

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU**

**PRODUTOS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS NO
DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE TOMATE ‘GIULIANA’, NA
PRODUÇÃO E PÓS-COLHEITA DE FRUTOS**

ANAMARIA RIBEIRO PEREIRA RAMOS

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

**BOTUCATU - SP
Fevereiro - 2013**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”**

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CÂMPUS DE BOTUCATU**

**PRODUTOS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS NO
DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE TOMATE ‘GIULIANA’, NA
PRODUÇÃO E PÓS-COLHEITA DE FRUTOS**

ANAMARIA RIBEIRO PEREIRA RAMOS

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Elizabeth Orika Ono

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

BOTUCATU - SP
Fevereiro - 2013

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "PRODUTOS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO
DE PLANTAS DE TOMATE 'GIULIANA' NA PRODUÇÃO E PÓS-
COLHEITA DE FRUTOS"

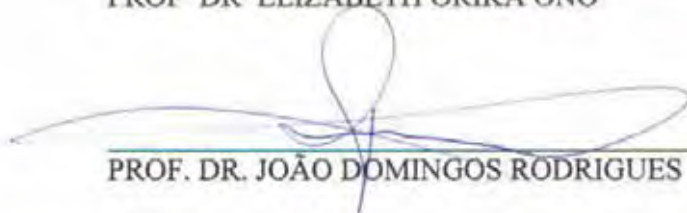
ALUNA: ANAMARIA RIBEIRO PEREIRA RAMOS

ORIENTADORA: PROFª DRª ELIZABETH ORIKA ONO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROFª DRª ELIZABETH ORIKA ONO



PROF. DR. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES



PROFª DRª RUMY GOTO



PROF. DR. ROBERTO BOTELHO FERRAZ BRANCO



PROFª DRª CACILDA MARCIA DUARTE RIOS FARIA

Data da Realização: 26 de fevereiro de 2013.

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

R175p Ramos, Anamaria Ribeiro Pereira, 1968-
Produtos de efeitos fisiológicos no desenvolvimento de plantas de tomate 'Giuliana', na produção e pós-colheita de frutos / Anamaria Ribeiro Pereira Ramos. - Botucatu : [s.n.], 2013
ix, 147 f. : grafs., tabs., ils. color., fots. color.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013
Orientador: Elizabeth Orika Ono
Inclui bibliografia

1. Tomate - Produção. 2. Tomate - Pós-colheita. 3. Plantas - Reguladores. 4. *Solanum lycopersicum*. I. Ono, Elizabeth Orika. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

*Cada vez que o sol nasce, um novo horizonte se abre para
nós.*

*Para seguir nosso destino, precisamos fazer sacrifícios e
ouvir uma coisa dentro de nós que diz ser impossível se
separar desse sonho, abrir mão dele.*

*Mas isso só acontece se você tem uma coragem a mais, uma
força misteriosa que para encontrá-la, precisa olhar dentro
do seu coração e seguir.*

(Mariana Pereira Ramos)

*Dedico este trabalho à minha família
que esteve sempre presente, me
apoiando em tudo e me dando a força
necessária para continuar e a
possibilidade de concluir mais esta
etapa na minha vida.*

Agradecimentos

Agradeço à Deus, por sempre guiar meus passos, possibilitando a conquista de mais esta etapa da minha formação profissional e pessoal e a Sant'Anna, que me iluminou durante todo esse caminho.

Às minhas filhas Mariana e Daniela, pela paciência, carinho e amor entendendo que a mãe, mesmo ausente, estava com elas sempre no coração e no pensamento.

Aos meus pais, Ribamar e Esmelinda, meus irmãos Marcio e Cecilia, por todo o apoio, paciência, dedicação e confiança.

Às minhas tias Leda e Paizinha (*in memoria*), por todo o carinho, incentivo, apoio e confiança.

À minha orientadora Prof^a Dr^a Elizabeth Orika Ono, por todo apoio, ensinamentos, amizade e confiança depositada na minha pessoa, que proporcionaram meu crescimento profissional e a realização deste trabalho.

Aos Professores Dr. João Domingos Rodrigues e Dr^a Romy Goto pela ajuda, amizade, ensinamentos e disponibilidade indispensável para a realização deste trabalho.

Às grandes amigas e companheiras Amanda Cristina Esteves Amaro, Ana Claudia Macedo e Camila Abhraão pelo convívio, companheirismo, trabalho, amizade, ombro e por terem se tornado “anjos” durante esse tempo.

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

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

Aos servidores do Departamento de Produção Vegetal (Horticultura) da Faculdade de Ciências Agrônômicas, especialmente, Acir, Marcia e Edson por toda ajuda e apoio.

Aos servidores do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências, em especial ao técnico José Eduardo, por toda ajuda e ensinamentos e à Maria Helena por toda a ajuda.

Às funcionárias da biblioteca, principalmente, Denise e Célia pelo auxílio e correção das referências bibliográficas.

Às funcionárias da Seção de Pós-graduação, principalmente, a Marlene por todo o apoio durante o curso.

Aos docentes do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Horticultura) da Faculdade de Ciências Agrônômicas pelos ensinamentos fundamentais para a minha formação.

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

À Faculdade de Ciências Agrônômicas, 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, pelo auxílio financeiro concedida para a realização desse trabalho.

Muito obrigada!

Sumário

RESUMO	10
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. A cultura do tomate	14
2.2. Produtos de efeito fisiológico	17
2.3. Reguladores Vegetais	24
2.3.1. Auxinas	26
2.3.2. Citocininas	27
2.3.3. Giberelinas	29
2.3.4. Bioestimulantes	29
2.3.5. O uso de reguladores vegetais e bioestimulante na agricultura	30
2.4. Extresse Oxidativo	32
3. OBJETIVO GERAL	35
4. CAPÍTULO 1 - Acúmulo de carboidratos em plantas de tomate tratadas com diferentes produtos químicos	36
5. CAPÍTULO 2 - Trocas gasosas em plantas de tomate tratadas com diferentes produtos que promovem efeitos fisiológicos	62
6. CAPÍTULO 3 - Comportamento das enzimas antioxidativas em função de produtos de efeito fisiológicos na cultura do tomate	76
7. CAPÍTULO 4 - Efeitos de reguladores vegetais e fungicidas na produção de tomate cv. Giuliana	92
8. CAPÍTULO 5 - Qualidade de frutos de tomate 'giuliana' tratados com produtos de efeitos fisiológicos	108
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	125
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126

Índice de Tabelas

Capítulo 1

Tabela 1. Teor de clorofila (índice Spad) em folhas de plantas de tomate cv. Giuliana cultivadas sob cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos aos 45 e 96 dias após o transplante (DAT)	44
Tabela 2 . Média dos teores de açúcares totais; açúcares redutores e Sacarose em folha, caule e fruto de tomate híbrido Giuliana, aos 50 dias após o transplante (DAT), desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos	52
Tabela 3. Média dos teores de açúcares totais; açúcares redutores e Sacarose em folha, caule e fruto de tomate híbrido Giuliana, aos 70 dias após o transplante (DAT), desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos	53
Tabela 4. Média dos teores de açúcares totais; açúcares redutores e Sacarose em folha, caule e fruto de tomate híbrido Giuliana, aos 90 dias após o transplante (DAT), desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos	54
Tabela 5. Média dos teores de açúcares totais; açúcares redutores e Sacarose em folha, caule e fruto de tomate híbrido Giuliana, aos 110 dias após o transplante (DAT), desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos	55
Tabela 6. Média dos teores de açúcares totais; açúcares redutores e Sacarose em folha, caule e fruto de tomate híbrido Giuliana, aos 130 dias após o transplante (DAT), desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos	56

Capítulo 2

Tabela 1. Índice Spad do teor de clorofila em folhas de plantas de tomate cv. Giuliana desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos aos 36, 64 e 92 dias após o transplante (DAT)	72
---	----

Capítulo 3

Tabela 1. Análise de variância (teste F) da atividade das enzimas peroxidase (POD), superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT) em plantas de tomateiro ‘Giuliana’ tratadas com diferentes reguladores vegetais e fungicidas aos 78, 120 e 148 dias após o transplântio (DAT).	86
Tabela 2. Atividade média da enzima antioxidante superóxido dismutase - SOD em plantas de tomateiro ‘Giuliana’ tratadas com diferentes reguladores vegetais e fungicida aos 78, 120 e 148 dias após o transplântio (DAT).	86
Tabela 3. Atividade média da enzima antioxidante peroxidase - POD em plantas de tomateiro ‘Giuliana’ tratadas com diferentes reguladores vegetais e fungicidas aos 78, 120 e 148 dias após o transplântio (DAT).	87
Tabela 4. Atividade média da atividade antioxidante catalase - CAT em plantas de tomateiro ‘Giuliana’ tratadas com diferentes reguladores vegetais e fungicida aos 78, 120 e 148 dias após o transplântio (DAT).	87

Capítulo 4

Tabela 1: Resultado da análise de solo de macronutrientes do solo do experimento nos anos de 2009 e 2010.	98
Tabela 2: Resultado da análise de solo de micronutrientes do solo do experimento nos anos de 2009 e 2010.	98
Tabela 3: Número de frutos totais e comerciais, produção total e comercial e massa média de frutos totais e comerciais em plantas de tomate ‘Giuliana’ cultivadas em ambiente protegido com aplicação de diferentes produtos químicos.	102
Tabela 4: Número de frutos totais e comerciais, produção total e comercial e massa média de frutos totais e comerciais em plantas de tomate ‘Giuliana’ cultivadas em ambiente protegido, com aplicação de diferentes produtos químicos.	103

Capítulo 5

Tabela 1: Valores médios de pH, sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/AT em frutos de tomate híbrido Giuliana tratados com diferentes produtos químicos.	116
Tabela 2: Valores médios de textura, ácido ascórbico e açúcares totais em frutos de tomate híbrido Giuliana tratados com diferentes produtos químicos.	116
Tabela 3: Valores médios de clorofila a, clorofila b, antocianinas e carotenóides em frutos de tomate híbrido Giuliana tratados com diferentes produtos químicos.	117

Índice de Figuras

Capítulo 1	
Figura 1. Taxa de assimilação de CO ₂ , Condutância estomática, Transpiração, Eficiência do uso da água e Eficiência de carboxilação em folhas de plantas de tomate cv. Giuliana desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos aos 45 DAT	46
Figura 2. Taxa de assimilação de CO ₂ , Condutância estomática, Transpiração, Eficiência do uso da água e Eficiência de carboxilação em folhas de plantas de tomate cv. Giuliana desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos aos 96 DAT	48
Figura 3. Taxa de assimilação de CO ₂ , Condutância estomática, Transpiração, Eficiência do uso da água e Eficiência de carboxilação em folhas de plantas de tomate cv. Giuliana desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos aos 124 DAT	49
Capítulo 2	
Figura 1. Taxa de assimilação de CO ₂ , condutância estomática, transpiração, eficiência do uso da água e eficiência de carboxilação em folhas de plantas de tomate cv. Giuliana desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos aos 36 dias após o transplante (DAT)	70
Figura 2. Taxa de assimilação de CO ₂ , condutância estomática, transpiração eficiência do uso da água e eficiência de carboxilação em folhas de plantas de tomate cv. Giuliana desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos 92 dias após o transplante (DAT)	71
Capítulo 4	
Figura 1: Variação das temperaturas máximas e mínimas do ar no experimento I, avaliadas diariamente do 0 aos 126 dias após o transplante (DAT) das plantas de tomate (<i>S. lycopersicum</i> L.) híbrido Giuliana, cultivadas sob cultivo protegido (2009/10)	100

Figura 2: Variação das umidades máximas e mínimas do ar no experimento I, avaliadas diariamente do 0 aos 126 dias após o transplantio (DAT) das plantas de tomate (<i>S. lycopersicum</i> L.) híbrido Giuliana, cultivadas sob cultivo protegido (2009/10)	100
Figura 3: Variação das temperaturas máximas e mínimas do ar no experimento II, avaliadas diariamente do 0 aos 148 dias após o transplantio (DAT) das plantas de tomate (<i>S. lycopersicum</i> L.) híbrido Giuliana, cultivadas sob cultivo protegido (2010)	101
Figura 4: Variação das umidades máximas e mínimas do ar no experimento II, avaliadas diariamente do 0 aos 148 dias após o transplantio (DAT) das plantas de tomate (<i>S. lycopersicum</i> L.) híbrido Giuliana, cultivadas sob cultivo protegido (2010)	101
Capítulo 5	
Figura 1. Perda de massa (%) de frutos de tomate híbrido Giuliana tratados com diferentes produtos químicos, durante 9 dias. Botucatu, SP. 2010	118
Figura 2. Atividade da enzima poligalacturonase em frutos de tomate híbrido Giuliana tratados com diferentes produtos químicos. Botucatu, SP. 2010	119
Figura 3. Atividade da enzima pectinametilesterase em frutos de tomate híbrido Giuliana tratados com diferentes produtos químicos. Botucatu, SP. 2010	119

PRODUTOS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE TOMATE ‘GIULIANA’, NA PRODUÇÃO E PÓS-COLHEITA DE FRUTOS

Botucatu, 2013. 147p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: Anamaria Ribeiro Pereira Ramos

Orientadora: Elizabeth Orika Ono

RESUMO:

O projeto teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de estrobilurinas, boscalida e bioestimulante no desenvolvimento de tomateiro e na conservação pré e pós-colheita de frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Giuliana, em ambiente protegido. O trabalho foi dividido em 2 experimentos (2009 e 2010) nos quais foram avaliados os efeitos das diferentes substâncias no desenvolvimento, produção e pós-colheita. O delineamento experimental para os dois experimentos foi de blocos casualizados, com 7 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos estudados foram: testemunha; piraclostrobina; boscalida; piraclostrobina + boscalida; IBA + GA₃ + cinetina; GA₄₊₇ + bezilaminopurina (BAP) e extrato vegetal. O efeito dos tratamentos no desenvolvimento de plantas (experimento de 2009) foi avaliado pelo conteúdo de clorofila (spad), avaliações de trocas gasosas, acúmulo de carboidratos ao longo do ciclo (folhas, caule e frutos), número de frutos/planta, massa de frutos, classificação dos frutos, diâmetro e comprimento dos frutos e produtividade por planta. No experimento de 2010 foram avaliadas as medidas de trocas gasosas, conteúdo de clorofila (spad), número de frutos/planta, massa de frutos, classificação dos frutos, diâmetro e comprimento dos frutos, produtividade por planta, atividade das enzimas peroxidase, catalase e superóxido dismutase (em 3 períodos) e as avaliações de pós-colheita de frutos, como perda de peso, textura, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), relação SS/AT, teor de açúcares totais, vitamina C, atividade das enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase. Pelos resultados obtidos pode-se concluir que independente das condições climáticas, o tratamento com a mistura de piraclostrobina + boscalida, destacou-se dos demais tratamentos, promovendo uma maior produtividade de frutos com qualidade.

Palavras chave: boscalida, estrobilurina, *Solanum lycopersicum* L., reguladores vegetais, trocas gasosas, pós-colheita.

PRODUCTS WITH PHYSIOLOGICAL EFFECT ON THE DEVELOPMENT OF TOMATO PLANTS “GIULIANA”, YIELD AND POST-HARVEST OF FRUITS

Botucatu, 2013. 147p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Anamaria Ribeiro Pereira Ramos

Adviser: Elizabeth Orika Ono

ABSTRACT:

The project aimed at evaluating the effect of the application of strobilurins, boscalid and biostimulants on the development of tomato plants and the pre- and post-harvest conservation of tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L.), hybrid Giuliana, in protected environment. The work was divided in two experiments (2009 and 2010) where the effects of different substances on development, yield and post-harvest were evaluated. The experimental design for both experiments was in random blocks, with 7 treatments and 4 repetitions. The studied treatments were: control; pyraclostrobin; boscalid; pyraclostrobin + boscalid; IBA + GA₃ + kinetin; GA₄₊₇ + benzylaminopurine (BAP) and vegetal extract. The effect of the treatments on the development of the plants (experiment in 2009) was evaluated through chlorophyll content (SPAD value), evaluations of gas exchange, accumulation of carbohydrates throughout the cycle (leaves, stem and fruits), number of fruits/plant, fruit mass, fruit classification, fruit diameter and length, and yield per plant. The experiment in 2010 evaluated the measurements of gas exchange, chlorophyll content (SPAD value), number of fruits/plant, fruit mass, fruit classification, fruit diameter and length, yield per plant, activity of enzymes peroxidase, catalase and superoxide dismutase (in 3 periods), as well as the post-harvest evaluation of the fruits, such as weight loss, texture, titratable acidity (TA), soluble solids (SS), SS/TA relation, total sugar content, vitamin C, activity of enzymes pectin methyl esterase and polygalacturonase. From the obtained results it can be concluded that, disregarding climatic conditions, the treatment with the mixture pyraclostrobin + boscalid stood out among the other treatments, achieving higher yield of quality fruits.

Keywords: boscalid, strobilurin, *Solanum lycopersicum* L., plant growth regulators, gas exchange, post-harvest.

1. INTRODUÇÃO

A produção do fruto de tomate pode ser para a indústria (suco, molho, pasta e desidratado) ou para o consumo *in natura*. O tomate tem em sua constituição 95% de água, mas é rico em ácido fólico, vitaminas C, E e K, potássio e flavonóides, sendo também rico em carotenóides, destacando-se o licopeno (FONTES & SILVA, 2005).

A produção de tomate para o consumo *in natura* visa atender as exigências do mercado, pois o consumidor requer frutos onde a aparência, ou seja, tamanho, ausência de defeitos, firmeza, coloração, é o maior atributo de qualidade. Algumas novidades como embalagens e descritivo do valor nutricional no rótulo, já estão conquistando os consumidores. Um dos desafios para a horticultura nacional é melhorar a qualidade, aumentar a vida útil do produto e diminuir as perdas que acontecem, principalmente durante a pós-colheita (JUNQUEIR & LUENGO, 2000; VILELA & MACEDO, 2000).

A produtividade vegetal 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 de CO₂ é apenas um dos fatores que influenciam o desenvolvimento vegetal (FOYER & GALTIER, 1996).

A análise de crescimento é baseada no fato de que aproximadamente 90% da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento são resultantes da atividade fotossintética (BENINCASA, 2003). 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).

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).

A fotossíntese é um processo essencial à sobrevivência das plantas e, para que sejam ainda mais eficientes, elas desenvolveram vários mecanismos de fotorresposta, como, por exemplo, a movimentação dos cloroplastos para locais onde a intensidade de luz é apropriada a abertura dos estômatos para absorver o CO₂ (KAWAI et al., 2003).

Os poros estomáticos permitem a perda de vapor de água para a atmosfera durante a transpiração e a entrada de CO₂, 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 CO₂. 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, CO₂ e quantidade de água na planta (ASSMANN & SHIMAZAKI, 1999).

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

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 ganhos de produtividade, é importante buscar informações sobre a assimilação de CO₂, assim como sobre a eficiência do uso da água durante essa assimilação (BRANDÃO FILHO et al., 2003).

Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos fisiológicos da piraclostrobina, do boscalida e de bioestimulantes no desenvolvimento das plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Giuliana em condições de ambiente protegido, bem como na sua produtividade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do tomate

O tomateiro apresenta como centro de origem a região andina da América do Sul, sendo domesticado no México (ALVARENGA, 2004) e introduzido na Europa em meados do século XVI, onde posteriormente foi disseminado por todo continente, Ásia, África e Oriente Médio (FANTOVA, 2006). No Brasil, a introdução ocorreu no século XIX, por imigrantes europeus, sendo que a sua difusão e incremento no consumo ocorreram após a primeira Guerra Mundial, por volta de 1930 (ALVARENGA, 2004).

O tomateiro é uma planta dicotiledônea, pertencente à família Solanaceae, gênero *Solanum* (JONES Jr., 2005). Seu sistema radicular é do tipo pivotante, podendo chegar a até 1,5 m de profundidade. O caule da planta jovem de tomateiro é ereto, herbáceo, suculento e coberto por pelos glandulares, que com o crescimento da planta se torna lenhoso e fino, não suportando o peso da planta em posição ereta (PINTO & CASALI, 1980). As folhas são alternas, compostas por número ímpar de folíolos, sendo peciolados e apresentando bordas serrilhadas. As flores são de coloração amarela, hermafroditas e autógamas. Os frutos são bagas carnosas de tamanhos e formatos variados, sendo divididos internamente em lóculos (SASAKI & SENO, 1994).

É uma planta perene, de porte arbustivo, sendo cultivada anualmente. Pode ser conduzida na forma rasteira, semi-rasteira e ereta. Apresenta dois hábitos de crescimento, sendo limitado nas variedades de crescimento determinado e ilimitado nas variedades de crescimento indeterminado (ALVARENGA, 2004). A floração e a frutificação ocorrem simultaneamente com o desenvolvimento vegetativo (FILGUEIRA, 2008).

É uma planta de clima tropical de altitude que se adapta a quase

todos os tipos de clima, não tolerando temperaturas muito elevadas. Por isso, o tomateiro pode ser cultivado em várias partes do mundo (LOPES & STRIPARI, 1998).

O aumento do consumo é o principal fator para a expansão da tomaticultura, que é uma das principais hortaliças do mundo. Entre 1985 e 2005, a demanda mundial *per capita* de tomate cresceu em aproximadamente 36% (CARVALHO & PAGLIUCA, 2007). No final de 2009, a produção mundial foi por volta de 141 milhões de toneladas provenientes de aproximadamente 5 milhões de hectares (FAO, 2010).

A produção brasileira em 2011 foi de 4,1 milhões de toneladas em aproximadamente 65 mil hectares (AGRIANUAL, 2012). O Brasil é o nono maior produtor mundial de tomate, sendo o Estado de Goiás o maior produtor do país, seguido pelo Estado de São Paulo, que em uma área de 11.234 hectares, produziu 770.804 toneladas, representando 20% da produção nacional em 2008 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2009).

Os frutos de tomate apresentam 90% de água, são ricos em fibra e licopeno e as sementes apresentam elevadas concentrações de ácidos graxos insaturados (FANTOVA, 2006). Segundo Alvarenga (2004), a composição dos frutos varia de acordo com o material genético, nutrição e condições ambientais e de cultivo, as quais foram submetidas. Apresentam baixo valor calórico e teor de matéria seca, sendo muito rico em cálcio e vitamina C. Os sólidos solúveis apresentam maior acúmulo na fase final de maturação e são constituídos de 65% de açúcares (sacarose e frutose).

Segundo Anza et al. (2006), a qualidade do tomate baseia-se, entre outros fatores, às suas características físico-químicas, sendo a qualidade nutricional responsável por propriedades intrínsecas à saúde humana.

A aparência, a relação sólidos solúveis (sabor e aroma), a textura e o valor nutritivo são atributos importantes na qualidade dos frutos, sendo a aparência o fator de qualidade mais importante do ponto de vista da comercialização (CHITARRA, 2005).

O sabor do tomate é atribuído ao conteúdo de sólidos solúveis (ANTHON & BARRET, 2003), de ácidos orgânicos e de compostos voláteis (KRUMBEIN & AUERSWALD, 1998). Aproximadamente 400 compostos voláteis já foram identificados em frutos de tomate (WHITELD & LAST, 1993). Segundo Jones e Scott (1983), a maior contribuição para o sabor e, conseqüente aceitabilidade, é dada pelos valores totais de açúcares e ácidos encontrados nos frutos. O teor de açúcares geralmente

aumenta com o amadurecimento dos frutos por processos biossintéticos ou pela degradação de polissacarídeos, sendo os valores médios para hortaliças de 2% a 5%. O teor de sólidos solúveis é utilizado como uma medida indireta do teor de açúcares, aumentando à medida que esses teores se acumulam nos frutos (CHITARRA, 2005). Hewitt et al. (1982) observaram que a área foliar, o número de frutos, a taxa de assimilados exportados pelas folhas, a taxa de assimilados importados pelos frutos e o metabolismo do carbono no fruto são os fatores que mais influenciam no conteúdo de sólidos solúveis em tomate.

A acidez titulável (AT) nos frutos de tomateiros atinge o máximo nos primeiros sinais de coloração amarela e reduz progressivamente com o avanço da maturação (HOBSON, 1993). Entre os principais ácidos orgânicos encontrados em frutos de tomate, o mais abundante é o ácido cítrico, que corresponde a aproximadamente 90% do total da acidez titulável (SIMANDLE et al., 1966).

Após a formação do fruto, o pH sofre redução durante o crescimento até o estágio verde-maduro, aumentando ligeiramente durante o amadurecimento (AL-SHAIBANI & GREIG, 1979).

O pH, assim como a acidez titulável (AT) e os sólidos solúveis (SS), sofre influência de fatores tais como a cultivar (LOWER & THOMPSON, 1996) e a época de colheita (AL-SHAIBANI & GREIG, 1979).

Segundo Alvarenga (2004), no processo de maturação dos frutos de tomate, ocorre aumento da respiração, até alcançar um máximo chamado pico climatérico, com aproximadamente o dobro da produção de CO₂ em relação ao pré-climatérico. Durante o desenvolvimento do fruto, a produção de etileno é baixa; entretanto, com o aumento da respiração, depois do completo crescimento (no pico climatérico), ocorre incremento na síntese de etileno, desempenhando importante papel para a iniciação e continuação da maturação dos frutos. O etileno estimula todas as trocas fisiológicas e bioquímicas necessárias para a maturação. Assim, a respiração é o principal processo fisiológico em órgãos vegetais depois da colheita, sendo afetada por diversos fatores, tais como temperatura composição da atmosfera e estresses químicos, biológicos e físicos (CALBO et al., 2007).

Um importante manejo em frutos é retardar o amadurecimento e a senescência e proporcionar textura mais firme dos frutos, conferindo-lhes maior resistência aos danos de natureza fisiológica, microbiana e mecânica, aumentando seu tempo de prateleira. Alguns produtos podem reduzir a respiração de frutos climatéricos, atrasando o

processo de amadurecimento dos frutos.

Embora a produção de tomate ocorra em todas as regiões do país e em diferentes épocas do ano, a sazonalidade da oferta e dos preços ocorre em grandes centros. As estimativas de perdas pós-colheita de tomate são superiores a 30%, especialmente por deterioração fisiológica, desenvolvimento de doenças e danos mecânicos (LUENGO et al., 2001). Assim, o controle do processo de amadurecimento dos frutos de tomate, aumentando seu tempo de comercialização, pode melhorar a distribuição dessa hortaliça para diferentes regiões do país e diminuir as perdas pós-colheita.

O tomate 'Giuliana' é um híbrido do segmento 'Saladete' indeterminado. Os frutos são do tipo longa vida e apresentam coloração vermelha intensa e com ótimo sabor. Os frutos são alongados, pesando de 180 a 200 gramas. Trata-se de planta de alta produtividade devido à boa fixação de frutos e manutenção do tamanho até o ponteiro. Esta cultivar é altamente rústico e se adapta a diversas condições de cultivo, tanto para campo aberto quanto para cultivo em estufa. Apresenta resistência à *Verticillium dahliae* raça 1 (Vd1), *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 1 (Fol1), *Meloidogyne javanica* e *M. incognita* raças 1,2,3 e 4 (nematóide) (SAKATA NEWS, 2005)

2.2. Produtos de efeitos fisiológicos

São produtos de efeitos fisiológicos aqueles que alteram a fisiologia da planta, podendo promover aumento de produtividade e/ou qualidade na produção final. Cada cultura tem sua condição ideal para atingir o máximo em produção e isso depende da adubação, qualidade de semente, qualidade e nutrição do solo, controle de pragas e doenças, irrigação, luminosidade, temperatura, etc.

O efeito desses produtos pode ser resultado do aumento da fotossíntese líquida e da atividade da enzima nitrato redutase, combinado com a diminuição da produção do etileno. Assim, o efeito fisiológico observado é resultante do aumento da fotossíntese líquida, pois reduz temporariamente a respiração das plantas, o que provoca menor consumo de carbono, gerando mais energia para a planta. Além disso, aumenta a atividade da enzima nitrato redutase e provoca melhor balanço hormonal, aumentando a concentração de IAA (ácido indol-3-acético), I6-ADE (isopentenil adenina) e ABA (ácido indol-3-butírico) e diminuindo a produção de etileno (KÖEHLE et al., 1994; YPEMA & GOLD, 1999; BASF, 2005). Trabalhos realizados por Sirtoli (2010), Amaro (2011) e Macedo (2012) mostram forte ação desses produtos na atividade de enzimas

antioxidantes, tendo sido determinadas as atividades da superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POD), evidenciando ação antiestresse nas plantas tratadas.

No início dos anos 80 observou-se que o fungo *Strobiluros tenacellus*, habitante de cones de *Pinus*, produzia uma substância pertencente ao grupo β -methoxyacrilatos que inibia o crescimento de outros fungos, sendo isolada e denominada estrobilurina-A (BARLETT et al., 2001).

As estrobilurinas representam uma classe relativamente nova de compostos naturais produzidos por fungos da ordem Basidiomicetos pertencentes à espécie *Strobilurus tenacellus* (PARREIRA et al., 2009). Os mesmos autores citam que as estrobilurinas mais comuns são a azoxistrobina, metil-cresoxima, picoxistrobina, fluoxastrobina, orizastrobina, dimoxistrobina, piraclostrobina e trifloxistrobina. A descoberta do poder fungicida das estrobilurinas representou um significativo desenvolvimento na produção de fungicidas baseados em compostos derivados de fungos.

Além da ação fungicida, estas moléculas atuam de forma positiva sobre a fisiologia das plantas, através de aumentos da atividade da enzima nitrato redutase e níveis de clorofila e da redução da produção de etileno. Tais efeitos contribuem diretamente para que as plantas sofram menor estresse no campo, assegurando maior qualidade e rendimento das colheitas. As estrobilurinas apresentam ainda, ação residual prolongada, considerável tenacidade e perfil toxicológico favorável (TÖFOLI, 2002; TÖFOLI, 2004), além de efeitos fisiológicos positivos no rendimento das culturas, causando alterações no metabolismo e crescimento (KÖEHLE et al., 1994). Elas proporcionam maior produtividade, folhas mais verdes, com mais clorofila e melhor desenvolvimento, com ação na regulação hormonal e assimilação de carbono e nitrogênio pela planta (GROSSMANN & RETZLAFF, 1997; VENÂNCIO et al., 2003; BASF, 2005).

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 (KÖEHLE et al., 1994).

A interferência benéfica da piraclostrobina nos processos do metabolismo de plantas resulta em benefícios na produtividade (VENÂNCIO et al., 2004). Os autores apontam os efeitos fisiológicos desta molécula sobre diversos níveis de complexidade, desde o efeito verdejante, frequentemente mencionado em avaliações de

campo, até influências na regulação hormonal, assimilação de carbono e nitrogênio, retardo na senescência, estresse oxidativo em plantas e indução de resistência a vírus.

Seu efeito é também correlacionado com maior tolerância da planta a estresses abióticos devido a sua ação no metabolismo do ácido abscísico e de enzimas antioxidantes (GROSSMANN et al., 1999). Tais benefícios contribuem diretamente para que as plantas sofram menos estresse no campo, assegurando maior qualidade e rendimento das colheitas.

Estudando os aspectos fisiológicos das estrobilurinas sobre plantas de trigo e cevada, submetidas a três aplicações, Michael (2002) observou incremento no rendimento de 7% quando comparados com tratamentos à base de fungicidas azóis e azóis/morfolinas. Na taxa fotossintética o incremento foi de 19% e de 15% na taxa de transporte de elétrons. Observou ainda, melhoria na eficiência de uso da água e redução de 40% na formação de etileno em plantas tratadas com estrobilurinas.

Hershman et al. (2004), trabalhando com a cultura de soja, avaliaram pulverizações de azoxistrobina + λ -cyhalothrim e correlacionaram o efeito verde da folhagem à aplicação do fungicida, indicando que as alterações fisiológicas sofridas pelas plantas de soja tenham promovido ganhos na produtividade.

