Dentre as culturas oleráceas, está presente a família das cucurbitáceas, uma das mais importantes famílias de plantas utilizadas para a produção de alimentos e fibras. É formada por cerca de 80 gêneros e mais de 800 espécies (LOPES, 1991; BISOGNIN, 2002).

No Brasil, as cultivares de pepino são divididas em pepino de salada que é subdividido em: pepino Aodai, pepino caipira e pepino japonês (LOPES et al., 1999). No Estado de São Paulo predominam, atualmente, híbridos do tipo japonês (CARDOSO, 2007), que vêm ocupando cada vez mais espaço no Brasil, pois os frutos são caracterizados por sua alta qualidade e palatabilidade, sendo o fruto preferido em mercados exigentes, como o da capital paulista. Os frutos são verde-escuros, bastante longos (acima de 25 cm de comprimento) e afilados (2 a 3 cm) (FILGUEIRA, 2000; LOPES et al., 1999).

2.2 Importância econômica

Além do valor econômico e alimentar, o cultivo de cucurbitáceas tem grande importância social na geração de empregos diretos e indiretos, pois demanda grande quantidade de mão de obra, desde o cultivo até a comercialização, sendo a cultura do pepino (*Cucumis sativus* L.) uma das que mais demandam mão de obra pela necessidade de tutoramento, desbrotas e colheitas múltiplas (LOPES, 1991; CAÑIZARES, 1998).

O pepino tem crescido cada vez mais em importância no Brasil por ser um fruto bastante apreciado e consumido sob a forma de fruto imaturo em saladas, curtido em

salmoura ou vinagre (CARDOSO & SILVA, 2003). Além disso, é um alimento energético com elevado teor de açúcar, vitaminas A, B_1, B_2 e C, cálcio, fósforo e ferro (CAÑIZARES, 1998).

Foram comercializadas 46.043 toneladas de pepino no CEAGESP – SP durante o ano de 2008. Somente de janeiro a julho desse mesmo ano foram comercializadas 25.885 toneladas, já no mesmo período de 2009 houve um aumento de 617 toneladas, totalizando 26.502 toneladas, isso comprova a crescente importância econômica dessa cultura (AGRIANUAL, 2010).

2.3 Fisiologia do pepineiro

A cultura do pepino adapta-se melhor a solos de textura média, leves, embora possa tolerar solos argilosos; sua faixa de pH favorável é de 5,5 a 6,8. A adubação orgânica e a fosfatagem podem favorecer a produtividade, se efetuadas semanas antes da semeadura e do transplante (FILGUEIRA, 2000). Além disso, o pepineiro tem preferência por solos bem estruturados, profundos, de relevo plano ou com suaves ondulações, permeáveis e ricos em material orgânico (CAÑIZARES, 1998).

A umidade relativa ótima para a cultura do pepino é de 70 a 90%; uma umidade relativa muito alta é condição favorável para a incidência de doenças; valores muito baixos interferem na desidratação dos tecidos, aborto de flores, diminuição do crescimento vegetativo, aumento da transpiração e aparecimento de morfologias anormais devido ao desequilíbrio hormonal (CAÑIZARES, 1998).

O pepineiro não é adaptado ao cultivo sob baixas temperaturas, podendo ser destruído pela geada, sendo o seu desenvolvimento favorecido por temperaturas quentes, adaptando-se às temperaturas amenas (FILGUEIRA, 2000; CARDOSO & SILVA, 2003); a temperatura ótima para o seu crescimento está entre 18-24ºC e sua germinação pode ser limitada por temperaturas iguais ou inferiores a 10ºC (CAÑIZARES, 1998).

Segundo Seleguini et al. (2004), trata-se de uma espécie de clima quente e, por isso, é cultivada comumente na primavera-verão; no entanto, em plantios de outono-inverno, o fotoperíodo é mais curto, a intensidade luminosa é baixa e as temperaturas noturnas são amenas, o que tende a estimular a formação de flores femininas, resultando na elevação da

produtividade, em cultivares monóicas, desde que o frio não seja um fator limitante para o desenvolvimento da cultura.

As flores do pepineiro são amarelas, com 2 a 3 cm de diâmetro; as masculinas possuem pedúnculos curtos e apresentam-se agrupadas; já as femininas ocorrem isoladas nas axilas. Dependendo da cultivar e dos fatores edafo-climáticos, podem começar a florescer aos 25 dias após a germinação, sem depender do fotoperíodo, podendo durar de 90 a 180 dias (CAÑIZARES, 1998).

Ainda que o fator genético seja bastante relevante na expressão sexual, esta também é influenciada pelo ambiente. Assim, observou-se que o fotoperíodo (dias longos) e as altas temperaturas favorecem a formação de flores masculinas; além disso, a baixa umidade do solo acelera o aparecimento de flores masculinas, mas, se houver aumento na adubação nitrogenada, irá induzir o aparecimento de flores femininas (CAÑIZARES, 1998).

Devido a essas características, a partir da década de 80, o produtor brasileiro passou a valer-se do cultivo protegido, como uma forma de tentar favorecer o desenvolvimento dessas plantas (CARDOSO & SILVA, 2003).

2.4 Cultivo protegido

As casas de vegetação são instrumentos para proteção ambiental durante a produção de plantas. Trata-se de estruturas que podem ser construídas com diversos materiais, como madeira, concreto, ferro, alumínio, etc. e cobertas com materiais transparentes, que permitam a passagem da luz solar para crescimento e desenvolvimento das plantas (REIS, 2005). A plasticultura permite uma produção mais segura, com menor risco de perdas devido a fatores climáticos adversos, como vento, geada, granizo e chuvas, causando importantes modificações microclimáticas (MACEDO JUNIOR et al., 2001).

A cultura em ambiente protegido favorece o desenvolvimento das plantas durante o inverno devido ao “efeito estufa”, ou seja, durante o dia, permite a passagem dos raios solares para o seu interior, através de material transparente às radiações solares e opaco às radiações infravermelhas de onda longa, emitidas pelo solo e pelas plantas, retardando a perda de calor no interior da estrutura, causando pequena elevação da temperatura e durante o verão, apresenta o “efeito guarda-chuva”, ou seja, protege a cultura contra a alta pluviosidade (CAÑIZARES, 1998;

FILGUEIRA, 2000). Além disso, a cobertura plástica atenua a radiação solar global e incrementa a radiação difusa, a qual corresponde à fração de radiação difundida pela atmosfera (CUNHA & ESCOBEDO, 2003).

No entanto, temperaturas extremas dentro do ambiente protegido podem interferir na absorção de nutrientes, atuação dos hormônios, florescimento, formação do pólen, no crescimento do tubo polínico, na fixação, coloração e amadurecimento dos frutos (CAÑIZARES, 1998).

A cultura do pepino japonês é, entre as hortaliças, uma das mais cultivadas em ambiente protegido, devido ao seu alto valor econômico na entressafra da região centro-sul e seu ciclo vegetativo curto (LIMA et al., 2000). O uso dessa técnica proporciona ao produtor a possibilidade de produzir, durante o ano todo, frutos de excelente qualidade comercial, sendo boa alternativa econômica para o produtor, pois reduz as perdas e aumenta a produtividade, o que resulta em aumento na lucratividade, quando comparado ao cultivo em campo, ocasionado pelo aumento da eficiência fotossintética dessas plantas (BLANCO & FOLEGATTI, 2002; CAÑIZARES et al., 2004)

No entanto, a prática do cultivo protegido trouxe problemas como o aumento da incidência de doenças e nematóides. Na tentativa de resolver esse problema, os produtores paulistas começaram a recorrer à prática da enxertia sobre plantas resistentes, principalmente para combater os nematóides (CAÑIZARES et al., 1996).

2.5 Enxertia

No Brasil, a técnica da enxertia foi introduzida no final da década de 80, pois, depois de alguns anos de cultivo protegido, houve o surgimento de problemas de doenças de solo, principalmente a fusariose nas culturas de pepino japonês (CAÑIZARES et al., 1996).

A enxertia é uma técnica de propagação vegetativa, a qual envolve a união de partes de duas plantas por meio da regeneração dos tecidos, para que o conjunto constitua uma nova planta (CAÑIZARES, 1998). A cultivar comercial é enxertada sobre um porta-enxerto resistente, o qual pertence a outra cultivar, espécie ou gênero da mesma família botânica, pois, quanto maior a afinidade botânica entre as espécies, maior a probabilidade de sucesso (PEIL, 2003).

A mistura e entrelaçamento do tecido do calo produzido pelo câmbio do porta-enxerto e do enxerto é uma reação ao ferimento. Sob influência do câmbio existente, o calo diferencia-se em novo tecido cambial, formando a conexão. Uma vez feito o enxerto, é necessário que os vasos condutores das duas partes estejam em íntima união para formar uma conexão contínua. Em hortaliças, utiliza-se a enxertia como uma medida preventiva, visando ao controle de doenças e à melhora na absorção de nutrientes, o que resulta em maior produção (CAÑIZARES, 1998; MACEDO JUNIOR et al., 2001).

Para preparar as mudas para a enxertia, faz-se a semeadura em bandejas de poliestireno expandido, com uma a duas sementes por célula e as sementes irão germinar dentro de um período de 4 a 7 dias. Para a obtenção de mudas com diâmetro do hipocótilo semelhantes, tanto do pepino como do porta-enxerto, este (abóbora) deve ser semeado alguns dias antes do enxerto (pepino). A enxertia será realizada quando o primeiro metafilo do pepino estiver em expansão e o da abóbora estiver expandido (CAÑIZARES et al., 1996).

Muitos produtores paulistas acabam justificando o uso da enxertia, baseados na qualidade dos frutos obtidos, pois esses perdem a sua cerosidade característica e, por isso, são mais brilhantes (COSTA et al., 2001). A enxertia favorece, também, a produção de frutos mais retos, valorizando-os no mercado consumidor (CAÑIZARES et al., 1996).

De uma maneira geral, plantas enxertadas têm-se apresentado mais tolerantes ao frio, à alcalinidade e à presença de sais do solo, além de serem mais resistentes a doenças de solo (CAÑIZARES & GOTO, 1998).

Fatores como o nível de incompatibilidade entre enxerto e porta-enxerto, temperatura e umidade relativa durante e após a enxertia, sanidade e tamanho da superfície de contato entre as partes envolvidas, o ângulo formado entre o enxerto e o porta-enxerto, a diferença entre os diâmetros dos hipocótilos, além da experiência do enxertador, influenciarão no sucesso ou fracasso dos resultados obtidos com o uso dessa técnica nas plantas da família *Cucurbitaceae* (GOTO et al., 2003).

Quanto ao estado nutricional das plantas enxertadas, alguns nutrientes se concentram de maneira diferente no porta-enxerto e na parte aérea. Por exemplo, têm sido observadas maiores concentrações de N, P, K, B, S e Mg em vários porta-enxertos de pepino, assim como se tem observado deficiência de S, K e Mg, em alguns casos, na parte aérea dessas plantas. Como tentativa de explicar tal fato, cogita-se a hipótese de alguns nutrientes ficarem

retidos nos porta-enxertos durante a cicatrização e conexão vascular, interferindo na translocação (CAÑIZARES et al., 2005).

Além disso, algumas desordens fisiológicas e podridão interna de frutos têm sido relacionadas a determinados porta-enxertos, os quais reduzem a absorção de água e nutrientes do solo; por isso, deve-se ter cuidado na hora de escolher o porta-enxerto que será usado. Acredita-se que o estado nutricional e a fisiologia das plantas enxertadas devem estar em estrita relação com a combinação porta-enxerto e enxerto (CAÑIZARES et al., 2005).

Cañizares e Goto (2002) estudaram o crescimento e a produção da combinação de dois híbridos de pepino (Nikkey e Ancor 8) enxertados sobre dois híbridos de abóbora (Ikky e Tetsukabuto) e dos dois híbridos de pepino sem enxertar e constataram que, aos 120 dias, além das plantas enxertadas serem mais altas, apresentaram maior número de internódios/planta. O desenvolvimento do sistema radicular foi ligeiramente maior nas plantas enxertadas, assim como a parte aérea, a qual pode ter sido influenciada pelo sistema radicular. Isso comprova que os porta-enxertos selecionados incrementam a eficiência da cultura e conferem vigor à planta.

Ainda no mesmo estudo, observou-se que o porta-enxerto Ikky incrementou a produção dos frutos em 9,7% (Nikkey) e 21,9% (Ancor); já para Tetsukabuto em 5,4% (Ancor) e diminuiu em 15,6% (Nikkey). Essa redução pode ser explicada pelo fato de alguns porta-enxertos darem vigor à planta enxertada e, com isso, haver excessiva produção de folhas, resultando em menor produção de frutos. O aumento da produção pode ter sido influenciado pelo fato de as plantas de pepino enxertadas produzirem maior número de flores femininas, possivelmente por causa de alguma alteração nos reguladores da expressão sexual do porta-enxerto (CAÑIZARES & GOTO, 2002).

Tem sido observado que a enxertia entre diferentes genótipos de plantas de pepino causa mudança considerável na expressão sexual do enxerto, fato observado também, por Takahashi et al. (1982). Esse fato possivelmente ocorre em razão de alguma mudança nas substâncias reguladoras da floração presentes no porta-enxerto; assim, ocorre uma modificação no padrão de florescimento da planta, mas ainda não é bem definido como isso ocorre (CAÑIZARES, 1998).

A enxertia do pepino e outras técnicas, como o uso de fertirrigação, são práticas incorporadas ao cultivo de elevada produtividade e tecnificação, porém elevam o custo

de investimento. Apesar disso, essas são necessárias, pois o mercado consumidor é extremamente exigente com a qualidade de seus produtos (LIMA et al., 2000).

2.6 Produtos de Efeitos Fisiológicos

No início dos anos 80, observou-se que o fungo *Strobiluros tenacellus*, habitante de cones de *Pinus*, produzia uma substância que inibia o crescimento de outros fungos, substância essa pertencente ao grupo β-methoxyacrilatos, foi isolada e denominada estrobilurina-A. Essa substância, juntamente com a oudemansina A são as substâncias mais simples desse grupo (KÖHLE et al., 1994; BARLETT et al., 2001). A ICI e a BASF foram as primeiras empresas a patentearem os primeiros produtos sintéticos desse grupo em 1992, a azoxistrobina e o kresoxim-methyl, respectivamente. Esses produtos começaram a ser comercializados em 1996 para controle de doenças em cereais (BARLETT et al., 2001).

Depois disso, outros fungicidas dessa classe foram lançados: trifloxystrobina (Novartis), metominostrobina (Shionogi), piraclostrobina (BASF), picoxystrobina (Syngenta). A axoxistrobina e a picoxystrobina contêm o grupo methyl β-methoxyacrylato dos fungicidas naturais, enquanto os demais contêm toxophores modificados (BARLETT et al., 2001).

As propriedades de redistribuição das estrobilurinas são diferentes para cada uma delas e possuem importante papel na eficiência de cada uma (Tabela 1).

Atualmente, observou-se que, além de sua ação antifúngica, devido à grande capacidade da planta absorvê-la, as estrobilurinas possuem efeitos fisiológicos positivos no rendimento das culturas sobre as quais são aplicadas, causando possíveis alterações no metabolismo e crescimento (KÖHLE et al., 1994). Elas proporcionam maior produtividade, folhas mais verdes, com mais clorofila e maior desenvolvimento (GROSSMANN & RETZLAFF, 1997).

Esse fato foi observado, pois, mesmo sem qualquer alteração ocasionada por fungos patogênicos, as plantas tratadas com essa substância apresentaram maior vigor e maior produção, quando comparadas às plantas sem tratamento. Estudos em plantas de trigo comprovaram esse resultado, demonstrando que plantas tratadas com estrobilurinas aumentaram significativamente sua produção (KÖHLE et al., 1994).

Tabela 1 - Propriedade de redistribuição das estrobilurinas

	Azoxistrobina	**Trofloxystro -bina**	**Kresoxim-methyl**	**Metominos-trobina**	**Piraclstro-bina**	**Picoxystro-bina**
Movimento na folha	Baixo	Muito baixo	Baixo	Alto	Muito baixo	Médio
Atividade do vapor	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Estabilidade Metabólica na folha	Sim	Baixa	Baixa	Sem informações	Sim	Sim
Movimento translaminar	Sim	Baixo	Baixo	Sim	Baixo	Sim
Xilema sistêmico	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim
Mobilidade no floema	Não	Não	Não	Não	Não	Não

Fonte: BARLETT et al., 2001

As estrobilurinas atuam na respiração mitocondrial dos fungos bloqueando a transferência de elétrons pelo complexo citocrômico bc_1, entre o citocromo b e o citocromo c_1, no sítio Q_o (BARLETT et al., 2001), através da inibição da óxido-redutase de ubihidroquinona-citocromo c (GHINI & KIMATI, 2002), reduzindo o processo respiratório e bloqueando o fornecimento de energia das células do fungo e levando à sua morte.

Existem relatos de que a estrobilurina causa pequena alteração no ponto de compensação de CO_2 das plantas. Alguns resultados indicam que um aumento transitório na rota alternativa da respiração (AOX) pode sobrepor a redução esperada da emissão de CO_2 devido à inibição da respiração mitocondrial (YPEMA & GOLD, 1999). Isso causa queda nos níveis celulares de ATP e aumento na concentração de prótons (H^+) no citosol, resultando na ativação da enzima nitrato redutase (KÖEHLE et al., 1994).

A nitrato redutase catalisa a primeira base de absorção de nitrato do solo e, por isso, é considerada um aspecto relevante para o efeito do aumento na biomassa das plantas tratadas com estrobilurina, pois esse acréscimo requer grande assimilação de nitrogênio (KÖEHLE et al., 1994).

Observa-se que, depois de 7 dias de aplicação do produto, ocorre decréscimo de 10% do nitrato no tecido dos ramos, indicando que ele foi assimilado e transformado em outros complexos metabólicos, o que demonstra sua absorção. Depois de 15

dias de aplicação, as plantas mostram acúmulo de 20% de biomassa. As taxas de C/N e o conteúdo de proteínas não são diferentes nas plantas tratadas com estrobilurina, quando comparadas às plantas sem tratamento, o que indica que a maior absorção e redução do nitrato são convertidas no favorecimento do crescimento das plantas tratadas. Isso demonstra melhor aproveitamento do nitrogênio pela planta (KÖEHLE et al., 1994).

Kozlowski et al. (2009) observaram que plantas de feijoeiro tratadas com piraclostrobina apresentaram melhor rendimento de grãos, maior taxa de crescimento absoluto e maior taxa de aumento da área foliar, apesar de não terem encontrado diferenças para o índice de clorofila nas folhas.

A estrobilurina possui efeito, também, na síntese de etileno em condições de estresse e senescência no trigo, através da redução da atividade da enzima ácido aminociclopropano-carboxílico-sintase (ACC-sintase) inibindo a síntese de etileno. Esse fato foi correlacionado com o retardamento da queda das folhas, que permite prolongar o tempo da atividade fotossintética, pois as baixas concentrações de etileno, diminuem a degradação das citocininas, retardando a degradação da clorofila, provocando o que é chamado “efeito verde”. (GROSSMANN & RETZLAFF, 1997; YPEMA & GOLD, 1999).

Os níveis de auxina também são alterados, pois ocorre aumento na produção de ácido indolil acético (IAA), o que estimula o alongamento e divisão celular, desenvolvimento inicial das raízes, atrasa a senescência das folhas e atrasa o amadurecimento dos frutos. Verificaram-se também aumentos na síntese de citocininas, principalmente com o uso de piraclostrobina, uma estrobilurina (KÖEHLE et al., 1994).

Segundo Grossmann & Retzlaff (1997), a estrobilurina influencia o “status” hormonal da planta, não através do aumento das concentrações de auxina, mas sim apresentando uma atividade bioregulatória parecida com a da auxina. Ela estimulou o enraizamento em tabaco, a germinação de semente de trigo e inibiu a síntese do etileno reduzindo a atividade da ACC sintase, o que atrasa a senescência e ajuda a controlar os níveis de estresse. De acordo com os mesmos autores, essas respostas somente são parecidas com as da auxina, pois, ao contrário do que acontece sob altas concentrações desse regulador, altas concentrações de estrobilurina inibem a formação de etileno, ao invés de aumentá-la, além de não induzirem a epinastia.

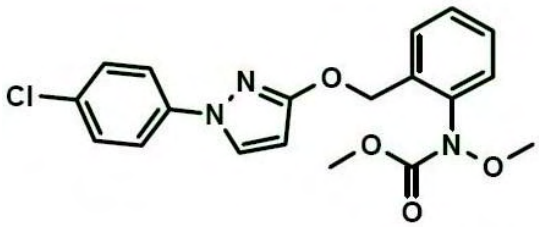
Grossmann et al. (1999) observaram que a persistência da clorofila nas folhas provocada pela aplicação de estrobilurinas é relacionada com a diminuição dos níveis de ACC sintase e etileno, mas também ao aumento da concentração de citocina e ABA; no entanto, não foi encontrado aumento na concentração de IAA, reforçando a ideia de que ela apresenta uma atividade parecida com a auxina, mas não aumenta diretamente seu nível.

O aumento nos níveis endógenos de ácido abscísico (ABA) permite a adaptação da planta a situações de estresse hídrico, aumentando a eficiência do uso de água e a adaptação a baixas temperaturas; no entanto, em concentrações muito altas, promove a abscisão e senescência foliar, além de inibir a abertura estomática (KÖEHLE et al., 1994).

Assim, o efeito fisiológico observado é resultante do aumento da fotossíntese líquida (fotossíntese total, menos a respiração, mais a fotorrespiração), pois reduz temporariamente a respiração das plantas, o que provoca menor perda de carbono, gerando mais energia para a planta. Além disso, aumenta a atividade da enzima nitrato-redutase e provoca um melhor balanço hormonal, aumentando o IAA, I_6-ADE (Isopentenil Adenina) e o ABA e diminuindo a produção de etileno (KÖEHLE et al., 1994; YPEMA & GOLD, 1999) .

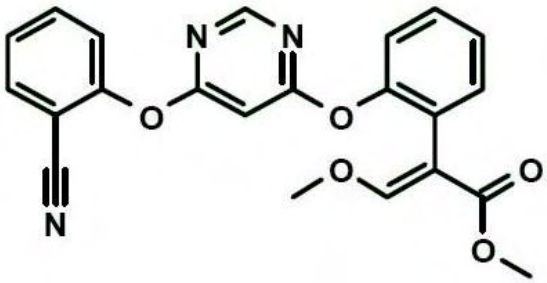
O boscalida é um fungicida sistêmico pertencente à família de fungicidas Carboxamida. Ele inibe o transporte de elétrons na mitocôndria no complexo II, o qual é necessário na fosforilação oxidativa. O complexo II, além de participar da produção de energia na célula, também atua na junção onde os componentes do ciclo do ácido tricarboxílico tornam-se precursores para aminoácidos e lipídios. Ele funciona inibindo a succinato ubiquinona redutase na mitocôndria e bloqueando o ciclo de geração de energia do fungo, o que leva à morte (BOSCALID, 2007).