Para Gerhard et al. (1999), além do efeito fungicida das estrobilurinas, também a sua influência positiva sobre a fisiologia e níveis de hormônios no desenvolvimento das plantas podem ser avaliadas em condições de campo, com aumentos médios de 6% na produtividade.

Outro fato importante que ocorre com as estrobilurinas é o denominado *memory effect* (efeito de memória) ou persistência do efeito mesmo na ausência do produto. Jabs (2004) comenta que aplicações precoces de kresoxim methyl resultaram neste efeito de persistência, fazendo com que as plantas condicionadas respondessem melhor ao estresse quando estes vierem a ocorrer.

Fagan (2007), estudando os efeitos fisiológicos da aplicação de fungicidas na cultura de soja, constatou que a piraclostrobina altera a atividade fisiológica das plantas com aumento na produtividade de grãos, incrementa a taxa fotossintética, a atividade da enzima nitrato redutase e diminui a taxa respiratória.

As estrobilurinas atuam na respiração mitocondrial dos fungos bloqueando a transferência de elétrons pelo complexo citocrômico bc1, entre o citocromo b e o citocromo c1, no sítio Qo (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.

O ciclo da coenzima Q (CoQ) ocorre em duas etapas, na primeira, sua forma reduzida ubiquinol (QH₂) libera 2 H⁺ e 1 elétron, que passa para o centro Ferro-Enxofre (Fe-S), gerando Semiquinona (Q⁻). Este elétron flui do Fe-S para o Citocromo c₁, que o encaminha ao Complexo IV, através do Citocromo c solúvel. Q⁻ transfere seu elétron para o citocromo b₅₆₆, formando CoQ, que migra para o lado da MMI voltado para a matriz. O citocromo b₅₆₆ transfere o elétron para b₅₆₀ que, por sua vez, o devolve à coenzima Q, regenerando Q⁻. Na segunda etapa uma nova molécula de QH₂ chega ao Complexo III, o mesmo processo ocorre até a liberação da CoQ. O elétron que permanece no Complexo III reage com a Q⁻ (do ciclo anterior) e 2H⁺ da matriz, regenerando QH₂. O ciclo ocorre na forma de dismutação, em que 2 moléculas de QH₂ são transformadas em Q e QH₂, tendo Q⁻ como intermediária. A CoQ existe em três formas: QH₂, Q e Q⁻, sendo as duas primeiras solúveis (movem-se pela membrana) e a semiquinona (Q⁻) não lipossolúvel fica presa, próximo à fase aquosa da matriz (OLIVEIRA, 2005). Os inibidores de ubiquinona bloqueiam sua redução pelo Citocromo b nas duas etapas, impedindo desta forma esta reação (GUTIERREZ-CIRLOS et al., 2002). A seletividade das estrobilurinas parece estar baseada sobre as diferenças estruturais de membranas celulares na penetração e degradação de fungos, vegetais e animais e não sobre as diferenças de sítios mitocondriais dos organismos alvos (VENÂNCIO et al., 1999; SMITH, 2002).

Fungicidas à base de estrobilurinas afetam as variáveis fenométricas, fisiológicas e bioquímicas das culturas. Essa hipótese fundamenta-se em trabalhos realizados com trigo em que a aplicação de estrobilurinas ocasionou incrementos da retenção foliar da planta e aumento na produtividade de grãos (BRYSON et al., 2000) e com feijão em que houve acréscimo de produtividade de até 97% (RAVA, 2002).

A estrobilurina causa pequena alteração no ponto de compensação de CO₂ das plantas; alguns resultados indicam que um aumento transitório na rota alternativa da respiração (Oxidase Alternativa – AOX) pode sobrepor à redução esperada da emissão de CO₂ devido à inibição da respiração mitocondrial (YPEMA & GOLD, 1999). Isso causa queda nos níveis celulares de ATP (adenosina trifosfato) e aumento na concentração de prótons (H⁺) no citossol e 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, ocorreu decréscimo de 10% do nitrato no tecido dos ramos, indicando que ele foi absorvido e transformado em outros complexos metabólicos, o que demonstra sua assimilação. 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 também atua na síntese de etileno em condições de estresse e senescência, pela 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 (VENÂNCIO et al., 2003). Além disso, as estrobilurinas diminuem a perda de clorofila que ocorre durante a senescência (KÖEHLE et al., 1994;), o chamado “efeito verde” (GROSSMANN & RETZLAFF, 1997; YPEMA & GOLD, 1999).

Os níveis de auxina também são alterados, pois ocorre aumento na produção de ácido indolilacético (IAA), o que estimula o alongamento e divisão celular, o desenvolvimento inicial das raízes, atrasa a senescência das folhas e atrasa o amadurecimento dos frutos. Verificou-se também aumentos na síntese de citocininas, principalmente com o uso de piraclostrobina (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 biorregulatória 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 sobre 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 à diminuição dos níveis de ACC sintase e etileno e ao aumento da concentração de citocinina e ABA; no entanto, não foi encontrado aumento na concentração de IAA, já que ela apresenta uma atividade parecida com a auxina, mas não aumenta diretamente seu nível.

Ocorre, também, aumento nos níveis endógenos de ácido abscísico (ABA), o que permite a adaptação da planta a situações de estresse hídrico, aumentando a eficiência do uso de água e 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).

Há duas hipóteses para explicar o aumento da produtividade em plantas tratadas com estrobilurinas (VENÂNCIO et al., 2004). Na primeira, o aumento da produtividade seria decorrente da alteração de processos fisiológicos incluindo: o ponto de compensação de dióxido de carbono, a senescência foliar, a enzima ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano sintase (ACC-sintase) e, desta forma, a biossíntese de etileno, o conteúdo de clorofila, a atividade fotossintética, a abertura dos estômatos, o consumo de água, a atividade de enzimas antioxidantes, os níveis de ácido abscísico e outros hormônios vegetais e, ainda, a atividade da enzima nitrato redutase (KÖEHLE et al., 2002). A segunda hipótese é de que a molécula de estrobilurina preveniria a germinação de esporos de fungos patogênicos, não patogênicos e saprófitos interrompendo assim, os elicitores que demandam perdas de energia em resposta à defesa do hospedeiro (BERGMANN et al., 1999; VENÂNCIO et al., 2004).

Avaliando os reflexos do controle da requeima na produção do tomateiro, Tófoli & Domingues (2007) relatam que nos tratamentos onde foram pulverizados fungicidas pertencentes ao grupo das estrobilurinas (piraclostrobina e azoxistrobina) sempre foi verificada tendência para maiores números de frutos sadios, massa fresca de frutos e produção comercial.

Pesquisando sobre diversas moléculas de fungicidas do grupo das estrobilurinas, quanto ao metabolismo de nitrogênio e a concentração de proteínas no grão,

Clark (2003) constatou melhor aproveitamento para trifloxistrobina. O autor demonstrou que as estrobilurinas apresentam incidência positiva sobre a enzima nitrato redutase e por consequência, melhor aproveitamento da fertilização nitrogenada em plantas de trigo.

Jadoski (2012), trabalhando com plantas de feijão sobre estresse hídrico, concluiu que as plantas estressadas que receberam o tratamento com piraclostrobina apresentaram efeitos positivos na atividade fotossintética e aumento na massa seca e na produtividade de grãos, sendo os efeitos fisiológicos da piraclostrobina intensificados nas plantas que passaram pelo estresse hídrico.

O incremento de biomassa também requer maior assimilação de nitrogênio, sendo que a atividade da enzima nitrato redutase, que catalisa o primeiro passo na assimilação de nitrato, é considerada como a causa para o efeito de maior produção proporcionado pela piraclostrobina (KÖHLE et al., 2002). Os mesmos autores observaram incremento na atividade desta enzima durante a noite em plantas tratadas com piraclostrobina, cujo efeito persistiu por três noites após uma única aplicação do produto.

O boscalida é um fungicida sistêmico que atua com eficácia no controle do mofo cinzento, causado pelo fungo *Botrytis* em frutas e vegetais, como uvas, morangos, tomates, cenouras, alface e pepino. Pertencente à família das carboxamidas e à classe das anelidas (TÖFOLI, 2004), aparentemente, possui os mesmos efeitos fisiológicos das estrobilurinas, além de fornecer a proteção antifúngica preventiva da planta (VENTURE, 2006). 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 tricarbóxico tornam-se precursores para aminoácidos e lipídios. E 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).

Possui ação protetora e sistêmica, atua sobre a germinação de esporos, alongamento do tubo germinativo, crescimento micelial e esporulação. Boscalida também é classificado como um inibidor da respiração na célula fúngica, porém atua sobre o complexo II (TÖFOLI & DOMINGUES, 2007). Esse fungicida atua inibindo a respiração dos fungos patogênicos, pois impede que eles produzam energia através da respiração, restringindo a função da redutase no transporte da cadeia de elétrons da membrana mitocondrial do patógeno, assim previne o crescimento e desenvolvimento do fungo. Ele atua em todos os estádios de desenvolvimento e reprodução do fungo.

(germinação dos esporos, desenvolvimento e penetração dos tubos germinativos, crescimento micelial e esporulação). Além desse fungo, ele tem excelente atuação contra ascomicetos, basidiomicetos e deuteromicetos (YUN et al., 2006; BASF, 2010).

Estudando o efeito do boscalida no controle da pinta preta da batata e do tomate estaqueado e comparando-o com outros fungicidas (OLIVEIRA et al. 2003a; 2003b), concluíram que o boscalida apresentou melhor desempenho no controle e maior performance residual. 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 (BASF, 2007). Sirtoli (2010), trabalhando com pepino e doses de boscalida, concluiu que o boscalida apresenta efeitos fisiológicos semelhantes às estrobilurinas, contribuindo para o aumento da produtividade.

Amaro et al. (2009) avaliando o efeito da aplicação de estrobilurinas e boscalida em pepino japonês (*Cucumis sativus* L.) enxertado e não enxertado, observaram que a mistura boscalida + piraclostrobina aumentou a taxa de assimilação de CO₂, a eficiência do uso da água e a qualidade dos frutos. As plantas não enxertadas tratadas com boscalida, também apresentaram ganho de produtividade, concluindo que o boscalida possui efeitos fisiológicos nas plantas, como as estrobilurinas.

Em plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, as estrobilurinas e o boscalida apresentam efeitos fisiológicos positivos, sendo que esses efeitos ficaram mais evidentes nas plantas enxertadas, nas quais 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 (AMARO, 2011).

Macedo (2012) trabalhando com melão rendilhado e aplicações de boscalida e duas estrobilurinas (piraclostrobina e azoxistrobina) concluiu que os fungicidas testados apresentam efeitos fisiológicos positivos nas plantas sendo o boscalida aquele que mais influenciou positivamente a cultura.

2.3. Reguladores Vegetais

Hormônios vegetais são compostos orgânicos, não nutrientes, produzidos nas plantas, em baixas concentrações, que promovem, inibem ou modificam processos fisiológicos e morfológicos do vegetal (CASTRO & VIEIRA, 2001).

Segundo Lamas (2001), os reguladores vegetais são substâncias

químicas sintéticas que tem efeito sobre o metabolismo vegetal, agindo de forma similar aos hormônios vegetais, porém, o termo reguladores vegetais não é restrito somente aos compostos sintéticos, mas também aos de ocorrência natural. Podendo, portanto, ser definidos como compostos naturais ou sintéticos que modificam o crescimento e o desenvolvimento da planta exercendo profunda influência em diversos processos fisiológicos (PAROUSSI et al., 2002).

Os reguladores vegetais são classificados em seis grupos clássicos, como a auxina (Ax), giberelina (GA), citocinina (CK), etileno (Et), ácido abscísico (ABA) e jasmonatos (JA), bem como os brassinosteróides (BR), ácido salicílico (SA) (PELEG & BLUMWALD, 2011), promovem respostas específicas em plantas específicas (PAROUSSI et al., 2002). As respostas aos reguladores vegetais podem variar de acordo com as espécies vegetais, variedade, idade da planta, condições ambientais, estados fisiológicos e nutricionais, estágio de desenvolvimento e o balanço endógeno hormonal. Os retardadores de crescimento são amplamente utilizados para modificar a estrutura do dossel, produtividade e tolerância ao estresse em muitas culturas (JALEEL et al., 2007a,b).

Dentre os principais grupos de reguladores vegetais com possibilidade de uso exógeno estão as auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, retardadores e inibidores (TAIZ & ZEIGER, 2011). Os reguladores vegetais podem ser aplicados nas plantas alterando seus processos vitais e estruturais, com resultados sobre o incremento de produção, melhoria de manejo e facilidade de colheita (LACA-BUENDIA, 1989), isso proporcionado pela utilização de um regulador ou por uma mistura de reguladores, como os bioestimulantes (CASILLAS et al., 1986).

A eficácia da utilização de reguladores vegetais deve-se a vários fatores, como a forma de aplicação, de modo a proporcionar a entrada no citoplasma, o efeito do clima sobre o metabolismo do órgão vegetal aos biorreguladores, o momento da aplicação pela sensibilidade dos tecidos da planta, o comportamento da variedade e o estado geral da planta (SILVA et al., 2006).

Bewley & Black (1986) já relatavam que os hormônios vegetais são essenciais no desdobramento dos processos fisiológicos, sendo responsáveis pela mudança de um estado fisiológico para outro (JANN & AMEN, 1977). Segundo Arteca (1996), compostos endógenos, promotores e inibidores do crescimento estão envolvidos diretamente no processo de desenvolvimento da planta e representam peças primordiais para a ativação de algumas enzimas.

Berrie (1984) verificou que as respostas fisiológicas de substâncias reguladoras, aplicadas, simultaneamente ou sequencialmente, não refletem a interação fisiológica e, sim, reações químicas entre estas substâncias. Por exemplo, observaram-se diferentes taxas de absorção e de ativação do metabolismo em sementes.

Neste sentido, a utilização de reguladores vegetais se torna interessante. Os benefícios promovidos por estas substâncias têm sido pesquisados com a finalidade de resolver problemas do sistema de produção e melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade (CASTRO & VIEIRA, 2003).

O uso de reguladores vegetais é uma prática muito comum em vários países, com utilização em diversas espécies. No Brasil, especialmente na citricultura, sua utilização tem certa abrangência, sendo que a mesma pode ser utilizada em várias etapas do processo produtivo, desde a fase vegetativa até a reprodutiva, proporcionando desta maneira, melhor manejo da cultura (MODESTO et al., 1999).

2.3.1. Auxinas

As auxinas representam o grupo de reguladores vegetais essenciais ao crescimento vegetal, sendo um dos primeiros grupos hormonais a serem descobertos e é um, dentre uma vasta gama, dos agentes químicos sinalizadores que regulam o desenvolvimento vegetal. A auxina mais comum de ocorrência natural é o ácido indol-3-acético (IAA) (TAIZ & ZEIGER, 2011).

Podendo variar entre os tecidos, as concentrações mais altas de auxina são encontradas nos tecidos onde é sintetizada e armazenada. Segundo Vannest et al. (2005), a auxina produzida na parte aérea é o principal fator de estímulo a formação de raízes. Elas podem ativar proteínas receptoras presentes na membrana celular. Segundo Hopkins (1999) as auxinas são sintetizadas em ápices de caules, ramos e raízes e são transportados para outras regiões da planta, devido a sua participação no alongamento celular e, também, pela formação inicial de raízes, diferenciação vascular, tropismo, desenvolvimento de gemas axilares, flores e frutos.

As auxinas foram os primeiros reguladores químicos a encontrar uma aplicação agrônômica bastante difundida (RAVEN et al., 2001), como o emprego das auxinas para acelerar e promover o enraizamento de estacas, permitindo maior porcentagem na formação de raízes, melhor qualidade e uniformidade de enraizamento para a obtenção de plantas pela propagação assexuada.

O efeito da auxina sobre o crescimento das plantas depende do tipo de auxina aplicada e sua concentração (TEALE et al., 2006). Muitos processos do desenvolvimento são controlados ou sofrem interferência das auxinas, tais como, divisão, expansão e diferenciação celular (BERLETH & SACHS, 2001), iniciação de raízes em estacas caulinares (STEFANCIC et al., 2006), desenvolvimento de raízes laterais (CASIMIRO et al., 2001), diferenciação de raízes em cultura de tecidos (NANDAGOPAL & RANJITHA, 2007), formação do eixo apical-basal (FRIML et al., 2003), resposta de tropismo (gravitropismo e fototropismo) em caules e raízes (NOH et al., 2003) e repostas de dominância apical (BOOKER et al., 2003). As auxinas podem ainda levar ao atraso na senescência foliar (LIM et al., 2007), induzir a fixação e o crescimento de alguns frutos (SERRANI et al., 2007) e estimular o crescimento de órgãos florais (VERNOUX et al., 2000).

2.3.2. Citocininas

As citocininas são reguladores vegetais que participam ativamente dos processos de divisão e alongamento celular, promovendo efeitos fisiológicos sobre o crescimento e desenvolvimento de plantas (RAVEN et al., 2001), particularmente em cultura de tecidos. São substâncias essenciais para complementar a ação das giberelinas na indução da germinação e de processos enzimáticos, quando estes são bloqueados por inibidores (FRAGA, 1982). Participam ainda do processo de alongamento e diferenciação celular, principalmente, quando interagem com a auxina (ARTECA, 1995).

O leite de coco é muito rico em citocinina e durante muito tempo foi utilizado como ingrediente indispensável em culturas de inúmeros tecidos vegetais. Murashige & Skoog (1962) verificaram que o leite de coco poderia ser substituído por uma mistura de auxinas e adenina, para manter a divisão celular. Mais tarde, descobriu-se que certos derivados do DNA (ácido desoxirribonucleico), obtidos sob altas temperaturas, eram mais ativos que a adenina na promoção da divisão celular em culturas de tecidos. Posteriormente, foi isolado o ativo nos derivados do DNA e identificado como sendo a furfuriladenina. Devido à sua grande atividade no estímulo da divisão celular esse composto recebeu a denominação de cinetina (TAIZ & ZEIGER, 2011).

Além de estimular a divisão celular, a mistura de auxinas e de cinetina induz a diferenciação celular. Variações nas proporções de auxinas e cinetina colocadas em cultura de tecidos podem influenciar fortemente no tipo de diferenciação

celular. Quando a proporção de IAA é superior à de cinetina, certas regiões dos tecidos formam raízes. Proporções maiores de cinetina resultam no desenvolvimento de caules. Estes fatos demonstram que a divisão e a diferenciação celular exigem a ação conjunta e harmônica de dois reguladores vegetais: auxina e cinetina.

A cinetina não existe em plantas, mas certo número de compostos presentes nas plantas, conhecidos como citocininas, apresentam atividades similares à cinetina. A primeira citocinina extraída de vegetal foi obtida em grãos de milho e denominada zeatina. Outras citocininas obtidas de plantas já foram identificadas como zeatina ribosídeo e isopentenil-adenosina. As citocininas parecem ser compostos derivados do t-RNA (RNA transportador). Na planta, as citocininas são sintetizadas, principalmente nas raízes e transportadas, provavelmente pelo xilema para outras partes da planta. As citocininas promovem retardamento da senescência foliar. Folhas retiradas da planta mostram envelhecimento acelerado, acompanhado pela decomposição de proteínas e da clorofila. Quando folhas isoladas são tratadas com cinetina, esta aparentemente, impede a ação das proteases e RNAases da folha, promotoras da senescência (CASTRO, 2008).

As citocininas também participam da quebra na dominância apical; quando em maior disponibilidade, promovem o desenvolvimento das gemas laterais. Também possuem papel importante no desenvolvimento do aparelho fotossintético. Segundo Nyitrai (1997) as citocininas são membros do grupo de reguladores vegetais com ação no desenvolvimento dos cloroplastos, possuindo correlação na recepção da luz, além de terem influência no transporte de elétrons, principalmente, no fotossistema I, acúmulo de clorofila, atividade fotossintética e na síntese da enzima ribulose 1,5-difosfato carboxilase (rubisco).

Recentemente, foi demonstrado que uma parte substancial das citocininas em folhas são localizadas em cloroplastos (BENKOVA et al., 1999). Os plastídeos e seu desenvolvimento estão entre os principais alvos de ação das citocininas nas células foliares (PARTHIER, 1979). Citocininas ativam a diferenciação dos etioplastos no escuro e o desenvolvimento dos cloroplastos na presença da luz (KHOKHOLOVA et al., 1971; CHORY et al., 1991).

Existem fortes evidências indicando que a citocinina ativa a síntese de proteínas codificadoras do cloroplasto por ambos os genomas, nuclear e plastídeo, aumentando a produção de pigmentos fotossintéticos e estimulando a diferenciação dos cloroplastos estruturais (BUSCHMANN & LICHTENTHALER, 1977; LERBS et al.,

1984; AXELOS et al., 1987; RESKI et al., 1991; KASTEN et al., 1992; KUNESTSOV et al., 1994, 1998, 1999; KUBO & KAKIMOTO, 2000).

A auxina e a citocinina diferem dos demais hormônios vegetais e agentes de sinalização em um aspecto importante de serem necessárias para a viabilidade, enquanto que os demais parecem agir como reguladoras dos processos específicos do desenvolvimento (TAIZ & ZEIGER, 2011).

2.3.3. Giberelinas

As giberelinas (GA) constituem uma classe de reguladores vegetais que estimulam a germinação e o crescimento por alongamento, como seu modo de ação. Promovem o crescimento pelo aumento da plasticidade da parede celular seguida da hidrólise do amido em açúcar, que reduz o potencial hídrico da célula, resultando na entrada de água no seu interior, promovendo o alongamento celular. Na germinação de sementes os passos básicos envolvidos nesse mecanismo são: a GA produzida no embrião é transferida para a camada de aleurona das células onde a α -amilase é sintetizada e essa promove a conversão do amido em açúcar, que é usado, então, para o desenvolvimento do embrião (BOTELHO & PEREZ, 2001).

A ação das giberelinas ou dos ácidos giberélicos segundo Metivier (1979), é atuar no controle da hidrólise do tecido de reserva para o fornecimento de energia ao embrião promovendo o alongamento celular, fazendo com que a radícula desenvolva-se através do endosperma ou tegumento (SALISBURY & ROSS, 1994).

2.3.4. Bioestimulantes

A mistura de dois ou mais reguladores vegetais com outras substâncias como aminoácidos, nutrientes e vitaminas é chamada de estimulante vegetal ou bioestimulante. Segundo Leite et al. (2003), cada vez mais se tem usado combinações de reguladores vegetais, pois elas raramente agem isoladamente, sendo necessária a combinação de dois ou mais agentes para produzir o efeito fisiológico. Casillas et al. (1986) esclarecem que essas substâncias são eficientes quando aplicadas em pequenas doses, favorecendo o bom desempenho de processos vitais da planta com o objetivo de aumentos na produção. As aplicações podem ser diretamente nas plantas. Quando aplicados nas sementes ou nas folhas, podem interferir em processos como germinação, enraizamento, floração, frutificação e senescência (CASTRO & MELOTO, 1989;

MONTANS, 2006).

O IBA + GA₃ + Cinetina (produto comercial Stimulate®) é um dos poucos produtos registrados como regulador do crescimento de plantas (bioestimulante) e contém reguladores vegetais e traços de sais minerais quelatizados, sendo composto por 50 mg L⁻¹ de ácido índolilbutírico (IBA, auxina), 90 mg L⁻¹ de cinetina (Kt, citocinina) e 50 mg L⁻¹ de ácido giberélico (GA₃, giberelina). Este produto químico, em função da sua composição, concentração e proporção das substâncias pode incrementar o crescimento e o desenvolvimento vegetal, estimulando a divisão celular, a diferenciação e o alongamento de células. Também pode aumentar a absorção e a utilização dos nutrientes e é especialmente eficiente quando aplicado com fertilizantes foliares, sendo compatível também com defensivos (CASTRO et al., 1989).

O GA₄₊₇ + benzilaminopurina é outro bioestimulante (Promalin®) composto pela mistura de dois reguladores vegetais, a citocinina 6-BA (6-benziladenina) e as giberelinas GA₄ e GA₇ e tem como objetivo promover a divisão celular e o alongamento das células (VALENT BIOSCIENCES, 2008). Segundo Tukey (1980), compostos como estes se evidenciam como potenciais estimuladores de ramificações laterais. Estudos têm sugerido que os componentes do produto possuem papel sequencial na produção de ramos laterais, com a iniciação do crescimento induzido pelo BA e, subsequente, alongamento promovido pelo GA₄₊₇, cuja concentração é de 1:1.

O extrato vegetal (produto comercial Crop Set®) encontra-se registrado no Brasil como fertilizante foliar composto por 1,5% de manganês, 1,5% de ferro e 1% de cobre, e as informações do fabricante indicam que o mesmo é um estimulante vegetal composto de extratos de agave (*Yucca schidigera*) com ação semelhante às citocininas (SOUZA LEÃO et al., 2005).

2.3.5. O uso de reguladores vegetais e bioestimulante na agricultura

Em estudos verificados por Pattak & Sing (1971) observaram que o regulador vegetal giberelina, através da aplicação exógena induziu a precocidade e o aumento do número de frutos por planta de morangueiro. Bukovac & Wittwer (1957) verificaram que a aplicação de giberelina em tomateiros promoveu o aumento na altura dos cachos florais. As giberelinas quando aplicadas em conjunto com auxinas tem efeito sinérgico no crescimento de tomateiros. Luckwill (1959) fazendo uso destes dois reguladores obteve frutos maiores que os obtidos com aplicação dos reguladores vegetais

isoladamente, indicando que ambos afetam o crescimento dos frutos. Por outro lado, Martins & Castro (1997) concluíram que a aplicação de ácido giberélico (GA_3) e ácido naftalenoacético (NAA) reduziram o número de frutos em formação em tomateiro da cultivar Angela Gigante.

A utilização da aplicação de reguladores vegetais em produção de flores é fundamental para a indução floral de *Zantedeschia* sp, mediante a utilização de ácido giberélico, GA_3 (MUCOUCAH, 2003). A aplicação nos bulbos ou na parte aérea é utilizada comumente em campos de produção comercial, para promover o florescimento (HENNY, 1981; TJIA, 1987; FUNNELL et al., 1988).

O uso de reguladores vegetais foi avaliado por Nagao & Rubenstein (1975) que reportaram que a aplicação de citocininas em plantas de ervilha (*Pisum sativum* L.) acelerou as emissões das hastes laterais em seis vezes, em relação ao grupo controle. Wightman et al. (1980) avaliaram a aplicação de auxinas, citocininas e vários outros compostos em plântulas de ervilha sob formação de raízes. As auxinas apresentaram concentração ótima de $10^{-4}M$, promovendo a iniciação de raízes laterais. Para as citocininas a concentração de $10^{-6}M$ e acima desta, inibiram a iniciação e a emergência de raízes laterais. Enquanto Pillary & Railton (1983) reportaram que a aplicação de citocininas em ervilha causou alongamento e desenvolvimento das hastes, porém, inibiu o desenvolvimento das gemas laterais.

Em manjeriço, com a aplicação de reguladores vegetais verificaram-se os maiores índices de taxa de crescimento absoluto e relativo, razão de área foliar, taxa assimilatória líquida e área foliar específica. Estes, influenciados pela cinetina aplicada, resultaram em maior desenvolvimento devido ao aumento da área foliar e massa seca causado por esse regulador vegetal (BARREIRO et al., 2006).

O efeito do ácido indolilacético (IAA) em tomateiro em diferentes concentrações (10, 20, 40 e 80 mg L⁻¹) foi observado por Hathout et al. (1993), concluindo que a atividade da auxina na absorção de elementos minerais foi máxima, quando utilizada na menor concentração de 10 mg L⁻¹, a qual também induziu a floração e a frutificação em plantas de tomateiro, aumentando o número e a massa dos frutos. Já a concentração de 80 mg L⁻¹, resultou em efeito inibitório.

Carlucci & Castro (1982) observaram que o bioestimulante Atonik, promoveu aumentos no número de frutos, no número de flores abortadas e prejudicou a classificação dos frutos de plantas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* cv. Miguel

Pereira), cultivadas em casa de vegetação. O produto foi pulverizado em diferentes épocas e as avaliações foram realizadas nos frutos maduros dos três primeiros cachos na colheita comercial.

Suleiman & Suwwan (1990) utilizando o produto comercial Agritone em dose de 80 g por 100 L⁻¹ em solução, aplicando a partir do florescimento, em intervalos de 7 dias até a 9^a semana de idade das plantas de abobrinha, verificam maior fixação e redução no número de flores abortadas, aumento no número de frutos sem sementes e, também, maior produção de frutos e tamanho dos frutos.

O uso de bioestimulantes na agricultura tem mostrado grande potencial no aumento da produtividade e facilitação do manejo cultural, embora sua utilização ainda não seja prática rotineira em culturas que não atingiram alto nível tecnológico (VIEIRA, 2001).

O crescimento de plantas é muito influenciado pelo uso de reguladores vegetais, podendo este promover, inibir ou modificar os processos fisiológicos. Tais substâncias podem alterar diferentes órgãos das plantas, modificando-lhes a morfologia, afetando a produção de matéria seca e, conseqüentemente, a produtividade (MARTINS & CASTRO, 1997).

É importante destacar que as aplicações de reguladores vegetais podem apresentar bons resultados dependendo da região de cultivo e da espécie utilizada. Em virtude de serem produtos que atuam em concentrações muito baixas, qualquer alteração pode modificar o efeito desejado. Porém, outros fatores também podem interferir no processo de absorção do produto, como condição da planta, tipo de equipamentos, métodos de aplicação e condições do ambiente (MONSELISE, 1979; GALAN & MENINI, 1987; CASTRO & VIEIRA, 2003; SEVERINO et al., 2003).

2.4. Estresse Oxidativo

Estresses ambientais como elevadas ou baixas temperaturas, seca, salinidade, radiação ultravioleta, ozônio e infecções patogênicas são potencialmente prejudiciais às plantas (VAN BREUSEGEM et al., 2001). Uma das alterações metabólicas importante para as plantas em condições de estresse é o aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (EROs ou ROS) (APEL & HIRT, 2004; FOYER & NOCTOR, 2005).

Os organismos aeróbicos necessitam de O₂ como acceptor de elétrons para a produção eficaz de energia. No entanto, o oxigênio é uma fonte oxidante,

tornando-se impossível impedir oxidações secundárias promovidas por esta molécula, não envolvidas no metabolismo fisiológico, que podem ter consequências graves, se os seus produtos não forem neutralizados por um sistema antioxidante eficiente (SORG, 2004). O estresse oxidativo é ocasionado pela superprodução das EROs, tais como radicais superóxido ($O_2^{\circ-}$), radicais hidroxila ($^{\circ}OH$), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e oxigênio singlete (1O_2) (THÉROND et al., 2000; SCANDALIOS, 2005).

Os principais alvos biológicos dos radicais livres e das EROs são as proteínas, cuja oxidação conduz à perda de função ou à degradação prematura nos proteossomas, os lípidios, cuja oxidação altera as propriedades físicas das membranas celulares e, conseqüentemente, a sua função, o DNA, cuja oxidação pode conduzir a mutações gênicas, a síntese protéica anormal, à alteração na expressão gênica e à morte celular (SORG, 2004).

Além disso, as EROs são continuamente produzidas sob condições normais, como na respiração mitocondrial (MOLLER, 2001; DOUDICAN et al., 2005) e nos processos ocorrentes nos cloroplastos (ASADA, 1999). As EROs também podem ser utilizadas de maneira benéfica pelas plantas, pois desempenham papel importante na indução de mecanismos de proteção quando as mesmas são submetidas aos estresses bióticos e abióticos (VAN BREUSEGEM et al., 2001).

Para evitar o acúmulo das EROs as plantas possuem sistemas de defesa antioxidantes eficientes, enzimáticos e não-enzimáticos, que permitem a eliminação dessas espécies ativas e a proteção contra os danos oxidativos (HERNÁNDEZ et al., 2001). As defesas não enzimáticas incluem as vitaminas C e E, glutathiona (GSH), β -caroteno, compostos fenólicos, tocoferóis e poliaminas. Já o sistema defensivo enzimático, envolve as enzimas superóxido dismutase (SOD), catalases (CAT), peroxidases (POD), glutathiona peroxidase (GPX), ascorbato peroxidase (APX), glutathiona redutase (GR) e glutathiona S-transferase (GSTs) (BLOKHINA et al., 2003; SCANDALIOS, 2005).