Tabela 2 - Nome comum, grupo químico, grupo do modo de ação, código FRAC e fórmula estrutural.

Nome Comum	**Piraclostrobina**
Grupo Químico	Metoxi-carbamatos
Grupo do Modo de ação	C: Respiração C3→ Complexo III: citocromo bc1 (ubiquinol oxidase) no sítio Q_o (gene do citocromo b)
Código FRAC	11
Fórmula estrutural	

Fonte: FRAC, 2010.

Tabela 3 - Nome comum, grupo químico, grupo do modo de ação, código FRAC e fórmula estrutural.

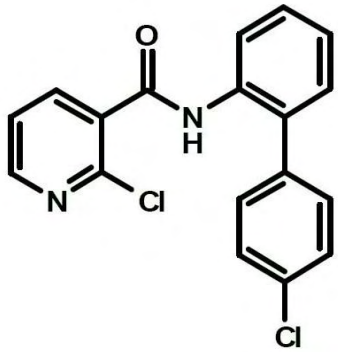
Nome Comum	**Azoxistrobina**
Grupo Químico	Metoxi-acrilatos
Grupo do Modo de ação	C: Respiração C3→ Complexo III: citocromo bc1 (ubiquinol oxidase) no sítio Q_o (gene do citocromo b)
Código FRAC	11
Fórmula estrutural	

Fonte: FRAC 2010.

Oliveira et al. (2003a) estudaram o efeito do boscalida no controle da pinta preta da batata (*Alternaria solani*), comparando-o com outros fungicidas (metconazole, azoxistrobina e tebuconazole) e concluíram que o boscalida apresentou melhor desempenho no

controle e maior performance residual. Oliveira et al. (2003b); também obtiveram esses resultados no controle da pinta preta em tomate estaqueado, comparando-os com outros fungicidas (piraclostrobina + metiram e azoxistrobina). Além disso, o boscalida, também apresenta eficiência no controle de manchas de *Phoma* e *Ascochyta* nos cafezais proporcionando além do controle dessas doenças, melhor qualidade ao grão e à bebida, valorizando o produto final.

Tabela 4 - Nome comum, grupo químico, grupo do modo de ação, código FRAC e fórmula estrutural.

Nome Comum	**Boscalida**
Grupo Químico	Piridina-carboxamidas
Grupo do Modo de ação	Respiração Complexo II: succinatodesidrogenase
Código FRAC	7
Fórmula estrutural	

Fonte: FRAC 2010.

2.7 Trocas gasosas

A produtividade é influenciada por características morfológicas e fisiológicas dos órgãos fotossintetizantes, conhecidos como fonte, e dos órgãos consumidores dos produtos fotossintetizados, conhecidos como dreno. Toda a produção da biomassa depende da atividade fotossintética da fonte, mas a assimilação do CO_2 é apenas um dos fatores que influenciam o desenvolvimento vegetal (FOYER & GALTIER, 1996).

Os fotoassimilados constituem mais de 90% da massa seca da planta. Uma parte desses assimilados é utilizada durante o crescimento da planta, convertendo-se em biomassa; a outra parte é oxidada na respiração e serve como fonte de energia para o crescimento e funcionamento dos processos biológicos (POPOV et al., 2003). A análise de crescimento é baseada no fato de que aproximadamente 90% da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento é resultante da atividade fotossintética (CAÑIZARES et al., 2004).

As taxas metabólicas das plantas são influenciadas pelas condições ambientais; elas determinam as taxas e proporções da fotossíntese e da respiração (perdas e ganhos no balanço das trocas gasosas) e, eventualmente, a produtividade biológica e econômica dessas plantas. A fotossíntese líquida é um indicador da taxa de assimilação do carbono (POPOV et al., 2003).

Por isso, torna-se cada vez mais importante estudar a fisiologia da fonte e uma maneira de estudá-la é através das medidas de trocas gasosas. Vale ressaltar que, em estudos visando a ganhos de produtividade, é importante buscar informações sobre a assimilação do CO_2, assim como sobre a eficiência do uso da água durante essa assimilação (BRANDÃO FILHO et al., 2003).

A fotossíntese é um processo essencial à sobrevivência das plantas e, para que seja ainda mais eficiente, elas desenvolveram vários mecanismos de fotorresposta, como, por exemplo, a movimentação dos cloroplastos para locais onde a intensidade de luz é apropriada e a abertura dos estômatos para absorver CO_2 (KAWAI et al., 2003).

Os poros estomáticos permitem a perda de vapor de água para a atmosfera durante a transpiração e a entrada de CO_2, através da fixação fotossintética do carbono (VAVASSEUR & RAGHAVENDRA, 2005). Um rígido controle sobre a abertura estomática é essencial, para que não ocorra perda excessiva de água pela planta, ou que ela fique privada de CO_2. Esse fino controle é atingido através de uma refinada sensibilidade das células-guarda para uma multidão de sinais ambientais e endógenos, incluindo luz, temperatura, umidade, CO_2 e quantidade de água na planta (ASSMANN & SHIMAZAKI, 1999).

Brandão Filho et al. (2003), ao estudarem a influência da enxertia nas trocas gasosas de dois híbridos de berinjela (Nápoli e Kokuyo), observaram que a enxertia não teve influência na capacidade fotossintética de nenhum dos híbridos, mas levou à menor

condutância estomática e transpiração. Essa resposta mostra que houve maior eficiência do uso da água, mostrando maior economia de água pela planta.

Do ponto de vista fisiológico, a prática agrícola objetiva maximizar a eficiência fotossintética das culturas e canalizar seus produtos em produtividade e qualidade da produção final (KÖHLE et al., 1994).

2.8 Estresse Oxidativo

Durante o estado normal dos organismos, o oxigênio molecular é relativamente não reativo, no entanto, durante a atividade metabólica normal, como por exemplo no transporte de elétrons nos cloroplastos, nas mitocôndrias e na membrana plasmática, e/ou como consequência da perturbação do ambiente (temperaturas extremas, seca, salinidade, radiação ultravioleta, ozônio, doenças, herbicidas, poluentes, etc.) podem ser formadas as espécies reativas do oxigênio (EROs), também conhecidas como "reactive oxygen species" (ROS). As EROs são formadas pelos radicais livres (radicais superóxido ($O_2^{\circ -}$) e os radicais hidroxila ($^{\circ}OH$)), e por outros, que, embora não possuam elétrons desemparelhados, são muito reativos devido à sua instabilidade (oxigênio singleto ($^1O_2$) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2)). Quando essas EROs são produzidas em excesso, superando a ação do sistema antioxidativo, ocorre o estresse oxidativo (SCANDALIOS, 2005).

Todos os componentes celulares são suscetíveis à ação das EROs, porém, a membrana é um dos locais mais atingidos em decorrência da peroxidação lipídica. A peroxidação lipídica é o processo através do qual as EROs, produzidas em excesso, agridem os ácidos graxos polinsaturados dos fosfolipídeos das membranas celulares, desintegrando-as e permitindo a entrada dessas espécies nas estruturas intracelulares, além de alterarem a funcionalidade das membranas. Isso tudo leva à perda da seletividade na troca iônica e extravazamento iônico, além da liberação do conteúdo de organelas, como as enzimas hidrolíticas dos lisossomas, e formação de produtos citotóxicos, culminando com a morte celular (BLOKHINA et al., 2003).

No entanto, as EROs também possuem função sinalizadora nas células para os genes de proteção celular e participam do sistema de defesa contra infecções através de

efeito tóxico direto ao patógeno, formação de precursores de polímeros de lignina e da resistência sistêmica adquirida (SAR) (RESENDE et al., 2003).

Para minimizar os efeitos deletérios das EROs e modular sua quantidade, os organismos aeróbicos desenvolveram um sistema defensivo antioxidante, também conhecido como “scavengers”, enzimático e um não enzimático. As defesas não enzimáticas incluem as vitaminas C e E, glutationa (GSH), β-caroteno, compostos fenólicos, tocoferóis e poliaminas. Já o sistema defensivo enzimático, envolve as superóxidos dismutases (SOD), catalases (CAT), peroxidases (POD) glutationa peroxidase (GPX), ascorbato peroxidase (APX), glutationa redutase (GR) e glutationa S-transferase (GSTs) (SCANDALIOS, 2005; BLOKHINA et al., 2003). Ao lado de outros mecanismos fisiológicos, a eficiência do sistema antioxidante aumenta a capacidade de tolerância da planta, devido à diminuição dos efeitos causados pelas EROs.

A enzima superóxido dismutase (SOD) atua na primeira linha de defesa contra a EROs, dismutando o superóxido ($O_2^{\circ-}$), a peróxido de hidrogênio (H_2O_2). A SOD pode ser encontrada em três classes diferenciadas, de acordo com o metal presente em seu sítio ativo: associada a Cu(II), mais Zn(II), as Cu/ZnSOD, localizadas no citosol e cloroplastos, associada a Fe(III) as FeSOD, localizadas nos cloroplastos, e associada a Mn(III) as MnSOD, localizadas na matriz (SCANDALIOS, 2005).

Os níveis intracelulares do H_2O_2 são regulados por uma grande variedade de enzimas, mas as mais importantes são as peroxidases e as catalases, as quais estão localizadas em quase todas as partes das plantas (BLOKHINA et al., 2003).

A catalase é comumente encontrada nos peroxissomos e glioxissomas. Ela possui a capacidade de degradar rapidamente o peróxido de hidrogênio em H_2O e O_2 e por isso é muito importante no sistema antioxidativo. Elas são separadas em três classes: as catalases da classe I as quais são responsáveis por remover o H_2O_2 produzido durante a fotorrespiração; as catalases da classe II, as quais participam do processo de lignificação e estão localizadas nos tecidos vasculares; as catalases da classe III as quais estão presentes nas sementes e plantas jovens e também participam da degradação do H_2O_2, mas aquele produzido durante a degradação dos ácidos no glioxissoma (RESENDE et al., 2003).

As peroxidases desempenham um importante papel na biossíntese da parede celular, podendo ajudar na defesa ao ataque de patógenos aumentando as barreiras mecânicas, tornando a penetração do patógeno mais lenta, mas também estão envolvidas nas

respostas ao estresse. São encontradas em diversas isoformas, que usam diferentes redutores e estão localizadas em diversos compartimentos celulares (CAMPA, 1991).

As peroxidases, além da sua função principal na eliminação do H_2O_2, também podem catalisar a formação de $O_2^{\circ-}$ e H_2O_2 através da complexa reação na qual o NADH é oxidado usando traços de H_2O_2, produzido primeiramente pela partição não enzimática da NADH. Em seguida, o radical NAD formado reduz O_2 a $O_2^{\circ-}$, alguns dos quais catalisam em H_2O_2 e O_2 (BLOKHINA et al., 2003).

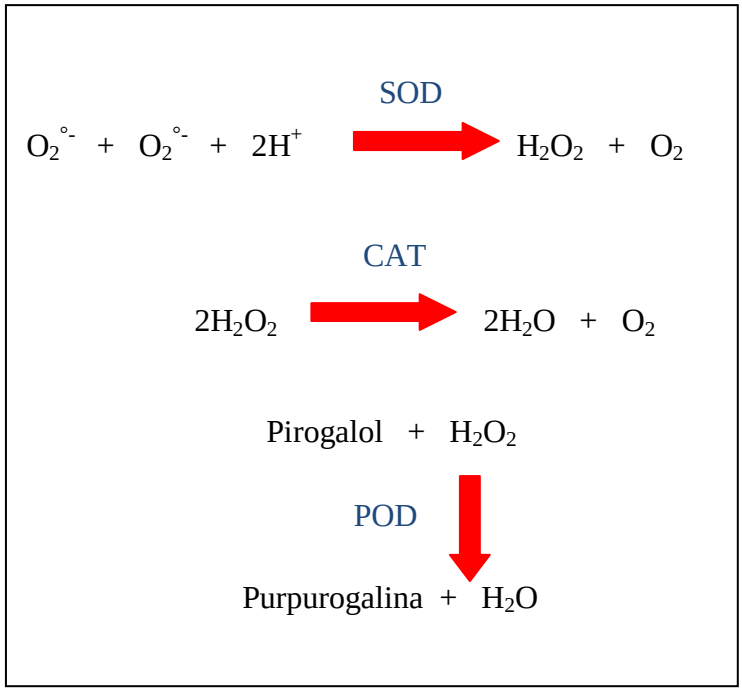


Figura 1 - Reações catalisadas pela superóxido dismutase (SOD), pela catalase (CAT) e pela peroxidase (POD).

2.9 Nitrato redutase

O nitrogênio está entre os principais elementos minerais, pois vem logo depois do C, O e H como componente de biomassa. A energia e a estrutura molecular necessária para a incorporação do nitrogênio provêm do metabolismo dos carboidratos, o qual depende da fotossíntese, e essa, por sua vez, depende dos compostos contendo nitrogênio, como, por exemplo, a clorofila, criando, assim, um ciclo de interdependência (LARCHER, 2006).

A assimilação de nitrogênio é o segundo maior processo metabólico nas plantas superiores, sendo superado apenas pela fixação fotossintética do CO_2. As plantas absorvem o nitrogênio do solo nas formas de nitrato e amônio, sendo que o nitrato é a principal forma de nitrogênio inorgânico disponível para as plantas, e sua absorção depende do pH na rizosfera, sendo que, sob pH baixo, a absorção de nitrato é mais prejudicada que a de amônio (BUCHANAN et al., 2000).

No citoplasma das células, depois de o nitrato (NO_3) ser absorvido pelas raízes das plantas, o primeiro passo é a sua redução para nitrito (NO_2), reação essa catalisada pela enzima nitrato redutase (NR) (LARCHER, 2006).

A forma mais comum da nitrato redutase usa, durante a redução de nitrato para nitrito, o NADH como doador de elétrons. No entanto, em tecidos não clorofilados pode utilizar tanto o NADH, quanto o NADPH (YANG & MIDMORE, 2005).

A enzima nitrato redutase (NR) é formada por duas subunidades idênticas com três grupos prostéticos cada (flavina adenina dinucleotídeo – FAD, heme e complexo formado por molibdênio, mais uma molécula orgânica chamada pterina) presente no citoplasma(TAIZ & ZEIGER, 2009).

Depois da redução do nitrato para nitrito, ele é transportado rapidamente do citosol para o interior dos cloroplastos (em tecidos clorofilados) e plastídeos (em tecidos aclorofilados), onde será reduzido à amônia pela enzima nitrito redutase (NiR), usando ferredoxina reduzida como doadora de elétrons; esse transporte deve ser rápido, pois o nitrito é um íon altamente reativo e potencialmente tóxico para a célula. A ferredoxina reduzida é proveniente do transporte de elétrons da fotossíntese nos cloroplastos e do NADPH formado na rota da oxidação das pentose-fosfato nos tecidos aclorofilados (YANG & MIDMORE, 2005; TAIZ & ZEIGER, 2009).

Em seguida, esse amônio é incorporado em moléculas orgânicas, como aminoácidos e nucleotídeos, por meio da ação conjunta das enzimas glutamina sintetase (GS) e glutamato sintase (GOGAT) (LARCHER, 2006).

A nitrato redutase é rapidamente produzida, de acordo com as necessidades da planta, sendo que o nitrato, a luz e os carboidratos interferem na tradução e transcrição (TAIZ e ZEIGER, 2009).

A atividade da nitrato redutase muda de acordo com a fase da vida da planta; assim, possui sua maior atividade em órgãos de crescimento, durante a fase jovem, pois estes requerem grande quantidade de nitrato. A citocinina também estimula a produção de nitrato redutase, além de ser regulada pelas alternâncias entre luz e escuro (LARCHER, 2006).

As alterações diárias na fotossíntese interferem na expressão e atividade da nitrato redutase, variando de acordo com o dia e com a noite, sendo que, geralmente, possui um pico de produção no final da noite e nas primeiras horas do dia. Para um grande número de espécies, mesmo se elas forem colocadas em condições de luz constante, as oscilações circadianas da atividade da nitrato redutase permanecerão por aproximadamente 24 horas, indicando que esse ritmo é endógeno (YANG & MIDMORE, 2005).

3 Objetivos

3.1 Objetivo geral

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de piraclostrobina, azoxistrobina e boscalida em pepino japonês (*Cucumis sativus* L.) enxertado e não enxertado, em condições de ambiente protegido, buscando analisar seus efeitos fisiológicos no metabolismo e desenvolvimento da planta, bem como no aumento da produção e qualidade dos frutos.

3.2 Objetivos específicos

Efeito das piraclostrobina, azoxistrobina e do boscalida na taxa de assimilação de CO_2, taxa de transpiração, índice de clorofila, eficiência do uso da água, atividade das enzimas redutase de nitrato, peroxidase, catalase e superóxido dismutase (SOD), bem como no teor de etileno.

4 Material e Métodos

4.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção São Manuel, localizada no município de São Manuel (SP), pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas 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. O clima é do tipo mesotérmico subtropical úmido com estiagem na época de inverno (PEEL et al., 2007).

Utilizou-se ambiente protegido tipo arco com as seguintes características: 30 m de comprimento, 7 m de largura e pé direito de 3 m, coberto com filme de polietileno de baixa densidade de 150µm aditivado e fechado nas laterais com tela de sombreamento de 75%.

4.2 Solo

Foram retiradas amostras de solo do local a 20 cm de profundidade (Tabela 5), três meses antes da instalação do experimento, no mês de junho de 2009, e, com base na sua análise química, foi realizada a adubação inicial.

Tabela 5 - Resultado da análise de solo. UNESP/FCA. Botucatu, 2009

pH	M.O.	P_{resina}	Al^{3+}	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S
$CaCl_2$	g/dm^3	mg/dm^3		----------	----------	$mmol_c/dm^3$	----------	----------			mg/dm^3
6,9	7	46	---	9	1,5	42	8	51	60	84	---

BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
----------	----------	mg/dm^3	----------	----------
0,15	1,4	16	9,8	3,0

Foram acrescentadas, um mês antes do transplante, agosto de 2009, 2L m^{-2} de esterco de galinha curtido. Não foi necessária a correção do pH.

As adubações de cobertura foram realizadas através de fertirrigação, seguindo a recomendação de Trani & Carrijo (2004), conforme descrito na Tabela 6.

Tabela 6 - Recomendação de nutrientes para o pepino sob cultivo protegido, conforme a fase de desenvolvimento da cultura.

Fase de desenvolvimento do pepino (dias após transplante)	Quantidade de nutriente por dia				
	N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg
	kg ha^{-1}				
1 a 21	0,75	0,80	1,10	0,80	0,25
22 a 42	1,70	1,30	2,40	1,20	0,35
43 a 63	3,00	1,20	4,00	1,60	0,45
64 a 83	4,50	0,80	5,00	2,00	0,50
84 a 120	4,80	0,50	6,50	1,80	0,50
Total de nutriente por ha	382	104	497	182	51

Fonte: TRANI & CARRIJO, 2004 citando BASSETO JUNIOR, 2003.

4.3 Semeadura, enxertia e transplante

Foi utilizado o híbrido de pepineiro tipo japonês ‘Taisho’ e, como porta-enxerto, utilizou-se o híbrido de abóbora ‘Excitte-Ikky’.

As sementes de abóboras foram semeadas 4 dias antes da semeadura do pepino. Isso foi feito para que no momento da enxertia, ambos estivessem com diâmetros de hipocótilos semelhantes para efetuar-se a enxertia de maneira adequada.

A semeadura foi feita em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, colocando-se uma semente por célula, com substrato recomendado para produção de hortaliças.

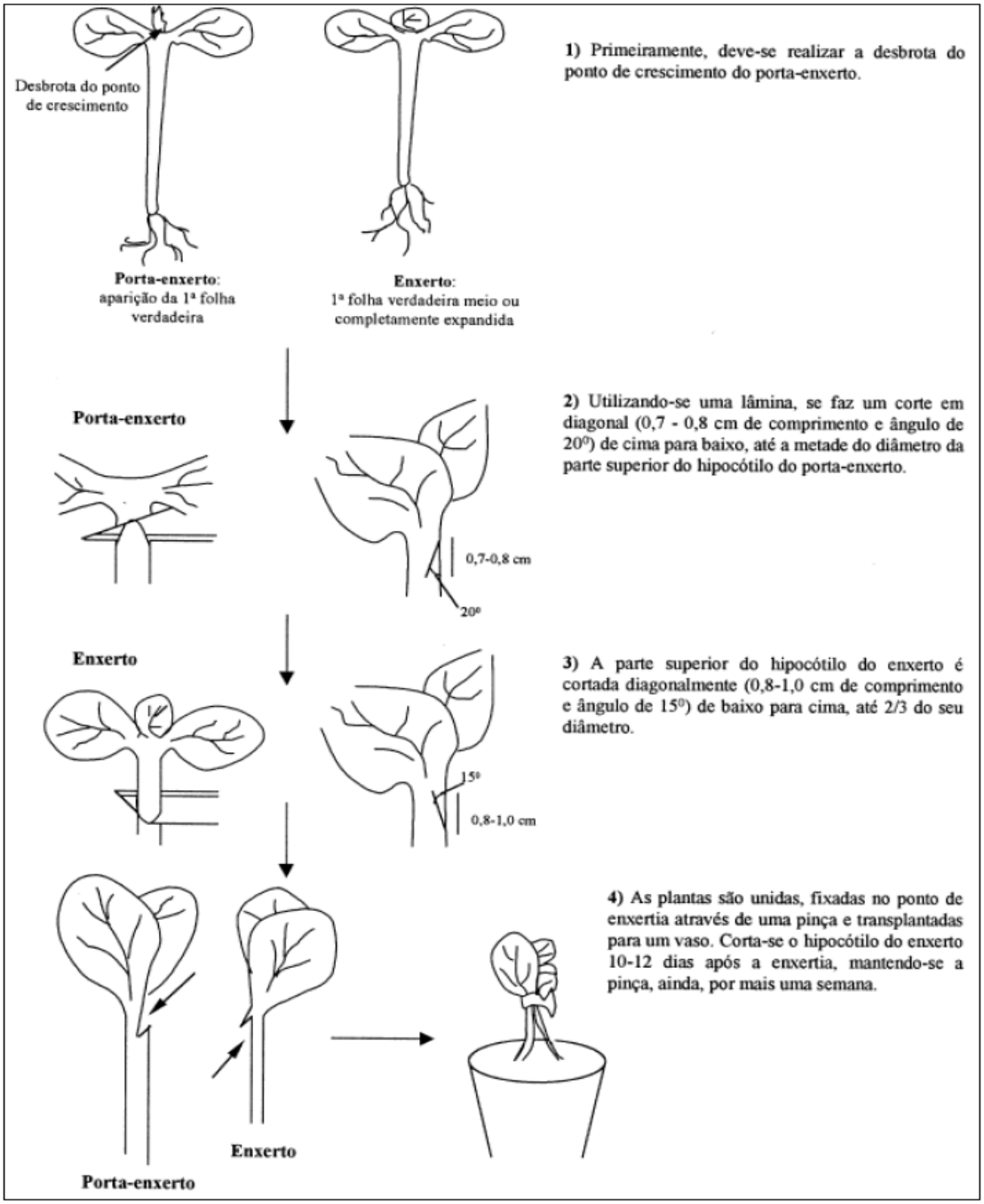


Figura 2 - Representação esquemática do método de enxertia de encostia, PEIL (2003).

O método de enxertia escolhido foi o de encostia (Figura 2), pois nesse método, durante o processo de cicatrização do enxerto, ambos os sistemas radiculares são mantidos; além disso, o manejo é facilitado e ocorre melhor cicatrização das mudas (PEIL, 2003). A enxertia foi realizada 10 dias após a semeadura do pepino (Figura 3).

AMARO, A.C.E. 2009

Figura 3 - Planta de pepino 'Taisho', enxertada por encostia sobre abóbora 'Excitte-Ikky'. São Manuel – SP, 2009.

O transplante para os vasos foi feito quatro dias após a enxertia. Depois disso, as mudas foram mantidas em câmara úmida até ficarem aptas para o transplante.

4.4 Delineamento experimental e tratamentos

O transplante das mudas para o ambiente protegido foi feito 10 dias após o transplante das mudas enxertadas para os vasos (Figura 4), no dia 22 de setembro de 2009, para o primeiro experimento, e no dia 5 de julho de 2010, para o segundo experimento, sendo colocada uma planta por cova, no espaçamento de 1,0 x 0,5m. Cada canteiro possuía altura de 0,20 m acima do nível do terreno e cada qual foi servido por uma linha de irrigação e fertirrigação.

AMARO, A.C.E. 2009

Figura 4 - Plantas de pepino enxertadas e não enxertadas recém transplantadas em cultivo protegido. São Manuel-SP, 2009.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5, sendo dois tipos de plantas de pepino, enxertada e não enxertada, e cinco tratamentos com fungicidas.

A primeira aplicação dos tratamentos foi realizada aos 18 dias após o transplante (DAT) das mudas, quando elas estavam com 6 folhas completamente expandidas, no dia 09 de outubro de 2009, e as demais a intervalos de sete dias, com quatro repetições e seis plantas por parcela, considerando-se três plantas úteis, totalizando nove aplicações, sendo a última feita no dia 04 de dezembro de 2009.

As aplicações dos fungicidas foram realizadas via foliar com o uso de um pulverizador manual de CO_2 pressurizado, com 0,3 kgf/cm^2 com bicos cônicos, utilizando-se cortina plástica entre os tratamentos para evitar a deriva.

Os tratamentos com fungicidas foram: T1 – testemunha; T2 – azoxistrobina 60g ha^{-1} do princípio ativo (p.a.); T3 – boscalida 50g ha^{-1} do p.a.; T4 – piraclostrobina 50g ha^{-1} do p.a.; T5 – boscalida (100g ha^{-1}) do p.a. + piraclostrobina (50g ha^{-1}) do p.a..

Como fonte de azoxistrobina (estrobilurina), foi utilizado o produto Amistar®, contendo 500g kg^{-1} do p.a.; para boscalida o produto Cantus®, contendo 500g kg^{-1} do

p.a.; para piraclostrobina (estrobilurina) o produto Comet®, contendo 250g L^{-1} do p.a. e, para a mistura de boscalida e piraclostronina o produto Bellis®, contendo 200g kg^{-1} de boscalida e 100g kg^{-1} de piraclostrobina.

As aplicações foram feitas em plantas saudáveis, para que fosse observado somente a ação do efeito fisiológico e não antifúngico.

AMARO, A.C.E. 2009

Figura 5 - Planta de pepino em . São Manuel-SP, 2009.

4.5 Condução das plant

As mudas foram tutoradas individualmente e conduzidas verticalmente com uma haste, para não prejudicar a produção e qualidade dos frutos, sendo retiradas as brotações e eliminando-se as gemas e flores até o 5˚ nó, deixando crescer as ramificações secundárias a partir do 6˚ nó. As plantas foram conduzidas até o 22° nó, quando foi feita a poda apical. As ramificações secundárias foram despontadas após o 3° entrenó.

Foi utilizado sistema de irrigação por gotejamento e fertirrigação (Figura 6) por injeção de fertilizantes utilizando-se tubo do tipo “Venturi” instalado antes de um filtro de disco de 125 microns.

Utilizou-se fertilizante solúvel em água, nitrato de cálcio, nitrato de potássio e mono amônio fosfato (MAP), variando as quantidades de acordo com a recomendação proposta por Trani & Carrijo (2004), apresentadas na Tabela 2.

Os tratamentos fitosanitários foram feitos de acordo com a necessidade da cultura.

Durante o período experimental foram coletados dados de temperatura e umidade relativa médias dos 20 aos 80 DAT (Figuras 14 e 15, respectivamente), com o auxílio do data logger Tinytag fabricado pela “Gemini Data Loggers”.

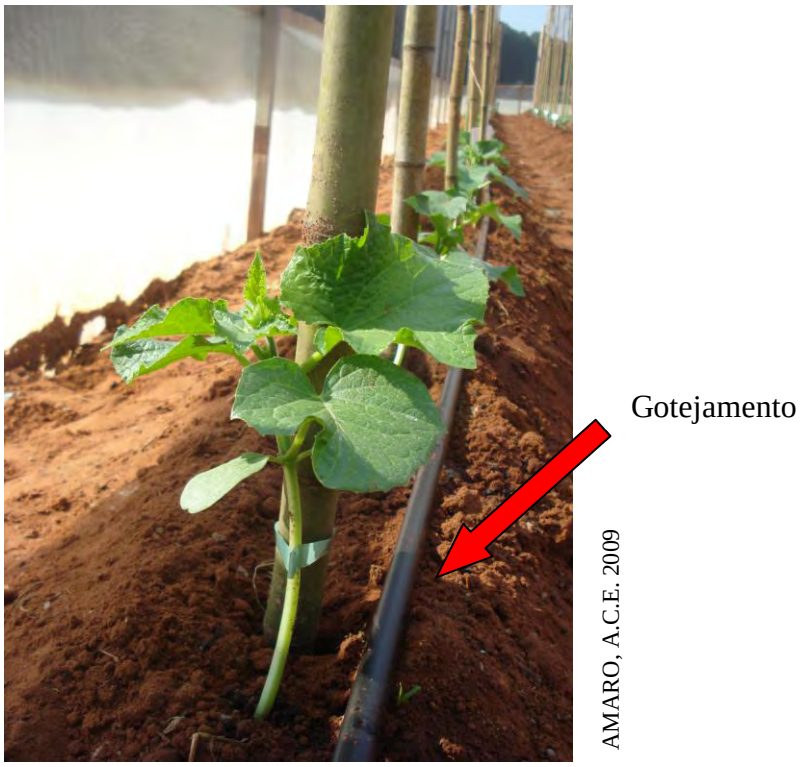
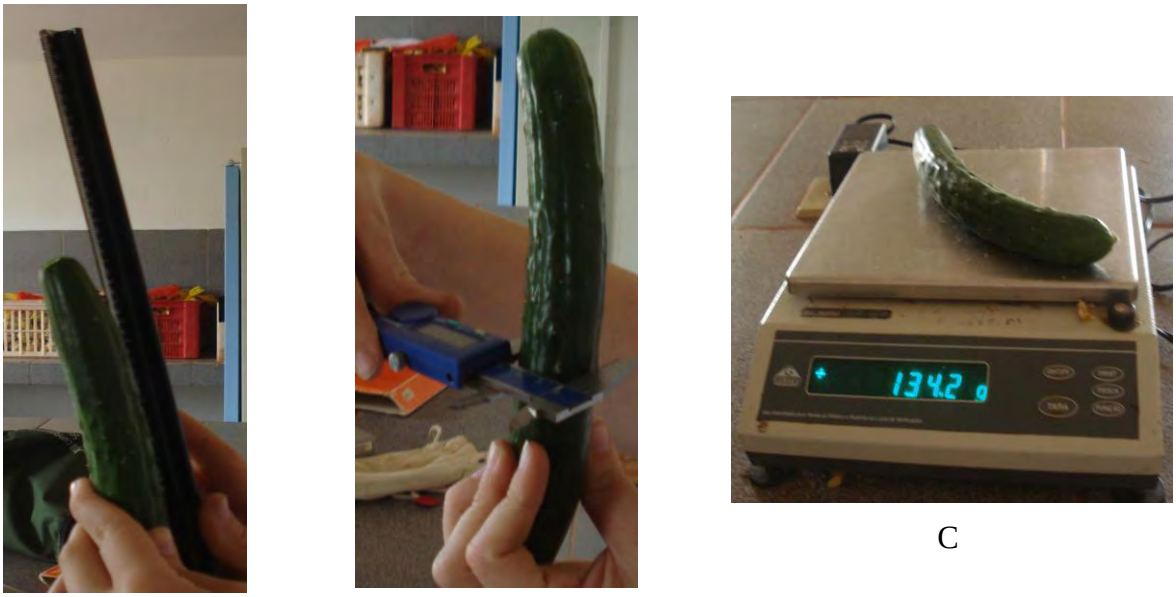


Figura 6 - Visualização da mangueira de gotejamento. São Manuel – SP, 2009.

4.6 Características medidas

4.6.1 Produção

Foram avaliadas a produção de frutos (número e massa) e massa média do fruto. Os frutos foram classificados em comerciais (FC) e não comerciais (FNC), sendo comerciais quando apresentaram 20 a 25 cm de comprimento e 2,0 a 3,0 cm de diâmetro livres de defeitos e deformidades. Os frutos com comprimento acima de 25 cm e que não apresentaram deformidades foram somados ao valor obtido em FC para obtenção dos frutos totais (FT).



A B C

AMARO, A.C.E. 2009

Figura 7 - Avaliação de comprimento (A), diâmetro (B) e massa (C). São Manuel-SP, 2009.

AMARO, A.C.E. 2009

Figura 8 - Frutos recém colhidos. São Manuel – SP, 2009.

4.6.2 Trocas gasosas

As avaliações de trocas gasosas foram realizadas utilizando-se equipamento com sistema aberto de fotossíntese com analisador de CO_2 e vapor d'água por radiação infravermelha (*"Infra Red Gas Analyser – IRGA"*, modelo LI-6400, LI-COR) (Figura 9).

As medidas foram calculadas a partir da diferença entre a concentração de CO_2 e vapor d'água do ar da 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 CO_2 que foram liberados (transpiração – vapor d'água) e assimilados (assimilação de CO_2) pelos estômatos das folhas.

Foi realizada uma medida preliminar no dia 03 de novembro de 2009 (42 DAT) no período das 8h às 18h, de hora em hora, até às 10h e depois, a cada duas horas, em dia ensolarado, para que fosse determinado como as plantas se comportaram em relação às trocas gasosas durante o curso do dia, possibilitando determinar o melhor período para realizar as demais avaliações. Depois, essa avaliação foi repetida em um segundo experimento, a fim de confirmar o comportamento apresentado pelas plantas, no dia 13 de setembro de 2010 (70 DAT). Essa diferença, em relação ao número de dias após o transplante, ocorreu devido ao clima mais frio e, por isso, as planta demoraram mais para se desenvolver.

Para essas avaliações foram selecionadas 12 plantas enxertadas e 12 plantas não enxertadas, as quais foram escolhidas e padronizadas as segundas folhas totalmente expandidas.

A concentração de CO_2 referência utilizada durante as avaliações foi a presente no ambiente, a qual vaiou de 380 a 400 $\mu mol\ mol^{-1}$ de ar.

A fim de homogeneizar as repetições, a densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA), foi gerada por um diodo emissor de luz acoplado à câmara de fotossíntese, padronizando a luminosidade que estava presente no ambiente em cada período de avaliação, para que todas as plantas estivessem sob as mesmas condições de luz. Durante as avaliações, foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar utilizando o próprio medidor de trocas gasosas.

Além disso, foi determinada a curva de resposta da taxa de assimilação de CO_2 à DFFFA, de plantas enxertadas e não enxertadas, a qual foi obtida com a diminuição de 2000 até 0 µmol m^{-2} s^{-1}, em intervalos de aproximadamente 300 µmol m^{-2} s^{-1} até atingir 100 µmol m^{-2} s^{-1} e, depois, em intervalos de 50 µmol m^{-2} s^{-1} , e, assim, determinar qual PAR (µmol de fótons m^{-2} s^{-1}) seria utilizado durante as avaliações e escolheu-se 1500 µmol de fótons m^{-2} s^{-1}.

As medidas semanais foram feitas do dia 04 de novembro (43 DAT) ao dia 24 de novembro de 2009 (63 DAT), totalizando quatro avaliações, selecionando-se quatro plantas de cada tratamento, nas quais foram escolhidas e padronizadas a 2ª ou 3ª folha, com limbo totalmente expandido.

AMARO, A.C.E. 2009

Figura 9 - Visualização da avaliação das trocas gasosas, em plantas de pepino. São Manuel – SP, 2009.

As características de trocas gasosas analisadas foram: taxa de assimilação de CO_2 (**A**, µmolCO_2 $m^{-2}s^{-1}$), taxa de transpiração (**E**, mmol vapor d'água $m^{-2}s^{-1}$), condutância estomática (**g_s**, mol $m^{-2}s^{-1}$) e concentração interna de CO_2 na folha (**Ci**, µmolCO_2 mol^{-1}ar). Essas variáveis foram calculadas pelo programa de análise de dados do equipamento medidor de fotossíntese, que utiliza a equação geral de trocas gasosas de Von Caemmerer & Farquhar (1981).

A eficiência do uso da água (**EUA**, µmolCO_2 (mmol $H_2O)^{-1}$) foi determinada através da relação entre assimilação de CO_2 e taxa de transpiração e a eficiência de carboxilação (**A/Ci**) foi determinada através da relação entre taxa de assimilação de CO_2 e concentração interna de CO_2 na folha.

4.6.3 SPAD

Foram feitas três avaliações do índice de clorofila presente nas folhas, no início (36 DAT), pico (57 DAT) e fim da colheita (80 DAT) utilizando-se clorofilômetro SPAD da Minolta em unidades SPAD.

4.6.4 Atividade enzimática

Foram realizadas três coletas de folhas (27 de outubro – 35 DAT, 17 de novembro – 56 DAT e 1 de dezembro de 2009 – 73 DAT) para análise enzimática, as quais foram coletadas antes do sol nascer, a fim de impedir a degradação das enzimas pela luz, colocadas em sacos plásticos e embrulhadas em papel alumínio; em seguida foram congeladas em nitrogênio líquido, a fim de paralisar todas as reações imediatamente.

A atividade da enzima peroxidase (POD) foi medida pelo método espectrofotométrico proposto por Teisseire & Guy (2000). A atividade da enzima superóxido dismutase (SOD) foi determinada pela metodologia descrita por Beauchamp & Fridovich (1971, apud Bor et al., 2003), e da redutase de nitrato pela metodologia descrita por Streeter & Bosler (1972). A atividade da catalase (CAT) foi determinada pela metodologia descrita por Peixoto et al. (1999).

Foi determinada, também, a peroxidação de lipídios de acordo com a técnica descrita por Heath e Packer (1968 apud RAMA DEVI & PRASAD, 1998).

4.7 Anáise estatística

Para análise estatística, os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F), sendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, com ajuda do programa estatístico SAS 9.2.

Para a verificação da homogeneidade das variâncias dos tratamentos foi utilizado o teste de Levene.

5 Resultados e Discussão

5.1 Curso diário das trocas gasosas

A Figura 10 apresenta a variação diária da densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA), da temperatura e da umidade relativa do ar registrada durante a execução das medidas de trocas gasosas dentro do ambiente protegido nos dias 03/11/2009 e 13/09/2010.

A temperatura do ar do dia 03/11/2009 variou de 34ºC (8h e 18h) a 42ºC (14h). Já a umidade relativa de 24% a 39%, às 14h e 8h horas, respectivamente, mostrando-se o oposto ao obtido para temperaturas, as quais foram as menores nesses horários.

A temperatura do ar do dia 13/09/2010 variou de 29ºC (8h) a 36ºC (14h). Já a umidade relativa de 11% a 23%, às 14h e 8h horas, respectivamente, mostrando-se o oposto ao obtido para temperaturas, as quais também foram as menores nesses horários. Percebe-se, assim, que o dia foi bem mais seco que na avaliação do ano anterior e a amplitude térmica foi menor.

A análise do comportamento diário da taxa de assimilação de CO_2 (Figura 11) demonstrou que as plantas enxertadas apresentaram maior assimilação líquida de CO_2 que as plantas não enxertadas (pés-francos), em ambas as avaliações. No ano de 2009, isso ocorreu a partir das 10h e assim permaneceu até às 16h, quando as taxas se aproximaram novamente, sendo que das 10h às 14h, foi o período em que ocorreu o maior distanciamento entre os dois tipos de plantas. Tanto as plantas enxertadas, quanto as não enxertadas assimilaram mais CO_2 na parte da manhã, com picos de assimilação entre 10h e 12h horas.

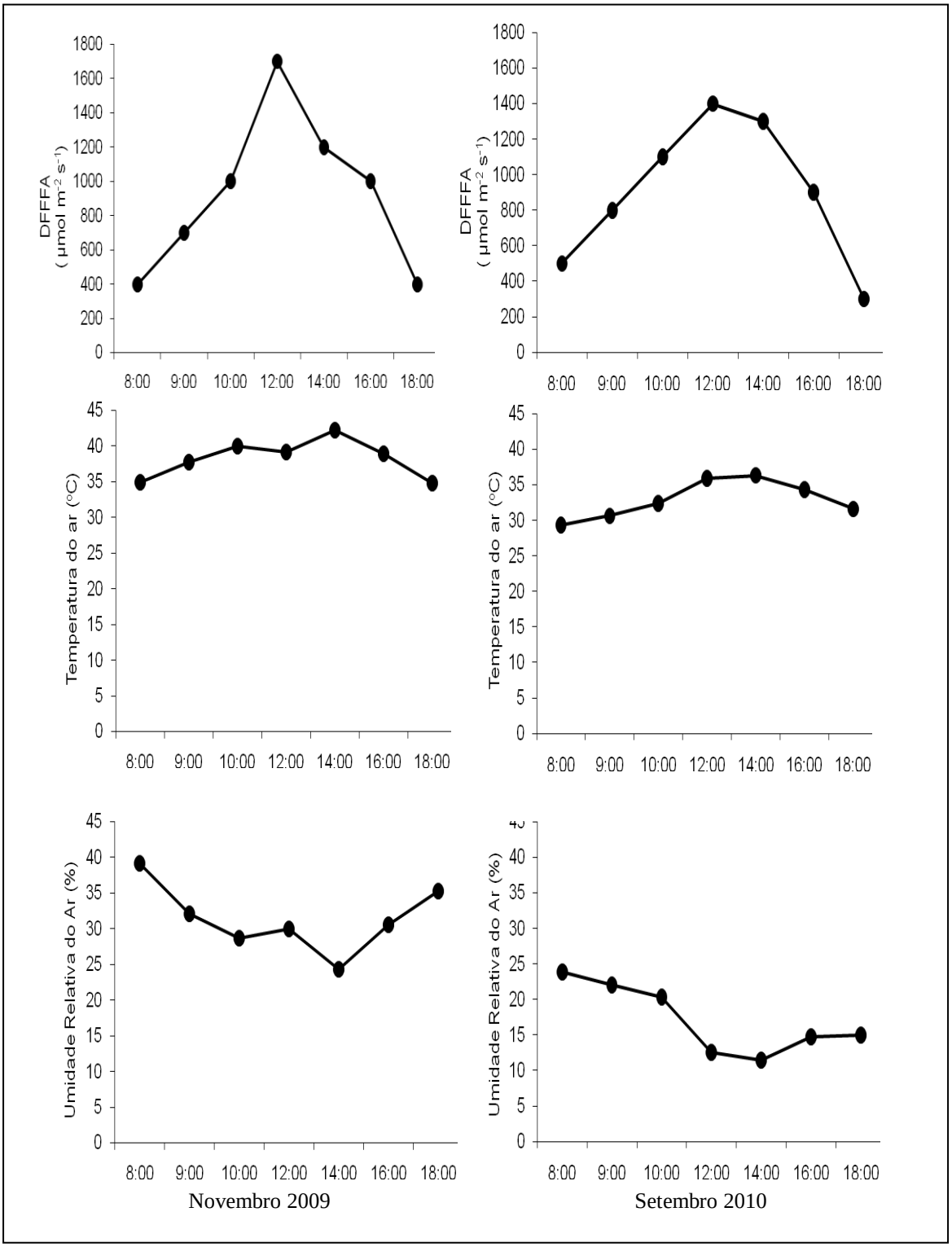


Figura 10 - Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA, µmol m^{-2} s^{-1}), temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) em duas épocas diferentes (03/11/2009 e 13/09/2010), dentro do cultivo protegido, no período das 8h às 18h horas. FCA/UNESP Manuel-SP.

Enquanto que na avaliação realizada no ano de 2010 (Figura 11), esse comportamento foi mais tênue, mostrando ainda as diferenças entre as plantas enxertadas e não enxertadas, mas com um distanciamento um pouco menor. Isso provavelmente ocorreu devido à baixa umidade relativa do ar, a qual caiu de 20% para 12% das 10h até às 12h, o que causou o fechamento parcial dos estômatos. Assim sendo, as taxas de assimilação de CO_2 tiveram seu pico às 10h, em ambos os tipos de planta.

Esses resultados concordam com os obtidos para condutância estomática (Figura 11) também em ambas as avaliações, indicando maior abertura estomática para as plantas enxertadas. Pode-se observar, que assim como para a taxa de assimilação de CO_2, a abertura estomática foi menor na avaliação de 2010, devido à influência da baixa umidade relativa do ar.

As plantas não enxertadas aparentaram ser mais sensíveis às condições ambientais. Na avaliação do ano de 2009, elas apresentaram queda na condutância estomática a partir das 12h (Figura 11), quando a temperatura começou a elevar-se, e a umidade relativa, a diminuir (Figura 10); entretanto as plantas enxertadas começaram a diminuir sua condutância estomática somente a partir das 14h horas, quando essas condições ambientais se acentuaram, e ocorreu a maior temperatura e a menor umidade; essa estratégia, geralmente, é adotada pelas plantas para que elas não percam muita água, fechando seus estômatos parcialmente. Esses resultados sugerem que a queda nas taxas de assimilação de CO_2 depois das 12h está relacionada ao fechamento parcial dos estômatos.