A superóxido dismutase (SOD, EC 1.15.1.1) atua na primeira linha de defesa contra a EROs, dismutando o superóxido ($O_2^{\circ-}$) em peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (SCANDALIOS, 2005). Ela pode ser encontrada em três classes diferenciadas, diferindo no tipo de íon metálico presente no sítio ativo (SCANDALIOS, 1993). Deste modo, existem formas que contêm cobre e zinco (Cu/ZnSOD), encontradas no citosol e, possivelmente, no espaço extracelular; manganês (MnSOD), presentes na matriz mitocondrial ou ferro (FeSOD), presente nos cloroplastos (TSANG et al., 1991;

ALSCHER et al., 2002).

O mecanismo de reação se inicia com a redução da enzima pelo superóxido, resultando na formação de oxigênio. A enzima reduzida reage novamente com outro íon superóxido formando como produto, o peróxido de hidrogênio, que na sequência, sofre dismutação pela catalase ou outra peroxidase, originando água e oxigênio molecular (BERG et al. 2004).

A catalase (CAT, EC 1.11.1.6), juntamente com a SOD, é considerada a mais eficiente entre as enzimas antioxidantes. É comumente encontrada nos peroxissomos e glioxissomas e 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. Ambas apresentam uma função combinada, de modo que a CAT converte o H_2O_2 , originado em função da atividade da SOD, em H_2O e O_2 (SCANDALIOS, 1993). As catalases podem ser separadas em três classes: I- responsáveis por remover o H_2O_2 produzido pelo processo da fotorrespiração; II- participam do processo de lignificação e se localizam nos tecidos vasculares e III- estão presentes nas sementes e plantas jovens participando da degradação do H_2O_2 , originado da degradação dos ácidos no glioxissoma (RESENDE et al., 2003).

As peroxidases (PODs, EC 1.11.1.7) 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).

De acordo com Inzé & Van Montagu (1995), as peroxidases são consideradas as mais importantes na eliminação de H_2O_2 no citosol e nos cloroplastos. Sua atividade é frequentemente aumentada em resposta ao estresse, pois a proteção celular contra as reações oxidativas é uma das principais funções dessa enzima (SIEGEL, 1993). Isto se deve ao fato das peroxidases decompor o H_2O_2 produzido nas reações catalisadas pela SOD (BOR et al., 2003).

3. OBJETIVO GERAL

Estudar os efeitos fisiológicos da piraclostrobina, do boscalida e de bioestimulantes no desenvolvimento das plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Giuliana em condições de ambiente protegido, bem como na sua produtividade.

Assim, os experimentos resultaram nos seguintes trabalhos:

1. Acúmulo de carboidratos em plantas de tomate tratadas com diferentes produtos químicos;
2. Trocas gasosas em plantas de tomate tratadas com diferentes produtos que promovem efeitos fisiológicos;
3. Comportamento das enzimas antioxidativas em função de produtos de efeito fisiológicos na cultura do tomate;
4. Efeitos de reguladores vegetais e fungicidas na produção de tomate cv. Giuliana;
5. Qualidade de frutos de tomate 'Giuliana' tratados com produtos de efeitos fisiológicos.

4. CAPÍTULO 1



Visão da estrutura do ambiente protegido utilizado na condução de tomateiro em cultivo protegido.

Ramos, A. R. P., 2010

Visão geral das mudas conduzidas em haste única de bambu. São Manuel, SP, 2010.



ACÚMULO DE CARBOIDRATOS EM PLANTAS DE TOMATE TRATADAS COM DIFERENTES PRODUTOS QUÍMICOS

Anamaria Ribeiro Pereira Ramos¹, Amanda Cristina Esteves Amaro¹, Ana Claudia Macedo¹, Essione Ribeiro Souza¹, João Domingos Rodrigues², Elizabeth Orika Ono²

¹FCA/UNESP, *Campus* Botucatu, Departamento de Produção Vegetal – Horticultura, CP-237, 18603-970, Botucatu-SP, Brasil. e-mail: anamaria-ramos@oi.com.br

²IB/UNESP, *Campus* Botucatu, Departamento de Botânica, CP-510, 18618-970, Botucatu-SP, Brasil.

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo estudar os efeitos fisiológicos da piraclostrobina, boscalida, reguladores vegetais e extrato vegetal no acúmulo de carboidratos durante o desenvolvimento de plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), híbrido Giuliana, em condições de ambiente protegido. Os tratamentos foram: T1– testemunha; T2– Piraclostrobina 0,2 g L⁻¹; T3- Boscalida 0,075 g L⁻¹, T4- Piraclostrobina 0,2 g L⁻¹ + Boscalida 0,075 g L⁻¹, T5- IBA + GA₃ + cinetina 375 mg L⁻¹, T6- GA₄₊₇ + benzilaminopurina 100 mg L⁻¹ e T7- Extrato vegetal 100 mg L⁻¹. A curva de acúmulo de carboidratos foi realizada com 5 amostras, em intervalos de 20 dias entre as avaliações, sendo a 1ª avaliação realizada com 30 dias após o transplante, no dia da primeira aplicação dos tratamentos. A cada coleta as plantas foram separadas em caule, folha e frutos, nos quais foram avaliados os teores de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e sacarose. Também foram avaliados os efeitos dos tratamentos no teor de clorofila e nas trocas gasosas. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com 4 repetições e 6 avaliações destrutivas ao longo do desenvolvimento, sendo 1 planta por unidade experimental em cada amostragem. Os resultados mostraram que a piraclostrobina e boscalida aplicados isolados e/ou combinados favoreceram o incremento de carboidratos nas folhas, caules e frutos de tomate híbrido Giuliana.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum* L., estrobirulinas, piraclostrobina, boscalida, trocas gasosas.

ACCUMULATION OF CARBOHYDRATES IN TOMATO PLANTS TREATED WITH DIFFERENT CHEMICAL PRODUCTS.

ABSTRACT: This work had the purpose to study the physiological effects of pyraclostrobin, boscalid, plant growth regulators and vegetal extract on the accumulation

of carbohydrates during the development of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.), hybrid Giuliana, in protected environment conditions. The treatments were: T1 – control; T2 – Pyraclostrobin g L^{-1} ; T3 – Boscalid 0.075 g L^{-1} , T4 – Pyraclostrobin 0.2 g L^{-1} + Boscalid 0.075 g L^{-1} , T5 – IBA + GA_3 + kinetin 375 mg L^{-1} , T6 – GA_{4+7} + benzylaminopurine 100 mg L^{-1} and T7 – vegetal extract 100 mg L^{-1} . The carbohydrate accumulation curve was accomplished with 5 samples, at 20-day intervals between evaluations, the 1st evaluation being carried out at 30 days after transplantation, on the day of the first treatment application. At each sampling the plants were separated in stem, leaves and fruits, of which the contents of total soluble sugars, reducing sugars and saccharose were evaluated. The effects of the treatments on chlorophyll content and gas exchanges were also evaluated. The adopted experimental design was completely randomized, with 4 repetitions and 6 destructive evaluations during the course of development, with 1 plant per experimental unit for each sampling. The results showed that pyraclostrobin and boscalid applied in isolation and/or combined favor the increase of carbohydrates in leaves, stems and fruits of tomato hybrid Giuliana.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L., strobilurin, pyraclostrobin, boscalid, gas exchange.

4.1. INTRODUÇÃO

O cultivo de tomateiro em ambiente protegido expandiu-se muito na região Sudeste, principalmente, no Estado de São Paulo (FONTES et al., 1997). De acordo com Lopes & Stripari (1998), o tomateiro é uma planta muito sensível às condições climáticas e estas, quando desfavoráveis e, aliadas a outros fatores, contribuem para seu cultivo, em condições protegidas.

As condições ambientais influenciam as taxas metabólicas das plantas e determinam as taxas e proporções da fotossíntese e da respiração. A fotossíntese líquida é um indicador da taxa de assimilação de carbono (POPOV et al., 2003). Durante o crescimento da planta, aproximadamente 90% da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento são resultantes da atividade fotossintética (BENINCASA, 2003). 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). Além disso, a produtividade vegetal é influenciada por características morfológicas e fisiológicas dos

órgãos fotossintetizantes, conhecidos como fonte e dos órgãos consumidores dos fotoassimilados, conhecidos como dreno (TAIZ & ZEIGER, 2011).

Folhas mais velhas, fotossinteticamente ativas, tem a produção de carboidratos maior que o necessário para suprir o metabolismo e crescimento. O excedente dessa produção de fotoassimilados é, então, exportado para os tecidos menos ativos (mais jovens, dreno). Durante o crescimento vegetativo, a maioria dos carboidratos é transportada para as raízes e folhas jovens, enquanto após o florescimento, os carboidratos são direcionados prioritariamente, para os frutos, tubérculos e raízes de reserva (ROISTSCH et al., 2003).

De acordo com Hunter et al. (1994) e Palliotti & Cartechini (2001), os teores de glicose, frutose e sacarose, bem como a atividade de enzimas do metabolismo de carboidratos são influenciados por variações sazonais e fenológicas. A expressão gênica é influenciada por uma variedade de fatores intra e extracelulares (TYMOWSKA-LALANNE & KREIS, 1998), como estímulos ambientais, hormonais e fases fenológicas (ROISTSCH et al., 2003).

O uso de reguladores vegetais pode promover, inibir ou modificar os processos fisiológicos. Tais substâncias podem alterar diferentes órgãos das plantas, modificando-lhes a morfologia, afetando a produção de matéria seca e, conseqüentemente, a produtividade (MARTINS & CASTRO, 1997). Segundo Leite et al. (2003), cada vez mais se tem usado combinações de reguladores vegetais, para produzir o efeito fisiológico. Casillas et al. (1986) esclarecem que essas substâncias são eficientes quando aplicadas em pequenas doses, com o objetivo de aumentar a produção e as aplicações podem ser diretamente nas plantas (folhas, semente, frutos, caule).

Extratos vegetais contendo citocininas foram obtidos de mais de 50 espécies e os níveis mais altos são encontrados em tecidos onde ocorre a divisão celular (TAIZ & ZEIGER, 2011). O produto utilizado é um estimulante vegetal composto de extratos de Agave (*Yucca schidigera*) e micronutrientes minerais com ação semelhante às citocininas (SOUZA LEÃO, et al., 2005).

O uso de fungicidas com ação fisiológica vem sendo utilizado em várias culturas por promover alterações no metabolismo e crescimento do vegetal. Esse 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 (KÖEHLE et al., 1994;).

A estrobilurina é uma nova classe de fungicidas que além de sua ação antifúngica, atua na respiração mitocondrial bloqueando a transferência de elétrons pelo complexo citocromico bc1, através da inibição da óxido-redutase de ubihidroquinona-citocromo c, reduzindo o processo respiratório e bloqueando o fornecimento de energia das células do fungo e levando à sua morte (GHINI & KIMATI, 2002). Também atua na síntese de etileno em condições de estresse e senescência, através da redução da atividade da enzima ácido aminociclopropano-carboxílico sintase (ACC-sintase) inibindo a síntese de etileno. Além disso, as estrobilurinas reduzem a perda de clorofila que ocorre durante a senescência, o chamado “efeito verde” e aumenta a atividade da enzima nitrato-redutase (KÖEHLE et al., 1994; YPEMA & GOLD, 1999; VENÂNCIO et al., 2003).

O boscalida é um fungicida sistêmico pertencente à família 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 (BOSCALID, 2007).

Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos fisiológicos da piraclostrobina, boscalida, reguladores vegetais e extrato vegetal no desenvolvimento das plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido ‘Giuliana’ em condições de ambiente protegido pelas medidas de trocas gasosas, características de desenvolvimento das plantas e no acúmulo de carboidratos.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção de São Manuel, município de São Manuel – SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas, Campus de Botucatu, da Universidade Estadual Paulista – UNESP. 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).

A condução do experimento foi em ambiente protegido com cobertura de filme de polietileno de baixa densidade de 150 µm aditivado e com as laterais fechadas com tela de sombreamento de 75%, no período de novembro de 2009 a março de

2010. O solo do ambiente protegido é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa (CAMARGO et al. 1987; EMBRAPA, 2006). Foram construídos oito canteiros com altura de 0,20 m acima do nível do terreno. Cada canteiro foi servido por uma linha de irrigação e fertirrigação e a correção e adubação do solo foram feitas com base na análise química do solo, retirado do local onde foi instalado o experimento.

As mudas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Giuliana foram preparadas em bandejas de poliestireno expandido com 128 células preenchidas com substrato comercial colocando-se uma semente por célula. As mudas foram transplantadas para os canteiros, 36 dias após a semeadura, utilizando-se espaçamento de 1,0 x 0 5 m, resultando numa densidade de 20.000 plantas ha⁻¹. Após o transplante, realizou-se a primeira irrigação com duração de 30 minutos para adaptação das plantas ao novo ambiente.

As plantas foram conduzidas com uma haste ao longo do ciclo, com uma planta por cova e tutoradas na vertical, individualmente, no período de novembro de 2009 a março de 2010.

A primeira aplicação dos tratamentos foi realizada aos 30 dias após o transplante das mudas, no início do florescimento e as demais a cada 20 dias, totalizando 6 aplicações. As aplicações foram via foliar realizadas com o uso de pulverizador manual de CO₂ pressurizado, com pressão de 2 kgf cm⁻² e vazão de 0,2 L min⁻¹, utilizando-se cortina plástica entre os tratamentos para evitar a deriva.

Os tratamentos foram: T1– testemunha; T2– Piraclostrobina 0,2 g L⁻¹; T3- Boscalida 0,075 g L⁻¹, T4- Piraclostrobina 0,2 g L⁻¹ + Boscalida 0,075 g L⁻¹, T5- IBA + GA₃ + cinetina 375 mg L⁻¹, T6- GA₄₊₇ + benzilaminopurina 100 mg L⁻¹ e T7- Extrato vegetal 100 mg L⁻¹. Em todos os tratamentos foi adicionado óleo vegetal (Natural'óleo) a 0,5% para proteger os tratamentos contra as perdas por hidrólise, evaporação, deriva, lavagem e fotodecomposição.

Como fonte de boscalida utilizou-se o produto comercial Cantus® contendo 500 g kg⁻¹ do p.a. e para piraclostrobina o produto comercial Comet® contendo 250 g L⁻¹ do p.a., ambos da BASF S.A. Como fonte da mistura de ácido indolilbutírico (IBA- auxina), GA₃ (giberelina) e cinetina (citocinina) utilizou-se o produto comercial Stimulate® contendo 90 mg L⁻¹ de cinetina (Kt), 50 mg L⁻¹ de IBA e 50 mg L⁻¹ de GA₃ por litro do produto, fabricado pela Stoller do Brasil S.A. Como fonte da mistura de benzilaminopurina (citocinina) e GA₄ + GA₇ (giberelinas), o produto comercial Promalin®

contendo 1,8% de GA₄₊₇ e 1,8% de benzil-aminopurina (BAP) fabricado pela Sumitomo do Brasil. Como fonte do extrato vegetal, utilizou-se o produto comercial Crop Set®, um estimulante vegetal composto de extratos de Agave (*Yucca schidigera*) e ação semelhante às citocininas (SOUZA LEÃO et al., 2005) e micronutrientes minerais contendo 1% de Cobre, 4,69% de enxofre, 2,5% de ferro e 3% de manganês da Improcop do Brasil Ltda.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com 7 tratamentos e 4 repetições. Para a avaliação de acúmulo de carboidratos foram realizadas 5 avaliações destrutivas ao longo do desenvolvimento, a cada 20 dias, sendo a primeira realizada aos 50 dias após o transplante. Foram utilizadas 1 planta por tratamento, por repetição, em cada amostragem.

A cada coleta as plantas foram separadas em caule, folha e frutos, acondicionadas em sacos de papel e esse material levado para secar em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, até atingirem massa constante. Após a secagem, o material foi moído, homogeneizado, acondicionado em frascos de plástico, hermeticamente fechados e guardados em câmara seca para posterior avaliação.

Os teores de açúcares redutores foram quantificados pelo método dinitrosalicilato – DNS que quantifica a glicose, frutose e manose nos tecidos vegetais (MILLER, 1959); o teor de açúcares solúveis totais foi quantificado pelo método da antrona (MORRIS, 1948; YEMM & WILLIS, 1954) e a sacarose por meio da reação com antrona fria (PASSOS, 1996). Foi determinada a curva padrão para todas essas análises, no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Botânica, –IBB - UNESP, em Botucatu, SP.

As avaliações de trocas gasosas foram realizadas utilizando-se equipamento com sistema aberto de fotossíntese com analisador de CO₂ e vapor d'água por radiação infravermelha (Infra Red Gas Analyser – IRGA, modelo LI-6400, Li-Cor). Essas medidas foram realizadas das 9:00 às 11:00 h em dia ensolarado em folhas completamente expandidas. As medidas foram feitas aos 45, 96 e 124 dias após o transplante e selecionando-se 4 plantas de cada tratamento. A concentração de CO₂ de referência utilizada durante as avaliações foi a do ambiente, a qual variou de 380 a 400 μmol CO₂ 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, foi utilizado $1500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, baseado em curva de luz realizada previamente. Durante as avaliações foram coletados os dados de temperatura e umidade relativa do ar utilizando o próprio medidor de trocas gasosas.

As características de trocas gasosas analisadas foram: taxa de assimilação de CO_2 (A , $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), taxa de transpiração (E , $\text{mmol vapor d'água m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e condutância estomática (g_s , $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Essas características 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 , $\mu\text{molCO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$) foi determinada através da relação entre assimilação de CO_2 e taxa de transpiração e a eficiência de carboxilação (A/C_i) foi determinada através da relação entre taxa de assimilação de CO_2 e concentração interna de CO_2 na folha.

O teor de clorofila foi avaliado em folhas completamente expandidas, utilizando-se clorofilômetro SPAD da Minolta em unidades Spad. Os resultados obtidos para teor de clorofila foram submetidos à análise de variância e suas médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Quanto aos teores de açúcares foram submetidas à análise fatorial 7×3 (7 tratamentos e 3 órgãos vegetais) e suas médias também foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores médios do teor de clorofila em unidades Spad nas avaliações realizadas no início da frutificação (45 DAT) e no pico da colheita (96 DAT). Verificou-se que, aos 45 DAT, as plantas tratadas com a mistura de piraclostrobina + boscalida apresentaram folhas mais verdes, a qual se manteve até aos 96 DAT, mostrando que a mistura desses fungicidas retardou o amarelecimento das folhas atrasando sua senescência e prolongando a atividade fotossintética. Amaro (2011) verificou que a mistura de piraclostrobina + boscalida e boscalida aplicado isoladamente retardaram o amarelecimento das folhas em pepino japonês enxertado e não enxertado.

Tabela 1. Teor de clorofila (índice Spad) em folhas de plantas de tomate ‘Giuliana’ cultivadas sob cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos aos 45 e 96 dias após o transplântio (DAT), Botucatu (SP), 2009/2010.

Tratamentos	45 DAT	96 DAT
Testemunha	46,20 ab	54,91 ab
Piraclostrobina	45,26 ab	52,33 ab
Boscalida	47,09 ab	53,48 ab
Piraclostrobina + Boscalida	48,48 a	58,73 a
IBA + GA ₃ + cinetina	43,79 b	51,83 b
GA ₄₊₇ + benzilaminopurina	44,16 b	43,84 c
Extrato vegetal	45,95 b	52,26 ab
CV (%)	3,32	5,72

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

45 DAT= início da frutificação; 96 DAT= pico da colheita.

Analisando os teores de açúcares totais (AT) aos 50 DAT (Tabela 2) observa-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos, quando analisado os teores nas folhas. Já no caule, o tratamento com Piraclostrobina mostrou maior concentração desses açúcares em relação aos demais tratamentos, porém, não diferindo do tratamento com boscalida. Nos frutos, os tratamentos com boscalida, IBA + GA₃ + cinetina e GA₄₊₇ + benzilaminopurina apresentaram concentrações de AT superiores aos demais tratamentos, indicando uma translocação efetiva dos fotoassimilados para os frutos, o que pode ser comprovado pelo incremento positivo destes nos mesmos. De maneira geral, a citocinina promove a síntese de proteínas e de carboidratos (CASTRO & VIEIRA, 2001; COLL et al., 2001; DAVIES, 2004). Essas substâncias, segundo Davies (2004) e Salisbury & Ross (1994), também estão envolvidas no desenvolvimento de organelas, na atividade enzimática, na abertura estomática, no desenvolvimento de frutos e na hidrólise de reservas de sementes. Trabalhando com citocininas (feniluréias), Genkov et al. (1997) notaram que a concentração dessa substância pode estimular ou inibir o conteúdo de pigmentos fotossintéticos.

Para os açúcares redutores (AR) (Tabela 2) não houve diferenças significativas quando analisados os teores nas folhas e no caule, porém nos frutos os tratamentos com IBA + GA₃ + cinetina e GA₄₊₇ + benzilaminopurina apresentaram concentrações superiores. Para os teores de sacarose (SAC) nos frutos e no caule não houve diferenças entre os tratamentos. Nas folhas, porém, o extrato vegetal foi o tratamento que menos acumulou esse açúcar, diferindo dos demais tratamentos e a testemunha foi o tratamento com maior teor de sacarose.

Em todos os tratamentos a concentração de açúcares totais e redutores nos frutos foi estatisticamente superior às folhas e o caule. Nos tratamentos com piraclostrobina, boscalida, a mistura de piraclostrobina + boscalida e IBA + GA₃ + cinetina a concentração de AT nas folhas foi estatisticamente inferior ao encontrado no caule e no tratamento com GA₄₊₇ + benzilaminopurina, sendo a concentração de AR menor no caule. A concentração de sacarose foi estatisticamente superior no caule, com exceção do tratamento testemunha, onde não houve diferença em relação ao órgão vegetal analisado.

Com relação à taxa de assimilação de CO₂ (A) aos 45 DAT (Figura 1), plantas tratadas com boscalida e com a mistura de piraclostrobina + boscalida apresentaram os melhores resultados, concordando com os resultados obtidos por Amaro et al. (2009), em plantas de pepino.

As plantas tratadas somente com o boscalida apresentaram alta taxa de assimilação de CO₂, mas baixa taxa de transpiração e baixos valores de condutância estomática, o que evidenciou a sua alta eficiência do uso da água. A importância dessa eficiência demonstra a capacidade da planta assimilar o CO₂ com o mínimo de perda de água durante esse processo, o que acarreta numa maior economia de água pelas plantas e maior síntese de fotoassimilados. Isso pode ser comprovado pelo aumento da eficiência de carboxilação.

O tratamento com extrato vegetal não influenciou positivamente na taxa de assimilação de CO₂, permanecendo similar à testemunha, entretanto, apresentou baixa condutância estomática, o que demonstrou que os estômatos estavam mais fechados que nos demais tratamentos, mostrando-se mais ineficiente na eficiência de carboxilação e no acúmulo de carboidratos.

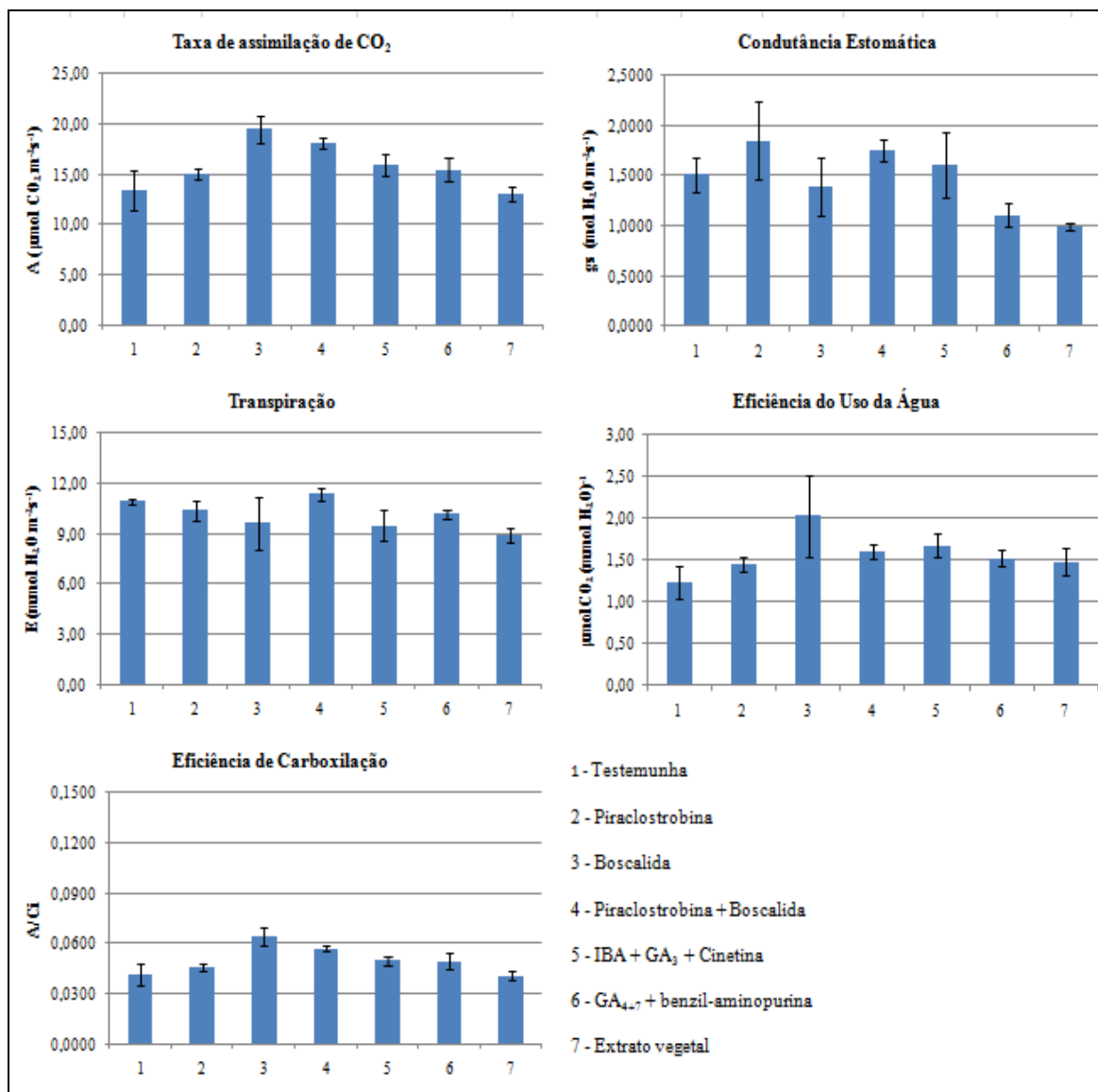


Figura 1. Taxa de assimilação de CO₂ (A, $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), Condutância estomática (gs, $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), Transpiração (E, $\text{mmol vapor d'água m}^{-2}\text{s}^{-1}$), Eficiência do uso da água (EUA- A/E , $\mu\text{molCO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$) e Eficiência de carboxilação em folhas de plantas de tomate cv. Giuliana desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos aos 45 DAT, Botucatu (SP), 2009/2010.

As plantas tratadas com a mistura de piraclostrobina + boscalida também apresentaram a maior taxa de transpiração, ocasionada pela alta condutância estomática, o que gerou uma baixa eficiência do uso da água. Mas, apresentou uma boa eficiência de carboxilação, que não resultou em maior acúmulo de carboidratos na planta.

A concentração de açúcares totais nas folhas, aos 70 DAT (Tabela 3) foi maior nas plantas tratadas com GA₄₊₇ + benzilaminopurina, enquanto que no caule o melhor tratamento foi a mistura de piraclostrobina e boscalida. No entanto, os tratamentos que influenciaram positivamente nos teores de açúcares totais no fruto foram a

piraclostrobina e a mistura de GA₄₊₇ + benzilaminopurina. Coulombe & Paquin (1959), estudando a fotossíntese e a transpiração provocada pela aplicação de ácido giberélico, observaram aumento nas taxas, após a pulverização de 100 mg L⁻¹ de GA₃ em plantas de tomate. Já Haber & Tolbert (1957) não encontraram diferenças na fixação de CO₂ em aveia, independente da concentração, que variou entre 0 e 1000 mg L⁻¹. Conforme Matsumoto (2000), as giberelinas influenciam várias ações fisiológicas de genes em plantas, entre elas, nas atividades de enzimas hidrolíticas tais como α -amilase, a carboxipeptidase e a cisteína-proteinase. A α -amilase atua sobre o amido e hidrolisa as ligações glicosídicas dos tecidos de reserva, produzindo substâncias como a glicose.

No caule e nas folhas, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos quando analisadas as concentrações de açúcares redutores, já nos frutos o tratamento com GA₄₊₇ + benzilaminopurina mostrou maior incremento no teor desses açúcares, porém não diferiu estatisticamente dos tratamentos com piraclostrobina, a mistura de piraclostrobina e boscalida, IBA + GA₃ + cinetina, extrato vegetal e a testemunha. Em relação os órgãos analisados, os frutos acumularam estatisticamente mais açúcares redutores do que as folhas e os caules.

Quando avaliado o teor de sacarose nas folhas e nos frutos, estatisticamente, não houve diferenças. Contudo, este efeito, não foi observado no caule, no qual a testemunha e a mistura entre piraclostrobina e boscalida, foram os tratamentos onde que apresentaram os maiores valores, diferindo estatisticamente dos outros. Segundo Kohatsu (2007), a aplicação de IBA, cinetina e a mistura dos reguladores vegetais (GA₃ + IBA + cinetina) influenciaram na taxa fotossintética de plantas de melão rendilhado.

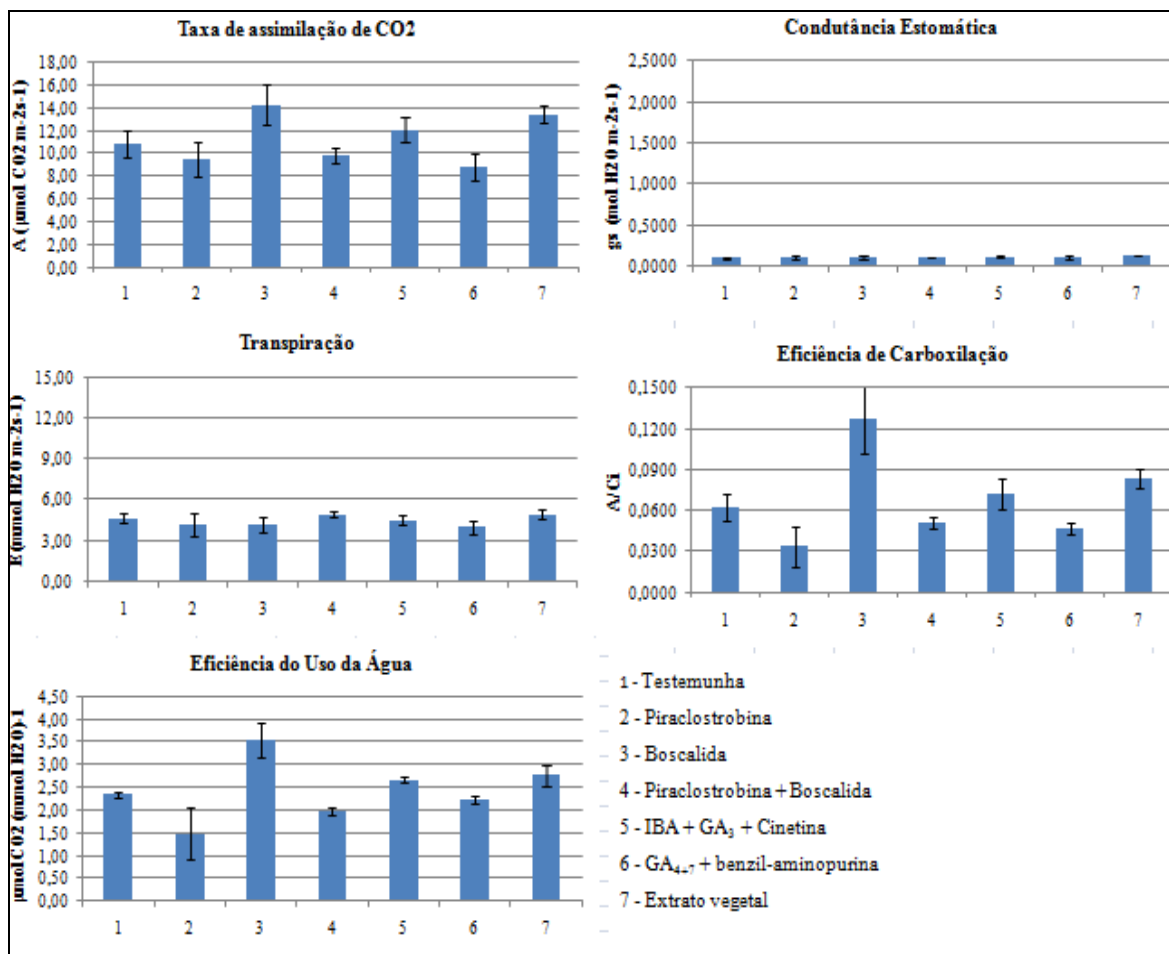


Figura 2. Taxa de assimilação de CO₂ (A, $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), Condutância estomática (gs, $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), Transpiração (E, $\text{mmol vapor d'água m}^{-2}\text{s}^{-1}$), Eficiência do uso da água (EUA- A/E , $\mu\text{molCO}_2 / (\text{mmol H}_2\text{O})$) e Eficiência de carboxilação em folhas de plantas de tomate cv. Giuliana desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos aos 96 DAT, Botucatu (SP), 2009/2010.

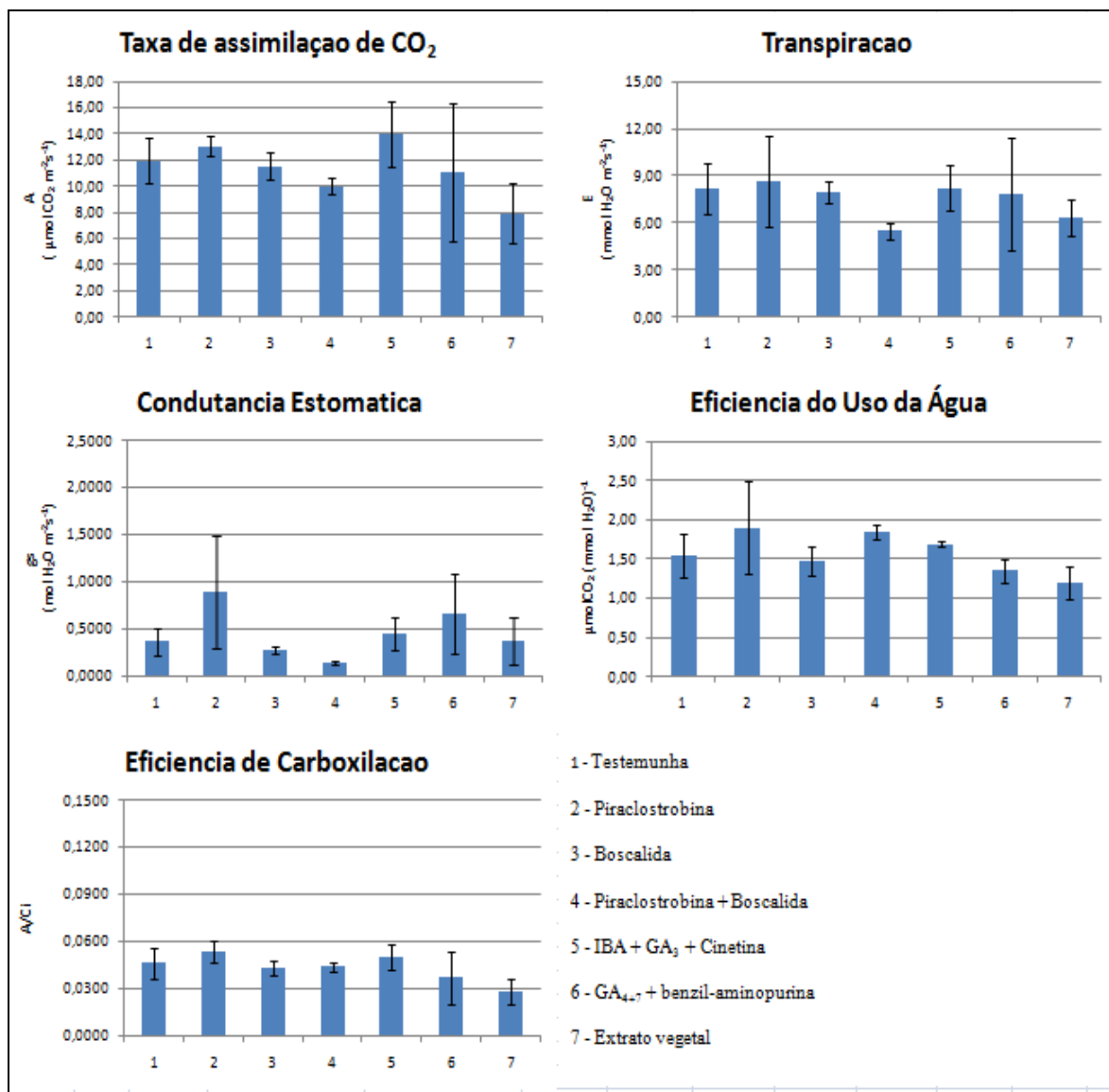


Figura 3. Taxa de assimilação de CO₂ (A, µmolCO₂ m⁻²s⁻¹), Condutância estomática (gs, mol m⁻²s⁻¹), Transpiração (E, mmol vapor d'água m⁻²s⁻¹), Eficiência do uso da água (EUA-A/E, µmolCO₂ (mmol H₂O)⁻¹) e Eficiência de carboxilação em folhas de plantas de tomate cv. Giuliana desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos aos 124 DAT, Botucatu (SP), 2009/2010.

Aos 90 DAT (Tabela 4), a concentração de açúcares totais não diferiu entre os tratamentos para folhas e frutos. Mas no caule houve diferença significativa no tratamento com piraclostrobina e com a mistura deste com boscalida. Para os teores de açúcares redutores apenas o tratamento com GA₄₊₇ + benzilaminopurina mostrou aumento significativo no teor destes açúcares nos frutos, os demais não apresentaram diferença. Analisado o teor de sacarose, a mistura de piraclostrobina e boscalida aumentou a concentração desse açúcar no caule.

O açúcar em abundância promove o crescimento e o

armazenamento de carboidratos nos drenos e quando a taxa de fotossíntese é alta, ocorre o acúmulo de açúcares totais nas folhas (TAIZ & ZEIGER, 2011) e as giberelinas presentes nesse tratamento regulam vários aspectos associados ao crescimento das plantas, o que justifica o resultado encontrado.

Com relação às partes vegetais analisadas, os frutos acumularam mais açúcares totais e redutores. No caule houve maior concentração de sacarose, porém só houve diferença dos frutos nos tratamentos com boscalida, a mistura de piraclostrobina e boscalida e o extrato vegetal.

Quando avaliada a concentração de açúcares totais aos 110 DAT (Tabela 5) observa-se que não houve diferenças entre os tratamentos. Nos teores de açúcares redutores, apenas o tratamento com boscalida nos frutos mostrou aumento significativo. As plantas tratadas com GA_{4+7} + benzilaminopurina apresentaram maiores teores de sacarose na folha. Seguindo a tendência das outras coletas, os frutos acumularam mais açúcares totais e redutores e o caule mais sacarose.

Nos açúcares totais avaliados nas folhas aos 130 DAT (Tabela 6), o tratamento com a mistura de piraclostrobina + boscalida, GA_{4+7} + benzilaminopurina e extrato vegetal apresentaram os maiores teores desses açúcares. O mesmo não ocorreu no caule, no qual o tratamento com piraclostrobina se destacou, já no fruto, o melhor tratamento foi a mistura de piraclostrobina e boscalida. Nos teores de açúcares redutores nas folhas e no caule não foi evidenciada diferenças, mas os tratamentos com GA_{4+7} + benzilaminopurina e a mistura de piraclostrobina + boscalida apresentaram maiores teores desses açúcares no fruto. Avaliando as concentrações de sacarose nas folhas, as plantas apresentaram maiores teores nos tratamentos com IBA + GA_3 + cinetina e nos frutos o melhor tratamento foi com GA_{4+7} + benzilaminopurina, no caule não foram evidenciadas diferenças entre os tratamentos.

O tratamento com IBA + GA_3 + cinetina (Figura 3) apresentou a maior taxa de assimilação de CO_2 . Entretanto, a maior eficiência de carboxilação e eficiência do uso da água foi observada no tratamento com piraclostrobina. Garbelini (2009), estudando a aplicação de reguladores vegetais em macadâmia, observou que a concentração interna de CO_2 dentro da câmara subestomática (Ci) não foi afetada pelos tratamentos e quando comparados a transpiração com a condutância estomática e a taxa de assimilação de CO_2 , os maiores valores de trocas gasosas foram encontrados nas plantas tratadas com IBA + GA_3 + cinetina ($5,0 \text{ mL L}^{-1}$ em 2 aplicações). Esses resultados

encontram apoio nos registros de Larcher (2006) o qual refere que por meio da regulação estomática, a planta é capaz de modular as taxas de transpiração de acordo com seu balanço hídrico. Taiz & Zeiger (2011) também relatam que mudanças na resistência estomática são importantes para a regulação da perda de água pelas plantas e para o controle da taxa de absorção de CO₂, necessária à fotossíntese. O aumento na biomassa não depende somente da assimilação de CO₂, mas do balanço hormonal e do padrão específico de cada planta (LACHER, 2006). Para Taiz & Zeiger (2011), a capacidade fotossintética da planta depende de reações bioquímicas e da capacidade do tecido foliar para a assimilação fotossintética de CO₂ que depende, em grande parte, do conteúdo da enzima ribulose difosfato carboxilase (Rubisco).

A condutância estomática e a assimilação de CO₂ podem estar associadas à presença das citocininas, as quais estão envolvidas na abertura estomática e na síntese de proteínas da enzima Rubisco (SALISBURY & ROSS, 1994; DAVIES, 2004; TAIZ & ZEIGER, 2011).

Apesar de não apresentar diferenças nas taxas de trocas gasosas em relação à testemunha, o tratamento com GA₄₊₇ + benzilaminopurina apresentou maior concentração de açúcares totais na folha e de redutores e sacarose nos frutos.

O uso dos reguladores vegetais pode ter afetado as rotas metabólicas associadas à síntese de proteínas associadas à fotossíntese, proporcionando as diferenças observadas.

Tabela 2 . Média dos teores de açúcares totais (AT mg g⁻¹); açúcares redutores (AR mg g⁻¹) e sacarose (SAC mg g⁻¹) em folha, caule e fruto de tomate híbrido Giuliana, aos 50 dias após o transplante (DAT), desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos.

Tratamentos	50 DAT								
	AT			AR			SAC		
	Folha	caule	fruto	folha	caule	fruto	Folha	caule	fruto
Testemunha	0,811 aB	1,019 BCB	3,422 bA	0,0467 aB	0,0387 aB	0,2278 bA	0,0389 aA	0,0384 aA	0,0315 aA
Piraclostrobina	0,969 aC	1,423 aB	3,572 bA	0,0465 aB	0,0446 aB	0,1603 cA	0,0346 abAB	0,0413 aA	0,0320 aB
Boscalida	0,758 aC	1,327 ABB	3,976 aA	0,0440 aB	0,0417 aB	0,0166 cA	0,0344 abB	0,0470 aA	0,0377 aB
Piraclostrobina + Boscalida	0,792 aC	1,065 BCB	3,504 bA	0,0396 aB	0,0399 aB	0,1757 cA	0,0381 abAB	0,0435 aA	0,0316 aB
IBA + GA ₃ + Cinetina	0,864 aC	1,276 BCB	4,030 aA	0,0529 aB	0,0389 aB	0,2864 aA	0,0299 abB	0,0391 aA	0,3135 aAB
GA ₄₊₇ + benzilaminopurina	1,050 aB	0,828 cB	4,231 aA	0,0548 aB	0,0231 aC	0,3064 aA	0,0286 abB	0,0450 aA	0,3558 aB
Extrato vegetal	0,795 aB	1,023 BCB	3,428 bA	0,0423 aB	0,0367 aB	0,1603 cA	0,0275 bB	0,0458 aA	0,0306 aB
C.V. (%)	7,56			16,96			13,89		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada característica, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Média dos teores de açúcares totais (AT mg g⁻¹); açúcares redutores (AR mg g⁻¹) e sacarose (SAC mg g⁻¹) em folha, caule e fruto de tomate híbrido Giuliana, aos 70 dias após o transplante (DAT), desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos.

Tratamentos	70 DAT								
	AT			AR			SAC		
	Folha	caule	fruto	folha	caule	fruto	folha	caule	fruto
Testemunha	0,943 bC	1,976 abB	4,736 abA	0,0561 aB	0,0445 aB	0,3045 abA	0,0221 aB	0,0597 aA	0,0301 aB
Piraclostrobina	1,499 abB	1,873 abB	5,172 aA	0,0616 aB	0,0537 aB	0,3133 abA	0,0283 aB	0,0399 cA	0,0302 aAB
Boscalida	0,972 bC	2,040 abB	4,883 abA	0,0512 aB	0,0465 aB	0,3027 bA	0,0264 aB	0,0471 bcA	0,0306 aB
Piraclostrobina + Boscalida	1,378 abC	2,471 aB	4,394 bcA	0,0647 aB	0,0516 aB	0,3168 abA	0,0310 aB	0,0536 abA	0,0308 aB
IBA + GA ₃ + Cinetina	0,889 bC	1,646 bB	3,970 cA	0,0486 aB	0,0469 aB	0,3106 abA	0,0299 aB	0,0463 bcA	0,0330 aB
GA ₄₊₇ + benzilaminopurina	1,775 aB	1,736 bB	5,222 aA	0,0556 aB	0,0437 aB	0,3251 aA	0,0314 aA	0,0361 cA	0,0307 aA
Extrato vegetal	1,459 abB	1,975 abB	4,658 abcA	0,0602 aB	0,0482 aB	0,3157 abA	0,0213 aB	0,0429 bcA	0,0306 aB
C.V. (%)	12,37			7,42			16,49		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada característica, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Média dos teores de açúcares totais (AT mg g⁻¹); açúcares redutores (AR mg g⁻¹) e Sacarose (SAC mg g⁻¹) em folha, caule e fruto de tomate híbrido Giuliana, aos 90 dias após o transplante (DAT), desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos.

Tratamentos	90 DAT								
	AT			AR			SAC		
	folha	caule	fruto	folha	caule	fruto	folha	caule	fruto
Testemunha	0,824 aC	1,818 abB	3,741 aA	0,0325 aB	0,0370 aB	0,2039 abA	0,0198 aB	0,0344 bA	0,0381 aA
Piraclostrobina	0,886 aC	1,985 aB	3,091 aA	0,0641 aB	0,0422 aB	0,2333 abA	0,0218 aB	0,0415 bA	0,0387 aA
Boscalid	0,739 aC	1,591 abB	3,688 aA	0,0411 aB	0,0385 aB	0,2098 abA	0,0227 aC	0,0477 abA	0,0371 aB
Piraclostrobina + Boscalid	0,805 aC	1,991 aB	3,496 aA	0,0418 aB	0,0393 aB	0,1969 bA	0,0223 aC	0,0599 aA	0,0412 aB
IBA + GA + Cinetina	0,882 aC	1,772 abB	3,516 aA	0,0545 aB	0,0415 aB	0,1634 bA	0,0198 aB	0,0391 bA	0,0360 aA
GA 4+7 + benzilaminopurina	1,383 aB	1,203 bB	3,653 aA	0,0602 aB	0,0234 aB	0,3012 aA	0,0307 aA	0,0353 bA	0,0373 aA
Extrato vegetal	0,896 aC	1,684 abB	3,459 aA	0,0553 aB	0,0386 aB	0,1591 bA	0,0186 aC	0,0477 abA	0,0312 aB
C.V. (%)	15,79			47,70			18,27		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada característica, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Média dos teores de açúcares totais (AT mg g-1); açúcares redutores (AR mg g-1) e Sacarose (SAC mg g-1) em folha, caule e fruto de tomate híbrido Giuliana, aos 110 dias após o transplante (DAT), desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos.

Tratamentos	110 DAT								
	AT			AR			SAC		
	Folha	caule	fruto	Folha	caule	fruto	Folha	caule	fruto
Testemunha	1,856 aB	2,290 aB	5,482 aA	0,0675 aB	0,0377 aC	0,3451 abA	0,0213 bC	0,0605 aA	0,0442 aB
Piraclostrobina	1,943 aB	2,159 aB	4,780 aA	0,0632 aB	0,0451 aB	0,3395 abcA	0,0206 bC	0,0576 aA	0,0421 aB
Boscalida	1,082 aB	1,997 aB	5,420 aA	0,0632 aB	0,0394 aB	0,3662 aA	0,0212 bB	0,0585 aA	0,0301 aB
Piraclostrobina + Boscalida	1,387 aB	2,092 aB	5,250 aA	0,0637 aB	0,0383 aB	0,3237 bcA	0,0198 bB	0,0590 aA	0,0302 aB
IBA + GA ₃ + Cinetina	0,896 aC	2,091 aB	4,489 aA	0,0597 aB	0,0392 aB	0,3097 cA	0,0201 bC	0,0616 aA	0,0408 aB
G ₄₊₇ + benzilaminopurina	1,123 aB	1,368 aB	5,415 aA	0,0497 aB	0,0206 aC	0,3419 abcA	0,0503 aAB	0,0567 aA	0,0384 aB
Extrato vegetal	1,114 aC	2,218 aB	4,348 aA	0,0424 aB	0,0417 aB	0,3379 abcA	0,0262 bB	0,0640 aA	0,0363 aB
C.V. (%)	20,53			11,25			19,00		

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada característica, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Média dos teores de açúcares totais (AT mg g⁻¹); açúcares redutores (AR mg g⁻¹) e Sacarose (SAC mg g⁻¹) em folha, caule e fruto de tomate híbrido Giuliana, aos 130 dias após o transplante (DAT), desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos.

Tratamentos	130 DAT																	
	AT				AR				SAC									
	folha	caule	fruto	folha	caule	fruto	folha	caule	fruto	folha	caule	fruto						
Testemunha	1,227	bB	1,772	bB	3,974	bA	0,0462	aB	0,0385	aB	0,3172	bcA	0,0299	abC	0,0737	aA	0,0432	bB
Piraclostrobina	1,657	abC	3,233	aB	4,357	abA	0,0445	aB	0,0402	aB	0,3283	abA	0,0254	bcC	0,0755	aA	0,0477	abB
Boscalida	1,108	bC	2,239	bB	4,459	abA	0,0449	aB	0,0366	aB	0,2996	cA	0,0257	bcC	0,0728	aA	0,0409	bB
Piraclostrobina + Boscalida	2,075	aB	1,963	bB	5,027	aA	0,0476	aB	0,0367	aB	0,3424	aA	0,0282	bcC	0,0742	aA	0,0400	bB
IBA + GA ₃ + Cinetina	0,913	bC	1,806	bB	4,012	bA	0,0455	aB	0,0355	aB	0,3183	bcA	0,0379	aB	0,0705	aA	0,0435	bB
GA ₄₊₇ + benzilaminopurina	2,464	aB	1,702	bC	4,604	abA	0,0565	aB	0,0208	aC	0,3430	aA	0,0185	cC	0,0738	aA	0,0560	aB
Extrato vegetal	2,224	aB	1,811	bB	4,814	abA	0,0499	aB	0,0360	aB	0,3307	abA	0,0222	bcC	0,0755	aA	0,0462	bB
C.V. (%)	14,29				8,12				8,24									

Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, para cada característica, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

4.4. CONCLUSÃO

Nas condições deste trabalho e pelos resultados obtidos pode-se concluir que:

A mistura de piraclostrobina + boscalida retardou o amarelecimento das folhas atrasando sua senescência e prolongando a atividade fotossintética.

Quanto aos açúcares, observou-se que a concentração depende do órgão vegetal.

4.5. AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento deste projeto de pesquisa.

4.6. BIBLIOGRAFIA

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

AMARO, A.C.E.; MACEDO, A.C.; SIRTOLI, L.F.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Influência de alguns fungicidas nas trocas gasosas e produção de plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, em condições de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira** 27: S1964-S1970. 2009.

BENINCASA, M.M.P. 2003. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: Funep, 41p. 2003.

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

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

CASILLAS, J.C.; LONDONO, J.; GUERREIRO, H.; BUITRAGO, L.A. Analisis cuantitativo de la aplicacion de cuatro bioestimulantes em el cultivo rabano (*Raphanus sativus* L.). **Acta Agronomica**, Palmira, v. 36, p. 185-195, 1986.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicação de Reguladores Vegetais na Agricultura Tropical**. Guaíba: Agropecuária. 2001, 131p.

COLL, J.B.; RODRIGO, G.N.; GARCIA, B.S.; TAMES, R.S. **Fisiologia vegetal**. Madrid: Ediciones Piramide, 2001. 662p.

COULOMBE, L.J.; PAQUIN, R. Effects de acide gibberelique sur le metabolisme des plantes. **Can. J. Botany**. v.37, p.897-901, 1959.

DAVIES, P.J. **Plant hormones and their roles in plant growth and development**. / Editor P. J. Davies. – New York, 2004, 614p.

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

FONTES, P.C.R.; DIAS, E.N.; ZANIN, S.R.; FINGER, F.L. Produção de cultivares de tomate em estufa coberta com plástico. **Revista Ceres**, v.44, p.252-260. 1997

GARBELINI, R.C.B.da S. **Reguladores vegetais na emergência e no desenvolvimento de plantas de macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche)**. 2009. Tese (doutorado) – Instituto de Biociencias de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

GENKOV, T., TSONEVA, P., IVANOVA, I. Effect of Cytokinins on Photosynthetic Pigments and Chlorophyllase Activity in Vitro Cultures of Axillary Buds of *Dianthus caryophyllus* L. **J. Plant. Growth Regul.** v.16, p.169–172, 1997.

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

HABER, A.H.; TOLBERT, N.E. Photosynthesis in gibberellin-treated leaves. **Plant Physiology**. v.32, n.2, p.152-153, 1957.

HUNTER, J.J.; SKRIVAN, R.; RUFFNER, H.P. Diurnal and seasonal changes in leaves of *Vitis vinifera* L: CO₂ assimilation rates, sugar levels and sucrolytic enzyme activity. **Vitis**. Sielbeldingen. v.33, n.02, p. 189-195. 1994.

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

KOHATSU, D.S. **Efeito de reguladores vegetais na qualidade de frutos de melão rendilhado**. 2007. 91f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agronômicas - Universidade Estadual Paulista / UNESP, Botucatu, 2007.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Sao Carlos: RiMa, 2006. 550p.

LEITE, V.M.; ROSOLEM, C.A.; RODRIGUES, J.D. Giberelina e citocinina no crescimento da soja. **Scientia Agricola.**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 537-541, 2003.

LOPES, M.C.; STRIPARI, P.C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S.W. (ed). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: UNESP. p. 257-319, 1998.

MARTINS, M.B.G.; CASTRO, P.R.C. Aspectos morfoanatomicos de frutos de tomateiro cultivar Angela gigante, submetidos a tratamentos com reguladores vegetais. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 2, p. 225-236, 1997.

MATSUMOTO, K. Giberelinas. In: CID, L.P.B. **Introdução aos hormônios vegetais**. Brasilia: Embrapa Recursos Geneticos e Biotecnologia, 2000. p.83-105.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic and reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, p.426-428, v.31, 1959.

MORRIS, D.L. Quantitative determination os carbohydrates with Derwood's anthrone reagent. **Science**, Washington, v. 107, p.254- 255, 1948.

PALLIOTTI, A.; CARTECHIN. Developmental changes in gas exchange activity in flowers, berries and trendils of fieldgrown Cabernet Sauvignon. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis. v.54, n. 4, p.317-323. 2001.

PASSOS, L.P. **Métodos analíticos e laboratoriais em fisiologia vegetal**. Coronel Pacheco: EMBRAPA - CNPGL. 1996. 223p.

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

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

ROITSSCH, T.; BALIBREA, M.E.; HOFMANN, M.; PROELS, R.; SINHA, A.K. Extracellular invertases: metabolic enzyme and metabolic protein. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster. v.54, n.382, p. 513-524, 2003

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Fisiologia vegetal**. Trad. Velazquez, V. G. Mexico: Iberoamerica, 1994. 759 p.

SOUZA LEÃO, P.C. de; SILVA, D.J.; SILVA, E.G. da. Efeito do ácido giberélico, do bioestimulante crop-set e do anelamento na produção e na qualidade da uva 'Thompson Seedless' no vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 3, p. 418-421, Dezembro. 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 690 p.

TYMOWSKA-LALANNE, Z.; KREIS, M. The plant invertases: physiology. biochemistry and molecular biology. **Advances in Botanical Research**. Cambridge. v.28, n. 1, p.71-117, 1998.

VENÂNCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. de. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Publ. UEPG Ci. Exatas Terra**, Ci. Agr. Eng., Ponta Grossa, 9 (3): 59-68, dez. 2003.

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.

YEMM, E.W.; WILLIS, A.J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**. v. 57, p. 508-514, 1954.

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.

5. CAPÍTULO 2



Medidor de trocas gasosas IRGA,6400 LI-COR.

Ramos, A. R. P., 2010

Medidor de clorofila SPAD da Minolta.



Ramos, A. R. P., 2010

TROCAS GASOSAS EM PLANTAS DE TOMATE TRATADAS COM DIFERENTES PRODUTOS QUE PROMOVEM EFEITOS FISIOLÓGICOS

Anamaria Ribeiro Pereira Ramos¹, Amanda Cristina Esteves Amaro¹, Ana Claudia Macedo¹, Gustavo F. R. Saraiva², João Domingos Rodrigues², Elizabeth Orika Ono²

¹FCA/UNESP, *Campus* Botucatu, Departamento de Produção Vegetal – Horticultura, CP-237, 18603-970, Botucatu-SP, Brasil. e-mail: anamaria-ramos@oi.com.br

²IB/UNESP, *Campus* Botucatu, Departamento de Botânica, CP-510, 18618-970, Botucatu-SP, Brasil.

RESUMO: As taxas metabólicas das plantas são influenciadas pelas condições ambientais; elas determinam as taxas e proporções da fotossíntese e da respiração. Vários fatores vêm contribuindo para as transformações da cadeia produtiva desse setor, como o uso de substâncias químicas que alteram a fisiologia da planta, causando possíveis alterações no metabolismo e crescimento, gerando ganhos de produtividade e/ou qualidade na produção final. O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos da aplicação de piraclostrobina, boscalida, reguladores vegetais e extrato vegetal nas trocas gasosas e teor de clorofila nas plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Giuliana em condições de ambiente protegido. O experimento foi instalado em área experimental pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas. Os tratamentos foram: T1– testemunha, T2- piraclostrobina 0,2 g L⁻¹, T3- boscalida 0,075 g L⁻¹, T4- piraclostrobina 0,2 g L⁻¹ + boscalida 0,075 g L⁻¹, T5- IBA + GA₃ + cinetina 375 mg L⁻¹, T6- GA₄₊₇ + benzilaminopurina 100 mg L⁻¹ e T7 - extrato vegetal 100 mg L⁻¹ (todos com adição de óleo vegetal a 0,5%). A primeira aplicação dos tratamentos foi realizada aos 30 dias após o transplante e as demais a cada 15 dias. O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com 7 tratamentos (produtos com efeitos fisiológicos) e 4 repetições com 6 plantas por parcela. As avaliações de trocas gasosas foram realizadas utilizando-se o IRGA. Para as medidas indiretas de clorofila (índice spad) foram selecionadas as folhas mais expostas à luz solar, totalmente expandidas aos 36, 64 e 92 DAT. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F), sendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. A mistura entre piraclostrobina e boscalida e IBA + GA₃ + cinetina induziram a um aumento do índice SPAD nas folhas aos 36 e 64 DAT, porém aos 96 DAT apenas as plantas tratadas com boscalida obtiveram um incremento positivo. De maneira geral, os tratamentos com piraclostrobina + boscalida e IBA + GA₃ + cinetina, mostraram uma maior eficiência nas trocas gasosas e também na manutenção da cor verde das plantas de tomate ‘Giuliana’.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum* L., estrobirulinas, piraclostrobina, boscalida, trocas gasosas, spad.

GAS EXCHANGE IN TOMATO PLANTS TREATED WITH DIFFERENT PRODUCTS WHICH PROMOTE PHYSIOLOGICAL EFFECTS

Abstract: The metabolic rates of plants are influenced by environmental conditions; they determine the rates and the proportions of photosynthesis and respiration. Several factors have been contributing to the transformations of the productive chain of this sector, as for instance the use of chemical substances which modify the plant physiology, causing possible changes in metabolism and growth, generating gains in productivity and/or quality in the final yield. The purpose of this work was to study the effects of applications of pyraclostrobin, boscalid, plant growth regulators and vegetal extract on gas exchange and chlorophyll content of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.), hybrid Giuliana, in protected environment conditions. The experiment was set up in an experimental area belonging to the College of Agronomical Sciences. The treatments were: T1 – control, T2 – pyraclostrobin 0.2 g L⁻¹, T3 – boscalid 0.075 g L⁻¹, T4 – pyraclostrobin 0.2 g L⁻¹ + boscalid 0.075 g L⁻¹, T5 – IBA + GA₃ + kinetin 375 mg L⁻¹, T6 – GA₄₊₇ + benzylaminopurine 100 mg L⁻¹ and T7 – vegetal extract 100 mg L⁻¹ (all with addition of vegetal oil at 0.5%). The first treatment application was carried out at 30 days of transplantation and the following at every 15 days. The adopted experimental set-up was in random blocks, with 7 treatments (products with physiological effects) and 4 repetitions with 6 plants per plot. The evaluations of gas exchanges were carried out using the IRGA. For the indirect measurement of chlorophyll (SPAD values), leaves were selected which were most exposed to sunlight and totally expanded at 36, 64 and 92 days of transplantation. The obtained results were submitted to analysis of variance (F-test), the means being compared using the Tukey test at 5% probability. The mixture of pyraclostrobin and boscalid and IBA + GA₃ + kinetin induced an increase in the SPAD readings in the leaves at 36 and 64 days of transplantation, however at 96 days of transplantation only the plants treated with boscalid showed a positive increase. In general, the treatments with pyraclostrobin + boscalid and IBA + GA₃ + kinetin showed a greater efficiency in gas exchanges as well as in maintaining the green color of the tomato plants “Giuliana”.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L., strobilurins, pyraclostrobin, boscalid, gas exchange, SPAD.

5.1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das hortaliças de maior importância econômica no mundo e no Brasil. O interesse comercial está no fruto tipo baga, de peso variando de 20 a 400g; coloração amarelada, róseo ou avermelhada; formatos variados (oblongo, redondo, achatado) com maturação em torno de 30 a 40 dias após a fecundação do óvulo (POLLOCK, 2003; ALVARENGA, 2004). Contudo, há grandes contrastes na adoção de tecnologia, na busca do aumento da produtividade e maior qualidade no produto final.

Para atender as tendências do mercado consumidor cada vez mais exigente, os produtores vem adotando o cultivo desta hortaliça em ambiente protegido, para assegurar a qualidade do início ao fim de seu cultivo.