No experimento de 2010 as plantas não enxertadas apresentaram condutância estomática mais ou menos constante durante todo o curso do dia, provavelmente devido às condições climáticas durante essa avaliação, as quais permitiram uma abertura estomática menor que no experimento anterior, em ambos os tipos de plantas.

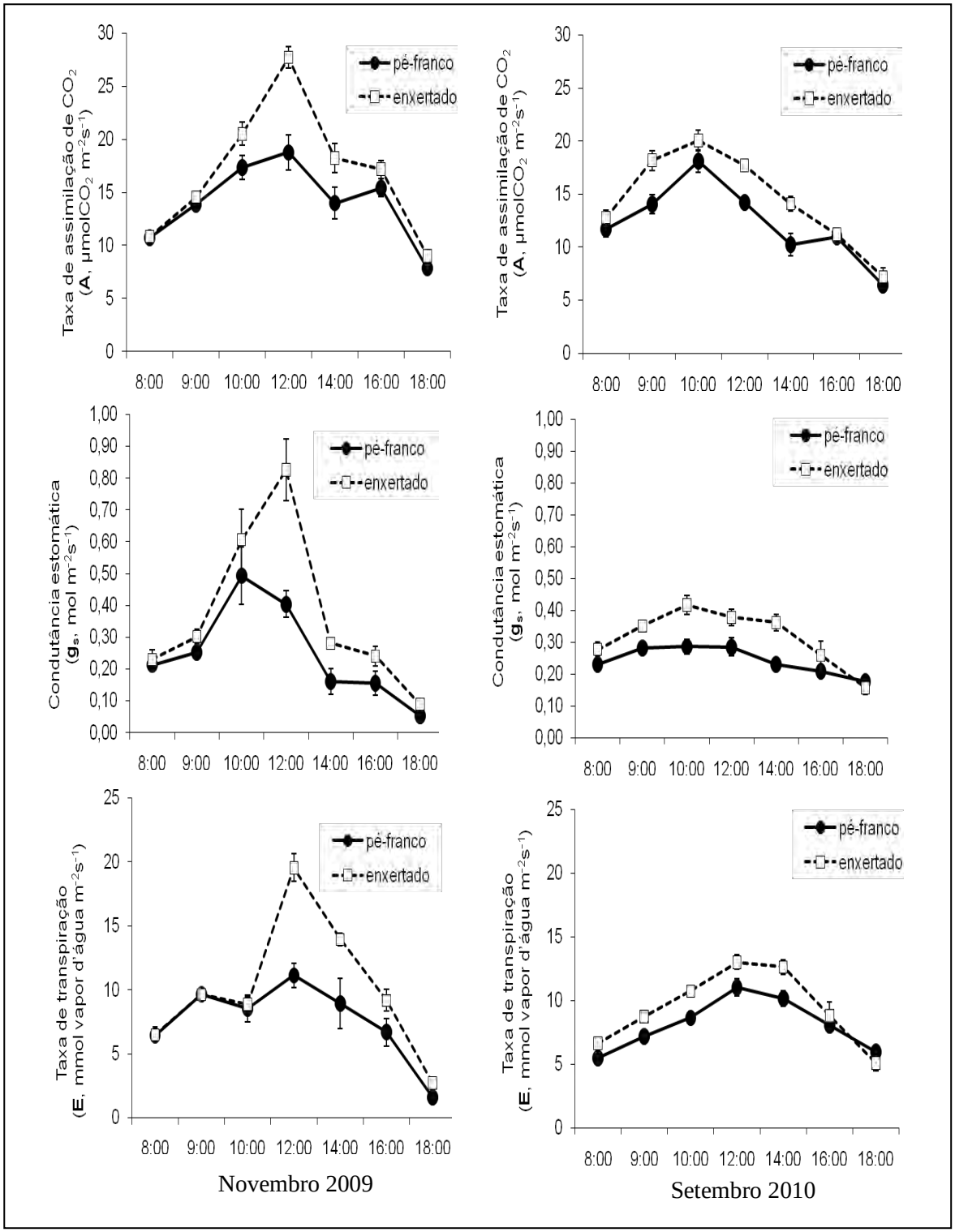


Figura 11 - Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}), condutância estomática (g_s, mol $m^{-2}s^{-1}$) e taxa de transpiração (E, mmol m^{-2} s^{-1}) de plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas (pé-franco), em duas épocas diferentes (03/11/2009 e 13/09/2010), no período das 8h às 18h horas. FCA/UNESP, São Manuel-SP.

Uma possibilidade para esse fato é que as raízes dos porta-enxertos (abóbora) são mais vigorosas que as do pepino, o que pode gerar maior absorção de água pela planta (CAÑIZARES et al., 2007). Essa maior disponibilidade de água aumenta seu fluxo na planta, deixando os estômatos mais abertos, mesmo nas horas mais quentes do dia, gerando maiores taxas de transpiração.

A eficiência do uso da água (Figura 12), apresentou valores semelhantes em ambos os experimentos, apresentando diferenças no horário das 18h, quando as plantas do experimento de 2009 apresentaram uma eficiência do uso da água muito maior que no experimento de 2010, isso provavelmente devido à umidade relativa do ar que estava aproximadamente pela metade em relação a 2009 (15 e 35%).

No entanto, a eficiência do uso da água foi semelhante entre as plantas enxertadas e não enxertadas durante todo o curso do dia, exceto às 18h, quando as plantas não enxertadas apresentaram maior eficiência em relação às plantas não enxertadas na avaliação de 2009, mas esse comportamento não foi evidenciado em 2010.

A temperatura da folha (Figura 12), em ambos os tipos de plantas e em ambos os experimentos, apresentou-se semelhante e acompanhou os valores das temperaturas do ar. Já a concentração interna de CO_2 na folha (Figura 12) foi semelhante até às 12h, no ano de 2009; depois desse horário, as plantas enxertadas passaram a apresentar maiores valores. Já no ano de 2010, os valores ficaram semelhantes para os dois tipos de plantas durante todo o dia.

Existem estudos nos quais tem sido observado que, em plantas de pepino enxertadas, alguns nutrientes se concentram de maneira diferente no porta-enxerto e na parte aérea, sendo que existe menor concentração de magnésio e enxofre, e maior concentração de potássio na parte aérea dessas plantas (CAÑIZARES, 1997; CAÑIZARES et al., 2005).

Como tentativa de explicar tal fato, cogita-se a hipótese de alguns nutrientes ficarem retidos nos porta-enxertos durante a cicatrização e conexão vascular, interferindo na translocação (CAÑIZARES et al., 2005).

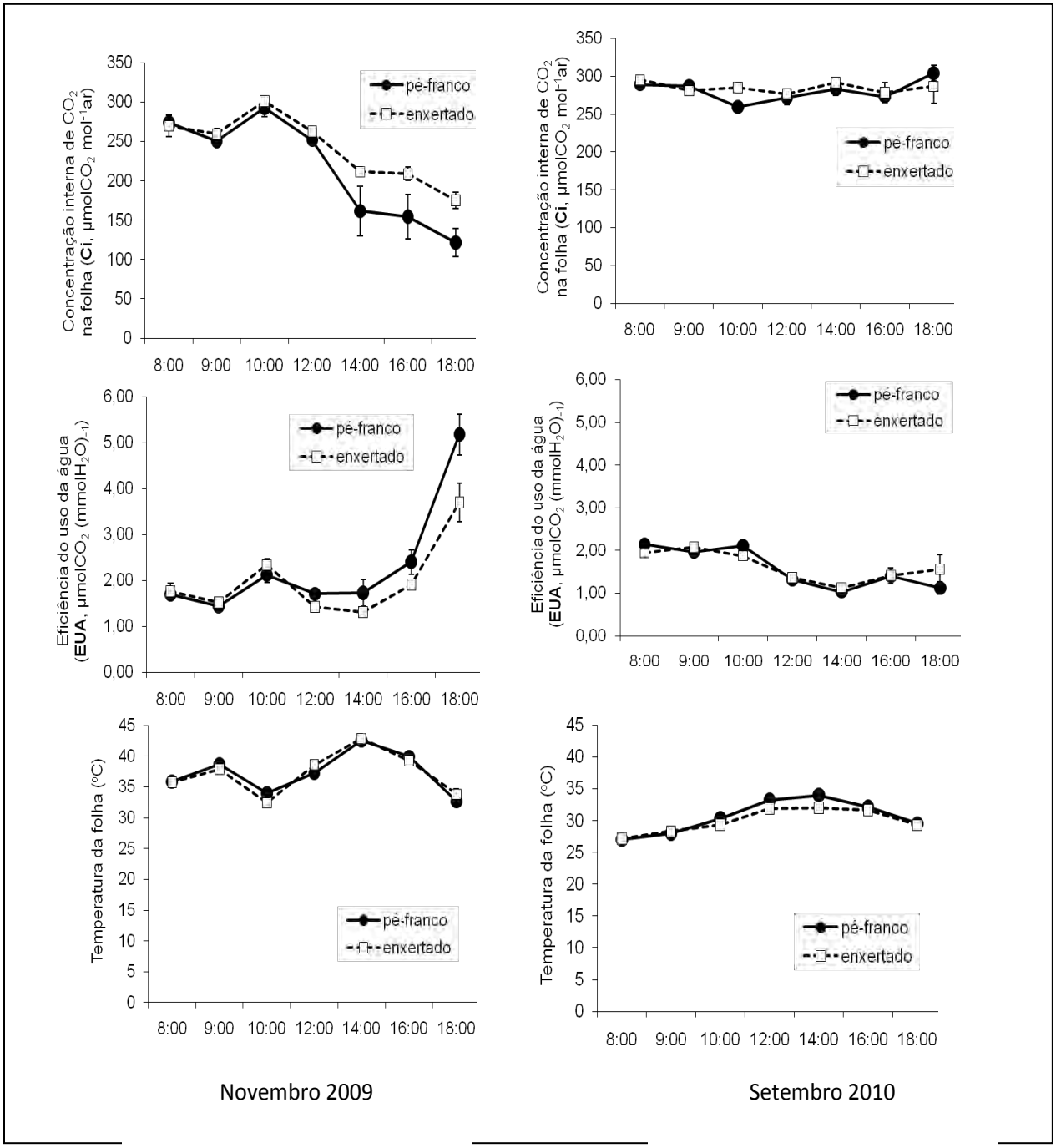


Figura 12 - Concentração interna de CO_2 na folha (Ci, µmol mol^{-1}), eficiência do uso da água (A/E, µmolCO_2 (mmol H_2O)$^{-1}$) e temperatura da folha de plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas (pé-franco), em duas épocas diferentes (03/11/2009 e 13/09/2010), no período das 8h às 18h horas. FCA/UNESP, São Manuel-SP.

Os íons K^+ são alguns dos responsáveis pelas mudanças de turgor nas células-guarda durante o movimento estomático, pois, em presença de luz ou quando a concentração de CO_2 dentro das células está baixa, eles são bombeados das células subsidiárias para dentro das células-guarda, juntamente com os íons Cl^- e o malato^{2-}; assim, eles diminuem o potencial osmótico dessas células, o que faz com que essas células absorvam água das células subsidiárias, tornando-as túrgidas, causando a abertura do ostíolo. Na ausência de luz ou sob altas concentrações de CO_2, o processo inverso ocorre ocasionando um aumento do potencial osmótico e, assim, perda de água das células-guarda, tornando-as flácidas, o que causa o fechamento dos estômatos (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Existem dados que apontam para que a absorção de potássio pelas células-guarda seja condicionada pelo funcionamento da ATPase, localizada na membrana interna dos cloroplastos, a qual bombeia H^+ para fora do estroma e induz a entrada de K^+ através de canais seletivos. Esse bombeamento dos íons H^+ aumenta o pH do estroma, o que é um pré-requisito para a conversão da energia luminosa em energia química (MENGEL, 2007).

Além disso, o potássio é cofator de enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese e tem importante papel na translocação de açúcares das folhas (fontes) para as demais partes das plantas (drenos), através da ação que ele exerce no carregamento do floema, um processo que exige a energia do ATP cuja produção depende do cátion em questão (MENGEL, 2007).

Portanto, a maior condutância estomática observada nas plantas enxertadas, possivelmente, pode ter sido ocasionada por essa maior concentração de potássio na parte aérea, devido à sua forte influência no movimento estomático. Essa maior abertura estomática levou à maior taxa de assimilação de CO_2 e também à maior transpiração.

O magnésio é um importante ativador de muitas enzimas, quase todas as enzimas fosforilativas, e tem importante papel na conversão de ADP em ATP, o que é fundamental no processo da fotossíntese (MERHAUT, 2007); no entanto, sua menor concentração na parte aérea, aparentemente, não causou nenhum dano nas trocas gasosas dessas plantas.

Assim sendo, a análise do comportamento diário das trocas gasosas demonstrou que as plantas enxertadas apresentaram maior taxa de assimilação líquida de CO_2,

assim como maior taxa de transpiração, que as não enxertadas. As plantas não enxertadas aparentaram serem mais sensíveis às condições ambientais e apresentaram maiores valores de eficiência do uso da água, indicando maior economia de água pela planta.

5.2 Dependência da fotossíntese em relação à radiação

A luz é um dos fatores mais importantes no processo da abertura estomática, quando as plantas estão em boas condições de suprimento de água. A fotossíntese é diretamente proporcional à luminosidade. A abertura estomática diminui conforme diminui a taxa de luminosidade (LARCHER, 2006). Consequentemente, a transpiração, a qual está diretamente relacionada à abertura estomática, também é influenciada, uma vez que a luz irá alterar esse mecanismo.

O aumento da intensidade luminosa provoca a queda das taxas de respiração e fotorespiração, além disso, aumenta as taxas de fixação de CO_2. A luz também é importante na produção de ATP e NADH (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Quando o ambiente apresenta baixa radiação, a quantidade de CO_2 liberada através da respiração pode exceder a quantidade assimilada pelas folhas; assim, observa-se aparente liberação de CO_2. No entanto, quando a mesma quantidade de CO_2 assimilada é liberada pelas folhas, nenhuma troca de CO_2 entre a planta e o ambiente pode ser observada, essa situação é chamada de ponto de compensação de luz (LARCHER, 2006).

Apesar de não ocorrerem trocas de CO_2 aparentes, os estômatos estão abertos; portanto, existe a perda de vapor d'água, ou seja, transpiração, proporcional à abertura. Se nenhum outro fator ambiental estiver limitando as trocas gasosas, após o ponto de compensação de luz, a absorção do CO_2 acompanha linearmente o aumento da radiação até atingir o ponto de saturação (LARCHER, 2006; FLOSS, 2008).

Sob radiação intensa, não há um aumento significativo da fotossíntese; nessa situação, o processo fotossintético está saturado pela radiação. Nesse contexto, a velocidade de absorção do CO_2 não é mais limitada pelas reações fotoquímicas, mas sim por reações enzimáticas e pela disponibilidade de CO_2 (LARCHER, 2006).

Por esses motivos, é importante estudar as curvas de assimilação de CO_2 em relação ao fluxo de fótons fotossinteticamente ativos. Na Figura 13, estão apresentadas as

curvas de saturação de luz das plantas enxertadas e das não enxertadas (pés-francos). Através delas, pode-se observar que ambas se comportam de maneira semelhante em relação à luz. As plantas enxertadas começaram a apresentar aparente assimilação de CO_2 pouco antes das não enxertadas, as quais somente começaram a ter assimilação aparente depois dos 50 µmol m^{-2} s^{-1}. Esse ponto é importante, pois indica quando a mesma quantidade de CO_2 assimilado é liberado pelas folhas, chamado ponto de compensação de CO_2. Assim, nenhum troca de CO_2 aparente entre a planta e o ambiente pode ser observada, mas, apesar de não ocorrerem trocas de CO_2 aparentes, os estômatos estão abertos; portanto existe a perda de vapor d'água,ou seja, transpiração, proporcional à abertura.

As plantas enxertadas assimilaram mais CO_2 que as não enxertadas, sendo que apresentando diferentes picos de assimilação. As plantas não enxertadas apresentaram um ponto de inflexão na curva depois de 800 DFFA, já as enxertadas tiveram assimilação de CO_2 crescente até cerca de 1700 DFFA. Sob radiação intensa, não há um aumento significativo da fotossíntese; nessa situação, o processo fotossintético está saturado pela radiação, e a velocidade de absorção do CO_2 não é mais limitada pelas reações fotoquímicas (LARCHER, 2006).

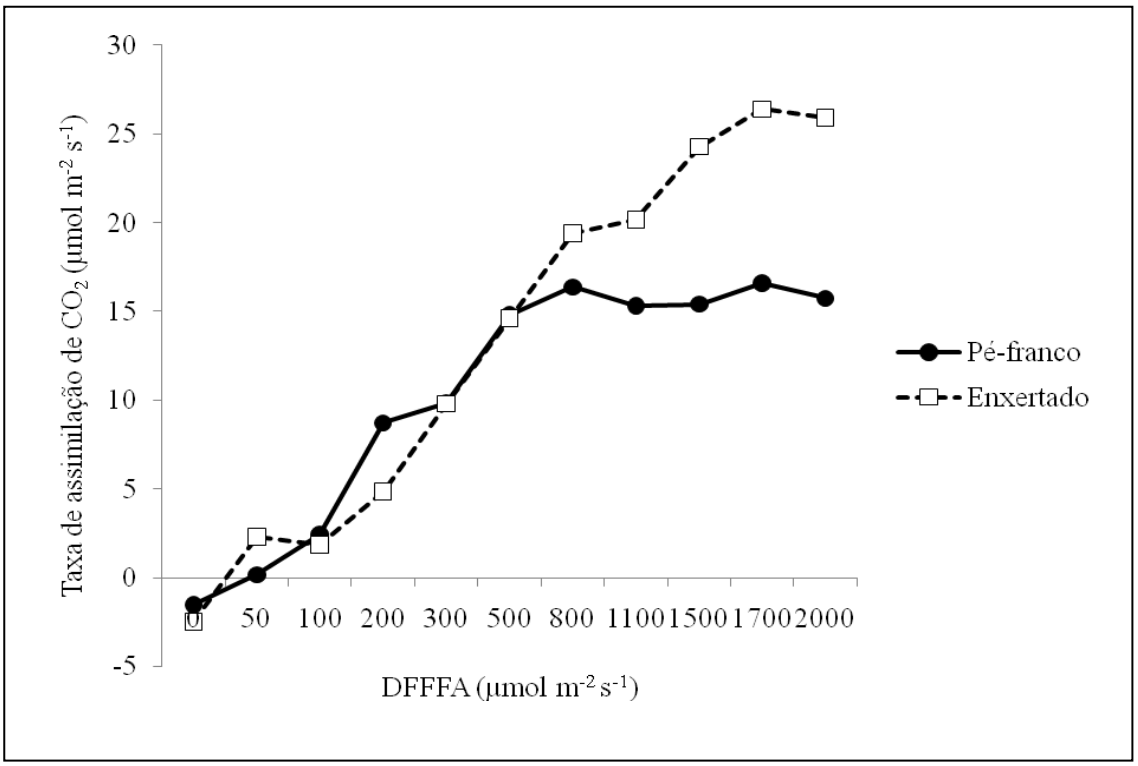
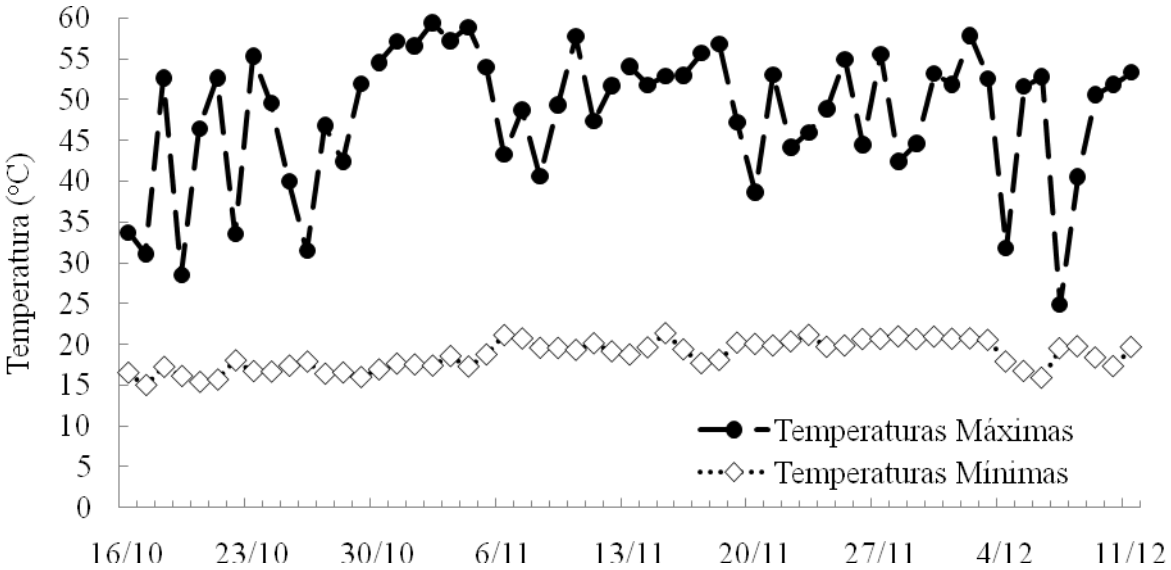


Figura 13 - Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}), de acordo com a radiação densidade de

fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA, µmol m^{-2} s^{-1}) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

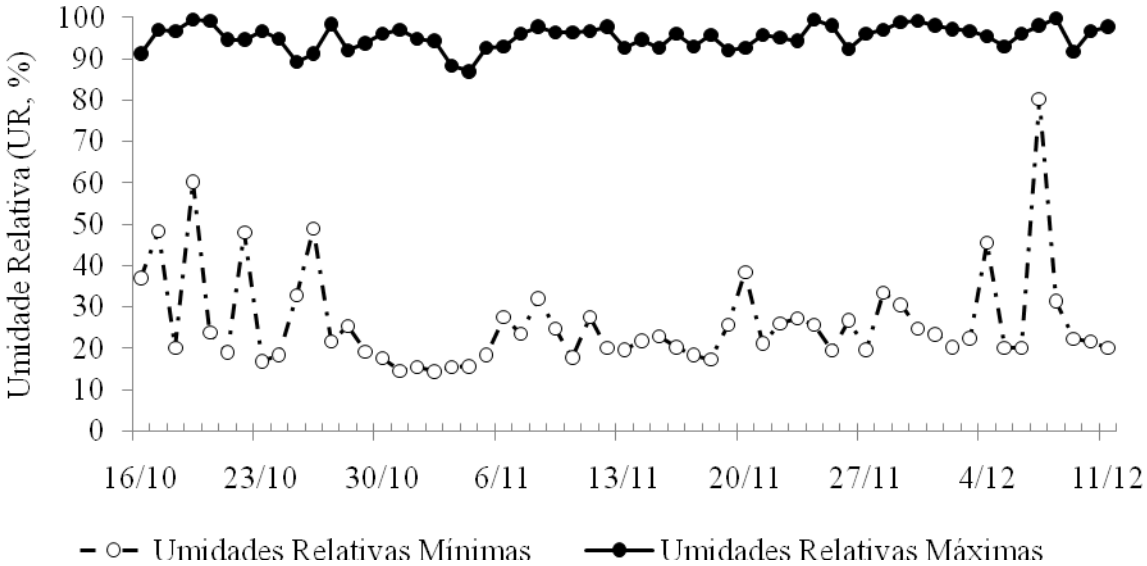
5.3 Efeitos fisiológicos dos fungicidas no desenvolvimento de plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas

Até há pouco tempo, o controle de doenças era o único objetivo do uso de fungicidas; no entanto, os benefícios fisiológicos trazidos pelas estrobilurinas trouxeram um novo conceito para o uso desses produtos (VENÂNCIO, 2004). O boscalida complementa a ação das estrobilurinas, seja aplicado alternadamente, seja aplicado em conjunto. E, assim como as estrobilurinas, é um fungicida sistêmico que funciona preventivamente inibindo a germinação de esporos, e possui pouco efeito curativo; portanto, a aplicação preventiva desses produtos traz como benefícios, além de proteger a planta, o de incrementar a produção através de seus benefícios fisiológicos, como será descrito posteriormente.