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 e a fotossíntese líquida é um indicador da taxa de assimilação do carbono (POPOV et al., 2003). Vale ressaltar que, em estudos visando ganhos de produtividade, é importante buscar informações sobre a assimilação de CO₂, assim como, sobre a eficiência do uso da água durante esse processo (BRANDÃO FILHO et al., 2003).

Vários fatores vêm contribuindo para as transformações da cadeia produtiva desse setor, como o uso de substâncias químicas que alteram a fisiologia da planta, causando possíveis alterações no metabolismo e crescimento (KÖEHLE et al., 1994), gerando ganhos de produtividade e/ou qualidade na produção final. A estrobilurina, além da ação antifúngica, atua na síntese de etileno em condições de estresse e senescência, 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 (VENÂNCIO, 2003). Além disso, as estrobilurinas diminuem a perda de clorofila que ocorre durante a senescência (KÖEHLE et al., 1994), o chamado “efeito verde”.

O boscalida é um fungicida sistêmico que possui os mesmos efeitos fisiológicos das estrobilurinas, além de fornecer a proteção antifúngica preventiva da planta (VENTURE, 2006). Sirtoli (2010) trabalhando com pepino japonês enxertado e não enxertado observou que houve um efeito fisiológico do boscalida nas doses de 75 e 100 g i.a. ha⁻¹. Também, Macedo (2012), trabalhando com melão rendilhado observou que a

piraclostrobina e a boscalida apresentaram efeitos fisiológicos positivos na cultura, sendo o boscalida na dose de 75g ha⁻¹ aquele mais influenciou positivamente a cultura.

As giberelinas determinam importantes alterações fisiológicas nas plantas, como o retardamento da senescência, a abscisão, a quebra de dormência de gemas e a manutenção da dominância apical (COLL et al., 2001; DAVIES, 2004). Sua aplicação exógena promove a coloração verde das folhas (TAIZ & ZEIGER, 2011).

As citocininas promovem o retardamento da senescência foliar. Folhas retiradas da planta mostram envelhecimento acelerado, acompanhado pela decomposição de proteínas e da clorofila. Quando folhas isoladas são tratadas com cinetina, esta aparentemente impede a ação das proteases e RNAases da folha, promotoras da senescência (CASTRO, 2008).

Outra fonte bastante utilizada com ação semelhante às de citocininas, é o extrato vegetal de agave (*Yucca schidigera*), um estimulante vegetal composto de micronutrientes minerais (SOUZA LEÃO et al., 2005).

Os benefícios promovidos por estas substâncias têm sido pesquisados com a finalidade de resolver problemas do sistema de produção e melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade (CASTRO & VIEIRA, 2003).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos da aplicação de piraclostrobina, boscalida, reguladores vegetais e extrato vegetal de *Yucca* nas trocas gasosas e teor de clorofila nas plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Giuliana em condições de ambiente protegido.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção de São Manuel, município de São Manuel – SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, da Universidade Estadual Paulista – UNESP. 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).

A condução do experimento foi em ambiente protegido com cobertura de filme de polietileno de baixa densidade de 150 µm aditivado e com as laterais fechadas com tela de sombreamento de 75%. O solo do ambiente protegido é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa (CAMARGO et al. 1987; EMBRAPA, 2006).

As mudas do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Giuliana foram preparadas em bandejas de poliestireno expandido com 128 células preenchidas com substrato comercial colocando-se uma semente por célula no dia 20 de maio de 2010. As mudas foram transplantadas para os canteiros no dia 19 de julho de 2010 (60 dias após a semeadura), com 4 folhas definitivas, utilizando-se espaçamento de 1,0 m x 0,5 m, resultando numa densidade de plantas de 20.000 plantas ha⁻¹. Após o transplante, realizou-se a primeira irrigação com duração de 30 minutos para adaptação das plantas ao novo ambiente.

Os tratamentos avaliados foram: T1- testemunha, T2- piraclostrobina 0,2 g L⁻¹, T3- boscalida 0,075 g L⁻¹, T4- piraclostrobina 0,2 g L⁻¹ + boscalida 0,075 g L⁻¹, T5- IBA + GA₃ + cinetina 375 mg L⁻¹, T6- GA₄₊₇ + benzilaminopurina 100 mg L⁻¹ e T7 - extrato vegetal 100 mg L⁻¹ (todos com adição de óleo vegetal a 0,5%).

Como fonte de boscalida utilizou-se o produto comercial Cantus® contendo 500 g kg⁻¹ do p.a. e para piraclostrobina o produto comercial Comet® contendo 250 g L⁻¹ do p.a., ambos da BASF S.A. Como fonte da mistura de ácido indolilbutírico (IBA-auxina), GA₃ (giberelina) e cinetina (citocinina) utilizou-se o produto comercial Stimulate® contendo 90 mg L⁻¹ de cinetina (Kt), 50 mg L⁻¹ de IBA e 50 mg L⁻¹ de GA₃ por litro do produto, fabricado pela Stoller do Brasil S.A. Como fonte da mistura de benzil-aminopurina (citocinina) e GA₄ + GA₇ (giberelinas), o produto comercial Promalin® contendo 1,8% de GA₄₊₇ e 1,8% de benzil-aminopurina (BAP) fabricado pela Sumitomo do Brasil. Como fonte do extrato vegetal, utilizou-se o produto comercial Crop Set®, um estimulante vegetal composto de extratos de Agave (*Yucca schidigera*) e ação semelhante às citocininas (SOUZA LEÃO et al., 2005) e micronutrientes minerais contendo 1% de Cobre, 4,69% de enxofre, 2,5% de ferro e 3% de manganês da Improcop do Brasil Ltda.

A primeira aplicação dos tratamentos foi realizada aos 30 dias após o transplante das mudas, no início do florescimento, e as demais a cada 15 dias, num total de 9 aplicações. As aplicações dos tratamentos foram realizadas via foliar com o uso de pulverizador manual de CO₂ pressurizado, com pressão de 2 kgf cm⁻² e vazão de 0,2 L min⁻¹, utilizando-se cortina plástica entre os tratamentos para evitar a deriva.

O controle fitossanitário foi adotado de acordo com a necessidade, e a irrigação e fertirrigação foram realizadas conforme a necessidade da cultura, de acordo com o recomendado por Alvarenga (2004). As plantas foram conduzidas com haste única ao longo do ciclo, com uma planta por cova e tutoradas na vertical, individualmente.

O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com 7

tratamentos (produtos com efeitos fisiológicos) e 4 repetições, com 6 plantas por parcela.

As avaliações de trocas gasosas foram realizadas utilizando-se equipamento de sistema aberto de fotossíntese com analisador de CO₂ e vapor d'água por radiação infravermelha (Infra Red Gas Analyser – IRGA, modelo LI-6400, da Li-Cor).

A diferença entre os valores da concentração de CO₂ e vapor d'água presente na câmara sem amostra e os da amostra, possibilita o cálculo dessas medidas, obtendo-se assim, a concentração de CO₂ e vapor d'água liberados (transpiração) e assimilados (assimilação de CO₂) pelos estômatos das folhas.

As medidas foram realizadas no período das 9:00 às 11:00h em dia ensolarado em folhas completamente expandidas aos 36 e 92 dias após o transplante (DAT), selecionando-se quatro plantas de cada tratamento

As avaliações de trocas gasosas realizadas foram: taxa de assimilação de CO₂ (A, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2}\text{s}^{-1}$), taxa de transpiração (E, $\text{mmol vapor d'água m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e condutância estomática (gs, $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Esses dados foram calculados 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, $\mu\text{molCO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$) foi determinada através da relação entre assimilação de CO₂ e taxa de transpiração (A/E), descrita por Berry & Downton (1983) e a eficiência de carboxilação (A/Ci) foi determinada através da relação entre taxa de assimilação de CO₂ e concentração interna de CO₂ na folha. Durante essas avaliações foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar utilizando o próprio medidor de trocas gasosas.

A concentração de CO₂ referência, utilizada durante as avaliações, foi a presente no ambiente, a qual variou de 380 a 400 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ 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, sendo utilizado 1500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Para as medidas indiretas de clorofila (índice sapd) em valor SPAD foram selecionadas as folhas mais expostas à luz solar, totalmente expandidas, opostas ao cacho, sem sinais de senescência e sadias, utilizando medidor portátil de clorofila SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development, Minolta Camera Co., Osaka, Japan) aos 36, 64 e 92 DAT.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F), sendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, para as avaliações

de clorofila (índice SPAD).

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 1 que as plantas tratadas com IBA + GA₃ + cinetina apresentaram bons resultados em todas as características avaliadas aos 36 DAT. Esses resultados podem ser justificados pelo fato desses reguladores vegetais atuarem no retardamento da senescência e manutenção da dominância apical. As giberelinas podem promover a hidrólise do amido, resultando na produção de açúcares, elevando a pressão osmótica no suco celular, de modo que a água entra no interior da célula e tende a expandí-la (PIRES, 1998) e as citocininas, substâncias derivadas da adenina, causam divisão celular, em geral, por uma interação com as auxinas.

As plantas tratadas com piraclostrobina apresentaram menor eficiência de carboxilação, taxa de assimilação de CO₂, transpiração e condutância estomática. Contudo, apresentou uma das mais altas eficiências do uso da água, provavelmente por controlar a taxa de transpiração. O mesmo resultado foi observado com as plantas tratadas com o GA₄₊₇ + benzilaminopurina.

Aos 92 DAT (Figura 2) plantas tratadas com piraclostrobina apresentaram a maior taxa de assimilação de CO₂, porém, devido à alta transpiração isso não se converteu em uma maior eficiência do uso da água, mas em uma alta eficiência de carboxilação. A mistura entre piraclostrobina e boscalida mostrou uma alta eficiência do uso da água, apesar da baixa assimilação de CO₂, isso aconteceu devido à baixa transpiração e condutância estomática apresentadas nesse tratamento.

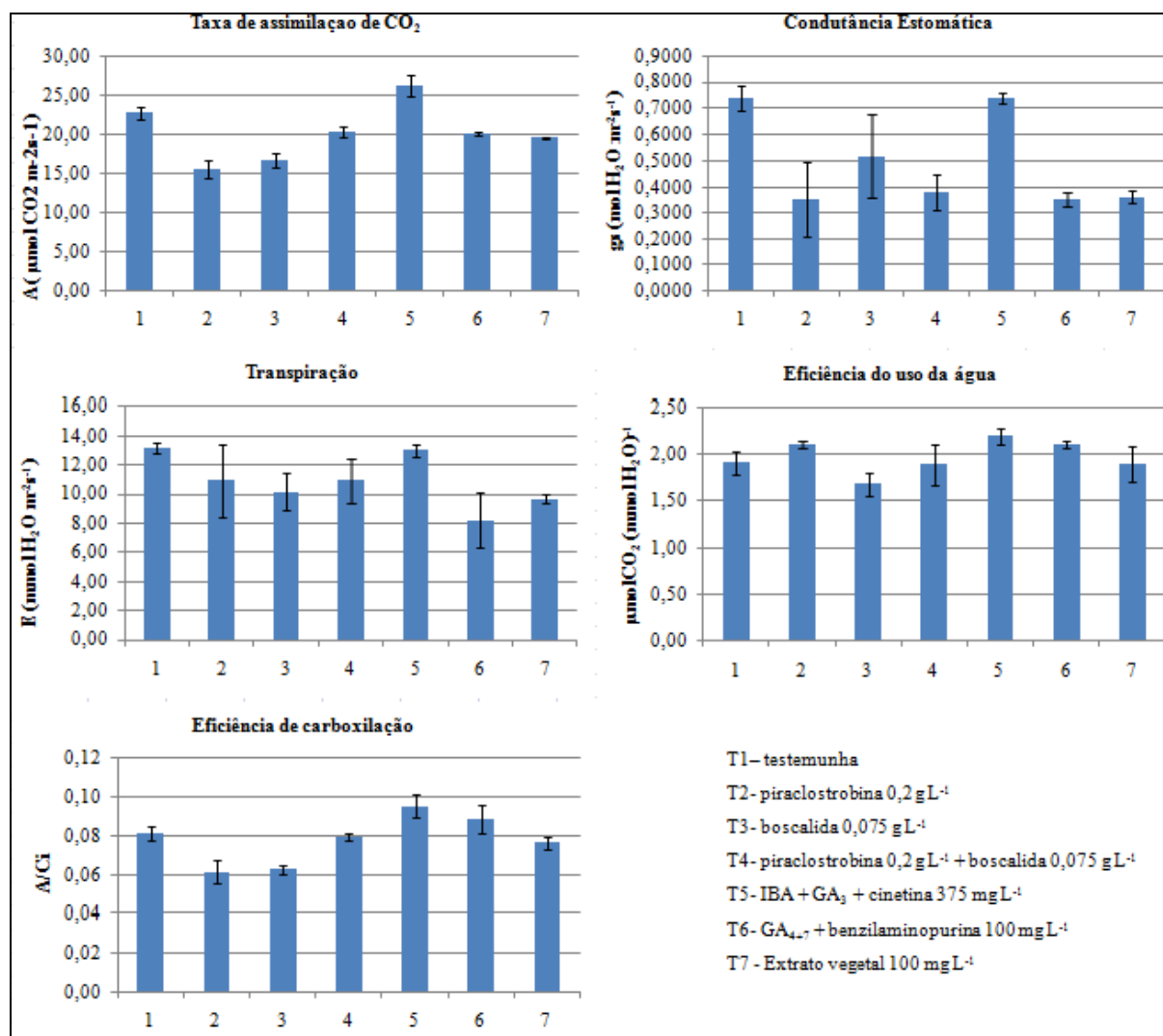


Figura 1. Taxa de assimilação de CO_2 (A, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (gs, $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E, $\text{mmol vapor d'água m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), eficiência do uso da água (EUA- A/E, $\mu\text{mol CO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})$) e eficiência de carboxilação em folhas de plantas de tomate 'Giuliana' desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos aos 36 dias após o transplante (DAT). Botucatu (SP), 2010.

Amaro et al. (2009), avaliando o efeito da aplicação de estrobilurinas e boscalida em pepino japonês (*Cucumis sativus* L.) enxertado e não enxertado, em condições de ambiente protegido, observaram que a mistura entre boscalida e piraclostrobina aumentou a taxa de assimilação de CO_2 e a eficiência do uso da água, assim como, aumentou a qualidade dos frutos. As plantas não enxertadas, tratadas com boscalida, também apresentaram ganho de produtividade. Assim, concluíram que, provavelmente, o boscalida também cause efeitos fisiológicos nas plantas, resultantes da maior taxa de assimilação líquida de CO_2 , assim como, as estrobilurinas (azoxistrobina e piraclostrobina).

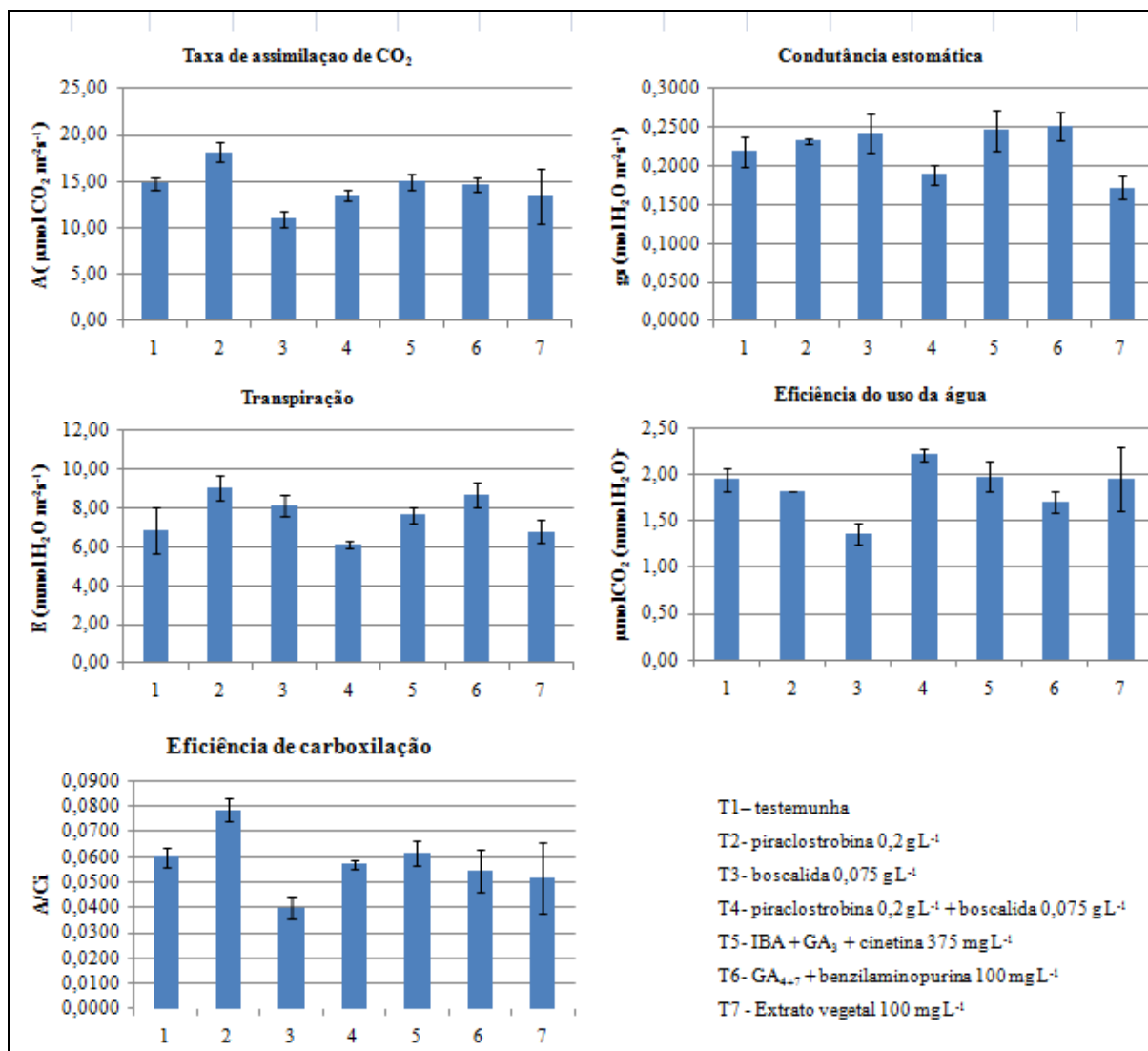


Figura 2. Taxa de assimilação de CO₂ (A, μmolCO₂ m⁻² s⁻¹), condutância estomática (gs, mol m⁻² s⁻¹), transpiração (E, mmol vapor d'água m⁻² s⁻¹), eficiência do uso da água (EUA- A/E, μmolCO₂ (mmol H₂O)) e eficiência de carboxilação em folhas de plantas de tomate 'Giuliana' desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos 92 dias após o transplante (DAT). Botucatu (SP), 2010.

O tratamento com IBA + GA₃ + cinetina apresentou um bom resultado para taxa de assimilação líquida de CO₂ e uma alta condutância estomática, porém, isso não elevou a transpiração, o que conferiu às plantas tratadas com esse produto uma alta eficiência do uso da água e de carboxilação.

Quando avaliado os índices SPAD (Tabela 1) observou-se que apenas as plantas tratadas com GA₄₊₇ + benzilaminopurina diferiram dos outros tratamentos, sendo este o valor mais baixo para o índice SPAD aos 36 DAT. Aos 64 DAT os maiores resultados foram observados nas plantas tratadas com piraclostrobina, a mistura de piraclostrobina e boscalida, IBA + GA₃ + cinetina, boscalida e a testemunha, retardando o amarelecimento das

folhas atrasando assim, a senescência. Aos 92 DAT, o resultado foi o mesmo encontrado aos 64 DAT.

Tabela 1. Índice Spad do teor de clorofila em folhas de plantas de tomate ‘Giuliana’ desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos aos 36, 64 e 92 dias após o transplante (DAT). Botucatu (SP), 2010.

	36 DAT	64 DAT	92 DAT
Testemunha	44,98 Ab	52,48 ab	52,05 Ab
Piraclostrobina	41,98 B	56,55 a	50,10 Abc
Boscalida	44,83 Ab	51,25 ab	55,95 A
Piraclostrobina + Boscalida	47,48 A	53,78 a	51,18 Abc
IBA + GA ₃ + Cinetina	45,48 Ab	57,30 a	51,78 Ab
GA ₄₊₇ + benzilaminopurina	41,80 B	43,20 bc	43,63 C
Extrato vegetal	45,05 Ab	39,98 c	47,13 BC
CV (%)	5,31	7,99	6,70

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O maior índice SPAD, possivelmente, representa o maior teor de clorofila que refletiu nas trocas gasosas, levando as plantas tratadas com a mistura entre piraclostrobina e boscalida a apresentarem as maiores taxas de assimilação de CO₂, eficiência do uso d’água e eficiência de carboxilação (Figura 1).

As plantas tratadas com GA₄₊₇ + benzilaminopurina apresentaram o um dos menores índices aos 64 DAT e isso se refletiu nas trocas gasosas, visto que nesse tratamento foram observadas as menores taxas de assimilação de CO₂, condutância estomática, transpiração, eficiência do uso da água e de carboxilação (Figura 2).

Aos 92 DAT, apesar da baixa taxa de assimilação de CO₂, eficiência do uso da água e de carboxilação o tratamento com boscalida foi o que apresentou um dos maiores índice SPAD, mostrando a eficiência na manutenção da cor verde.

Macedo (2012), trabalhando com melão rendilhado, observou que o índice SPAD encontrado nas folhas do ápice das plantas tratadas com fungicidas apresentaram incremento quando comparadas às testemunhas. As plantas tratadas com boscalida apresentaram maior índice SPAD retardando o amarelecimento das folhas, atrasando assim, a senescência, exceto na primeira avaliação (36 DAT), na qual, apesar de não diferirem estatisticamente, as plantas tratadas com a mistura de piraclostrobina + boscalida foram aquelas que apresentaram o maior teor de clorofila.

5.4. CONCLUSÃO

Nas condições deste trabalho e pelos resultados obtidos pode-se concluir que:

A mistura entre piraclostrobina e boscalida e IBA + GA₃ + cinetina, junto com a testemunha, foram os tratamentos que mostraram um bom índice SPAD nas folhas, ao longo do experimento.

As plantas tratadas com IBA + GA₃ + cinetina, piraclostrobina e GA₄₊₇ + benzilaminopurina mostraram um aumento na eficiência do uso da água aos 36 DAT, já aos 92 DAT esse aumento foi mostrado pelo tratamento com a mistura entre piraclostrobina e boscalida.

De maneira geral, os tratamentos com piraclostrobina + boscalida e IBA + GA₃ + cinetina, mostraram uma maior eficiência nas trocas gasosas e também na manutenção da cor verde das plantas de tomate ‘Giuliana’.

5.5. AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento deste projeto de pesquisa

5.6. BIBLIOGRAFIA

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Editor: Marco Antônio Rezende Alvarenga. – Lavras: Editora UFLA, 2004. P. 27 – 30.

AMARO, A.C.E.; MACEDO, A.C.; SIRTOLI, L.F.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Influência de alguns fungicidas nas trocas gasosas e produção de plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, em condições de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira** 27: S1964-S1970. 2009.

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

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

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

CASTRO, P. Revisão sobre hormônios vegetais. ESALQ / USP Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/3319812/Hormonios-Vegetais>. (acesso em 30/09/08).

CASTRO, P.RE.; VIEIRA, E.L. Acao de bioestimulante na cultura do feijoeiro. V. **Feijão irrigado: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ, 2003. p. 28.

COLL, J.B.; RODRIGO, G.N.; GARCIA, B.S.; TAMES, R.S. **Fisiologia vegetal**. Madrid: Ediciones Piramide, 2001. 662p.

DAVIES, P. J. **Plant hormones and their roles in plant growth and development**. / Editor P. J. Davies. – New York, 2004, 614p.

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

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

MACEDO, A.C. **Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de melão rendilhado, cultivadas em ambiente protegido**. 2012. 65f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

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

PIRES, E.J.P. Emprego de reguladores de crescimento em viticultura tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.194, p.34-39, 1998.

POLLOCK, M. Enciclopedia Del cultivo de frutas y hortalizas. 2003.

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

SIRTOLI, L.F. **Fisiologia do pepineiro japonês, com e sem enxertia, tratado com fungicida boscalida**. 2010. 104f. Tese (Doutorado em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

SOUZA LEÃO, P.C. de; SILVA, D.J.; SILVA, E.G. da. Efeito do ácido giberélico, do bioestimulante crop set e do anelamento na produção e na qualidade da uva 'Thompson Seedless' no vale do São Francisco. **Revista Brasrasileira de Fruticultura**, Jaboticabal: SP, v. 27, n. 3, p. 418-421, Dezembro. 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 690 p.

VENÂNCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. de. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng., Ponta Grossa, 9 (3): 59-68, dez. 2003.

VENTURE. Can produce a crop that will stand out from the rest. 2006. **Crop Protection** 29. Available at www.farmersjournal.ie/cp2006/venture.pdf. Accessed in April 6, 2009.

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.

6. CAPÍTULO 3



COMPORTAMENTO DAS ENZIMAS ANTIOXIDATIVAS EM FUNÇÃO DE PRODUTOS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS NA CULTURA DO TOMATE

Anamaria Ribeiro Pereira Ramos¹, Amanda Cristina Esteves Amaro¹, Ana Claudia Macedo¹, Gustavo F. R. Saraiva², João Domingos Rodrigues², Elizabeth Orika Ono²

¹FCA/UNESP, *Campus* Botucatu, Departamento de Produção Vegetal – Horticultura, CP-237, 18603-970, Botucatu-SP, Brasil. e-mail: anamaria-ramos@oi.com.br

²IB/UNESP, *Campus* Botucatu, Departamento de Botânica, CP-510, 18618-970, Botucatu-SP, Brasil.

RESUMO: Estresses ambientais são potencialmente prejudiciais às plantas, e uma alteração metabólica importante para as plantas em condições de estresse é o aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (EROs ou ROS). Para evitar o acúmulo das EROs as plantas possuem sistemas de defesa antioxidantes eficientes, enzimáticos e não-enzimáticos. O sistema defensivo enzimático envolve ação de enzimas como a superóxido dismutase (SOD), catalases (CAT), peroxidases (POD), glutathione peroxidase (GPX), ascorbato peroxidase (APX), glutathione reductase (GR) e glutathione S-transferase (GSTs). Este trabalho teve como objetivo avaliar a atividade das enzimas peroxidase, catalase e superóxido dismutase em plantas tratadas com produtos de efeitos fisiológicos e bioestimulantes, em tomate cultivado em ambiente protegido. Os tratamentos avaliados foram: T1– testemunha; T2- piraclostrobina 0,2 g L⁻¹; T3- boscalida 0,075 g L⁻¹; T4- piraclostrobina 0,2 g L⁻¹ + boscalida 0,075 g L⁻¹; T5- IBA + GA₃ + cinetina 375 mg L⁻¹; T6- GA₄₊₇ + benzilaminopurina 100 mg L⁻¹ e T7- extrato vegetal 100 mg L⁻¹ (todos com adição de óleo vegetal a 0,5%). Foram realizadas três coletas de folhas, sendo duas por planta, uma acima do cacho produtivo e outra abaixo e armazenadas e analisadas separadamente. A coleta foi realizada 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 para paralisar todas as reações, imediatamente. Pelos resultados obtidos neste experimento, sugere-se que a enzima que teve maior atividade na formação de água nas plantas de tomate foi a POD e não a CAT, pois comparativamente, a atividade dessa enzima foi menor.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum* L., estrobirulinas, piraclostrobina, boscalida, peroxidase, catalase, superóxido dismutase.

BEHAVIOUR OF ANTIOXIDANT ENZYMES DUE TO PRODUCTS WITH PHYSIOLOGICAL EFFECTS IN TOMATO CROPS

ABSTRACT: Environmental stress is potentially harmful to plants and an important metabolic change in plants under stress is the increase in generation of reactive oxygen species (ROS). To avoid the accumulation of ROS, plants have efficient antioxidant defense systems, enzymatic and non-enzymatic. The enzymatic defense system involves the action of enzymes such as superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), peroxidase (POD), glutathione peroxidase (GPX), ascorbate peroxidase (APX), glutathione reductase (GR) and glutathione-S-transferase (GST). This work aimed at evaluating the activity of enzymes peroxidase, catalase and superoxide dismutase in plants treated with products with physiological effects and biostimulants, in tomato grown in protected environment. The evaluated treatments were: T1 – control, T2 – pyraclostrobin 0.2 g L⁻¹, T3 – boscalid 0.075 g L⁻¹, T4 – pyraclostrobin 0.2 g L⁻¹ + boscalid 0.075 g L⁻¹, T5 – IBA + GA₃ + kinetin 375 mg L⁻¹, T6 – GA₄₊₇ + benzylaminopurine 100 mg L⁻¹ and T7 – vegetal extract 100 mg L⁻¹ (all with addition of vegetal oil at 0.5%). Three assessments of leaves were carried out, with two samples per plant, one of which above the productive cluster and the other below it, samples stored and analyzed in separate. The assessment was carried out before sunrise in order to avoid the degradation of the enzymes due to daylight. The samples were placed in plastic bags, wrapped with aluminum paper, and thereafter deep frozen in liquid nitrogen to paralyze all reactions immediately. The results obtained from this experiment suggest that the enzyme that showed higher activity in the generation of water in the plants is POD and not CAT, as the activity of this enzyme was comparatively lower.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L., strobilurins, pyraclostrobin, boscalid, peroxidase, catalase, superoxide dismutase.

6.1. INTRODUÇÃO

Estresses ambientais como elevadas ou baixas temperaturas, seca, salinidade, radiação ultravioleta, ozônio e infecções patogênicas são potencialmente prejudiciais às plantas (VAN BREUSEGEM et al., 2001). Uma alteração metabólica que ocorre nas plantas em condições de estresse é o aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (EROs ou ROS) (APEL & HIRT, 2004; FOYER & NOCTOR, 2005).

Para evitar o acúmulo das EROs as plantas possuem sistemas de defesa antioxidantes eficientes, enzimáticos e não-enzimáticos, que permitem a eliminação dessas espécies ativas e a proteção contra os danos oxidativos (HERNÁNDEZ et al., 2001). As defesas não enzimáticas incluem as vitaminas C e E, glutathione (GSH), β-caroteno,

compostos fenólicos, tocoferóis e poliaminas. Já o sistema defensivo enzimático envolve ação de enzimas como a superóxido dismutase (SOD), catalases (CAT), peroxidases (POD), glutatona peroxidase (GPX), ascorbato peroxidase (APX), glutatona redutase (GR) e glutatona S-transferase (GSTs) (BLOKHINA et al., 2003; SCANDALIOS, 2005).

O estresse oxidativo surge a partir de um desbalanço na formação e no metabolismo das espécies reativas de oxigênio (EROs), ou seja, mais EROs sendo produzidas do que metabolizadas (NEILL et al., 2002), como uma resposta fisiológica/bioquímica da planta ao estresse. Uma vez formadas, as EROs precisam ser detoxificadas eficientemente a fim de minimizar eventuais danos à célula. Os mecanismos de detoxificação fazem parte da segunda linha de defesa contra os efeitos danosos das EROs (GRATÃO et al., 2005).

A superóxido dismutase catalisa a dismutação do radical superóxido em peróxido de hidrogênio e oxigênio, na presença do próton H^+ (ACHARYA et al., 1991; ROSS & MOLDEUS, 1991). As peroxidases, de um modo geral, catalisam a redução do peróxido de hidrogênio e peróxidos orgânicos em álcoois (SHAN et al., 1990) e as catalases catalisam a redução do H_2O_2 a água e oxigênio (MAYES, 1990).

Essas enzimas, relacionadas ao estresse oxidativo, reduzem de forma eficiente as espécies reativas de oxigênio quando submetidas em condições normais. Porém, se a redução completa não ocorrer, devido à produção excessiva de EROs ou à inibição da atividade das defesas antioxidantes, o resultado pode ser um estresse oxidativo levando à oxidação de biomoléculas como lipídios, proteínas e DNA. Além disso, a oxidação e a inativação dos componentes celulares podem desencadear o processo de morte da célula (BUCKNER et al., 2000).

Todo órgão da planta é afetado pelo estresse. A coordenação da resposta de estresse no corpo da planta é realizada pelos hormônios vegetais. Logo que uma planta sofre um distúrbio ocorre como uma resposta não-específica, mudanças no equilíbrio hormonal, sendo que estas condicionam o metabolismo que tem efeito em curto prazo, bem como, os processos morfogenéticos de longo prazo, no sentido de minimizar o estresse e preservar a vida da planta (SFALCIN, 2009).

Plantas tratadas com estrobilurinas e boscalida apresentam maior tolerância da planta aos estresses por estes produtos aumentarem a ação de enzimas antioxidantes; no entanto, ainda não há dados concretos de resposta do boscalida sobre a ação dessas enzimas.

Assim, os objetivos deste trabalho foram avaliar a atividade das

enzimas peroxidase, catalase e superóxido dismutase em plantas de tomate 'Giuliana' tratadas com produtos de efeitos fisiológicos e bioestimulantes cultivadas em ambiente protegido.

6.2. MATERIAL E MÉTODOS

A condução do experimento foi em ambiente protegido na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção de São Manuel, município de São Manuel – SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, da Universidade Estadual Paulista – UNESP.

As mudas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Giuliana foram preparadas em bandejas de poliestireno expandido com 128 células preenchidas com substrato comercial com uma semente por célula. As mudas foram transplantadas para os canteiros 60 dias após a semeadura (devido às baixas temperaturas), utilizando-se o espaçamento de 0,5 x 1,00 m e conduzidas com uma haste ao longo do ciclo, com uma planta por cova e tutoradas na vertical, individualmente.

Os tratamentos avaliados foram: T1– testemunha; T2- piraclostrobina 0,2 g L⁻¹; T3- boscalida 0,075 g L⁻¹; T4- piraclostrobina 0,2 g L⁻¹ + boscalida 0,075 g L⁻¹; T5- IBA + GA₃ + cinetina 375 mg L⁻¹; T6- GA₄₊₇ + benzilaminopurina 100 mg L⁻¹ e T7- extrato vegetal 100 mg L⁻¹. Todos os tratamentos com adição de óleo vegetal a 0,5% no momento da pulverização foliar.

Como fonte de boscalida utilizou-se o produto comercial Cantus® contendo 500 g kg⁻¹ do p.a. e para piraclostrobina o produto comercial Comet® contendo 250 g L⁻¹ do p.a., ambos da BASF S.A. Como fonte da mistura de ácido indolilbutírico (IBA-auxina), GA₃ (giberelina) e cinetina (citocinina) utilizou-se o produto comercial Stimulate® contendo 90 mg L⁻¹ de cinetina (Kt), 50 mg L⁻¹ de IBA e 50 mg L⁻¹ de GA₃ por litro do produto, fabricado pela Stoller do Brasil S.A. Como fonte da mistura de benzil-aminopurina (citocinina) e GA₄ + GA₇ (giberelinas), o produto comercial Promalin® contendo 1,8% de GA₄₊₇ e 1,8% de benzil-aminopurina (BAP) fabricado pela Sumitomo do Brasil. Como fonte do extrato vegetal, utilizou-se o produto comercial Crop Set®, um estimulante vegetal composto de extratos de Agave (*Yucca schidigera*) e ação semelhante às citocininas (SOUZA LEÃO et al., 2005) e micronutrientes minerais contendo 1% de Cobre, 4,69% de enxofre, 2,5% de ferro e 3% de manganês da Improcop do Brasil Ltda.

A primeira aplicação dos tratamentos foi realizada aos 30 dias após o transplante das mudas, no início do florescimento e as demais, a cada 15 dias, num total de 9

aplicações, que foram realizadas via foliar com o uso de pulverizador manual de CO₂ pressurizado, com pressão de 2 kgf cm⁻² e vazão de 0,2 L min⁻¹, utilizando-se cortina plástica entre os tratamentos para evitar a deriva.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 7x2 (7 tratamentos e 2 posições de folhas para análise da atividade enzimática - superior e inferior ao cacho produtivo).

Foram realizadas três coletas de folhas: 05 de outubro: 78 DAT, 16 de novembro: 120 DAT e 14 de dezembro de 2010: 148 DAT, para análise enzimática, sendo coletadas duas folhas por planta, uma acima do cacho produtivo e outra abaixo, armazenadas e analisadas separadamente.

A coleta foi realizada 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 para paralisar todas as reações, imediatamente. As atividades das enzimas antioxidativas foram avaliadas da seguinte forma:

a) Teor de proteínas totais solúveis

Empregou-se o método proposto por Bradford (1976). As leituras foram efetuadas em espectrofotômetro a 595 nm e comparadas com a curva-padrão de caseína a 1%, sendo o teor protéico da amostra expresso em mg de proteína g⁻¹ de matéria fresca.

b) Atividade da Peroxidase

O material vegetal coletado foi pesado e macerado em 5 mL de tampão fosfato 0,2 M, pH 6,7 e o resíduo filtrado duas vezes em gaze, obtendo-se o denominado extrato bruto. O procedimento foi realizado em banho de gelo. A determinação da atividade da enzima peroxidase foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico proposto por Teisseire & Guy (2000), utilizando-se o extrato bruto obtido. A atividade específica da peroxidase foi expressa em $\mu\text{moles de H}_2\text{O}_2$ decomposto min⁻¹ mg⁻¹ de proteína.

c) Atividade da Superóxido Dismutase (SOD)

A determinação da atividade da SOD leva em consideração a capacidade da enzima em inibir a fotorredução do NBT (azul de cloreto de nitrotetrazólio). A atividade foi determinada pela adição de 50 μL de extrato bruto a uma solução contendo 13

mM de metionina, 75 μL de NBT, 100 nM de EDTA e 2 μM de riboflavina em 3,0 mL de tampão fosfato de potássio 50 mM, pH 7,8. A reação foi iniciada pela iluminação dos tubos, em câmara composta por lâmpadas fluorescentes (15 W), a 25°C. Após 5 minutos de incubação, o final da catálise foi determinado pela interrupção da luz (GIANNOPOLITIS & RIES, 1977). O composto azul formado (formazana) pela fotorredução do NBT foi determinado pela leitura em espectrofotômetro a 560 nm. Uma unidade de SOD é definida como a atividade da enzima necessária para a inibição de 50% da fotorredução do NBT. Para o cálculo da atividade específica da enzima considera-se a porcentagem de inibição obtida, o volume da amostra e a concentração de proteína na amostra ($\mu\text{g } \mu\text{L}^{-1}$).

d) Atividade da Catalase (CAT)

A determinação da CAT foi realizada por medição em espectrofotômetro a um comprimento de onda de 240 nm pelo monitoramento da variação da absorção do peróxido de hidrogênio, conforme Peixoto et al. (1999). Para o teste, 50 μL de extrato bruto foram adicionados a 950 μL de tampão fosfato de potássio 50 mM pH 7,0, suplementado com peróxido de hidrogênio a uma concentração final de 12,5 mM. A variação da absorção (E) foi calculada em um intervalo de 80 segundos, sendo a atividade da enzima calculada utilizando-se coeficiente de extinção molar de 39,4 mM cm^{-1} . A atividade específica ($\mu\text{Kat } \mu\text{g prot}^{-1}$) da catalase levou em consideração a concentração de proteína solúvel no teste.

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

6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A SOD é a primeira enzima na linha de defesa contra as espécies reativas de oxigênio (EROs), produzindo H_2O_2 , água e substrato para que a ação da POD e CAT possa controlar o estresse das plantas. A catalase (CAT) está localizada nos perissomos e metaboliza o H_2O_2 em O_2 e água. A peroxidase (POD) está localizada, principalmente, na parede celular e cataliza a oxidação do substrato utilizando o poder oxidante do H_2O_2 ou de peróxidos orgânicos.

Os resultados da análise de variância relacionados à atividade das enzimas POD, SOD e CAT aos 78, 120 e 148 DAT estão apresentados na Tabela 1, mostrando que houve efeitos significativos dos tratamentos realizados na atividade das

enzimas antioxidativas.

Na avaliação da superóxido dismutase (SOD) (Tabela 2), aos 78 DAT, observou-se os maiores valores de atividade para essa enzima no tratamento com GA₄₊₇ + benzilaminopurina na folha superior ao cacho produtivo, porém, não diferindo estatisticamente dos outros tratamentos, com exceção do tratamento com boscalida, no qual foi encontrada a menor atividade da SOD. Para a folha inferior, a testemunha se destacou, diferindo dos demais tratamentos.

Na avaliação de 120 DAT tanto na folha superior como inferior o tratamento com extrato vegetal se destacou com a maior atividade da SOD.

Já na terceira avaliação não houve interação significativa entre os tratamentos e a posição da folha.

Na primeira avaliação da enzima peroxidase (POD), aos 78 DAT, (Tabela 3), os tratamentos que promoveram a maior atividade enzimática foram o extrato vegetal na folha inferior e superior do cacho produtivo, boscalida isolado na folha superior, IBA + GA₃ + cinetina na folha superior, GA₄₊₇ + benzilaminopurina na folha superior e a testemunha, tanto na folha superior como inferior ao cacho produtivo.

Na segunda avaliação (120 DAT), o tratamento com piraclostrobina se destacou, tanto quando analisado na folha superior como na inferior, no entanto, na folha inferior não diferiu dos tratamentos com a mistura entre piraclostrobina + boscalida, GA₄₊₇ + benzilaminopurina e o extrato vegetal.

Observou-se que os tratamentos com boscalida, GA₄₊₇ + benzilaminopurina e testemunha, na folha superior, resultaram na maior atividade da POD na terceira avaliação (148 DAT). Na folha inferior, todos os tratamentos foram superiores a testemunha, diferindo estatisticamente. Segundo Gaspar et al. (1985) e Lima et al. (1999) a formação de peróxidos ocorre quando as plantas estão sob condições de estresse podendo a atividade da peroxidase ser utilizada como marcador bioquímico de estresse, indicando mudanças fisiológicas. A peroxidase (POD) é do grupo das óxido-redutases, sendo capaz de catalisar um grande número de reações oxidativas em plantas usando peróxido como substrato, ou, em alguns casos, oxigênio como um acceptor de hidrogênio (FREITAS et al., 2008).

Os resultados da catalase (tabela 4), mostraram que na folha superior a avaliação da atividade da catalase (CAT) aos 78 DAT, mostrou o extrato vegetal como melhor tratamento e o GA₄₊₇ + benzilaminopurina como o melhor para a folha inferior, mas não diferindo do IBA + GA₃ + cinetina e testemunha. Aos 120 DAT os tratamentos onde se

observou maior atividade da catalase foram a testemunha na folha superior e o extrato vegetal na folha inferior. Aos 148 DAT, as avaliações nas folhas superiores não mostraram diferenças estatísticas entre os tratamentos e nas folhas inferiores ao cacho produtivo, o tratamento com IBA + GA₃ + cinetina foi aquele que apresentou a maior atividade.

Quando comparadas, as atividades específicas da superóxido dismutase, catalase e peroxidase das amostras se verificam que todos os tratamentos aumentaram a atividade dessas enzimas antioxidativas. O metabolismo normal das plantas e, principalmente, sobre estresses abióticos ocorrem a produção de EROs nas plantas, que ativam os mecanismos de defesa em termos das enzimas antioxidativas (ANURADHA et al., 2010). Segundo Bartoli et al. (1999), o estresse pode desencadear nas plantas alguns mecanismos de defesa contra o efeito nocivo do estresse oxidativo.

A geração de EROs como as moléculas de superóxidos, peróxidos e hidroxilas causam danos à célula provocando uma reação em cadeia (NAYYAR & GUPTA, 2006). A retirada das moléculas de EROs é uma das respostas mais comuns de defesa contra os estresses abióticos e depende do mecanismo de detoxificação fornecido por um sistema integrado de moléculas não-enzimáticas reduzidas e de antioxidantes enzimáticos (JALEEL et al., 2008). Para que isso ocorra é necessário incluir alguns sistemas complexos não-enzimáticos e antioxidantes enzimáticos como a catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD) e peroxidase (POD) (JALEEL et al., 2008).

Mecanismos antioxidativos podem promover uma estratégia de aumentar a tolerância das plantas aos estresses, atuando como uma importante defesa contra a toxicidade mediada por um radical, protegendo os danos causados pelos radicais livres (ANURADHA et al., 2010).

A capacidade de manutenção, em níveis elevados, da atividade da CAT e SOD, sobre condições de estresses ambientais, é essencial para a manutenção do equilíbrio entre a formação e a remoção do H₂O₂ do ambiente intracelular (CAKMAK & HORST, 1991). Segundo Tgert & Tevini (2002), as plantas se protegem sintetizando antioxidantes como os carotenóides, ascorbato, α -tocoferol, glutatona e flavonóides e aumentando o teor de enzimas antioxidativas como a peroxidase, superóxido dismutase e catalase.

Andersen (1986) afirmou que a enzima POD também pode ser usada como uma marcadora de organogênese e estádios de desenvolvimento, por participar da regulação endógena de ácido indolilacético (IAA), agindo como IAA oxidase, sistema enzimático capaz de oxidar o IAA, principalmente, nas fases de intenso crescimento ou

formação de órgãos nas plantas.

Apesar dos vegetais apresentarem níveis endógenos de hormônios vegetais, a aplicação exógena é importante, pois pode trazer benefícios às plantas que de alguma maneira não conseguem mobilizar os hormônios endógenos. O tratamento com IBA + GA₃ + cinetina promoveu o aumento da atividade da peroxidase na primeira avaliação em folhas superiores ao cacho produtivo.

De acordo com a literatura, (SIRTOLI, 2010; AMARO, 2011; MACEDO, 2012), os tratamentos baseados em fungicidas, que promovem os efeitos fisiológicos desejáveis em plantas promovem aumento das atividades das enzimas SOD, CAT e POD, por promoverem maior atividade das enzimas capazes de neutralizar a grande quantidade de EROs produzidos pelo metabolismo e por outras reações que venham a ocorrer. Portanto, pode-se afirmar que os altos níveis das enzimas encontradas nos tratamentos, são de extrema importância para um bom desenvolvimento das plantas por estarem promovendo equilíbrio entre os compostos oxidantes e antioxidantes, protegendo as membranas, impedindo ou reduzindo os danos oxidativos.

Na ação dessas enzimas, o O⁻¹ é transformado em H₂O₂ pela SOD e depois, em H₂O pela catalase ou peroxidase. Assim, pelos resultados obtidos neste experimento, sugere-se que a enzima que teve maior atividade na formação de água nas plantas de tomate foi a POD e não a CAT, pois comparativamente, a atividade dessa enzima foi menor.

6.4. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento deste projeto de pesquisa.

Tabela 1. Análise de variância (teste F) da atividade das enzimas peroxidase (POD), superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT) em plantas de tomateiro 'Giuliana' tratadas com diferentes reguladores vegetais e fungicidas aos 78 (1), 120 (2) e 148 (3) dias após o transplantio (DAT). Botucatu-SP, 2010.

Causa de variação	POD 1	POD 2	POD 3	SOD 1	SOD 2	SOD 3	CAT 1	CAT 2	CAT 3
Tratamento (T)	57,11 **	73,22 **	3,83 **	34,59 **	46,12 **	3,55 **	21,22 **	25,43 **	7,85 **
Posição da Folha (P)	3,45 ns	52,23 **	3,47 ns	5,83 *	69,58 **	10,23 **	10,21 **	28,78 **	2,15 ns
Interação T x P	25,31 **	32,12 **	3,68 **	35,68 **	20,39 **	1,44 ns	11,26 **	5,07 **	3,07 *
CV (%)	10,15	15,67	32,77	22,53	25,05	29,63	28,36	22,74	25,37

Tabela 2. Atividade média da enzima antioxidante superóxido dismutase - SOD ($U\ g^{-1}$ proteína) em plantas de tomateiro 'Giuliana' tratadas com diferentes reguladores vegetais e fungicida aos 78, 120 e 148 dias após o transplantio (DAT). Botucatu (SP), 2010.

FATOR TRATAMENTO	78			120			148		
	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	
Testemunha	9982,82 abB	32653,68 aA	6669,24 dA	5795,77 cA	3926,85 aA	4477,96 aA			
Piraclostrobina	10580,53 abA	3579,30 bB	14880,31 cA	3186,76 cB	5260,06 aA	3526,06 aA			
Boscalida	6646,98 bA	3238,54 bA	5454,63 dA	1586,52 cA	8398,26 aA	5101,49 aA			
Piraclostrobina + Boscalida	11838,35 abA	5910,90 bB	11417,10 cdA	6756,23 bcB	3718,09 aA	2874,94 aA			
IBA + GA ₃ + Cinetina	10579,87 abA	7122,18 bA	4599,05 dB	13799,59 abA	6404,86 aA	3488,31 aA			
GA ₄₊₇ + benzilaminopurina	13891,09 Aa	8012,07 bB	23384,35 bA	3677,69 cB	4634,21 aA	4494,64 aA			
Extrato Vegetal	11702,42 abA	3054,25 bB	36453,50 aA	17894,63 aB	6282,75 aA	4810,14 aA			

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Atividade média da enzima antioxidante peroxidase - POD ($\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2$ consumido $\text{minuto}^{-1} \text{g}^{-1}$ proteína) em plantas de tomateiro 'Giuliana' tratadas com diferentes reguladores vegetais e fungicidas aos 78, 120 e 148 dias após o transplantio (DAT). Botucatu (SP), 2010.

TRATAMENTOS	78			120			148		
	SUPERIOR	INFERIOR		SUPERIOR	INFERIOR		SUPERIOR	INFERIOR	
Testemunha	176,37 Aa	183,28 aA		175,67 dA	135,14 cA		34,70 abA		18,85 bA
Piraclostrobina	85,25 bA	86,26 deA		601,88 aA	236,71 aB		10,08 bB		35,12 abA
Boscalida	182,00 aA	60,10 eB		69,67 eB	140,26 bcA		54,06 aA		39,62 abA
Piraclostrobina + Boscalida	103,97 bB	154,63 bcA		187,33 dA	220,20 abcA		27,26 bB		46,47 aA
IBA + GA ₃ + Cinetina	175,97 aA	120,05 cdB		52,19 eB	131,17 cA		22,19 bA		38,10 abA
GA ₄₊₇ + benzil-aminopurina	171,30 aA	164,78 bA		349,66 cA	247,99 aB		31,39 abA		32,91 abA
Extrato Vegetal	202,12 aB	265,90 aA		479,28 bA	234,23 abB		20,09 bA		30,21 abA

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Atividade média da atividade antioxidante catalase - CAT ($\mu\text{mol de H}_2\text{O}_2$ consumido $\text{minuto}^{-1} \text{g}^{-1}$ proteína) em plantas de tomateiro 'Giuliana' tratadas com diferentes reguladores vegetais e fungicidas aos 78, 120 e 148 dias após o transplantio (DAT). Botucatu (SP), 2010.

FATOR TRATAMENTO	78			120			148		
	SUPERIOR	INFERIOR		SUPERIOR	INFERIOR		SUPERIOR	INFERIOR	
Testemunha	8,10 bA	5,86 abB		4,01 aA	2,17 abB		1,31 aA		1,53 bcA
Piraclostrobina	3,95 cdA	3,36 bcA		1,93 cdA	1,50 abcA		1,39 aB		2,29 bA
Boscalida	2,05 dA	1,34 cA		3,46 aA	1,78 abB		1,87 aA		0,84 cB
Piraclostrobina + Boscalida	2,33 dA	1,19 cA		0,83 dA	0,58 cA		1,86 aA		2,21 bA
IBA + GA ₃ + Cinetina	2,39 dB	5,48 abA		0,81 dA	1,30 bcA		2,42 aB		3,72 aA
GA ₄₊₇ + benzil-aminopurina	5,95 bcA	6,93 aA		2,01 bcA	1,25 bcB		2,32 aA		2,28 bA
Extrato Vegetal	11,76 aA	3,41 bcB		3,11 abA	2,45 aA		2,38 aA		2,32 bA

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

6.5. BIBLIOGRAFIA

ACHARYA, J. PUNCHARD, N.A.; TAYLOR, J.A.; THOMPSON, R.P.H.; PEARSON, T.C. Red cell lipid peroxidation and antioxidant enzymes in iron deficiency. **European Journal of Haematology**, Copenhagen, v. 47, p. 287-291, 1991.

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

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

ANURADHA, V.E.; JALEEL, C.A.; SALEM, M.A.; GOMATHINAYAGAM, M.; PANNEERSELVAM, R. Plant growth regulators induced changes in antioxidant potential and andrographolide content in *Andrographis paniculata* Wall ex. Nees. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, West Lafayette, v. 98, p. 312-316, 2010.

APEL, K.; HIRT, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. **Annual Review of Plant Biology**, Gray, v. 55, n. 123, p. 373-399, 2004.

BARTOLI, C.G.; SIMONTACCHI, M.; TAMBUSI, E.; BELTRANO, J.; MONTALDI, E.; PUNTARULO, S. Drought and watering dependent oxidative stress: effect of antioxidant content in *Triticum aestivum* L. leaves. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 50, p. 375-383, 1999.

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.

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

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

CAKMAK, I.; HORST, W.J. Effect of aluminium on lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase, and peroxidase activities in root tips of soybean (*Glycine max*). **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 83, p. 463-468, 1991.

FOYER, C.H., NOCTOR, G. Oxidant and antioxidant signalling in plants: a reevaluation of the concept of oxidative stress in a physiological context. **Plant Cell Environ**, v. 28, p. 1056-71, 2005.

FREITAS, A.A. DE; FRANCELIN, M.F.; HIRATA, G.F.; CLEMENTE, E.; SCHMIDT, F.L. Atividades das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) nas uvas das cultivares Benitaka e Rubi e em seus sucos e geléias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 172-177, 2008.

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

GIANNOPOLITIS, C.N., RIES, S.K. Superoxide dismutase I. Occurrence in higher plants. *Plant Physiol.* 59:309-314. 1977.

GRATÃO, P.L.; POLLE, A.; LEA, P.J.; AZEVEDO, R.A. Making the life of heavy metal-stressed plants a little easier. **Functional Plant Biology**, Victoria, v. 32, p. 481-494, 2005.

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

JALEEL, C.A.; LAKSHMANAN, G.M.A.; GOMATHINAYAGAM, M.; PANNEERSELVAM, R. Triadme fon-induced salt stress tolerance in *Withania somnifera* and its relation-ship to antioxidant defense system. **South African Journal of Botany**, Georgetown, v. 74, p. 126-132, 2008.

LIMA, G.P.P.; BRASIL, O.G.; OLIVEIRA, A.M. Poliaminas e atividade da peroxidase em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob estresse salino. **Scientia Agricola**, v. 56, p. 21-25, 1999.

MACEDO, A.C. **Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de melão rendilhado, cultivadas em ambiente protegido**. 2012. 65f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

MAYES, P.A. Biologic oxidation. In: MURRAY, R.K.; GRANNER, D.K.; MAYES, P.A.; RODWELL, V.W. (Ed.). **Harper's biochemistry**. San Mateo: Appeton & Lange, 1990. p. 105-111.

NAYYAR, H.; GUPTA, D. Differential sensitivity of C3 and C4 plants to water deficits: association with oxidative stress and antioxidants. **Environmental Experimental Botany**, Oxford, v. 58, p. 106-113, 2006.

NEILL, S.J.; DESIKAN, R.; CLARKE, A.; HURST, R.D.; HANCOCK, J.T. Hydrogen peroxide and nitric oxide as signaling molecules in plants. **Journal Experimental Botany**, Oxford, v. 53, p. 1237-1247, 2002.

PEIXOTO, P.H.P.; CAMBRAIA, J.; SANT'ANNA, R.; MOSQUIM, P.R.; MOREIRA, M.A. 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.

ROSS, D.; MOLDEUS, P. Antioxidant defense systems and oxidative stress. In: VIGOPELFREY, C. (Ed.). **Membrane lipid oxidation**. Boca Raton: CRC, 1991. p. 151-170.

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.

SFALCIN, R.A. **Avaliação de parâmetros fisiológicos e bioquímicos em berinjela (*Solanum melongena* L.) cultivada sob diferentes potenciais de água no solo**. 2009. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

SHAN, X.; AW, T.Y.; JONES, D.P. Glutathione-dependent protection against oxidative injury. **Pharmacology and Therapeutics**, Oxford, n. 47, p. 61-71, 1990.

SIRTOLI, L.F. **Fisiologia do pepineiro japonês, com e sem enxertia, tratado com fungicida boscalida**. 2010. 104f. Tese (Doutorado em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

SOUZA LEÃO, P.C. de; SILVA, D.J.; SILVA, E.G. da. Efeito do ácido giberélico, do bioestimulante crop set e do anelamento na produção e na qualidade da uva 'Thompson Seedless' no vale do São Francisco. **Revista Brasrasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 3, p. 418-421, Dezembro. 2005.

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.

TGERT, M.; TEVINI, M. Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (*Allium schoenoprasum*). **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 48, p. 43-49, 2002.

VAN BREUSEGEM; F., VRANOVA, E., DAT, J.F., INZÉ, D. The role of active oxygen species in plant signal transduction. **Plant Science**, Limerick, v. 161, p. 405-14, 2001.

7. CAPÍTULO 4



EFEITOS DE REGULADORES VEGETAIS E FUNGICIDAS NA PRODUÇÃO DE TOMATE ‘GIULIANA’

Anamaria Ribeiro Pereira Ramos¹, Amanda Cristina Esteves Amaro¹, Ana Claudia Macedo¹, Fernando Torquato Lopes¹, Romy Goto¹, João Domingos Rodrigues^{1,2} e Elizabeth Orika Ono^{1,2}

¹FCA/UNESP, *Campus* Botucatu, Departamento de Produção Vegetal – Horticultura, CP-237, 18603-970, Botucatu-SP, Brasil. e-mail: anamaria-ramos@oi.com.br.

²IB/UNESP, *Campus* Botucatu, Departamento de Botânica, CP-510, 18618-970, Botucatu-SP, Brasil.

RESUMO: Este trabalho avaliou o efeito da aplicação de estrobilurinas, boscalida, reguladores vegetais e extrato vegetal na produção de frutos de tomateiro híbrido Giuliana, em condições de ambiente protegido. O delineamento experimental foi blocos casualizados, com 7 tratamentos e 4 repetições de 5 plantas cada. Os tratamentos foram: T1– testemunha; T2- Piraclostrobina 0,2 g L⁻¹; T3- Boscalida 0,075 g L⁻¹; T4- Piraclostrobina 0,2 g L⁻¹ + Boscalida 0,075 g L⁻¹; T5- IBA + GA₃ + Cinetina 375 mg L⁻¹; T6- GA₄₊₇ + benzilaminopurina 100 mg L⁻¹ e T7- Extrato vegetal 100 mg L⁻¹. Foram avaliadas as produções total e comercial de frutos (número de frutos m⁻² e produção em kg m⁻²) e peso médio dos frutos, em dois anos, 2009 e 2010. No experimento realizado em 2009, o tratamento com a mistura de piraclostrobina e boscalida foi o aquele que se destacou, possivelmente pelo fato desses produtos apresentarem efeitos fisiológicos positivos minimizando o estresse causado por extremos de temperatura ocorridos no período de condução deste trabalho. Em 2010 não ocorreu esse o estresse por altas temperaturas, assim, os produtos com reguladores vegetais, principalmente, a mistura de GA₄₊₇ + benzilaminopurina se destacaram na maior produção de frutos. Pelos resultados obtidos e nas condições deste trabalho pode-se concluir que os fungicidas de efeito fisiológico, principalmente, a mistura de piraclostrobina e boscalida, são muito eficientes em situações de estresse climático.

PALAVRAS CHAVE: boscalida, estrobilurina, reguladores vegetais, *Solanum lycopersicum* L.

EFFECTS OF PLANT GROWTH REGULATORS AND FUNGICIDES ON THE PRODUCTION OF TOMATO ‘GIULIANA’

ABSTRACT: The present work evaluated the effect of applications of strobilurins, boscalid and biostimulants on the fruit production of the hybrid tomato Giuliana, in protected environment conditions. The experimental design was in randomized blocks, with 7 treatments and 4 repetitions with 5 plants each. The treatments were: T1 – control, T2 – pyraclostrobin 0.2 g L⁻¹, T3 – boscalid 0.075 g L⁻¹, T4 – pyraclostrobin 0.2 g L⁻¹ + boscalid 0.075 g L⁻¹, T5 – IBA + GA₃ + kinetin 375 mg L⁻¹, T6 – GA₄₊₇ + benzylaminopurine 100 mg L⁻¹ and T7 – vegetal extract 100 mg L⁻¹. The total as well as the marketable production of fruits (number of fruits per m⁻² and yield in kg m⁻²) and the average fruit weight were evaluated in two years, 2009 and 2010. During the experiment carried out in 2009, the treatment with a mixture of pyraclostrobin and boscalid was the one that stood out, possibly because these products showed positive physiological effects mitigating the stress caused by the extreme temperatures which occurred during this experiment period. In 2010 no stress due to high temperatures occurred and therefore the products with plant growth regulators, especially the mixture GA₄₊₇ + benzylaminopurine, stood out for higher fruit yield. From the obtained results and regarding the conditions during the experiments it can be concluded that fungicides with physiological effect, especially the mixture of pyraclostrobin and boscalid, are highly efficient in situations with climatic stress.

Keywords: boscalid, strobilurins, plant growth regulators, *Solanum lycopersicum* L.,

7.1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das hortaliças de maior importância econômica do mundo. No Brasil, considerando os aspectos socioeconômicos, é a hortaliça mais importante, com produção anual de cerca de 4,1 milhões de toneladas destinados ao consumo *in natura* e processado, cultivada em 65 mil hectares (AGRIANUAL, 2012).

O tomate Giuliana é um híbrido do segmento Saladete de crescimento indeterminado e apresenta frutos tipo longa vida de coloração vermelha intensa e com ótimo sabor (SAKATA, 2005). O grupo Saladete ou Italiano apresenta dupla aptidão, sendo recomendado para o consumo *in natura* e processado. Os frutos são alongados, biloculares, polpa espessa, coloração vermelha intensa, sendo muito firmes e saborosos (ALVARENGA, 2004; FILGUEIRA, 2008). Há no mercado cultivares com

hábito de crescimento indeterminado e determinado, sendo este último utilizado na indústria. O tomate Giuliana é um híbrido de alta produtividade, devido à boa fixação de frutos e manutenção do tamanho até o ponteiro. Este híbrido é altamente rústico e adapta-se a diversas condições de cultivo, tanto para campo aberto quanto para cultivo em estufa.

O cultivo em ambiente protegido de hortaliças tem aumentado, principalmente, visando diminuir os problemas causados por efeitos climáticos, porém, para isso, é necessário um maior conhecimento quanto à biologia e fisiologia da planta (TAKAZAKI, 1989; LOPES & STRIPARI, 1998).

Os reguladores são substâncias sintéticas, que aplicadas exogenamente, possuem ações de promover, inibir ou modificar processos fisiológicos do vegetal (CASTRO, 2008). Dentre os principais grupos de reguladores vegetais com possibilidade de uso exógeno estão as auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, retardadores e inibidores do crescimento (TAIZ & ZEIGER, 2011). Os reguladores vegetais podem ser aplicados nas plantas alterando seus processos vitais e estruturais, com resultados sobre o incremento de produção, melhoria de manejo e facilidade de colheita (LACA-BUENDIA, 1989), isso proporcionado pela utilização de um regulador vegetal ou por uma mistura deles como o bioestimulante (CASILLAS et al., 1986).