Temperatura mínima média: 18,6°C Temperatura máxima média: 48,3°C

Figura 14 - Variação das temperaturas máximas e mínimas do ar, avaliadas diariamente dos 20 DAT aos 80 DAT, sob cultivo protegido. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.



Umidade Relativa mínima média: 26,1% Umidade Relativa máxima média: 95,2%

Figura 15 - Variação das umidades relativas máximas e mínimas do ar, avaliadas diariamente dos 20 DAT aos 80 DAT, sob cultivo protegido. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

A maioria dos resultados presentes na literatura foram obtidos em experimentos em grandes culturas, como soja, milho, trigo, feijão e cevada, sendo que não foram encontrados relatos sobre seus efeitos fisiológicos em hortaliças, apesar de também serem usados, de forma preventiva nesse grupo, principalmente em solanaceas e cucurbitaceas. Os estudos no âmbito das alterações fisiológicas na planta ainda estão começando, existindo ainda muitas controvérsias nesse assunto e poucos dados sobre esses efeitos em plantas livres de doenças.

O teste de Levene mostrou homogeneidade das variâncias dos tratamentos para todas as variáveis analisadas.

A colheita dos frutos de pepino iniciou-se 31 dias após o transplante, no dia 23 de outubro de 2009 (31 DAT), e prolongou-se por 50 dias, terminando no dia 12 de dezembro de 2009 (80 DAT), colhendo-se todos os dias.

Tabela 7 - Número de frutos totais e produção total em kg/m^2 de ambiente protegido; e peso médio total dos frutos em plantas de pepino enxertadas e não enxertadas (pé-franco), com aplicação de diferentes fungicidas. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamentos	N° Frutos Total/m^2		Producao total (kg/m^2)		Peso médio total (g/fruto)	
	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado
Testemunha	30,76 abA	22,17 cB	3,85 abA	2,82 cB	125,27 aA	129,64 abA
Azoxistrobina 60g ha^{-1}	24,30 bA	25,33 bcA	3,08 bB	3,77 abcA	127,03 aB	147,17 aA
Boscalid 50g ha^{-1}	26,10 bA	31,08 abA	3,23 bA	3,79 abA	123,92 aA	122,35 bA
Piraclostrobina 50g ha^{-1}	27,56 bB	36,37 aA	3,19 bB	4,51 aA	116,17 aA	123,82 bA
Boscalid (100g ha^{-1}) + Piraclostrobina (50g ha^{-1})	36,13 aA	25,96 bcB	4,39 aA	3,13 bcB	122,03 aA	120,62 bA
C.V.(%)	12,44		13,01		6,81	

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.

Com relação aos componentes de produção, número de frutos e produtividade (kg/m^2), verificou-se que a aplicação da mistura de piraclostrobina com boscalida foi o único tratamento que provocou aumento tanto na produção total (Tabela 7), quanto na comercial (Tabela 8), das plantas não enxertadas (pé-franco); isso representou 17% e 16% a mais de frutos totais e comerciais, respectivamente.

Tabela 8 - Número de frutos comerciais e produção comercial kg/m^2 de ambiente protegido; e peso médio comercial dos frutos em plantas de pepino enxertadas e não enxertadas (pé-franco), com aplicação de diferentes fungicidas. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamentos	N° Frutos Comerciais/m^2		Produção Comercial (kg/m^2)		Peso médio comercial (g/fruto)	
	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado
Testemunha	25,12 abA	19,50 bB	2,93 abA	2,45 bA	117,08 aB	127,88 aA
Azoxistrobina 60g ha^{-1}	20,83 bA	21,17 bA	2,42 bA	2,69 abA	116,72 aA	126,62 aA
Boscalid 50g ha^{-1}	19,97 bB	25,92 abA	2,31 bB	3,11 abA	115,93 aA	120,49 aA
Piraclostrobina 50g ha^{-1}	24,33 abA	28,17 aA	2,69 abB	3,32 aA	110,34 aA	117,49 aA
Boscalid (100g ha^{-1}) + Piraclostrobina (50g ha^{-1})	29,07 aA	21,35 bB	3,36 aA	2,47 bB	115,75 aA	115,93 aA
C.V.(%)	13,82		13,63		5,82	

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 índice de clorofila (Tabela 9) presente nas folhas no ápice (8% a mais que o controle) e final da produção (10% a mais que o controle), apesar de não diferir dos demais tratamentos nessa última fase, mostrou que a mistura desses fungicidas retardou o amarelecimento das folhas atrasando sua senescência e prolongando a produção de frutos.

Esse maior teor de clorofila, provavelmente, levou às maiores taxas de trocas gasosas nessas plantas incluindo taxa de assimilação de CO_2, taxa de transpiração, condutância estomática (Tabelas 10 e 12; Figuras 16 e 19) e uma das maiores eficiências de carboxilação (Tabelas 11 e 13; Figuras 17 e 18) durante as duas primeiras avaliações (43 e 49 DAT), apesar da não diferença estatística na primeira, o que pode ter gerado maior produção de frutos.

Tabela 9 - Índice de clorofila presente nas folhas, em unidades SPAD, em plantas de pepino enxertadas e não enxertadas (pé-franco), com aplicação de diferentes fungicidas aos 36, 57 e 80 dias após o transplante das mudas (DAT).FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamentos	Avaliações					
	36 DAT		57 DAT		80 DAT	
	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado
Testemunha	45,90 aA	44,12 aA	49,58 bA	46,73 cB	32,53 aB	39,97 aA
Azoxistrobina 60g ha^{-1}	43,03 aB	47,53 aA	49,62 bA	51,53 abA	30,77 aB	39,95 aA
Boscalid 50g ha^{-1}	42,19 aB	46,52 aA	49,07 bA	48,21 bcA	34,43 aB	43,45 aA
Piraclostrobina 50g ha^{-1}	41,78 aB	44,96 aA	49,31 bB	52,51 aA	33,87 aA	38,37 aA
Boscalid (100g ha^{-1}) + Piraclostrobina (50g ha^{-1})	43,93 aA	45,69 aA	53,62 aA	51,54 abA	35,92 aA	41,20 aA
C.V.(%)	4,61		3,92		10,99	

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.

Nas duas últimas avaliações (57 DAT e 63 DAT), as plantas tratadas com a mistura apresentaram taxa de assimilação de CO_2 inferior numericamente apenas à azoxistrobina (Tabelas 14 e 16; Figuras 20 e 22). Esse mesmo comportamento foi apresentado para eficiência do uso da água e eficiência de carboxilação, somente aos 63 DAT (Tabela 17; Figura 23). Todos esses fatores acabaram revertidos para a maior produção de biomassa gerando maior produção de frutos.

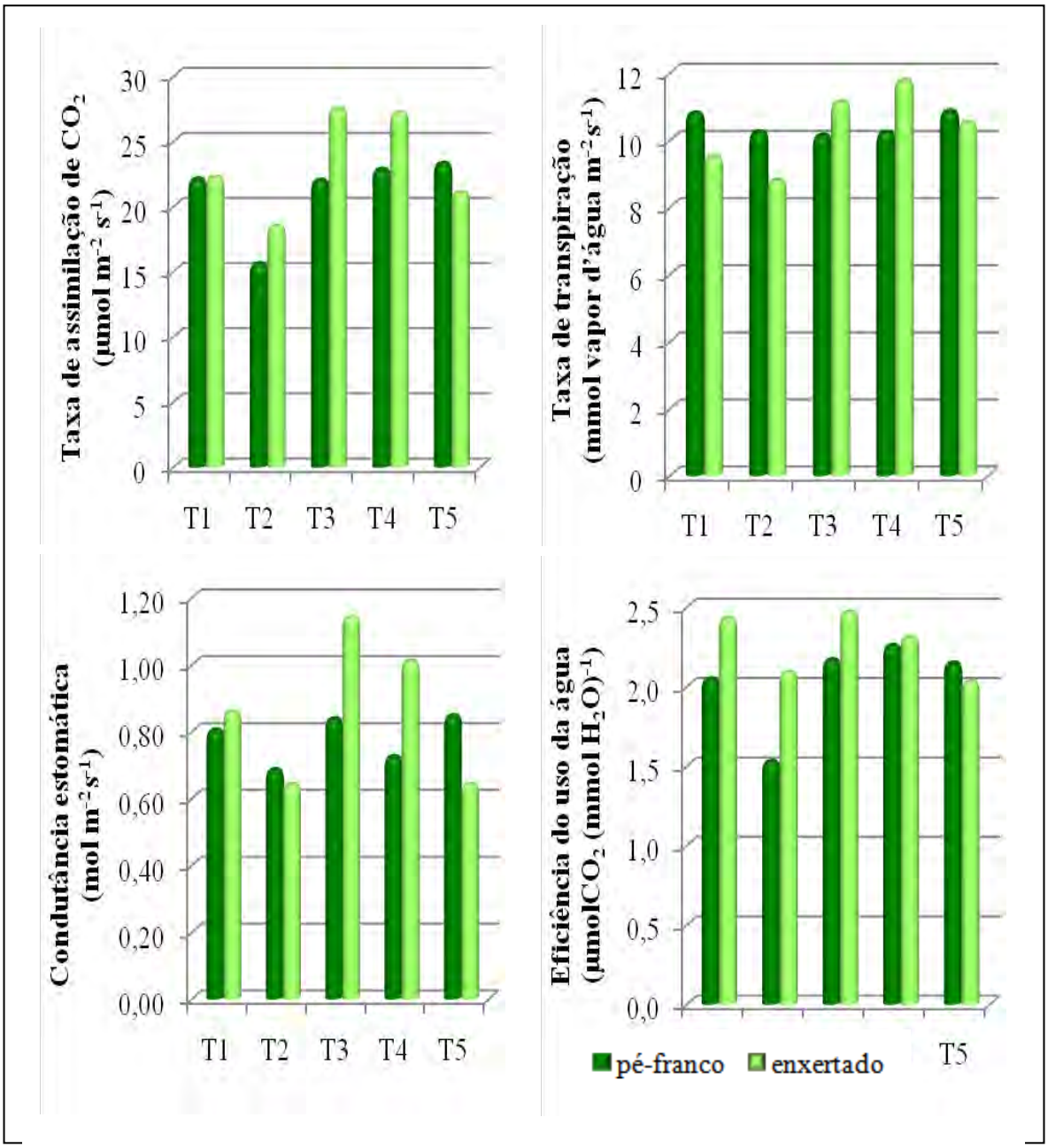


Figura 16- Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}); taxa de transpiração (E, mmol m^{-2} s^{-1}); condutância estomática (g_s, mol m^{-2} s^{-1}) e eficiência do uso da água (A/E, µmolCO_2 (mmol H_2O)$^{-1}$) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 43 DAT, sendo os tratamentos: T1–testemunha; T2–azoxistrobina 60g ha^{-1}; T3–boscalida 50g ha^{-1}; T4–piraclostrobina 50g ha^{-1}; T5–boscalida (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50g ha^{-1}). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tabela 10 - 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 pepino japonês, enxertadas e não enxertadas aos 43 DAT, sendo os tratamentos: T1–testemunha; T2–azoxistrobina 60g ha^{-1}; T3–boscalida 50g ha^{-1}; T4–piraclostrobina 50g ha^{-1}; T5–boscalida (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50g ha^{-1}). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamento	A		E		g_s	
	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado
T1	22,13 aA	22,27 bA	10,80 aA	9,51 bcA	0,8047 aA	0,8584 abA
T2	15,62 bB	18,48 cA	10,24 aA	8,80 cB	0,6866 aA	0,6415 bA
T3	22,03 aB	27,50 aA	10,14 aA	11,13 abA	0,8383 aA	1,1407 aA
T4	22,87 aB	27,17 aA	10,23 aB	11,77 aA	0,7250 aA	1,0107 abA
T5	23,33 aA	21,10 bcB	10,86 aA	10,51 abcA	0,8477 aA	0,6415 bA
C.V.(%)	6,64		9,32		27,62	

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 11 - Eficiência do uso da água (A/E, µmolCO_2 (mmol $H_2O)^{-1}$) e eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 43 DAT, sendo os tratamentos: T1–testemunha; T2–azoxistrobina 60g ha^{-1}; T3–boscalida 50g ha^{-1}; T4–piraclostrobina 50g ha^{-1}; T5–boscalida (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50g ha^{-1}). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamento	EUA		A/Ci	
	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado
T1	2,05 aB	2,43 abA	0,0724 aA	0,0728 bA
T2	1,53 bB	2,09 bcA	0,0484 bB	0,0622 cA
T3	2,17 aB	2,47 aA	0,0718 aB	0,0918 aA
T4	2,26 aA	2,31 abcA	0,0781 aB	0,0910 aA
T5	2,15 aA	2,03 cA	0,0775 aA	0,0714 bcA
C.V.(%)	8,38		6,70	

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.

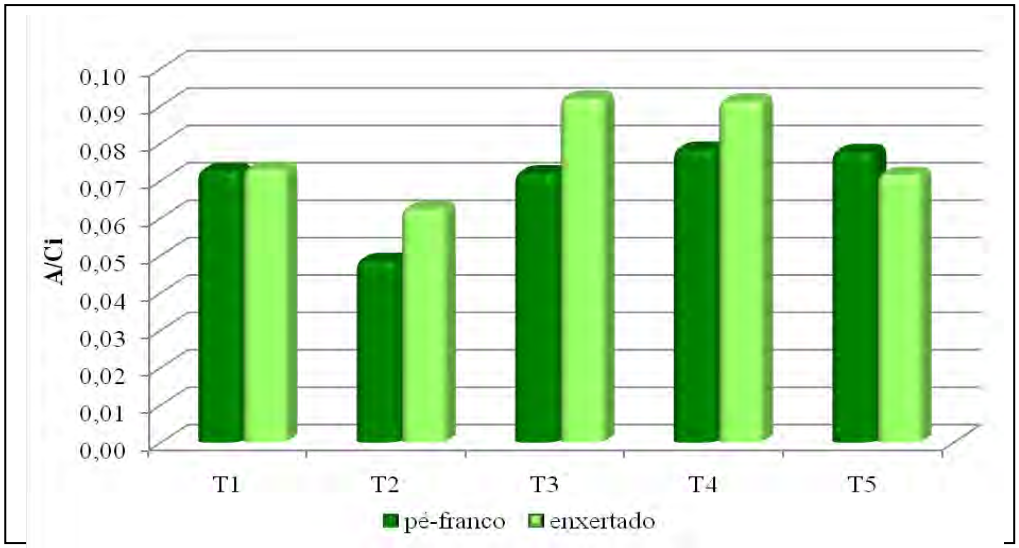


Figura 17 - Eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 43 DAT, sendo os tratamentos: T1–testemunha; T2–azoxistrobina 60g ha^{-1}; T3–boscalida 50g ha^{-1}; T4–piraclostrobina 50g ha^{-1}; T5–boscalida (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50g ha^{-1}). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tabela 12 - 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 pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 49 DAT, sendo os tratamentos: T1–testemunha; T2–azoxistrobina 60g ha^{-1}; T3–boscalida 50g ha^{-1}; T4–piraclostrobina 50g ha^{-1}; T5–boscalida (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50g ha^{-1}). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamento	A		E		g_s	
	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado
T1	20,77 bB	28,00 aA	11,60 abA	11,00 aA	0,9787 bB	1,6033 aA
T2	16,47 cB	26,07 aA	8,65 cB	11,57 aA	0,5640 cB	0,9037 bcA
T3	19,47 bcB	22,73 bA	10,08 bcA	9,64 abA	0,7220 bcA	0,9240 bcA
T4	21,72 bB	28,00 aA	11,27 abA	11,70 aA	0,8607 bcA	1,0950 bA
T5	27,44 aA	20,47 bB	12,18 aA	8,07 bB	1,4751 aA	0,5897 cB
C.V.(%)	7,02		9,66		19,3	

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 13 - Eficiência do uso da água (A/E, µmolCO_2 (mmol H_2O)$^{-1}$) e eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 49 DAT, sendo os tratamentos: T1–testemunha; T2–azoxistrobina 60g ha^{-1}; T3–boscalida 50g ha^{-1}; T4–piraclostrobina 50g ha^{-1}; T5–boscalida (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50g ha^{-1}). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamento	EUA		A/Ci	
	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado
T1	1,80 aB	2,55 aA	0,0668 bB	0,0906 aA
T2	1,94 aA	2,26 aA	0,0539 cB	0,0901 aA
T3	1,93 aB	2,36 aA	0,0644 bcB	0,0751 bA
T4	1,93 aB	2,43 aA	0,0726 bB	0,0980 aA
T5	2,25 aB	2,65 aA	0,0901 aA	0,0733 bB
C.V.(%)	10,66		7,71	

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.

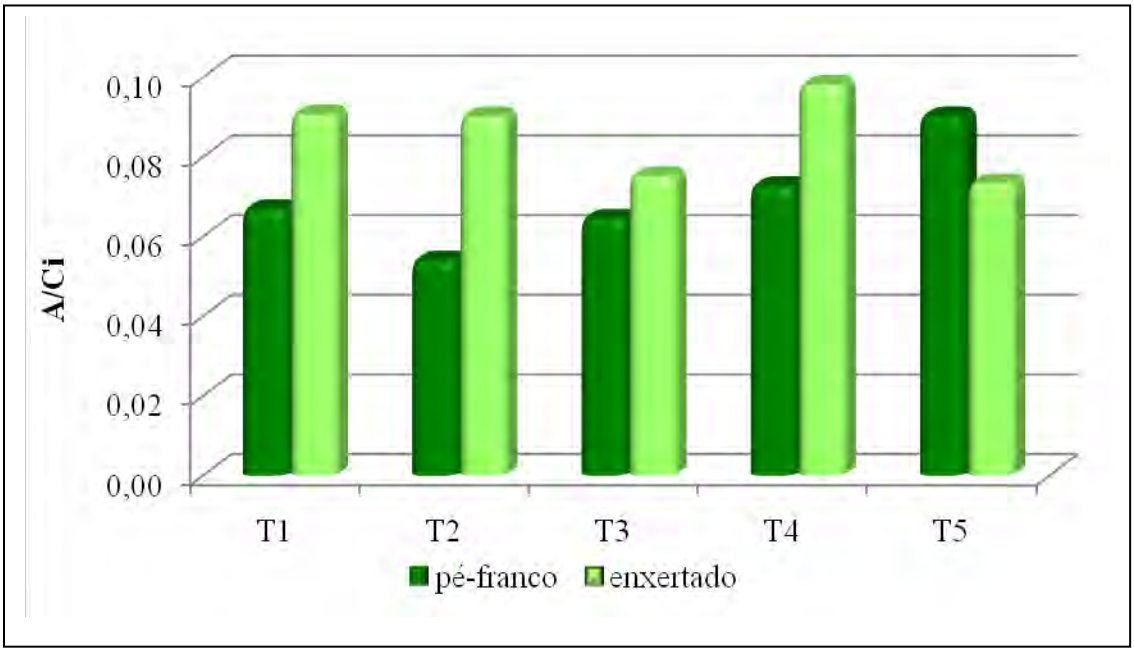


Figura 18- Eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 49 DAT, sendo os tratamentos: T1–testemunha; T2–azoxistrobina 60g ha^{-1}; T3–boscalida 50g ha^{-1}; T4–piraclostrobina 50g ha^{-1}; T5–boscalida (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50g ha^{-1}). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

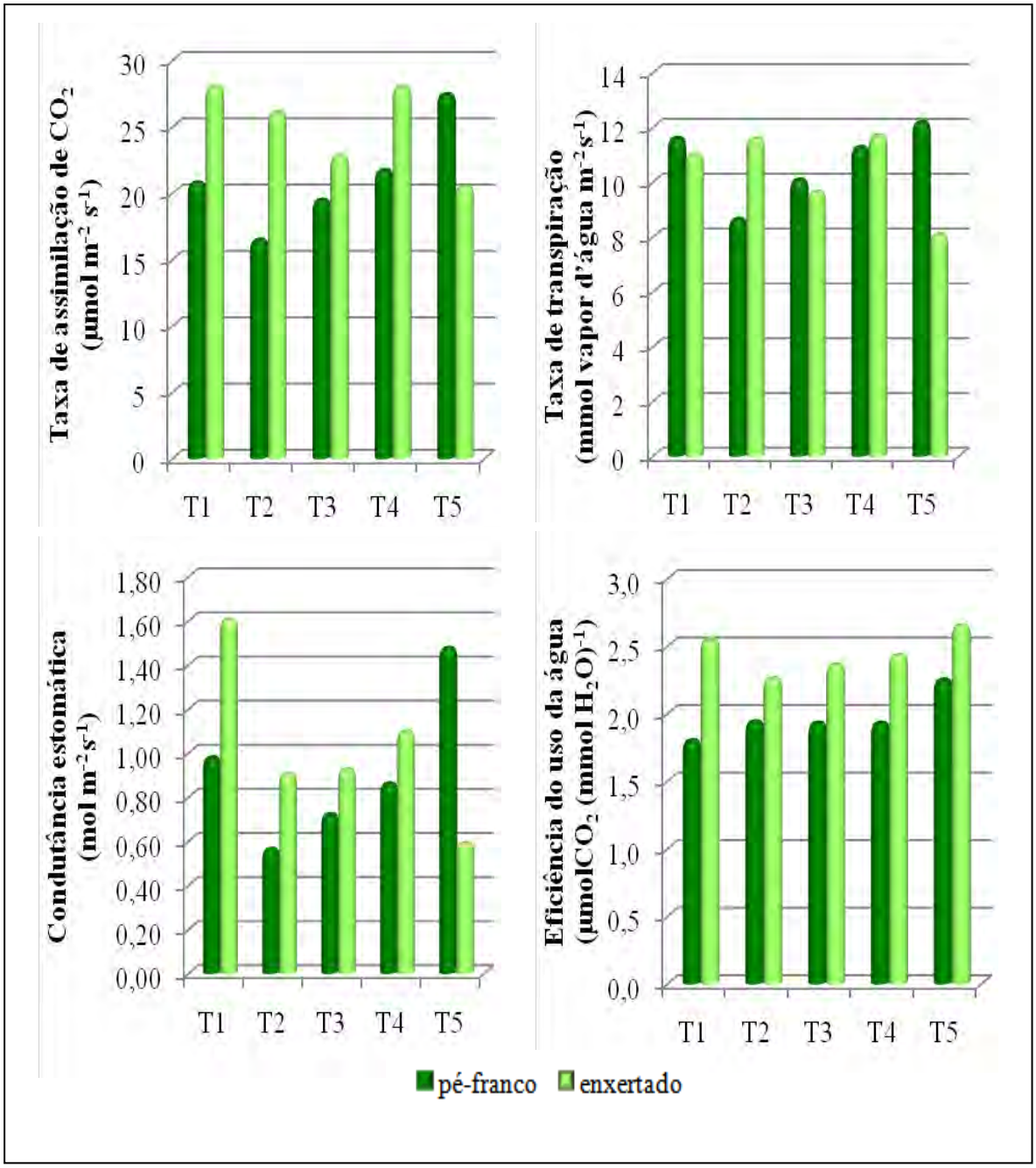


Figura 19 - Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}); taxa de transpiração (E, mmol m^{-2} s^{-1}); condutância estomática (g_s, mol m^{-2} s^{-1}) e eficiência do uso da água (A/E, µmolCO_2 (mmol H_2O)$^{-1}$) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 49 DAT, sendo os tratamentos: T1–testemunha; T2–azoxistrobina 60g ha^{-1}; T3–boscalida 50g ha^{-1}; T4–piraclostrobina 50g ha^{-1}; T5–boscalida (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50g ha^{-1}). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009

Tabela 14- 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 pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 57 DAT, sendo os tratamentos: T1–testemunha; T2–azoxistrobina 60g ha^{-1}; T3–boscalida 50g ha^{-1}; T4–piraclostrobina 50g ha^{-1}; T5–boscalida (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50g ha^{-1}). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamento	A		E		g_s	
	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado
T1	23,07 bB	30,10 aA	11,00 aA	10,25 abA	0,9667 aA	1,0317 aA
T2	28,00 aA	25,30 bcB	10,25 aA	11,03 aA	1,0900 aA	0,9390 aA
T3	26,42 aA	27,40 abcA	10,57 aA	9,54 bB	1,0892 aA	0,8870 aA
T4	26,97 aA	27,80 abA	10,52 aA	10,30 abA	0,9192 aA	1,126 aA
T5	27,15 aA	24,40 cB	10,04 aA	10,43 abA	1,1310 aA	0,7757 aB
C.V.(%)	5,61		5,96		21,72	

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 15 - Eficiência do uso da água (A/E, µmolCO_2 (mmol $H_2O)^{-1}$) e eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 57 DAT, sendo os tratamentos: T1–testemunha; T2–azoxistrobina 60g ha^{-1}; T3–boscalida 50g ha^{-1}; T4–piraclostrobina 50g ha^{-1}; T5–boscalida (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50g ha^{-1}). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamento	EUA		A/Ci	
	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado
T1	2,00 bB	2,94 aA	0,0780 bB	0,1095 aA
T2	2,74 aA	2,30 bB	0,0983 aA	0,0878 bA
T3	2,51 abB	2,88 aA	0,0906 abA	0,0998 abA
T4	2,57 aA	2,73 abA	0,0974 aA	0,0971 abA
T5	2,71 aA	2,35 bB	0,0951 aA	0,0870 bA
C.V.(%)	8,86		8,00	

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.

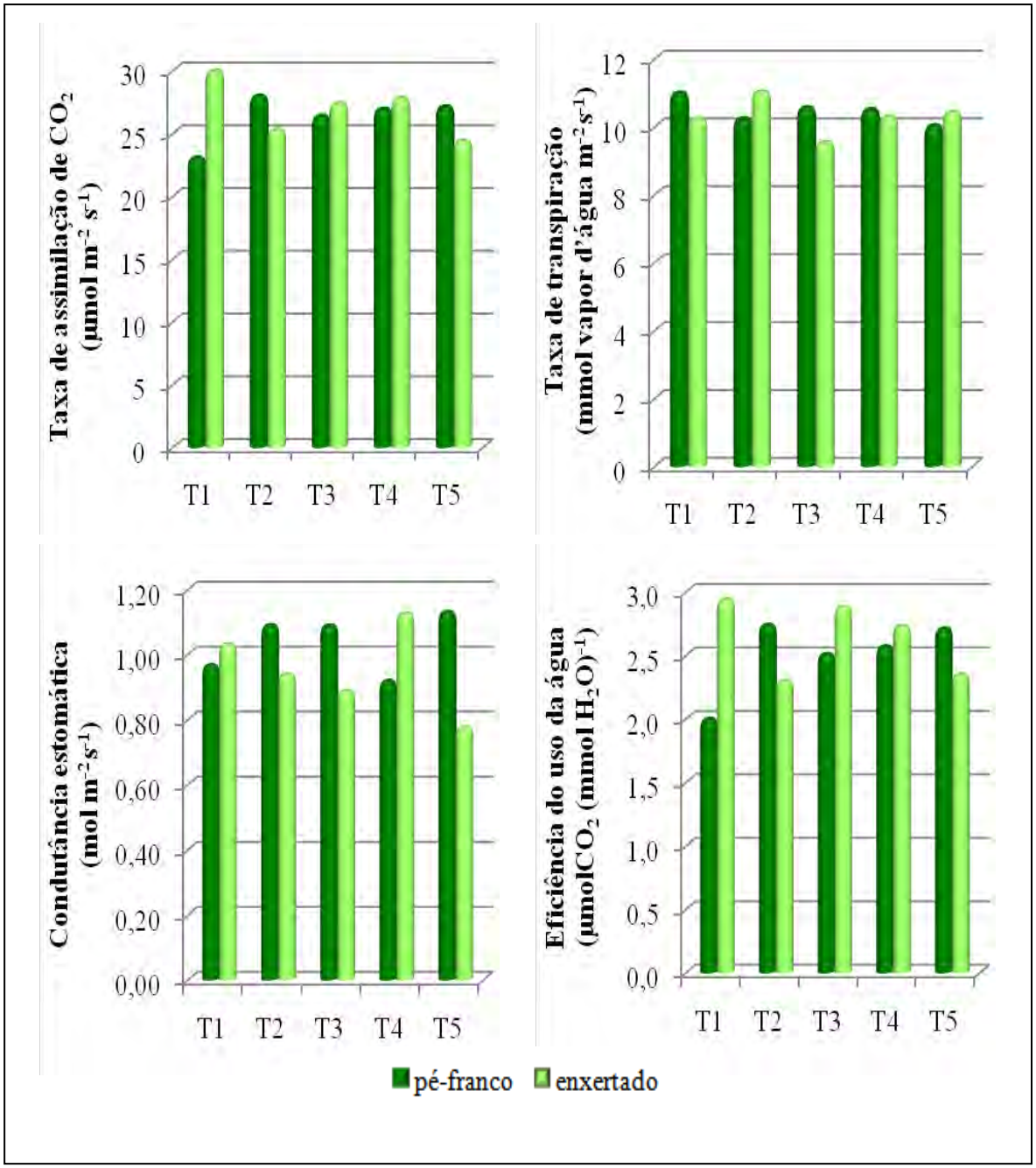


Figura 20- Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}); taxa de transpiração (E, mmol m^{-2} s^{-1}); condutância estomática (g_s, mol m^{-2} s^{-1}) e eficiência do uso da água (A/E, µmolCO_2 (mmol H_2O)$^{-1}$) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 57 DAT, sendo os tratamentos: T1–testemunha; T2–azoxistrobina 60g ha^{-1}; T3–boscalida 50g ha^{-1}; T4–piraclostrobina 50g ha^{-1}; T5–boscalida (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50g ha^{-1}). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

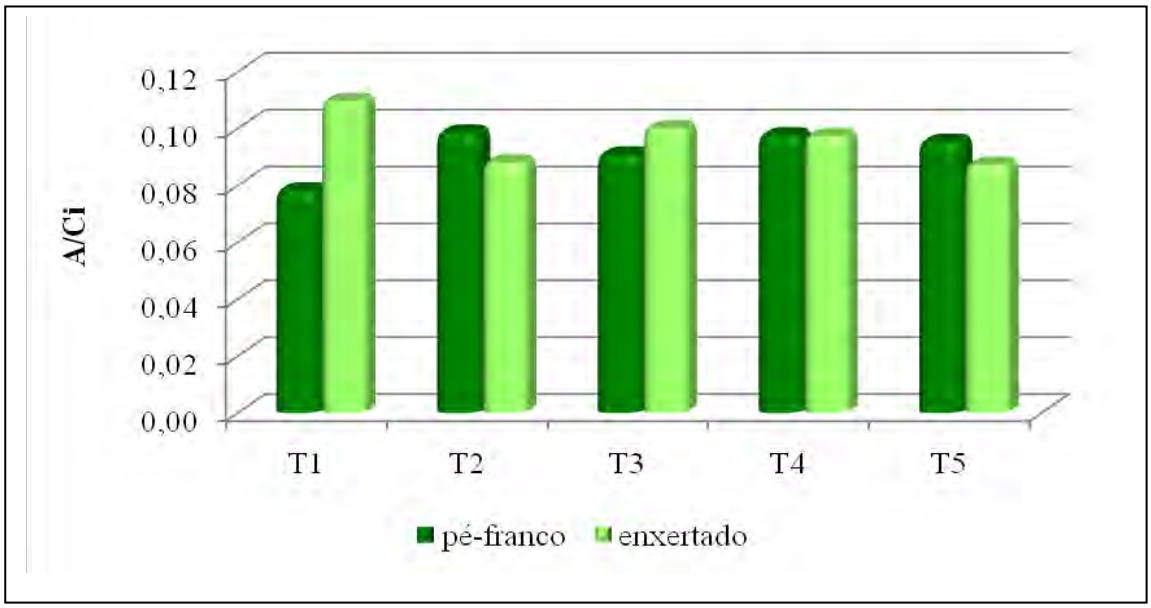


Figura 21 - Eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 57 DAT, sendo os tratamentos:T1–testemunha; T2–azoxistrobina 60g ha^{-1}; T3–boscalida 50g ha^{-1}; T4–piraclostrobina 50g ha^{-1}; T5–boscalida (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50g ha^{-1}). São Manuel-SP, UNESP, 2009.

Tabela 16 - 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 pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 63 DAT, sendo os tratamentos: T1–testemunha; T2–azoxistrobina 60g ha^{-1}; T3–boscalida 50g ha^{-1}; T4–piraclostrobina 50g ha^{-1}; T5–boscalida (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50g ha^{-1}). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamento	A		E		g_s	
	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado
T1	22,34 abA	24,07 aA	10,98 bA	11,20 aA	0,6304 aA	0,7493 aA
T2	25,32 aA	17,80 bB	11,46 abA	9,58 bB	0,8449 aA	0,7503 aA
T3	23,13 abA	23,37 aA	12,07 aA	11,05 aB	1,0938 aA	0,6725 aB
T4	20,13 bA	23,67 aB	10,61 bA	11,00 aA	0,9120 aA	0,6673 aA
T5	24,50 aA	24,77 aA	11,37 abA	11,82 aA	0,6897 aA	0,7930 aA
C.V.(%)	8,95		4,13		29,15	

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.

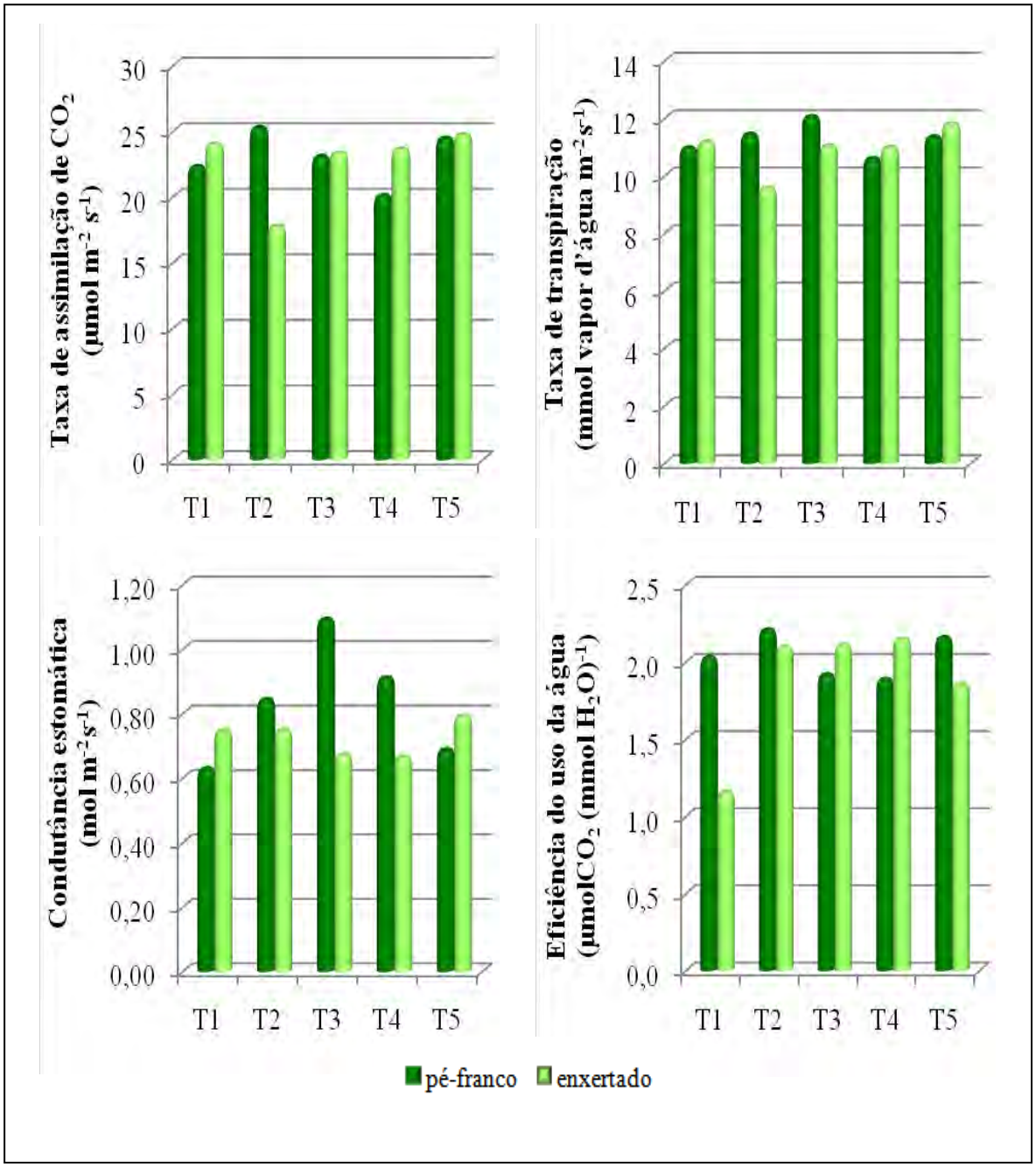


Figura 22- Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}); taxa de transpiração (E, mmol m^{-2} s^{-1}); condutância estomática (g_s, mol m^{-2} s^{-1}) e eficiência do uso da água (A/E, µmolCO_2 (mmol H_2O)$^{-1}$) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 63 DAT, sendo os tratamentos: T1–testemunha; T2–azoxistrobina 60g ha^{-1}; T3–boscalida 50g ha^{-1}; T4–piraclostrobina 50g ha^{-1}; T5–boscalida (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50g ha^{-1}). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

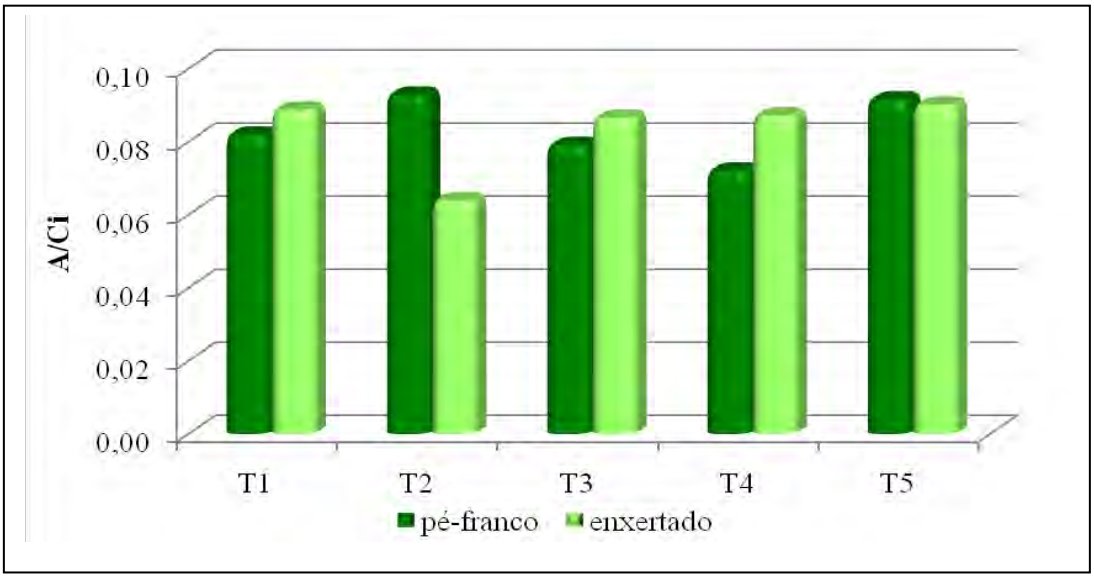


Figura 23 - Eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 63 DAT, sendo os tratamentos:T1–testemunha; T2–azoxistrobina 60g ha^{-1}; T3–boscalida 50g ha^{-1}; T4–piraclostrobina 50g ha^{-1}; T5–boscalida (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50g ha^{-1}). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tabela 17 - Eficiência do uso da água (A/E, µmolCO_2 (mmol $H_2O)^{-1}$) e eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de pepino japonês, enxertadas e não enxertadas, aos 63 DAT, sendo os tratamentos: T1–testemunha; T2–azoxistrobina 60g ha^{-1}; T3–boscalida 50g ha^{-1}; T4–piraclostrobina 50g ha^{-1}; T5–boscalida (100g ha^{-1}) + piraclostrobina (50g ha^{-1}). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamento	EUA		A/Ci	
	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado
T1	2,03 aA	1,16 aA	0,0818 abA	0,0886 aA
T2	2,21 aA	2,10 aB	0,0927 aA	0,0638 bB
T3	1,92 aA	2,11 aA	0,0789 abA	0,0864 aA
T4	1,89 aB	2,15 aA	0,0719 bB	0,0870 aA
T5	2,16 aA	1,86 aA	0,0914 aA	0,0899 aA
C.V.(%)	8,11		11,17	

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.

Estudos em soja demonstraram que a aplicação de piraclostrobina nas sementes aumentou a altura das plantas, a massa fresca e seca das partes aéreas e raiz, além de aumentar o índice de clorofila após 14 dias da emergência (SILVA et al., 2009). Oliveira et al. (2008) verificaram também que a aplicação de estrobilurina promoveu o aumento do índice de clorofila em soja.

O índice de clorofila tem estreita relação com a quantidade de nitrogênio na planta, uma vez que este se trata de um de seus principais elementos constituintes, portanto a atividade da nitrato redutase é estritamente ligada a essa característica. A atividade dessa enzima (Tabela 18) acompanhou os resultados apresentados pelas trocas gasosas e índice de clorofila, assim sua atividade foi aumentada pela aplicação da mistura de fungicidas, sendo que no início da produção de frutos, momento esse no qual a assimilação de nitrogênio é muito importante, pois a planta está investindo no crescimento, só ficou abaixo da piraclostrobina. No ápice da produção, foi ultrapassada também pela azoxistrobina, mas sua atividade manteve-se alta.

Tabela 18 - Atividade da nitrato redutase (NR, µg nitrito min^{-1} g^{-1}) em plantas de pepino enxertadas e não enxertadas (pé-franco), aos 35, 56 e 73 dias após o transplante (DAT), com aplicação de diferentes fungicidas. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamentos	NR atividade (µg nitrito min^{-1} g^{-1})					
	35 DAT		56 DAT		73 DAT	
	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado
Testemunha	55,95 cA	61,20 cA	51,40 bcA	50,00 aA	118,39 aB	164,50 aA
Azoxistrobina 60g ha^{-1}	62,68 bcB	115,59 aA	58,64 abA	49,91 aB	95,40 abB	154,92 abA
Boscalida 50g ha^{-1}	70,59 bcB	107,46 aA	42,53 cA	48,25 abA	64,82 bA	63,42 cA
Piraclostrobina 50g ha^{-1}	109,87 aA	111,12 aA	67,51 aA	44,40 abB	123,41 aA	122,83 bA
Boscalida (100g ha^{-1}) + Piraclostrobina (50g ha^{-1})	74,43 bA	78,94 bA	54,32 bA	38,62 cB	68,91 bA	68,38 cA
C.V.(%)	9,09		9,73		16,91	

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.

Segundo Dunne (2005), as estrobilurinas melhoram o metabolismo do nitrogênio e inibem a síntese do etileno, além de retardar o amarelecimento das folhas pela degradação da clorofila, atrasando a senescência. O atraso da senescência, nem que seja por poucos dias, tende a aumentar a produção; no caso do trigo, durante o período de enchimento dos grãos a produção aumenta de 0,15 a 0,2t ha^{-1} por dia; portanto, cada dia a mais que as folhas fiquem verdes é muito importante. Beck et al. (2002) também relataram que a aplicação de estrobilurinas em trigo, livre de doença, aumenta a atividade fotossintética e fluorescência da clorofila, além de retardar a senescência, resultando em maior produção.