Os reguladores vegetais mais utilizados hoje são as auxinas, giberelinas e citocininas. O grão de pólen contém altos teores de auxina, por isso flores polinizadas tem alto crescimento do ovário e as não polinizadas tem ovários deformados (TAIZ & ZEIGER, 2011). O desenvolvimento dos frutos está relacionado à produção de auxinas ((HIGUTI et al., 2010), a qual depende da quantidade de sementes (ABAD & GUARDIOLA, 1986; KINET & PEET, 2002). O tamanho dos frutos é consequência da divisão e alongamento celular que são estimulados ou aumentados pela aplicação de giberelina. E as citocininas são sintetizadas nas regiões de intensa divisão celular, promovendo-a e, também, atuando na direfenciação e expansão celular. A aplicação de giberelina e citocinina nas plantas pode induzir à quebra de dormência de gemas e a emergência de brotações (COOPER et al., 1969). Essas substâncias aumentam o crescimento, tanto de folhas como de frutos, pois alteram a produção e alocação de fotoassimilados durante o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos (AGUSTI & ALMELA, 1991).

Por isso, o ideal é um balanço equilibrado entre essas substancias, principalmente, na fase inicial da formação do fruto, visto que o valor comercial dos frutos

depende da polinização, que quando ocorre de forma deficiente, pode formar frutos ocós e angulares (ABAD & GUARDIOLA, 1986; KINET & PEET, 2002).

Extratos de algas contendo citocininas foram obtidos de mais de 50 espécies e os níveis mais altos foram encontrados em tecidos onde ocorre a divisão celular (TAIZ & ZEIGER, 2011). O extrato de agave (*Yucca schidigera*) é um estimulante vegetal composto de micronutrientes minerais com ação semelhante às citocininas (SOUZA LEÃO et al., 2005).

As estrobilurinas, além da ação fungicida, atuam de forma positiva sobre a fisiologia das plantas, através de aumentos da atividade da enzima nitrato-redutase, dos níveis de clorofila e da redução da produção de etileno. Tais efeitos contribuem diretamente para que as plantas sofram menor estresse no campo, assegurando maior qualidade e rendimento das colheitas. As estrobilurinas apresentam ainda ação residual prolongada, considerável tenacidade e perfil toxicológico favorável (TÖFOLI, 2004).

Pertencente à família das carboxamidas e ao grupo químico das anilidas, o boscalida, aparentemente, possui os mesmos efeitos das estrobilurinas, além de fornecer proteção antifúngica preventiva da planta (VENTURE, 2006). Com ação protetora e sistêmica, seu modo de ação é através da inibição da respiração celular nas mitocôndrias, interferindo no transporte de elétrons no complexo bc₂, inibindo a formação de ATP, essencial nos processos metabólicos dos fungos (BASF, 2010).

Esses produtos apresentam os chamados efeitos fisiológicos que alteram a fisiologia da planta, gerando ganhos de produtividade e/ou qualidade na produção final. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos fisiológicos da piraclostrobina, boscalida, reguladores vegetais e extrato vegetal na produção das plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Giuliana em condições de ambiente protegido.

7.2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos, um no ano de 2009 e outro em 2010, em área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção de São Manuel, município de São Manuel, SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, da Universidade Estadual Paulista–UNESP. As coordenadas geográficas do local 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).

A condução do experimento foi em ambiente protegido com cobertura de filme de polietileno de baixa densidade de 150 μm aditivado e com as laterais fechadas com tela de sombreamento de 75%. O solo do ambiente protegido é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa (CAMARGO et al. 1987; EMBRAPA, 2006).

Foi utilizado o híbrido de tomate italiano ‘Giuliana’ (Saladete) de crescimento indeterminado. As mudas foram preparadas em bandejas de polipropileno com 128 células preenchidas com substrato comercial colocando-se uma semente por célula no dia 29 de setembro de 2009 (experimento I) e no dia 20 de maio de 2010 (experimento II). As mudas foram transplantadas para os canteiros no dia 04 de novembro (36 dias após a semeadura) para o experimento I e 19 de julho (60 dias após a semeadura) para o experimento II, utilizando-se espaçamento de 1,0 x 0,5 m, resultando numa densidade de plantas de 20.000 plantas ha^{-1} . Após o transplante, realizou-se a primeira irrigação com duração de 30 minutos para adaptação das plantas ao novo ambiente. A condução das plantas foi em haste única.

A correção e adubação do solo foram feitas com base na análise química (Tabelas 1 e 2) e a fertirrigação, conforme Alvarenga (2004). O experimento foi conduzido em ambiente protegido com as laterais fechadas com tela de sombreamento de 75%.

O controle de doenças e pragas foi efetuado de acordo com as recomendações convencionais para a cultura, utilizando defensivos que não interferissem nos tratamentos. O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente e as desbrotas realizadas quando os brotos apresentavam de 3 a 5 cm de comprimento. A poda apical foi efetuada após o oitavo cacho em haste única.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com 7 tratamentos e 4 repetições de 5 plantas cada. Os tratamentos utilizados foram: T1– testemunha; T2- Piraclostrobina 0,2 g L^{-1} (Comet®); T3- Boscalida 0,075 g L^{-1} (Cantus®); T4- Piraclostrobina 0,2 g L^{-1} + Boscalida 0,075 g L^{-1} (Comet® + Cantus®); T5- IBA + GA_3 + cinetina 375 mg L^{-1} (Stimulate®); T6- GA_{4+7} + benzilaminopurina 100 mg L^{-1} (Promalin®) e T7- Extrato vegetal 100 mg L^{-1} (Crop Set®).

Tabela 1: Resultado da análise de solo de macronutrientes do solo do experimento nos anos de 2009 e 2010.

Amostra	pH	M.O.	P _{resina}	Al ⁺ ₃	H + Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ³			mmolc dm ⁻³					
2009	6,5	8	140	-	10	6,2	54	11	71	81	87
2010	6,5	9	118	-	9	4,4	57	13	74	84	89

Tabela 2: Resultado da análise de solo de micronutrientes do solo do experimento nos anos de 2009 e 2010.

Amostra	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
			mg dm ⁻³		
2009	10	6,2	54	11	71
2010	9	4,4	57	13	74

Como fonte de boscalida utilizou-se o produto comercial Cantus® contendo 500 g kg⁻¹ do p.a. e para piraclostrobina o produto comercial Comet® contendo 250 g L⁻¹ do p.a., ambos da BASF S.A. Como fonte da mistura de ácido indolilbutírico (IBA- auxina), GA₃ (giberelina) e cinetina (citocinina) utilizou-se o produto comercial Stimulate® contendo 90 mg L⁻¹ de cinetina (Kt), 50 mg L⁻¹ de IBA e 50 mg L⁻¹ de GA₃ por litro do produto, fabricado pela Stoller do Brasil S.A. Como fonte da mistura de benzil-aminopurina (citocinina) e GA₄ + GA₇ (giberelinas), o produto comercial Promalin® contendo 1,8% de GA₄₊₇ e 1,8% de benzil-aminopurina (BAP) fabricado pela Sumitomo do Brasil. Como fonte do extrato vegetal, utilizou-se o produto comercial Crop Set®, um estimulante vegetal composto de extratos de Agave (*Yucca schidigera*) e ação semelhante às citocininas (SOUZA LEÃO et al., 2005) e micronutrientes minerais contendo 1% de Cobre, 4,69% de enxofre, 2,5% de ferro e 3% de manganês da Improcop do Brasil Ltda.

A primeira aplicação dos tratamentos foi realizada aos 30 dias após o transplante das mudas e as demais a intervalos de 20 dias, num total de 6 aplicações. As aplicações dos tratamentos foram realizadas via foliar com o uso de pulverizador manual de CO₂ pressurizado, utilizando-se cortina plástica entre os tratamentos para evitar deriva, sendo adicionados aos tratamentos óleo vegetal a 0,5%.

Foram avaliadas as produções total e comercial de frutos (kg m⁻²), número de frutos m⁻² e peso médio dos frutos (g). Para a avaliação de produção, os frutos foram selecionados em “não comercial” e “comercial”, sendo considerados frutos com diâmetro menor que 40 mm “não comercial” e maior que 40 mm e sem defeitos (sintomas

de doenças, pragas, distúrbios fisiológicos e/ou danos físicos) “comercial”.

Os resultados das características avaliadas foram submetidos à análise de variância (teste F), e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

7.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento de 2009, as temperaturas médias variaram de 19,9 a 41,7°C (Figura 1) dentro da área do cultivo protegido, com extremos de 15,5 e 59,8°C. A umidade relativa média variou de 37 a 95% (Figura 2). A colheita dos frutos iniciou-se no dia 13 de janeiro de 2010, com 70 dias após o transplante (DAT) e estendeu-se até o dia 10 de março de 2010 (126 DAT).

No experimento de 2010, as temperaturas médias máxima (Figura 3) foram de 40,08°C e a mínima de 15,06°C, com extremos de 5,7 e 51,8°C e a umidade relativa média (Figura 4) variou de 29,5% a 90,2%. A colheita dos frutos iniciou-se em 09 de outubro de 2010, aos 82 DAT e encerrou-se em 14 de dezembro de 2010 (148 DAT). Devido às temperaturas mais elevadas, o experimento de 2009 foi mais curto, com colheitas mais concentradas, já em 2010, como as temperaturas foram mais baixas, o período de colheita se estendeu por aproximadamente 22 dias.

Apesar da diferença entre as médias das temperaturas serem mínimas, os picos de temperaturas altas foram maiores em 2009, conforme a Figura 1, assim como, as diferenças entre as máximas e mínimas. Isso provocou um distúrbio fisiológico que contribuiu para a queda na produção comercial nesse ano.

No ano de 2009 (Tabela 3), o número de frutos totais m^{-2} só foi estatisticamente inferior no tratamento com IBA + GA₃ + cinetina.

Para frutos comerciais m^{-2} , o número foi maior, nos tratamentos testemunha, piraclostrobina, boscalida, a mistura de piraclostrobina e boscalida e GA₄₊₇ + benzilaminopurina (Tabela 3). Nos tratamentos com IBA + GA₃ + cinetina e com extrato vegetal os números de frutos comerciais foram estatisticamente menores (Tabela 3).

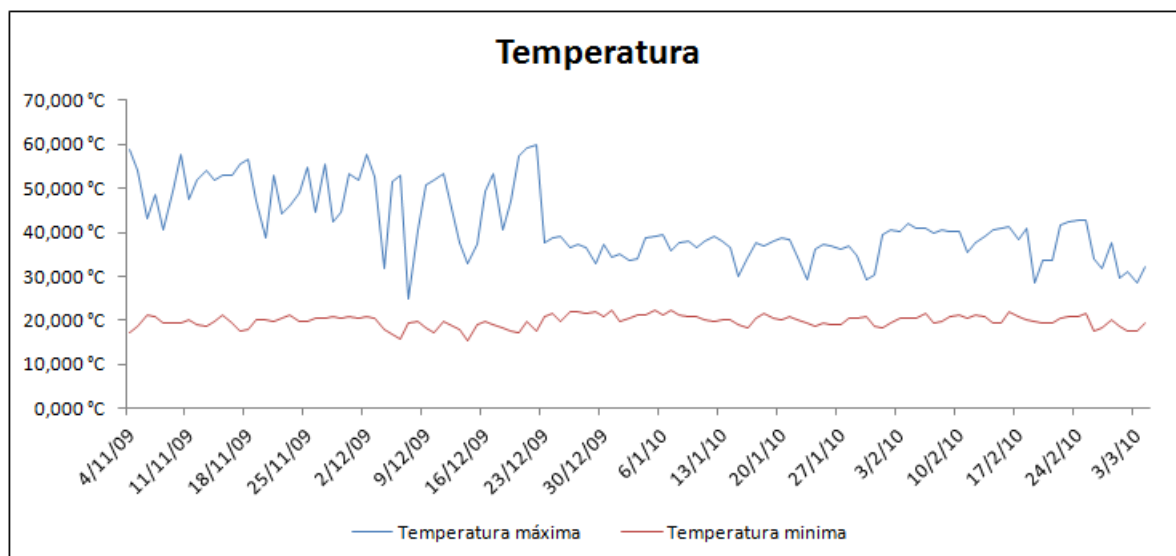


Figura 1: Variação das temperaturas máximas e mínimas do ar no experimento I, avaliadas diariamente do 0 aos 126 dias após o transplântio (DAT) das plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Giuliana, cultivadas sob cultivo protegido (2009/10).

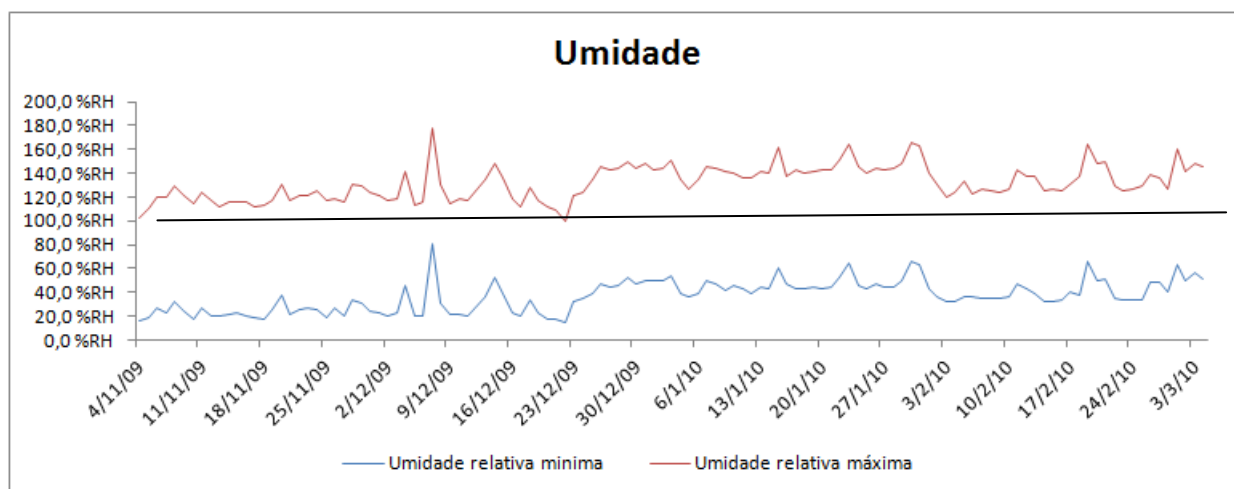


Figura 2: Variação das umidades máximas e mínimas do ar no experimento I, avaliadas diariamente do 0 aos 126 dias após o transplântio (DAT) das plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Giuliana, cultivadas sob cultivo protegido (2009/10).

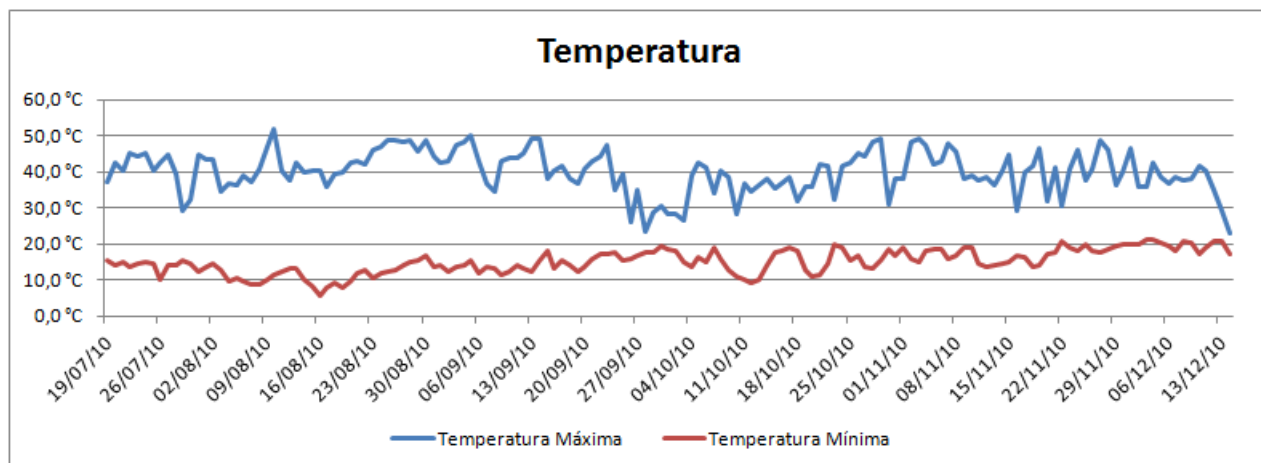


Figura 3: Variação das temperaturas máximas e mínimas do ar no experimento II, avaliadas diariamente do 0 aos 148 dias após o transplântio (DAT) das plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Giuliana, cultivadas sob cultivo protegido (2010).

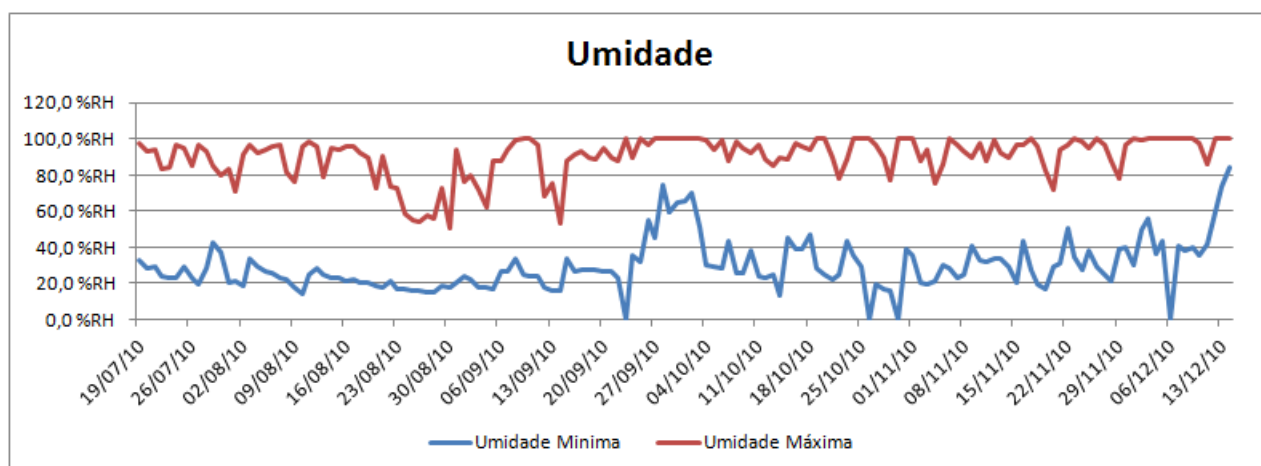


Figura 4: Variação das umidades máximas e mínimas do ar no experimento II, avaliadas diariamente do 0 aos 148 dias após o transplântio (DAT) das plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Giuliana, cultivadas sob cultivo protegido (2010).

Esses resultados concordam com os obtidos por Amaro (2009), que verificou aumento na produção comercial e total do pepino japonês enxertado e não enxertado tratados com a mistura de piraclostrobina e boscalida.

A produção total (kg m^{-2}) também mostrou a eficiência da mistura de fungicidas ao apresentar a maior produção de frutos, mas não diferindo da testemunha, piraclostrobina, IBA + GA_3 + cinetina e extrato vegetal (Tabela 3).

O tratamento com a mistura de piraclostrobina e boscalida conferiu

a maior produção comercial dentre todos os tratamentos, apesar de somente ter diferido estatisticamente do extrato vegetal.

Para a massa média total de frutos, os tratamentos com boscalida, piraclostrobina, a mistura dos dois e IBA + GA₃ + cinetina foram aqueles que os frutos apresentaram maior peso, diferindo estatisticamente do tratamento com GA₄₊₇ + benzilaminopurina e extrato vegetal que apresentaram menor massa de fruto.

Macedo (2012), trabalhando com plantas de melão rendilhado em ambiente protegido, obteve a maior massa de fruto quando aplicou boscalida, seguido da mistura e da piraclostrobina isolada.

Tabela 3: Número de frutos totais e comerciais (número de frutos m⁻²), produção total e comercial (kg m⁻²) e massa média de frutos totais e comerciais (g m⁻²) em plantas de tomate ‘Giuliana’ cultivadas em ambiente protegido com aplicação de diferentes produtos químicos. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2009/10.

2009	Nº Frutos Totais m ⁻²	Nº Frutos Comerciais m ⁻²	Produção total (kg m ⁻²)	Produção comercial (kg m ⁻²)	Massa média comercial (g fruto ⁻¹)
Testemunha	89,33 Ab	29,20 ab	4,68 ab	2,27 ab	81,20 a
Piraclostrobina	105,87 A	32,13 ab	4,41 ab	2,08 ab	70,61 b
Boscalida	91,33 Ab	31,33 ab	4,04 B	1,99 ab	72,32 ab
Piraclostrobina + Boscalida	103,80 A	41,60 a	5,33 A	2,79 a	63,87 b
IBA + GA ₃ + Cinetina	70,53 B	27,40 b	4,93 ab	2,34 ab	72,06 ab
GA ₄₊₇ + benzilaminopurina	96,20 Ab	28,93 ab	3,99 B	1,83 ab	63,23 b
Extrato vegetal	88,40 Ab	21,60 B	4,40 ab	1,72 b	72,70 ab
CV (%)	14,28	20,11	12,03	20,03	6,34

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para a massa média de fruto comercial, em 2009, todos os tratamentos foram inferiores à testemunha, porém o tratamento com boscalida, IBA + GA₃ + cinetina e extrato vegetal não diferiram significativamente da testemunha. Os tratamentos com GA₄₊₇ + benzilaminopurina, piraclostrobina e a mistura de piraclostrobina e boscalida apresentaram frutos com menor peso médio (Tabela 3).

No ano de 2010 (Tabela 4), os tratamentos com GA₄₊₇ +

benzilaminopurina e extrato vegetal os números de frutos m^{-2} foram maiores, diferindo estatisticamente apenas dos tratamentos com IBA + GA₃ + cinetina e a testemunha que apresentaram os menores números de frutos nos anos de 2009 e 2010, respectivamente (Tabelas 3 e 4).

No ano de 2010, todos os tratamentos foram maiores que a testemunha para número de frutos comerciais (Tabela 2). A produção total em 2010 repetiu o resultado para número de frutos comerciais, com todos os tratamentos sendo superiores à testemunha. O tratamento com IBA + GA₃ + cinetina apresentou a maior produção comercial em 2010 e a testemunha a menor (Tabela 4), mas não diferiram significativamente da testemunha.

Tabela 4: Número de frutos totais e comerciais (número de frutos m^{-2}), produção total e comercial ($kg m^{-2}$) e massa média de frutos totais e comerciais ($g m^{-2}$) em plantas de tomate ‘Giuliana’ cultivadas em ambiente protegido, com aplicação de diferentes produtos químicos. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2010.

2010	Nº Frutos totais m^{-2}	Nº Frutos comerciais m^{-2}	Produção total ($kg m^{-2}$)	Produção comercial ($kg m^{-2}$)	Massa média comercial ($g \text{ fruto}^{-1}$)
Testemunha	73,58 B	35,34 b	4,67 b	3,59 c	78,06 ab
Piraclostrobina	90,63 Ab	59,92 a	8,72 a	7,95 ab	97,41 a
Boscalida	100,17 Ab	72,34 a	9,73 a	8,41 ab	87,82 ab
Piraclostrobina + Boscalida	87,04 Ab	65,50 a	8,64 a	6,84 b	70,12 b
IBA + GA ₃ + Cinetina	102,42 Ab	60,54 a	10,83 a	9,43 a	87,03 ab
GA ₄₊₇ + benzilaminopurina	109,17 A	68,54 a	9,48 a	8,04 ab	72,88 b
Extrato vegetal	105,75 A	63,84 a	9,57 a	7,19 ab	88,81 ab
CV (%)	13,14	13,55	12,96	12,61	12,66

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para massa média de fruto, a piraclostrobina foi o tratamento com o maior peso de frutos totais e a mistura entre piraclostrobina e boscalida aquele que apresentou a menor massa de fruto (Tabela 4), mas não diferiram significativamente da testemunha.

Para massa média de fruto comercial, o tratamento com a

piraclostrobina apresentou frutos mais pesados e a mistura de piraclostrobina com boscalida, não diferindo da testemunha e o tratamento com GA₄₊₇ + benzilaminopurina os frutos mais leves.

O número de frutos comerciais, produção comercial e total e massa média de frutos comerciais e totais foram maiores em 2010 do que em 2009. Isto se deve, principalmente, à temperatura, visto que em 2009 por vários dias a temperatura esteve acima dos 50⁰C, o que não ocorreu em 2010, ocasionando estresse.

Apesar do tomateiro ser tolerante às variações de temperatura, o controle dentro do cultivo protegido é muito importante e deve ser próxima do ideal para a cultura (18°C noturna e 25°C diurna), para que ocorra boa polinização e alta taxa de fixação de frutos. Temperaturas extremas influenciam na maturação irregular dos frutos e no aparecimento de distúrbios fisiológicos (MAKISHIMA & CARRIJO, 1998).

A fixação de frutos depende da polinização e fertilização que são fundamentais para a obtenção de frutos de alto valor comercial. A não fixação dos frutos ocasiona perda de produção, assim como à formação de frutos pequenos e defeituosos, que podem ocorrer por falhas na polinização (KINET & PEET, 2002).

7.4. CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos e nas condições deste trabalho pode-se concluir que os fungicidas de efeito fisiológico, principalmente, a mistura de piraclostrobina e boscalida, são muito eficientes em situações de estresse climático.

7.5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento deste projeto de pesquisa.

7.6. BIBLIOGRAFIA

ABAD, M.; GUARDIOLA, J.L. Fruit-set and development in the tomato grown under protected conditions during the cool season in the south-eastern coast region of Spain. The response to exogenous growth regulators. *Acta Horticulturae*, v.191, p.123-132, 1986.

AGRIANUAL 2012: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2012. 482 p.

AGUSTI, M.; ALMELA, V. **Aplicacion de fitorreguladores en citricultura**. Barcelona: Ed. Aedos, 1991. 262p.

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Editor: Marco Antônio Rezende Alvarenga. – Lavras: Editora UFLA, 2004. P. 27 – 30. 2004.

AMARO, A.C.E.; MACEDO, A.C.; SIRTOLI, L.F.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Influência de alguns fungicidas nas trocas gasosas e produção de plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, em condições de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira** 27: S1964-S1970. 2009.

BASF. **Cantus fungicida**. Disponível em: <<http://www.agro.basf.com.br/UI/Produtos.aspx?CodProduto=13>>. Acesso em: 15 ago. 2010.

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

CASILLAS, V.J.C.; LONDOÑO, I.J.; GUERRERO, A.H.; BUITRAGO, G.L.A. Análisis cuantitativo de la aplicacion de cuatro bioestimulants en el cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). **Acta Agronomica**, Palmira, v. 36, n. 2, p. 185-195, 1986.

CASTRO, P. Revisão sobre hormônios vegetais. ESALQ / USP Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/3319812/Hormonios-Vegetais>. (acesso em 30/09/08).

COOPER, W.C.; YOUNG, R.H., HENRY, W.H. Effect of growth regulators on bud growth and dormancy in citrus as influenced by season of year and climate. In: **Symposium International Citrus**, 1., Riverside, 1969. Proceedings. Riverside, 1969. p.301-314.

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

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008, 421 p.

HIGUTI, A.R.O.; GODOY, A.R.; SALATA, A. Da C.; CARDOSO, A.I.I. Produção de tomate em função da “vibração” das plantas. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.1, p.87-92, 2010

KINET, J.M.; PEET, M.M. Tomato. In: WIEN, H.C. (Ed.). **The physiology of vegetable crops**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. chap. 6, p.207-258.

LACA-BUENDIA, J.P. Efeito de reguladores de crescimento no algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, n.1, p.109-113, 1989.

LOPES, M.C.; STRIPARI, P.C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. (ed.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1988. 319p.

MACEDO, A.C. **Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de melão rendilhado, cultivadas em ambiente protegido**. 2012. 65f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

MAKISHIMA, N.; CARRIJO, O.A. **Cultivo Protegido do Tomateiro**. Circular Técnica da Embrapa Hortaliça, n. 13, 1998.

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

SAKATA NEWS, 2005. Ano 1, nº 2.

SOUZA LEÃO, P.C. de; SILVA, D.J.; SILVA, E.G. da. Efeito do ácido giberélico, do bioestimulante crop set e do anelamento na produção e na qualidade da uva ‘Thompson Seedless’ no vale do São Francisco. **Revista Brasrasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 3, p. 418-421, Dezembro. 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 690 p.

TAKAZAKI, P.E. Manejo e análise econômica de produção de tomate em estufa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTACIMENTO DE TOMATE, 1. **Anais...** Viçosa: SOB, 1989. p.77-87.

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

VENTURE. Can produce a crop that will stand out from the rest. 2006. **Crop Protection** 29. Available at www.farmersjournal.ie/cp2006/venture.pdf. Accessed in April 6, 2009.

8. CAPÍTULO 5



QUALIDADE DE FRUTOS DE TOMATE 'GIULIANA' TRATADOS COM PRODUTOS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS

Artigo enviado para a Revista Semina: Ciências Agrárias em 22/08/2012

Anamaria Ribeiro Pereira Ramos¹, Amanda Cristina Esteves Amaro¹, Ana Claudia Macedo¹, Guilherme S Shigueyuki de Assis Sugawara¹, Regina Marta Evangelista¹, João Domingos Rodrigues^{1,2} e Elizabeth Orika Ono^{1,2}

¹FCA/UNESP, *Campus* Botucatu, Departamento de Produção Vegetal – Horticultura, CP-237, 18603-970, Botucatu-SP, Brasil. e-mail: anamaria-ramos@oi.com.br, amandaamaro@uol.com.br, anamacedo85@gmail.com, gsdasugawara@fca.unesp.br

²IB/UNESP, *Campus* Botucatu, Departamento de Botânica, CP-510, 18618-970, Botucatu-SP, Brasil. e-mail: mingo@ibb.unesp.br, eoono@ibb.unesp.br.

RESUMO- O trabalho avaliou o efeito de estrobilurinas, boscalida, reguladores e extratos vegetais na qualidade físico-química de frutos de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), híbrido Giuliana. Os frutos de cada tratamento foram selecionados e separados em 4 repetições: testemunha, piraclostrobina, boscalida, piraclostrobina + boscalida, IBA + GA₃ + cinetina, GA₄₊₇ + benzilaminopurina e extrato vegetal. A primeira aplicação foi realizada 30 dias após o transplântio e as demais, a cada 15 dias. As avaliações foram: perda de massa, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), relação SS/AT, pH, teor de ácido ascórbico, textura, açúcares solúveis totais (AST), atividade da pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG). O teor de SS, responsável pelo sabor do fruto, variou em função dos tratamentos, sendo o maior para GA₄₊₇ + benzilaminopurina e o menor para a testemunha. O mesmo aconteceu com a relação SS/AT. Os frutos permaneceram por 9 dias em bancada, em temperatura ambiente e ao final desse tempo, alguns tratamentos ainda apresentavam frutos ótimos para o consumo, destacando-se o tratamento com boscalida, que apresentou menor perda de massa, seguido pela piraclostrobina. Assim, pode-se concluir que a aplicação dos tratamentos não alterou os valores de pH, AT e AST dos frutos. Notou-se maior atividade da PME nos tratamentos com boscalida e com a mistura de boscalida e piraclostrobina, ao mesmo tempo, se constatou menor atividade da PG nos tratamentos testemunha e piraclostrobina, indicando que alguns produtos aceleraram o processo de desmetilação das pectinas pela PME, facilitando a ação da PG.

Termos para indexação: *Solanum lycopersicum* L., estrobilurinas, boscalida, reguladores vegetais, pós-colheita.