Tabela 19- Peroxidação lipídica (TBARS, nmol g^{-1} de matéria fresca), atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg^{-1} de proteina), atividade da peroxidase (POD, µmol de purpurogalina min^{-1} mg^{-1} de proteína) e atividade da catalase (µKat $µg^{-1}$ de proteina) em plantas de pepino enxertadas e não enxertadas (pé-franco), aos 35 dias após o transplante (DAT), com aplicação de diferentes fungicidas. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamentos	Peroxidação lipídica (TBARS, nmol g^{-1} de matéria fresca)		SOD (U mg^{-1} de proteína)		POD (µmol de purpurogalina min^{-1} mg^{-1} de proteína)		CAT (µKat $µg^{-1}$ de proteína)	
	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado
Testemunha	6,25 bA	6,48 aA	2609,40 bA	2806,30 aA	71,95 aA	59,65 abA	3,72 bA	1,51 bcB
Azoxistrobina 60g ha^{-1}	9,37 aA	6,56 aB	3711,88 aA	1412,22 cB	54,41 aA	50,80 bA	1,22 cA	0,86 cA
Boscalida 50g ha^{-1}	6,22 bA	7,38 aA	1752,45 cB	3303,37 aA	27,21 bB	75,43 aA	1,73 cA	2,11 abA
Piraclostrobina 50g ha^{-1}	6,22 bA	7,28 aA	2038,46 cA	1704,13 bcA	71,95 aA	59,56 abA	1,71 cB	2,59 aA
Boscalida (100g ha^{-1}) + Piraclostrobina (50g ha^{-1})	6,56 bA	4,72 bB	3552,89 aA	2018,12 bB	74,54 aA	73,57 aA	5,16 aA	2,16 abB
C.V.(%)	12,49		10,22		16,94		15,67	

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.

Além disso, as plantas não enxertadas tratadas com a mistura de fungicidas apresentaram incremento na atividade do sistema antioxidativo no início da produção dos frutos, agindo como protetores contra o estresse, pois apresentaram as maiores atividades de SOD, CAT e POD, apesar dessa última não diferir dos demais tratamentos, o que gerou menor nível de peroxidação de lipídios (Tabela 19), ou seja, menor estresse. Nas demais coletas de enzimas (56 e 73 DAT), ocorreu diminuição da atividade das enzimas antioxidativas (Tabelas 20 e 21), em relação aos demais tratamentos com fungicidas, mas continuou apresentando maior atividade da SOD que o controle (35 e 48% maior, respectivamente).

Tabela 20 - Peroxidação lipídica (TBARS, nmol g^{-1} de matéria fresca), atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg^{-1} de proteina), atividade da peroxidase (POD, µmol de purpurogalina min^{-1} mg^{-1} de proteína) e atividade da catalase (µKat $µg^{-1}$ de proteina) em plantas de pepino enxertadas e não enxertadas (pé-franco), aos 56 dias após o transplante (DAT), com aplicação de diferentes fungicidas. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamentos	Peroxidação de Lipídios (TBARS,nmol g^{-1})		SOD (U mg^{-1} de proteína)		POD (µmol de purpurogalina min^{-1} mg^{-1} proteína)		CAT (µKat $µg^{-1}$ de proteína)	
	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado
Testemunha	4,55 cB	7,29 bA	1663,51 cA	1286,57 bA	8,14 cB	16,18 bA	2,21 bA	1,44 cB
Azoxistrobina 60g ha^{-1}	5,79 bcB	8,19 bA	2342,44 bB	4586,21 aA	12,73 abB	35,67 aA	3,65 aA	1,75 bcB
Boscalida 50g ha^{-1}	6,54 bcB	13,28 aA	3325,31 aA	1733,70 bB	7,80 bcB	21,08 bA	1,68 bcB	2,83 aA
Piraclostrobina 50g ha^{-1}	9,73 aA	7,33 bB	2876,72 abA	1460,92 bB	15,65 aA	14,89 bcA	1,49 bcB	2,43 abA
Boscalida (100g ha^{-1}) + Piraclostrobina (50g ha^{-1})	7,04 bB	8,75 bA	2251,05 bcA	1856,67 bA	11,53 abA	9,01 cA	1,40 cA	1,44 cA
C.V.(%)	13,81		14,04		20,89		23,45	

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 21 - Peroxidação lipídica (TBARS, nmol g^{-1} de matéria fresca), atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg^{-1} de proteina), atividade da peroxidase (POD, µmol de purpurogalina min^{-1} mg^{-1} de proteína) e atividade da catalase (µKat $µg^{-1}$ de proteina) em plantas de pepino enxertadas e não enxertadas (pé-franco), aos 73 dias após o transplante (DAT), com aplicação de diferentes fungicidas. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009.

Tratamentos	Peroxidação de Lipídios (TBARS, nmol g^{-1} de matéria fresca)		SOD (U mg^{-1} de proteína)		POD (µmol de purpurogalina min^{-1} mg^{-1} de proteína)		CAT (µKat µg $proteína^{-1}$)	
	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado	Pé-franco	Enxertado
Testemunha	15,79 bA	17,08 aA	3048,72 dA	3556,39 aA	2596,27 aA	2627,98 aA	2,01 bB	4,95 aA
Azoxistrobina 60g ha^{-1}	14,78 bA	15,03 bA	4405,27 cA	2006,50 dB	2015,99 bA	2336,89 abA	2,98 bA	0,97 bB
Boscalida 50g ha^{-1}	29,07 aA	15,25 bA	7407,09 aA	2256,35 bcB	1152,90 cA	810,17 cA	8,24 aA	3,13 abB
Piraclostrobina 50g ha^{-1}	13,40 bA	16,00 aA	6291,88 bA	2227,04 bcB	2532,54 abA	1852,74 bB	2,17 bA	2,06 bA
Boscalida (100g ha^{-1}) + Piraclostrobina (50g ha^{-1})	15,57 bA	10,27 bB	4567,78 cA	3103,95 abB	573,12 dA	364,98 cA	7,29 aA	3,26 abB
C.V.(%)	11,76		11,44		16,42		34,19	

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.

Com relação à atividade da POD e da CAT nessas coletas, elas mostraram-se com comportamento invertido, pois na segunda coleta a atividade da POD estava mais alta que o controle e na terceira coleta mais baixa. Já a CAT apresentou o comportamento inverso, mas isso não trouxe prejuízos para o sistema antioxidativo, pois os níveis de peroxidação de lipídios ficaram controlados, menores que a testemunha na segunda coleta e iguais na terceira. Portanto, a aplicação da mistura de piraclostrobina com boscalida funcionou como um protetor

do sistema antioxidativo, controlando os níveis de estresse da planta o que acaba por refletir em maior produção de frutos e trocas gasosas.

Em *Pyricularia grisea* a inibição da via do citocromo pela estrobilurina metominostrobin induz à produção do ânion superóxido (MIZUTANI et al. 1996) o que ativa a produção das enzimas antioxidantes, principalmente da SOD para degrada-lo. Kaneko & Ishii (2009) observaram que a aplicação de azoxistrobina nos fungos *Fusarium graminearum* e *Microdochium nivale* também aumenta a formação de EROS; além disso, incrementa a atividade da SOD e CAT .

Esses resultados sugerem que os tratamentos com estrobilurinas e boscalida, também tendem a aumentar a formação de EROS e consequentemente, a formação de enzimas antioxidantes para combatê-lo.

Os demais fungicidas aplicados isoladamente diminuíram a produção total nas plantas não enxertadas, sendo menores que as plantas controle. No entanto, com relação à produção comercial, a aplicação de piraclostrobina não diferiu estatisticamente das testemunhas.

O tratamento com a piraclostrobina nas plantas não enxertadas não incrementou a produção total de frutos (Tabela 7), ficando 10% e 17% menor que as testemunhas para número e kg/m^2, respectivamente. No entanto, em relação à produção comercial (Tabela 8) a diferença diminuiu ficando apenas 3% e 8% menor que as testemunhas para número e kg/m^2, respectivamente. Além disso, esse tratamento também não foi eficiente em aumentar o índice de clorofila nas folhas (Tabela 9), ficando dentre os mais baixos, sem diferir estatisticamente do controle. Embora, no final da produção, o índice de clorofila tenha sido 4% maior que as testemunhas, mostrou-se que ele ajuda a retardar o amarelecimento das folhas.

Todavia, esse resultado discorda do obtido para a atividade da enzima nitrato redutase (Tabela 18), pois ocorreu aumento em todas as coletas, sendo sempre a mais alta entre os tratamentos, melhorando o aproveitamento de nitrogênio na planta, apesar de, na última não diferir estatisticamente das testemunhas.

Aos 49 e 57 DAT, essas plantas apresentaram maior taxa de assimilação de CO_2 que as testemunhas, mas menor condutância estomática e transpiração, apesar de não diferirem estatisticamente aos 49 DAT (Tabelas 12 e 14; Figuras 19 e 20), o que levou à maior eficiência do uso da água e eficiência de carboxilação (Tabelas 13 e 15; Figuras 18 e 21). No

entanto, aos 63 DAT, a taxa de assimilação de CO_2 diminuiu, ficando abaixo das testemunhas, assim como a eficiência do uso da água (Tabelas 16 e 17; Figuras 22 e 23). Com base nesses resultados conclui-se que a aplicação de piraclostrobina nas plantas não enxertadas incrementou as trocas gasosas dessas plantas, de uma maneira geral.

Fagan (2007) verificou que a aplicação de piraclostrobina em soja aumentou a taxa de assimilação de CO_2, principalmente na primeira fase de desenvolvimento da cultura, após a primeira aplicação do produto, aumentou o índice de clorofila nas folhas e a produção de grãos. Além disso, a aplicação da piraclostrobina incrementou a atividade da nitrato redutase, também na fase inicial do desenvolvimento; depois, a atividade tendeu a diminuir. A atividade da nitrato redutase muda de acordo com a fase da vida da planta; assim, possui sua maior atividade em órgãos de crescimento, durante a fase jovem, pois esses órgãos requerem grande quantidade de nitrato (LARCHER, 2006).

A aplicação da estrobilurina diminui momentaneamente o pH do citosol devido ao aumento na concentração de prótons (H^+), pelo bloqueio no transporte de elétrons na mitocôndria, isso aumenta a atividade de nitrato redutase, pois esta é regulada pelo pH do citosol (GLAAB & KAISER, 1999).

No início da produção (Tabela 19), as plantas não enxertadas tratadas com a piraclostrobina apresentaram menor atividade de SOD e CAT, no entanto foram eficientes no combate ao estresse, pois os níveis de peroxidação de lipídios ficaram baixos e levemente menores que nas testemunhas, sugerindo que, possivelmente, as EROs já foram combatidas e que, nesse momento, a atividade enzimática já havia diminuído, ou a destruição do peróxido de hidrogênio foi feita por outras enzimas que não foram avaliadas.

No entanto, no ápice da produção (Tabela 20) apresentaram alto nível de peroxidação de lipídios, mesmo apresentando uma das maiores atividades de SOD e a maior atividade da POD, mostrando que elas estavam tentando combater esse estresse, mas ainda não tinham conseguido nesse momento, revelando uma sobrecarga do sistema antioxidativo nesse momento. Já no final da produção (Tabela 21), as atividades da SOD, POD e CAT mantiveram-se altas e foram as mais eficientes no combate à peroxidação de lipídios, confirmando o efeito protetor desse fungicida, sendo muito importante nesse momento ajudando a retardar a senescência.

O boscalida aplicado isoladamente também não foi tão eficiente quanto em associado à piraclostrobina, nas plantas não enxertadas, pois apresentou uma das menores produções de frutos, ficando 15% inferior às testemunhas na total (Tabela 7) e 20% na comercial (Tabela 8). No entanto, foi eficiente em retardar o amarelecimento das folhas, pois, apesar da não diferença estatística, ficou dentre os maiores índices de clorofila nas folhas no final da produção de frutos (Tabela 9).

Embora o índice de clorofila no início do desenvolvimento tenha sido inferior à testemunha, observou-se que a aplicação desse fungicida se mostrou eficiente em aumentar a atividade da nitrato redutase (Tabela 18) no início da produção de frutos, o que traz diversos benefícios nessa fase, como, por exemplo, ser incorporado em moléculas orgânicas, como aminoácidos e nucleotídeos, essenciais para o crescimento da planta.

No início do experimento, percebeu-se que o boscalida interferiu muito pouco nas trocas gasosas, chegando a diminuí-las aos 49 DAT (Tabelas 12 e 13; Figuras 18 e 19). Entretanto, a partir dos 57 DAT (Tabelas 14 e 15; Figuras 20 e 21) houve uma recuperação, o que aumentou as trocas gasosas dessas plantas, lembrando que nesse momento as plantas estavam no ápice da produção dos frutos; portanto, essa recuperação foi bastante importante, pois é nesse momento que as plantas mais precisam assimilar CO_2.

Com relação ao sistema antioxidativo, no início do desenvolvimento (Tabela 19), essas plantas apresentaram menor atividade de SOD, POD e CAT; no entanto, foram eficientes no combate ao estresse, pois os níveis de peroxidação de lipídios ficaram baixos e levemente menores que nas testemunhas, sugerindo que, possivelmente, as EROs já foram combatidas e que a atividade enzimática já havia diminuído, como aconteceu com as plantas tratadas com a piraclostrobina nesse mesmo momento.

No ápice da produção (Tabela 20), a situação continuou mais ou menos a mesma nas plantas não enxertadas tratadas com o boscalida, pois, apesar da alta atividade da SOD, a atividade da POD e da CAT foi baixa, revelando que a destruição do peróxido de hidrogênio, provavelmente, foi feita realmente por outras enzimas que não foram avaliadas, uma vez que o nível de peroxidação de lipídios permaneceu baixo. No final da produção (Tabela 21), a peroxidação de lipídios foi a mais alta nessas plantas, mas como a atividade da SOD e CAT foi a mais alta, sugere-se uma possível sobrecarga do sistema, mostrando que as enzimas estavam

trabalhando no combate às EROs, mas ainda não tinham sido efetivamente conseguido controlar o estresse.

A azoxistrobina foi o fungicida menos eficiente, pois as plantas não enxertadas tratadas com a azoxistrobina apresentaram a menor produção de frutos totais (Tabela 7) e a segunda menor produção de frutos comerciais (número e kg/m^2 de ambiente protegido; Tabela 8), apesar de não terem diferido estatisticamente das plantas tratadas com boscalida e com piraclostrobina, isoladamente. Isso representou 20 e 17% a menos de kg/m^2, de produção total e comercial, respectivamente, que às testemunhas, indicando que esse tratamento foi prejudicial para a produção de frutos. As plantas não enxertadas não apresentaram diferenças estatísticas para peso médio de fruto; no entanto, as tratadas com a azoxistrobina foram numericamente o maior peso obtido.

Essa menor produção de frutos pode estar relacionada com menor índice de clorofila durante todo o desenvolvimento (Tabela 9), mostrando que não foi eficiente em retardar o amarelecimento das folhas, e assim prolongar a produção dos frutos. Isso pode ter ocasionado uma diminuição no período de produção de frutos, tornando-a mais baixa que os demais fungicidas. No entanto, a atividade da nitrato redutase (Tabela 18) nas plantas tratadas com esse fungicida manteve-se alta durante as duas primeiras fases do experimento mostrando que a aplicação de azoxistrobina aumenta a atividade dessa enzima, melhorando a absorção de nitrogênio das plantas nessas fases tão importantes do desenvolvimento, o que confirma a aplicação de estrobilurinas como algo que leva ao aumento da atividade da nitrato redutase.

A taxa de assimilação de CO_2, a eficiência de carboxilação e a condutância estomática das plantas tratadas com a azoxistrobina foram as mais baixas aos 43 e 49 DAT (Tabelas 10, 11, 12 e 13; Figuras 16, 17, 18 e 19), assim como a eficiência do uso da água aos 43 DAT. A partir dos 57 DAT (Tabela 14, 15, 16 e 17; Figuras 20, 21, 22 e 23) a situação se inverteu-se, pois essas plantas passaram a apresentar as mais altas taxas para essas mesmas características.

Essas plantas apresentaram maior nível de peroxidação de lipídios no início da produção dos frutos (Tabela 19), quando foi feita a primeira coleta enzimática, chegando a ser 50% maior que no tratamento controle, além disso, nesse mesmo momento, apresentaram alta atividade de SOD, mas baixa atividade de CAT e POD, mostrando-se ineficiente, nessa fase, na detoxificação do peróxido de hidrogênio, não conseguindo combater o

estresse. Esses resultados coincidem com os obtidos para trocas gasosas nessa mesma época, aos 43 e 49 DAT, o que mostra comprometimento nas trocas gasosas dessas plantas, provavelmente devido ao estresse oxidativo.

Esse fato, no entanto, não se repetiu nas demais coletas enzimáticas (Tabelas 19 e 20), pois as plantas tratadas com esse fungicida aumentaram a atividade da SOD, POD e CAT em relação às testemunhas, mostrando que as plantas recuperaram-se do estresse da avaliação anterior, sugerindo que a atividade das enzimas ainda estava estabelecendo-se naquele momento; depois, mantiveram o nível de peroxidação de lipídios dentre os mais baixos.

Aparentemente os efeitos fisiológicos desses fungicidas são mais notados quando a planta está passando ou passou por algum tipo de estresse, fazendo com que eles funcionem como protetores contra o possível estresse que possa acontecer. Assim, quando o efeito das estrobilurinas é avaliado em plantas que não passaram por estresse, o efeito é menos notado, como, por exemplo, o que Bertelsen et al. (2001) relatam nos seus experimentos com trigo. Quando ocorre a inoculação dos fungos nas folhas, a aplicação de kresoxim-methyl, uma estrobilurina, traz excelentes benefícios, protegendo as plantas contra o ataque dos fungos, mantendo as folhas verdes por mais tempo, aumentando a produção de grãos e retardando a senescência. No entanto, quando a aplicação do mesmo produto é feita em plantas saudáveis, nas quais não foram inoculados fungos, não são notados esses benefícios, pois segundo os autores, fica muito difícil separar os benefícios fisiológicos alcançados do benefício protetor do fungicida.

A aplicação de azoxistrobina em trigo atrasa o processo de senescência das folhas, pois estimula a atividade da SOD e POD, retardando a produção de superóxido (O_2^{o-}), além de funcionar como um protetor contra o estresse (WU & VON TIEDEMANN, 2001). Os mesmo autores, mais tarde, (WU & VON TIEDMANN, 2002) verificaram que a aplicação preventiva de azoxistrobina em cevada diminui os danos causados por ozônio, pois aumenta a atividade do sistema antioxidativo (SOD, CAT, ascorbato-peroxidase (APX), glutationa redutase (GR) e POD), o que reduz os níveis de superóxido (O_2^{o-}), funcionando como protetor contra esse estresse ambiental.

A fisiologia das plantas enxertadas tende a ser diferente das plantas não enxertadas, devido às relações do enxerto e porta-enxerto, sendo este último mais vigoroso; por isso, espera-se que elas apresentem alguns comportamentos diferentes.

Vale lembrar que as plantas enxertadas passam por um estresse inicial diferente das plantas não enxertadas, uma vez que têm de adaptar-se à união do enxerto e porta-enxerto, completarem a conexão vascular e criar uma sustentação maior, devido ao ferimento sofrido e, por isso, são mais sensíveis às condições adversas (como patógenos ou variações no ambiente) no começo do desenvolvimento. No entanto, com o passar do tempo elas passam a ter mais vantagens geradas por seu vigoroso porta-enxerto do que as não enxertadas, como já foi descrito anteriormente.

No presente trabalho, os benefícios fisiológicos dos fungicidas foram mais notados nas plantas enxertadas, sendo que todos os fungicidas testados apresentaram benefício na produção, em maior ou menor escala, nesse tipo de planta, demonstrando que o efeito desses fungicidas é mais notado em plantas que passaram por estresse. Esse resultado é muito importante, pois, no estado de São Paulo, a maioria das plantas de pepino é enxertada.

As plantas enxertadas (Tabelas 7 e 8) tratadas com a piraclostrobina foram as que produziram mais frutos (60% e 35%, em g/m^2, a mais que as testemunhas, total e comercial, respectivamente), seguidas pelas plantas tratadas com boscalida (34% e 26%, em g/m^2, a mais que as testemunhas, total e comercial, respectivamente). Já a mistura mostrou uma das menores produções totais, no entanto manteve-se 17% e 11% maior que as plantas controle, em número e g/m^2, respectivamente, aumento semelhante ao apresentado nas plantas não enxertadas. Isso significa que não foi sua eficiência que diminuiu, e sim a eficiência dos demais fungicidas que aumentou.

A maior produção de frutos das plantas enxertadas tratadas com piraclostrobina, possivelmente, deu-se devido ao maior índice de clorofila presente nas folhas no ápice da produção dos frutos (Tabela 9); mas, na última avaliação, esse índice diminuiu, sendo levemente menor que o controle, sem diferir estatisticamente, portanto sugere que não retardou o amarelecimento das folhas. Esse aumento no índice de clorofila pode ter sido ocasionado pela maior atividade da nitrato redutase (Tabela 18) no início da produção dos frutos, o que disponibilizou mais nitrogênio para as plantas.

A taxa de assimilação de CO_2, a transpiração, a condutância estomática, assim como a eficiência de carboxilação nessas plantas ficaram mais ou menos constantes nas três primeiras avaliações (Tabelas 10, 11, 12, 13, 14 e 15; Figuras 16, 17, 18, 19, 20 e 21), sempre dentre as mais altas, possivelmente devido ao maior índice de clorofila nesse período,

mas a taxa de assimilação de CO_2 ficou acima das testemunhas apenas na primeira avaliação (43 DAT) e a condutância estomática aos 43 e 57 DAT.

A eficiência do uso da água variou muito pouco entre os tratamentos, mas também foi mais ou menos a mesma entre as avaliações nas plantas tratadas com a piraclostrobina, ficando atrás do controle, exceto na última avaliação (Tabela 17; Figura 23), na qual foi a mais eficiente. Isso porque, nessa mesma avaliação, a taxa de assimilação de CO_2 e a condutância estomática diminuíram bastante, no entanto a transpiração ficou mais ou menos a mesma das demais avaliações.

Ypema e Gold (1999) relataram diversos efeitos fisiológicos obtidos com o uso de kresoxim-methyl, uma estrobilurina, em trigo na ausência de sintomas de doenças, como, por exemplo, aumento da produtividade de grãos, índice de clorofila nas folhas e atraso da senescência, e atribuíram esses efeitos a alterações no balanço hormonal e alteração no ponto de compensação de CO_2, aumentando a fotossíntese líquida, o que eleva o acúmulo de matéria seca. Em videira, a aplicação de azoxistrobina, kresoxim-methyl, trifloxistrobina também aumentou a concentração de clorofila nas folhas, a taxa de assimilação de CO_2 e a taxa de transpiração (BERKELMANN-LOEHNERTZ et al., 2001).

Rodrigues (2009) verificou que a aplicação de piraclostrobina + epoxiconazole em soja aumentou o índice de clorofila nas folhas, retardou a diminuição do índice de área foliar e a senescência. Além disso, aumentou a taxa de assimilação de CO_2 e a atividade da nitrato redutase, principalmente quando foi feita mais de uma aplicação.

No início da produção (Tabela 19), as plantas enxertadas tratadas com a piraclostrobina apresentaram baixa atividade de SOD, mas alta atividade de CAT, em relação às testemunhas, no entanto foram eficientes no combate ao estresse, pois o nível de peroxidação de lipídios ficou estatisticamente igual e levemente maior que as testemunhas, sugerindo que, possivelmente, a atividade da SOD já havia diminuído nesse momento e que a catalase estava alta, pois estava degradando o peróxido de hidrogênio, o qual é produto da atividade da SOD no combate às EROs.

No ápice da produção (Tabela 20), o nível de peroxidação de lipídios permaneceu semelhante ao da avaliação anterior, mas, dessa vez, foi detectada maior atividade da SOD que nas testemunhas, mesmo essa atividade sendo menor que anteriormente. No entanto, a atividade da CAT manteve-se alta e provavelmente por isso o nível de peroxidação de lipídios

permaneceu controlado. Esses resultados concordam com os obtidos por Jabs et al. (2002), pois os autores verificaram que a aplicação de piraclostrobina aumentou a atividade da SOD em cevada e diminuiu os danos causados pelo estresse oxidativo.

Entretanto, no final da produção (Tabela 21), as atividades da SOD, POD e CAT ficaram mais baixas que as testemunhas, mas mantiveram o nível de peroxidação de lipídios abaixo da testemunha, mostrando que novamente a atividade enzimática já havia baixado no momento em que a coleta foi realizada.

As plantas enxertadas tratadas com a mistura de piraclostrobina + boscalida mantiveram o mesmo aumento na produção de frutos em relação à testemunha apresentada nas plantas não enxertadas, como já foi dito anteriormente (Tabelas 7 e 8). O índice de clorofila presente nas folhas (Tabela 9) aumentou com a aplicação da mistura de fungicidas, mantendo-se alto até o final da produção dos frutos, mostrando-se eficiente no retardamento do amarelecimento das folhas. Além disso, as plantas enxertadas tratadas com a mistura também aumentaram a atividade da nitrato redutase (Tabela 18) no início da produção dos frutos, como ocorreu nas plantas não enxertadas, o que, possivelmente, gerou maior quantidade de clorofila. No entanto, esse aumento na clorofila não refletiu maiores taxas de trocas gasosas, ficando sempre inferior ao tratamento controle.

Segundo Nason et al. (2007), a aplicação de estrobilurinas (kresoxim-methyl, piraclostrobina, azoxistrobina, trifloxistrobina e picoxistrobina) diminuiu a taxa de assimilação líquida de CO_2, taxa de transpiração, condutância estomática em trigo, cevada e soja. Segundo os autores, uma possível explicação para esse fato é que a redução da produção de ATP, provocada pelo bloqueio do transporte de elétrons no complexo do citocromo bc1, pode prejudicar o funcionamento normal do metabolismo nas células-guarda, reduzindo o turgor, e, consequentemente, a abertura estomática, uma vez que o potencial osmótico das células-guarda é limitado pela produção de ATP. A proporção de Fv/Fm também diminuiu, o que indica que as estrobilurinas inibiram a fotossíntese diretamente, talvez independentemente do que possa ter ocorrido nos estômatos.

A mistura de piraclostrobina + boscalida mostrou-se eficiente no combate ao estresse oxidativo nas plantas enxertadas, como ocorreu nas não enxertadas, pois foi o tratamento que apresentou menor nível de peroxidação de lipídios no início e final da produção dos frutos (Tabelas 18 e 20). Assim, foi possível observar que no início da produção incrementou

a atividade da POD e CAT em relação às testemunhas, mas a atividade da SOD ficou abaixo, provavelmente porque, nesse momento, sua atividade já havia sido regularizada, no entanto foi suficiente para combater o estresse.

Já no final da produção, quando há tendência a um maior estresse devido à senescência, também conseguiu ser eficiente, pois os níveis de peroxidação de lipídios ficaram dentre os mais baixos, sugerindo que, possivelmente, as EROs já haviam sido combatidas, mesmo a atividade da SOD, POD e CAT estando mais baixa que as testemunhas.

O tratamento com boscalida nas plantas enxertadas foi o segundo mais eficiente no incremento da produção de frutos chegando a aumentar 40% em número de frutos totais e 34% em g/m^2 (Tabela 7). Esse resultado está de acordo com o apresentado para o índice de clorofila (Tabela 9), pois ficou sempre entre os mais altos, sendo que na última coleta foi o mais alto, indicando que esse fungicida ajuda a retardar o amarelecimento das folhas.

O boscalida também mostrou-se eficiente em aumentar a atividade da nitrato redutase (Tabela 18) no início do desenvolvimento das plantas, tanto para plantas enxertadas, quanto para não enxertadas, o que traz diversos benefícios nessa fase, como já foi comentado anteriormente. O aumento no índice de clorofila e na atividade da nitrato redutase gerou aumento na taxa de assimilação de CO_2, condutância estomática e transpiração, além de eficiência do uso da água e eficiência de carboxilação, sendo que em todos foi o tratamento com maiores taxas aos 43 DAT (Tabelas 10 e 11; Figuras 16 e 17). Nas demais avaliações sua eficiência diminuiu deixando as trocas gasosas dessas plantas menores que nas testemunhas (Tabelas 12, 13, 14, 15, 16 e 17; Figuras 18, 19, 20, 21, 22 e 23).

A aplicação do boscalida incrementou também o sistema antioxidativo, trazendo benefícios protetores contra o estresse, pois apresentou no início da produção dos frutos (Tabela 19) as maiores atividades de SOD, POD e uma das maiores de CAT, resultando em peroxidação de lipídios controlada. No ápice da produção (Tabela 20), a atividade da SOD, POD e CAT permaneceu entre as mais altas, mas não tinham sido capazes, ainda, de combater a peroxidação de lipídios naquele momento, pois essa foi a mais alta dentre os tratamentos. Entretanto no final da produção (Tabela 21) o estresse já havia sido controlado, pois o nível de peroxidação de lipídios ficou dentre os mais baixos, assim como a atividade das enzimas antioxidantes, mostrando que tudo havia sido regularizado.

Nas plantas enxertadas, a azoxistrobina também foi o fungicida menos eficiente, mas, dessa vez, foi maior que o controle representando 33 e 9% a mais de kg/m^2 de produção total e comercial (Tabelas 7 e 8), respectivamente, que as testemunhas. No entanto, foi o tratamento que proporcionou frutos totais mais pesados, o que é muito importante, uma vez que os frutos são vendidos por peso.

O índice de clorofila nas folhas das plantas tratadas com esse fungicida (Tabela 9) aumentou no início e no ápice da produção de frutos, ficando acima das testemunhas, o que pode ter colaborado com o aumento de produção de frutos, mesmo não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos na primeira avaliação. No entanto, no final da produção, o índice de clorofila ficou muito semelhante às testemunhas, mostrando que não foi eficiente em retardar o amarelecimento das folhas. Isso pode ter ocasionado uma diminuição no período de produção de frutos, tornando-a mais baixa que a apresentada pelos demais fungicidas.

A atividade da nitrato redutase (Tabela 18) aumentou nas plantas tratadas com esse fungicida no início da produção dos frutos e manteve-se levemente mais baixa que as testemunhas nas demais avaliações, mostrando que a aplicação de azoxistrobina aumenta a atividade dessa enzima, melhorando a absorção de nitrogênio das plantas, o que provavelmente gerou o maior índice de clorofila nessa fase.

As plantas tratadas com a azoxistrobina foram as que apresentaram menor taxa de assimilação de CO_2, transpiração, eficiência de carboxilação, além de menor abertura estomática, mas, nesse último, não diferiram estatisticamente da mistura de fungicidas, aos 43 DAT (Tabelas 10 e 11; Figuras 16 e 17). Depois aumentaram aos 49 e 57 DAT (Tabelas 12, 13, 14 e 15; Figuras 18, 19, 20 e 21), ficando entre as mais altas, mas ainda menor que o controle. No entanto, aos 63 DAT (Tabelas 16 e 17; Figuras 22 e 23), apresentaram novamente as menores trocas gasosas.

A atividade das enzimas antioxidantes (SOD, POD e CAT) foi a mais baixa entre os tratamentos no início da produção dos frutos (Tabela 19), mas como o nível de peroxidação de lipídios manteve-se baixo, sugere-se que a atividade das enzimas foi mais alta em algum momento anterior combatendo as EROs e deixando baixo o nível de estresse, mas nesse momento em que a coleta foi realizada, as atividades já haviam baixado, o que possivelmente comprometeu as trocas gasosas no início do desenvolvimento das plantas.

No ápice da produção (Tabela 20) dos frutos, a atividade da SOD, POD e CAT ficou entre as mais altas e, como os níveis de lipoperóxidos estavam relativamente baixos, podemos concluir que o estresse oxidativo estava controlado, quando foi possível notar, também, um aumento nas trocas gasosas. No entanto, no final da produção (Tabela 21) a situação do início da produção se repetiu-se, ficando as atividades da SOD e CAT entre as mais baixas, e a atividade da POD, entre as mais altas, mas com a peroxidação de lipídios controlada.

Com relação à ausência ou presença da enxertia também foram encontradas algumas diferenças. As plantas enxertadas tratadas com a piraclostrobina apresentaram maior produção total e comercial de frutos que as não enxertadas (Tabelas 7 e 8), apesar de o número de frutos comerciais não diferir estatisticamente. Esse comportamento também foi apresentado nas plantas tratadas boscalida, mas apresentaram diferença estatística somente para produção comercial. Já as plantas enxertadas testemunhas, assim como as tratadas com a mistura, tiveram menor produção total e comercial que as plantas não enxertadas.

Observa-se que o mesmo comportamento para a produção de frutos foi apresentado para o índice de clorofila nas folhas (Tabela 9), pois as plantas enxertadas tratadas com a piraclostrobina e boscalida apresentaram maiores índices, assim como as testemunhas apresentaram menores que as plantas não enxertadas. Mas as plantas tratadas com a azoxistrobina também apresentaram diferenças, sendo que as enxertadas apresentaram maior índice de clorofila que as não enxertadas.

A atividade da nitrato redutase (Tabela 18) pode ser correlacionada com o índice de clorofila, como já foi comentado anteriormente, e, nesse caso, as plantas tratadas com boscalida apresentaram maior atividade nas plantas enxertadas durante todo o desenvolvimento. Todavia, as plantas tratadas com azoxistrobina apresentaram atividade maior nas plantas enxertadas somente no início da produção dos frutos e, depois, os resultados se inverteram-se.

De um modo geral, aos 43 DAT (Tabelas 10 e 11; Figuras 16 e 17) as plantas enxertadas tiveram maior taxa de assimilação de CO_2, eficiência do uso da água e eficiência de carboxilação que as não enxertadas (pés-francos), exceto nas plantas tratadas com a mistura, o que confirma os resultados obtidos para a produção de frutos. As plantas não enxertadas transpiraram mais que as plantas enxertadas, talvez por isso as menores eficiências do uso da água, exceto as plantas tratadas com boscalida e as tratadas com piraclostrobina, nas quais

as plantas enxertadas transpiraram mais, provavelmente porque apresentaram uma maior abertura estomática.

Já aos 49 e 57 DAT (Tabelas 12, 13, 14 e 15; Figuras 18, 19, 20 e 21) as plantas enxertadas também tiveram maior taxa de assimilação de CO_2 e eficiência de carboxilação que as plantas não enxertadas, exceto as plantas tratadas com a mistura, mas nessa avaliação, isso aconteceu também para condutância estomática. No entanto, a eficiência de carboxilação aos 57 DAT variou muito pouco com relação ao tipo de planta, mas as plantas não enxertadas tenderam a apresentar maior eficiência que as enxertadas, exceto as tratadas com o boscalida e as testemunhas. Com relação à eficiência do uso da água, todos os tratamentos das plantas enxertadas foram mais eficientes que as plantas não enxertadas, mesmo a taxa de transpiração sendo semelhante entre os dois tipos de plantas, exceto nas tratadas com a mistura, no qual as não enxertadas transpiraram mais que as enxertadas.

6 Conclusão

Em função dos resultados obtidos, conclui-se que os fungicidas testados apresentam efeitos fisiológicos positivos nas plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, sendo que esses efeitos ficaram mais evidentes nas plantas enxertadas, nas quais todos os fungicidas aumentaram a produção de frutos, a atividade da enzima nitrato redutase (no início do desenvolvimento), além da atividade do sistema antioxidativo e o índice de clorofila. No entanto, somente a mistura de piraclostrobina + boscalida e o boscalida, aplicado isoladamente, retardaram o amarelecimento nas folhas. Além disso, a piraclostrobina foi o fungicida que mais influenciou positivamente nas trocas gasosas nessas plantas. Em contrapartida, naquelas não enxertadas, somente a mistura de piraclostrobina + boscalida trouxe esses efeitos fisiológicos positivos.

7 Referências

ASSMANN, S. M.; SHYMAZAKI, K. The multisensory guard cell. Stomatal responses to blue light and abscisic acid. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 119, n. 3, p. 809-816, 1999.

BARLETT, D. W. et al. Understanding the strobilurin fungicides. **Pesticide Outlook**, Cambridge, v. 12, n. 4, p. 143-146, 2001.

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

BECK, C.; OERK, E. C.; DEHNE, H. W. Impact of strobilurins on physiology and yield formation of wheat. **Mededelingen (Rijksuniversiteit te Gent. Fakulteit van de Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen)**, Gent, v. 67, n. 2, p. 181-187, 2002.

BERKELMANN-LOEHNERTZ, B. et al. Impact of strobilurins on grapevine physiology under greenhouse conditions. In: INTEGRATED CONTROL IN VITICULTURE, 2001, Ponte de Lima. **Proceedings of the meeting**… Ponte de Lima: IOBC/WPRS, 2001, v. 24, n. 7, p. 303-307. Disponível em:< http://www.iobc-wprs.org/pub/bulletins/iobc-wprs_bulletin_2001_24_07.pdf> . Acesso em: 20 dez. 2010.

BERTELEN, J. R.; DE NEEGAARD, E.; SMEDEGAARD-PETERSEN, V. Fungicidal effects of azoxystrobin and epoxiconazole on phyllosphere fungi, senescence and yield of winter wheat. **Plant Pathology**, Oxford, v. 50, n. 2, p. 190-205, 2001.

BISOGNIN, D. A. Origin and evolution of cultivated cucurbits. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 5, p. 715-723, 2002.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. Manejo da água e nutrientes para o pepino em ambiente protegido sob fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 251-255, 2002.

BLOKHINA, O.; VIROLAINEN, E.; FAGERSTEDT, K. V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. **Annals of Botany**, London, v. 91, n. 2, p. 179-194, 2003.

BOSCALID: well worth minding. **Crop Protection**, Guildford, p. 26-27, 2007.

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

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

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

CAÑIZARES, K. A. L. et al. Enxertado, japonês fica mais brilhante. In: FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual 97**: Anuário estatístico da Agricultura Brasileira, São Paulo, p. 332-33, 1996.

CAÑIZARES, K. A. L. **Efeito da enxertia de dois híbridos de pepino (***Cucumis sativus***) em dois híbridos de abóbora (***Curcubita sp.***), sob ambiente protegido**. 1997. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

CAÑIZARES, K. A. L. A cultura do pepino. In: GOTO, R; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido**: condições subtropicais. São Paulo: Editora UNESP, 1998. p. 195-223.

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

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

CANIZARES, K. A. L.; RODRIGUES, J. D.; GOTO, R. Crescimento e índices de troca gasosa em plantas de pepino irrigadas com água enriquecida com CO_2. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 706-711, 2004.

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

CARDOSO, A. I. I. Avaliação de linhagens e híbridos experimentais de pepino do grupo varietal japonês sob ambiente protegido, **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 3, p. 469-475, 2007.

CARDOSO, A. I. I.; SILVA, N. Avaliação de híbridos de pepino tipo japonês sob ambiente protegido em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 170-175, 2003.

COSTA, P. C.; CAÑIZARES, K. A. L.; GOTO, R. Produção de pepino de plantas enxertadas cultivadas em soluções nutritivas com diferentes teores de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 207-209, 2001.

CUNHA, A. R.; ESCOBEDO, J. F. Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plástica e seus efeitos no crescimento e produção da cultura de pimentão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 15-27, 2003.

DUNNE, B. Strobilurin use on cereals. **Crop Protection**, Guildford, v. 23, p. 17-20, 2005.

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

FILGUEIRA, F. A. R. Cucurbitáceas: Pepino e Outras Hortaliças-fruto. In: FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 321-354.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo do que está por trás do que se vê. 4.ed.rev. Passo Fundo: Editora Universidade de Passo Fundo, 2008. 733p.

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

FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE, 2010. Disponível em: <http://www.frac.info/frac/index.htm>. Acesso em: 07 dez. 2010.

GHINI, R.; KIMATI, H. **Resistência de fungos a fungicidas**. 2.ed. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2002. 78 p.

GLAB, J. KAISER, W. M. Incresead nitrate reductase activity in leaf tissues after application of the fungicide kresoxim-methyl. **Planta**, Berlin, v. 207, n. 3 p. 442-228, 1999.

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.; KWIATKOWSKI, J.; CARPAR, G. Regulation of phytohormone levels, leaf senescence and transpiration by the strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). **Journal of Plant Physiology**, Stuttgard, v. 154, p. 805-808, 1999.

GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of fungicidal strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). **Pesticide Science**, Oxford, v. 50, n. 1, p. 11-20. 1997.

KANEKO, I.; ISHII, H. Effet of azoxistrobin on activities of antioxidant enzymes and alternative oxidase in wheat head blight pathogens *Fusarium graminearum* and *Microdochium nivale*. **Journal of General Plant Pathology**, Tokyo, v. 75, n. 5, p. 388-398, 2009.

KAWAI, H. et al. Responses of ferns to red light are mediate by an unconventional photoreceptor. **Nature**, London, v. 421, p. 287-290, 2003.

KÖEHLE, H. et al. Physiological effects of strobilurin fungicide F 500 on plants. **Biochemical Society Transactions**, London, 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, 2006. 550p.

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

LOPES, J. F. Palestra de abertura: I Simpósio brasileiro sobre cucurbitáceas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 9, n. 2, p. 98-99, 1991. 8 p.

LOPES, J. F.; CARVALHO, S. I. C.; PESSOA, H. B. S. V. Recursos Genéticos de melão e pepino na Embrapa Hortaliças. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA / Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 1999.

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

MENGEL, K. Potassium. In: BARKER, A.V.; PILBEAM, D.J. (Ed.) **Handbook of plant nutrition**. New York: Taylor & Francis. 2007. p. 91-120.

MERHAUT, D. J. Magnesium. In: BARKER, A. V.; PILBEAM, D. J. (Eds.) **Handbook of plant nutrition**. New York: Taylor & Francis. 2007. p. 145-181.

MIZUTANI, A. et al. A possiblem mechanism of controlo f Rice blast disease by a novel alkoxyiminoacetamide fungicide, SSF126. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 86, n. 3, p. 295-300, 1996.

NASON, M. A.; FARRAR, J.; BARLETT, 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**, Sussex, v. 63, n. 12, p. 1191-1200, 2007.

OLIVEIRA, C. G. et al. Eficácia do fungicida Cantus (Boscalid) no controle de pinta preta na batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 340, 2003.

OLIVEIRA, C. G. et al. Eficácia do fungicida Cantus (Boscalid) no controle de pinta preta em tomate estaqueado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 338, 2003.

OLIVEIRA, L.H. et al. Efeito fisiológico sobre o teor de clorofila em resposta à aplicação de estrobilurina na cultura de soja. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2008, Piracicaba. **Anais...**, 2008. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008. p. 1-1. Acesso em: 10 jun. 2009.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.

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

PEIXOTO, H. P. P. et al. Aluminium effects on lipid peroxidation and the activities of enzymes of oxidative metabolism in sorghum. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 11, n. 3, p. 137-143, 1999.

PEPINO. A**grianual 2010:** Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo, p. 435-437, 2009.

POPOV, E.G. et al. Effect of temperature on diurnal changes in CO_2 Exchange in intact cucumber plants. **Russian Journal of Plant Physiology**, Moscow, v. 50, n. 2, p. 178-182, 2003.

RAMA DEVI, S., PRASAD, M. N. V. Copper toxicity in *Ceratophyllum demersum* L. (Coontail), a free floating macrophyte: response of antioxidant enzymes and antioxidants. **Plant Science**, Limerick, v. 138, n. 2, p. 157-65, 1998.

REIS N. V. B. Construção de estufas para produção de hortaliças nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. **Circular Técnica 38. Embrapa Hortaliças**, Brasília, DF, n.38, dez. 2005. 16p.

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.

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.

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.

SELEGUINI, A. et al. Efeito da aplicação de diferentes concentrações de ethrel no florescimento e produção de pepino cultivado em ambiente protegido no município de Ilha Solteira-SP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 473-473, 2004.

SILVA, F.D.L. et al. Efeito fisiológico do tratamento de sementes de soja com fungicidas e inseticidas. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18., 2009, Pelotas. **Anais**... Pelotas: Editora Universitária/UFPEL, 2009. Disponível em: <www.ufpel.edu.br/cic/2009/cd/pdf/CA/CA_01823.pdf.>. Acesso em: 07 jul. 2010.

STREETER, J. G.; BOSLER, M. E. Comparison of in vitro and in vivo assays for nitrate reductase in soybean leaves. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 49, n. 3, p. 448, 1972.

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

TAKAHASHI, H.; SAITO, T.; SUGE, H. Intergeneric translocation of floral stimulus a graft in monoecious curcubitaceae with special reference to sex expression of flowers. **Plant and Soil**, The Hage, v. 23, n. 1, p. 19, 1982.

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

TRANI, P. E.; CARRIJO, O. A. Fertirrigação em hortaliças. **Boletim Técnico IAC**, Campinas, n. 196, 2004, 58p.

VAVASSEUR, A.; RAGHAVENDRA, A. S. Guard cell metabolism and CO_2 sensing. **New Phytologist**, Cambridge, v. 165, n. 3, p. 665-682, 2005.

VENÂNCIO, W. S.; RODRIGUES, M. A. T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N. L. Physiological effects of estrobilurin fungicides on plants. **Publication UEPG**, Ponta Grossa, v. 9, n. 3, p. 59-68, 2004.

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

VON CAEMMERER, S.; FARQUHAR, G. D. Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves, **Planta**, Berlin, v. 153, n. 4, p. 376-387, 1981.

WU, Y.; VON TIEDEMANN, A. Impact of fungicides on active oxygen species and antioxidant enzymes in spring barley (*Hordeum vulgare* L.) exposed to ozone. **Environmental Pollution**, Barking, v. 116, n. 1, p. 37-47, 2002.

WU, Y.; VON TIEDEMANN, A. Physiological effects of azoxystrobin and epoxiconazole on senescence and the oxidative status of wheat. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 71, n. 1, p. 1-10, 2001.

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. Kresoxym-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://www.basf-japan.co.jp/apw/AP/GChina/en_GB/function/conversions:/publish/GChina/upload/new/cur/NR_-_Cantus_fungi_China_launch__21dec06__-_e.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2008.