FRUIT QUALITY OF TOMATO 'GIULIANA' TREATED WITH PRODUCTS WITH PHYSIOLOGICAL EFFECTS

ABSTRACT: The present work evaluated the effect of strobilurins, boscalid, plant growth regulators and vegetal extracts on the physico-chemical quality of tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L.), hybrid Giuliana. The fruits from each treatment were selected and separated in 4 repetitions: control, pyraclostrobin, boscalid, pyraclostrobin + boscalid, IBA + GA₃ + kinetin, GA₄₊₇ + benzylaminopurine and vegetal extract. The first application was carried out at 30 days after transplant and the following at every 15 days. The evaluations were: weight loss, titratable acidity (TA), soluble solids (SS), SS/TA relation, pH, ascorbic acid content, texture, total soluble sugars (TSS), activity of pectin methyl esterase (PME) and polygalacturonase (PG). The SS content, responsible for fruit flavor, varied accordingly to the treatment, being highest for GA₄₊₇ + benzylaminopurine and lowest for the control. The same occurred regarding the SS/AT relation. The fruits were kept on the shelf for 9 days, at room temperature, being that at the end of this period several treatments still presented fruit in optimal consumption conditions, notably the boscalid treatment, which presented lowest weight loss, followed by pyraclostrobin. Therefore, it can be concluded that the application of the treatments did not modify the values for pH, AT and AST of the fruits. The highest PME activity was observed for the treatments with boscalid and the mixture of boscalid and pyraclostrobin, while the lowest PG activity occurred in the control and the pyraclostrobin treatment, indicating that some products accelerated the process of demethylation of pectins by PME, facilitating the action of PG.

Index terms: *Solanum lycopersicum* L., strobilurins, boscalid, plant growth regulators, post-harvest.

8.1. INTRODUÇÃO

A produção do fruto de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) pode ser para a indústria (processados) ou para o consumo *in natura*. O grupo de tomate Saladete, também chamado de tomate italiano, é recomendado tanto para o consumo *in natura*, como para o processado. Os frutos são alongados, biloculares, com polpa espessa, coloração vermelha intensa, firmes e saborosos (ALVARENGA, 2004; FILGUEIRA, 2008).

Embora a produção de tomate ocorra em todas as regiões do país e em diferentes épocas do ano, a sazonalidade da oferta e dos preços ocorre em grandes centros e as estimativas de perdas pós-colheita de tomate são superiores a 30%, especialmente por deterioração fisiológica, desenvolvimento de doenças e danos mecânicos (LUENGO et al., 2001). Assim, o controle do processo de amadurecimento dos frutos de tomate, aumentando seu tempo de comercialização, pode melhorar a distribuição dessa hortaliça para diferentes regiões do país e diminuir as perdas pós-colheita. Um dos grandes desafios da horticultura é melhorar a qualidade, aumentando a vida útil do produto e diminuindo as perdas pós-colheita (JUNQUEIRA & LUENGO, 2000; VILELA & MACEDO, 2000).

Um importante manejo em frutos é retardar o amadurecimento e a senescência e proporcionar textura mais firme dos frutos, conferindo-lhes maior resistência aos danos de natureza fisiológica, microbiana e mecânica, aumentando seu tempo de prateleira. Alguns produtos podem reduzir a respiração de frutos climatéricos, como é o caso do fruto de tomateiro (DAVIES et al., 1981), atrasando o processo de amadurecimento de frutos.

Já foi evidenciado o papel dos reguladores vegetais, principalmente, as giberelinas no amadurecimento de frutos, os quais têm sido estudados como retardadores da senescência. O ácido giberélico tem sido utilizado em limões e tomates para a melhoria da qualidade e aparência no armazenamento (CHITARRA, 2005). A aplicação exógena de giberelina permite retardar o aparecimento da coloração vermelha em tomate e a maturação em banana e caqui (TAIZ & ZEIGER, 2011).

No início dos anos 80 observou-se que o fungo *Strobiluros tenacellus* produzia uma substância, denominada de estrobilurina, que apresentava ação antifúngica. Com a utilização dessa substância como fungicida, observou-se também, que estas moléculas atuavam de forma positiva sobre a fisiologia das plantas, através da diminuição da respiração e da redução da produção de etileno, o que pode influenciar a qualidade pós-colheita (KÖEHLE et al., 1994;). 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. As estrobilurinas podem também, inibir a síntese de etileno nos frutos, retardando, principalmente, o amadurecimento de frutos climatéricos.

O boscalida é um fungicida pertencente à família das carboxamidas

e ao grupo químico das anilidas e possui os mesmos efeitos das estrobilurinas, além de fornecer proteção antifúngica preventiva da planta (VENTURE, 2006).

Visando atender as exigências do mercado, visto que o consumidor requer frutos onde a aparência, ou seja, tamanho, ausência de defeitos, firmeza e coloração são os atributos de qualidade mais procurados, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de estrobilurina, boscalida, reguladores vegetais e extrato vegetal na qualidade física e química de frutos de tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Giuliana, cultivados em ambiente protegido.

8.2. MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de tomateiro híbrido Giuliana foram colhidos em novembro de 2010, no pico da produção aos 116 dias após o transplante (DAT) na Fazenda Experimental de São Manuel da UNESP-FCA, Botucatu, SP, com as seguintes coordenadas geográficas: 22° 44' S de latitude, 47° 34' W de longitude e 750 metros de altitude. O clima da região é do tipo mesotérmico subtropical úmido com estiagem na época de inverno (PEEL et al., 2007).

Os frutos foram transportados para o laboratório de fisiologia pós-colheita do Departamento de Horticultura, lavados em água corrente e selecionados quanto à uniformidade de tamanho, ausência de defeitos, estágio de maturidade e separados em quatro repetições, conforme os tratamentos realizados nas plantas em campo: T1 – testemunha, T2- piraclostrobina 0,2 g L⁻¹, T3- boscalida 0,075 g L⁻¹, T4- piraclostrobina 0,2 g L⁻¹ + boscalida 0,075 g L⁻¹, T5- IBA + GA₃ + cinetina 375 mg L⁻¹, T6- GA₄₊₇ + benzilaminopurina 100 mg L⁻¹ e T7 – extrato vegetal 100 mg L⁻¹ (todos com adição de óleo vegetal a 0,5%).

Como fonte de boscalida utilizou-se o produto comercial Cantus® contendo 500 g kg⁻¹ do p.a. e para piraclostrobina o produto comercial Comet® contendo 250 g L⁻¹ do p.a., ambos da BASF S.A. Como fonte da mistura de ácido indolilbutírico (IBA- auxina), GA₃ (giberelina) e cinetina (citocinina) utilizou-se o produto comercial Stimulate® contendo 90 mg L⁻¹ de cinetina (Kt), 50 mg L⁻¹ de IBA e 50 mg L⁻¹ de GA₃ por litro do produto, fabricado pela Stoller do Brasil S.A. Como fonte da mistura de benzilaminopurina (citocinina) e GA₄ + GA₇ (giberelinas), o produto comercial Promalin® contendo 1,8% de GA₄₊₇ e 1,8% de benzil-aminopurina (BAP) fabricado pela Sumitomo

do Brasil. Como fonte do extrato vegetal, utilizou-se o produto comercial Crop Set®, um estimulante vegetal composto de extratos de Agave (*Yucca schidigera*) e ação semelhante às citocininas (SOUZA LEÃO ET AL., 2005) e micronutrientes minerais contendo 1% de Cobre, 4,69% de enxofre, 2,5% de ferro e 3% de manganês da Improcop do Brasil Ltda.

A primeira aplicação dos tratamentos foi realizada aos 30 dias após o transplante das mudas, no início do florescimento e as demais a cada 15 dias. As aplicações dos tratamentos foram via foliar realizadas com o uso de pulverizador manual de CO₂ pressurizado, com pressão de 2 kgf cm⁻² e vazão de 0,2 L min⁻¹, utilizando-se cortina plástica entre os tratamentos para evitar a deriva.

Foram selecionados dez frutos de cada repetição para avaliação de perda de massa, os quais foram divididos em cinco bandejas de isopor (18 x 10 cm), onde foram pesados a cada dois dias até o 9º dia. Esses frutos foram mantidos sobre bancada do laboratório de fisiologia pós-colheita com temperatura média de 27°C e umidade relativa de 60%. Para o cálculo da perda de massa foi utilizada a diferença entre as pesagens em cada intervalo de tempo e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

Para a avaliação de produção, os frutos foram selecionados em “não comercial” e “comercial”, sendo considerados frutos com diâmetro menor que 40 mm e frutos deformados, “não comercial” e maior que 40 e menor que 90 mm, “comercial”.

A textura dos frutos foi medida em dois frutos inteiros com casca, em dois pontos centrais de cada fruto, utilizando-se texturômetro (STEVENS – LFRA texture analyses), com distância de penetração de 10 mm e velocidade de 2,0 mm s⁻¹, utilizando-se ponteiro dTA 9/1000. Os resultados foram expressos em grama-força (gf cm⁻²).

A acidez titulável (AT) foi expressa em gramas de ácido cítrico por 100 g de polpa, obtida pela titulação de 5 g de polpa homogeneizada e diluída para 100 mL de água destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 N, tendo como indicador a fenolftaleína, conforme recomendação do Instituto Adolfo Lutz (1985).

O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado com refratômetro digital tipo Palette PR – 32, marca ATAGO, com compensação de temperatura automática (AOAC, 1992) e os resultados expressos em °Brix.

O pH foi determinado por leitura direta em solução de polpa homogeneizada utilizando-se potenciômetro (Digital DMPH-2), conforme técnica descrita por Pregnotatto & Pregnotatto (1985).

O conteúdo de ácido ascórbico (AA) foi determinado a partir de 10 g de polpa, por titulação em ácido oxálico a 0,5% com 2,6-diclorofenolindofenol (DFI) a 0,01 N, com resultados expressos em mL de ácido ascórbico 100 mL⁻¹ de polpa (MAPA, 2006).

O teor de açúcares solúveis totais (AST) foi determinado pelo método descrito por Somogy e adaptado por Nelson (1944) e os resultados expressos em porcentagem (%).

A extração dos carotenóides totais foi realizada na matéria fresca, segundo o método validado por Sims & Gamon (2002). As leituras foram realizadas na região do visível a 663 (clorofila a), 647 (clorofila b), 537 (antocianina) e 470 (carotenóides) nm. Os valores de absorvância foram convertidos em µg de carotenóides totais g⁻¹.

A atividade da pectinametilesterase (PME) (E.C. 3.1.1.11) foi determinada segundo Hultin et al. (1966). Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 nmol de NaOH min⁻¹ g⁻¹ de massa fresca, nas condições do ensaio. O resultado foi expresso em U.E. min⁻¹ grama de tecido⁻¹.

A determinação da atividade da poligalacturonase (PG) (EC 3.2.1.15) seguiu a metodologia descrita por Pressey & Avants (1982). Uma unidade de atividade da poligalacturonase foi considerada como a quantidade de enzima capaz de catalisar a formação de um nmol de grupos redutores por minuto nas condições do ensaio. Os resultados foram expressos em U.E. min⁻¹ grama de tecido⁻¹.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com 7 tratamentos, 4 repetições e os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

8.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH dos frutos de tomate variaram entre 4,27 a 4,37, não sendo influenciados significativamente pelos tratamentos realizados nas plantas, durante a produção dos frutos (Tabela 1). Esses valores confirmam a classificação do tomate como fruto ácido, por possuir pH menor que 4,5 (GIORDANO et al., 2000). O pH pode variar com as condições de cultivo, mas é desejável que esses valores sejam baixos

para diminuir a incidência de micro-organismos (CAVASSA et al., 2004).

A acidez titulável (AT) em frutos de tomateiro híbrido Giuliana também não apresentou diferença entre os tratamentos avaliados (Tabela 1). Sabe-se que os teores de ácidos orgânicos nos frutos são influenciados por vários fatores, entre eles o estágio de maturação, nutrição e condições climáticas. Após o amadurecimento, durante a colheita e no armazenamento, a quantidade de ácidos orgânicos tende a cair, em função dos processos respiratórios, pois ocorre a oxidação e a conversão destes em açúcares (CHITARRA, 2005).

O teor de sólidos solúveis (SS), determinado em °Brix, é o principal responsável pelo sabor do fruto e pode ser influenciado pela adubação, temperatura, irrigação e, principalmente, pelas características genéticas da cultivar. Os teores de sólidos solúveis variaram em função dos tratamentos, sendo o maior valor de 5,08°Brix para o tratamento com GA₄₊₇ + benzilaminopurina e o menor para a testemunha com 4,08°Brix (Tabela 1). Comportamento semelhante foi observado na relação SS/AT, onde o tratamento com o maior valor foi o mesmo para o do teor de sólidos solúveis, GA₄₊₇ + benzilaminopurina. Segundo Pedro & Ferreira (2005), o balanço entre a acidez e o teor de açúcares, do ponto de vista sensorial, é o responsável pelo sabor característico dos frutos. Um alto valor nessa relação indica uma ótima combinação de açúcares e ácidos que se correlacionam com um sabor suave (CHITARRA, 2005). O tomate é considerado de excelente qualidade quando apresenta relação de sólidos solúveis/acidez titulável superior a 10 (KADER et al., 1978), fato este observado em todos os tratamentos deste trabalho (Tabela 1). Trabalhos com tomate realizados por Mencareli & Saltveit (1988) e Carvalho et al. (1985) encontraram valores da relação SS/AT da ordem de 11,8 e 13,4, respectivamente, semelhantes aos obtidos neste trabalho.

Os teores de açúcares solúveis totais não variaram em função dos tratamentos, evidenciando que os produtos utilizados nos tratamentos não interferem nessa característica (Tabela 2). Já a textura e o teor de ácido ascórbico sofreram influência com as aplicações dos diferentes tratamentos.

O tratamento com a mistura de piraclostrobina e boscalida apresentou valores superiores de textura indicando fruto mais firme e com melhor conservação pós-colheita (Tabela 2), visto que este foi o tratamento que apresentou a menor porcentagem de perda de massa (Figura 1), ao longo do tempo de avaliação.

Tabela 1: Valores médios de pH, sólidos solúveis (SS, °Brix), acidez titulável (AT, % ácido cítrico) e relação SS/AT em frutos de tomate híbrido Giuliana tratados com diferentes produtos químicos. Botucatu, SP. 2010.

	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (% ác.cítrico)	SS/AT
Testemunha	4,35 a	4,08 B	0,29 a	14,09 b
Piraclostrobina	4,33 a	4,18 B	0,31 a	13,41 b
Boscalida	4,30 a	4,63 ab	0,30 a	15,27 ab
Piraclostrobina + Boscalida	4,32 a	4,55 ab	0,31 a	14,68 ab
IBA + GA ₃ + Cinetina	4,27 a	4,50 ab	0,30 a	15,04 ab
GA ₄₊₇ + benzilaminopurina	4,32 a	5,08 A	0,30 a	16,98 a
Extrato vegetal	4,37 a	4,33 B	0,31 a	14,06 b
cv (%)	1,26	6,07	5,87	7,52

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Na análise do teor de ácido ascórbico, os tratamentos com piraclostrobina + boscalida; IBA + GA₃ + Cinetina; extrato vegetal e GA₄₊₇ + benzilaminopurina, mostraram melhores resultados, e este último apresentou um aumento de 31,82% em relação à testemunha (Tabela 2).

Tabela 2: Valores médios de textura (gf cm⁻²), ácido ascórbico (AA, mg 100 g⁻¹ de polpa) e açúcares totais (%) em frutos de tomate híbrido Giuliana tratados com diferentes produtos químicos. Botucatu, SP. 2010.

	Textura (gf cm ⁻²)	AA (mg 100 g ⁻¹)	Açúcares solúveis total (%)
Testemunha	97,08 abc	55,00 b	2,90 A
Piraclostrobina	87,00 bc	53,75 b	2,51 A
Boscalida	99,33 abc	52,00 b	2,64 A
Piraclostrobina + Boscalida	121,67 a	61,50 ab	2,90 A
IBA + GA ₃ + Cinetina	90,75 abc	59,25 ab	2,68 A
GA ₄₊₇ + benzilaminopurina	110,50 ab	72,50 a	2,74 A
Extrato vegetal	76,75 c	58,25 ab	2,55 A
cv (%)	14,00	12,16	11,09

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os teores de antocianinas e carotenóides foram mais elevados nos

tratamentos com a mistura de boscalida + piraclostrobina e IBA + GA₃ + Cinetina, não diferiram da testemunha, mostrando que os outros tratamentos influenciaram na coloração dos frutos (Tabela 3). Os teores de clorofilas a e b também foram mais elevados no tratamento com a mistura de boscalida + piraclostrobina, boscalida e IBA + GA₃ + Cinetina, não diferindo da testemunha. Segundo Grossmann & Retzlaff (1997), as estrobirulinas (piraclostrobina) proporcionam folhas mais verdes, com maior teor de clorofila, com 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. As baixas concentrações de etileno, diminuem a degradação das citocininas, retardando a degradação da clorofila, provocando o que é chamado de “efeito verde” (GROSSMANN & RETZLAFF, 1997; YPEMA & GOLD, 1999).

Tabela 3: Valores médios de clorofila a (ug g⁻¹), clorofila b (ug g⁻¹), antocianinas (ug g⁻¹) e carotenóides (ug g⁻¹) em frutos de tomate híbrido Giuliana tratados com diferentes produtos químicos. Botucatu, SP. 2010.

	Clorofila a (ug g ⁻¹)	Clorofila b (ug g ⁻¹)	Antocianina (ug g ⁻¹)	Carotenóide (ug g ⁻¹)
Testemunha	31,24 a	55,99 a	154,63 ab	39,53 abc
Piraclostrobina	26,13 ab	41,44 bc	127,43 bc	43,66 ab
Boscalida	28,62 ab	47,85 ab	146,32 ab	32,23 bc
Piraclostrobina + Boscalida	30,56 a	49,55 ab	175,85 a	53,30 a
IBA + GA ₃ + Cinetina	34,93 a	53,71 ab	175,00 ab	40,52 abc
GA ₄₊₇ + benzilaminopurina	27,74 ab	31,40 cd	136,03 abc	36,57 bc
Extrato vegetal	16,58 b	26,12 d	93,59 c	29,58 c
cv (%)	18,77	13,36	14,4	15,41

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os frutos permaneceram por 9 dias sobre a bancada, com temperatura ambiente em torno de 27°C e umidade relativa média de 60%. Ao final desse período, alguns tratamentos ainda apresentavam frutos ótimos para o consumo e o tratamento que mais se destacou na manutenção das características visuais dos frutos de tomateiro foi o boscalida, que apresentou menor perda de massa, seguido pela piraclostrobina (Figura 1).

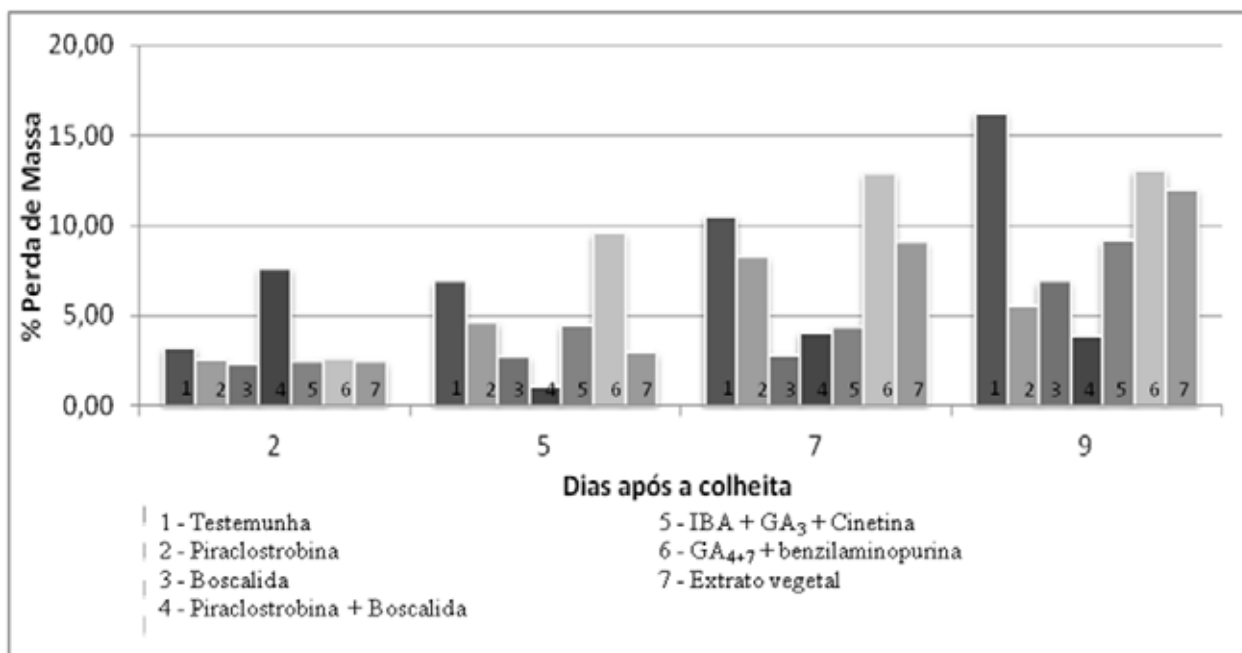


Figura 1. Perda de massa (%) de frutos de tomate híbrido Giuliana tratados com diferentes produtos químicos, durante 9 dias. Botucatu, SP. 2010.

A parcial desmetilação da pectina é necessária antes que a PG possa trazer significativa hidrólise, então, a PME pode ter a função de preparar o substrato para ser hidrolizado pela PG. A atividade da PME aumenta a atividade da PG, mostrando que a atividade da poligalacturonase é dependente da condição do apoplasto do pericarpo dos frutos (AWAD & YOUNG, 1979).

Os resultados mostram diferenças na atividade das enzimas PME e PG em função da aplicação dos tratamentos. Notou-se maior atividade de PME nos tratamentos com boscalida e com a mistura de boscalida e piraclostrobina, 51581,89 U.E. $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$ e 49696,51 U.E. $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$, respectivamente (Figuras 2 e 3). Ao mesmo tempo, se constatou menor atividade da PG nos tratamentos testemunha e piraclostrobina, 191,34 U.E. $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$ e 235,09 U.E. $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$, respectivamente, indicando que alguns produtos aceleraram o processo de desmetilação das pectinas pela PME (CHITARRA, 2005), facilitando com isso, a ação da PG que aumenta sua atividade pois, tem maior afinidade pelo substrato linear (ANTHON et al., 2002).

Ali et al. (2004) constataram que o início da perda de firmeza dos frutos de carambola, goiaba, banana e mamão foi acompanhada pelo aumento da atividade da PME. Fontes et al. (2008), avaliando a relação entre a firmeza e a atividade da PME da polpa de mamão cv. Sunrise Solo, também constataram que à medida que a firmeza da polpa decresceu, a atividade da PME aumentou. Nesse experimento foi observada apenas a

atividade no momento da colheita dos frutos.

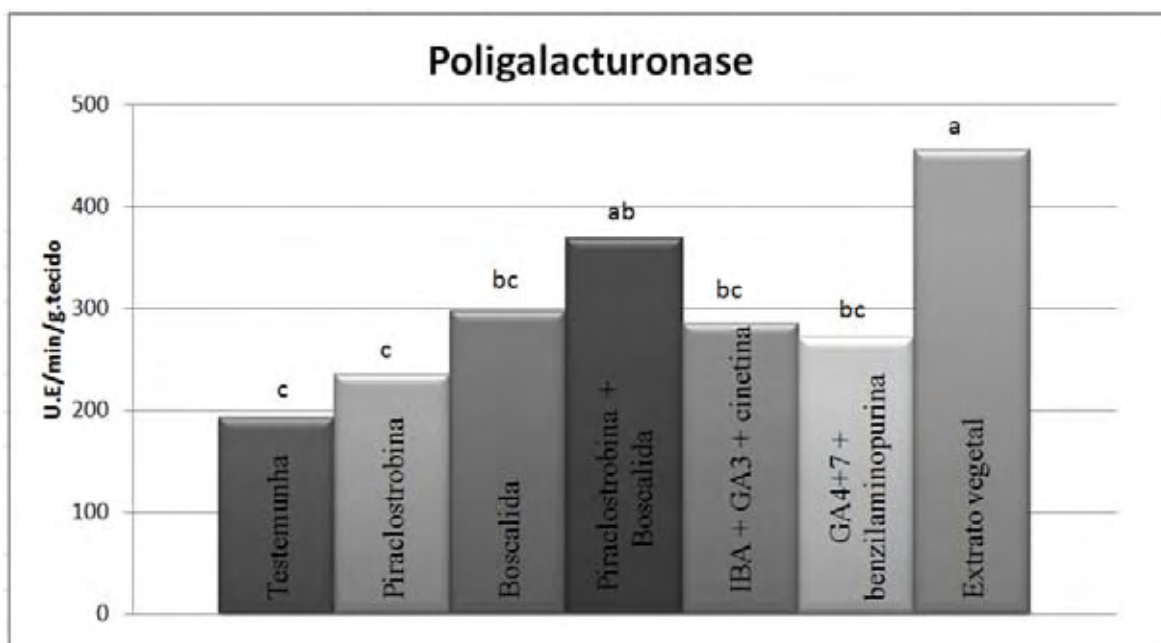


Figura 2. Atividade da enzima poligalacturonase (PG- U.E./min/g tecido) em frutos de tomate híbrido Giuliana tratados com diferentes produtos químicos. Botucatu, SP. 2010.

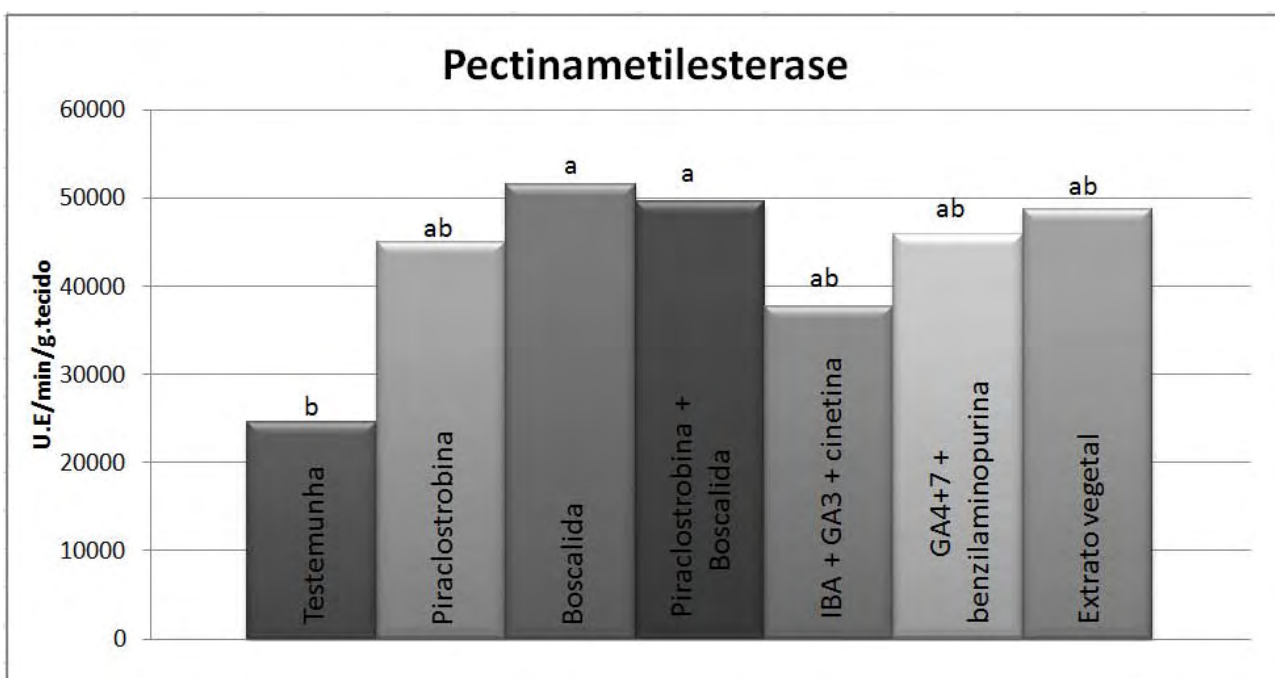


Figura 3. Atividade da enzima pectinametilesterase (PME- U.E./min/g tecido) em frutos de tomate híbrido Giuliana tratados com diferentes produtos químicos. Botucatu, SP. 2010.

Pode-se constatar que nem sempre uma menor firmeza do fruto esteja relacionada a uma maior atividade da enzima PME, já que nesse experimento foi

observada uma maior firmeza dos frutos tratados com boscalida. Alguns autores têm mencionado que a PME tem pouca influência no amolecimento do fruto, servindo apenas como ativadora da PG, pois facilita a atividade desta última pela desmetilação das pectinas (BICALHO et al., 2000).

Nas condições em que o experimento foi conduzido, os resultados obtidos permitiram concluir que a aplicação dos tratamentos não alterou os valores de pH, acidez titulável e açúcares redutores dos frutos. Já os teores de sólidos solúveis, a relação entre sólidos solúveis e acidez titulável e os teores de ácido ascórbico mostraram maiores valores para o tratamento com a associação entre piraclostrobina e boscalida, que apresentou também menor perda de massa até os 9 dias de armazenamento em temperatura ambiente. Além disso, notou-se maior atividade de PME nos tratamentos com boscalida e com a mistura de boscalida e piraclostrobina e menor atividade da PG nos tratamentos testemunha e piraclostrobina, indicando que alguns produtos aceleram o processo de desmetilação das pectinas pela PME, portanto a aplicação de piraclostrobina associado a boscalida melhora a pós-colheita dos frutos de tomate Giuliana.

8.4. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento deste projeto de pesquisa.

8.5. BIBLIOGRAFIA

ALI, Z.M.; CHIN, L.; MARIMUTHU, M.; LAZAN, H. Low temperature storage and modified atmosphere packaging of carambola fruit and their effects on ripening related texture changes, wall modification and chilling injury symptoms. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 33, n. 2, p. 181-192, 2004

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Editor: Marco Antônio Rezende Alvarenga. – Lavras: Editora UFLA, 2004. P. 27 – 30. 2004.

ANTHON, G.E., SEKINE, Y., WATANABE, N.; BARRETT D.M. Thermal inactivation of pectin methylesterase, polygalacturonase, and peroxidase in tomato juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.6153-6159, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. 11 ed. Washington, 1992. 1015p.

AWAD, M.; YOUNG, R.E. Postharvest variation in cellulase, polygalacturonase, and pectinmethylesterase in avocado (*Persea americana* Mill, cv.Fuerte) fruits in relation to respiration and ethylene production. **Plant Physiology**. v.64, p.306-308, 1979.

BICALHO, U.O.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F.; COELHO, A.H.R. Modificações texturais em mamões submetidos à aplicação pós-colheita de cálcio e embalagem de PVC. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p.136 -146, 2000.

CARVALHO, V.D. de; CHALFOUN, S.M.; PAULA, M.B. de. Mudanças nas características de qualidade dos frutos durante o desenvolvimento do tomate. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.20, n.10, p.1217-1221, 1985.

CAVASSA, A.L.C.; FERREIRA, M.D.; TAVARES, M.; VIGATTO, RENATO Conservação Pós-colheita de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cv. Kátia, utilizando coberturas comestíveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2004. p.1-4.

CHITARRA, M.I.F. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio** / Maria Isabel Fernandes Chitarra, Admilson Bosco Chitarra. – 2. ed. Ver. E ampl. – Lavras: UFLA, 2005. 785 p.:il.

DAVIES, J.N.; HOBSON, G.E.; MCGLASSON, W.B. The constituents of tomato fruit: the influence of environment, nutrition and genotype. **CRC Crit. Rev.Food Sci. Nutr.**, v.15, p.205-280, 1981.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008, 421 p.

FONTES, R.V., SANTOS, M.P., FALGUETO, A.R., SILVA, D.M. Atividade da pectinametilesterase e sua relação com a perda de firmeza da polpa de mamão cv. Sunrise Solo e Tainung. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.1, p.54-58, março 2008.

GIORDANO, L.B.; SILVA, J.B.C.; BARBOSA, V. Colheita. In: SILVA, J.B.C. da; GIORDANO, L. de B. (Org.). **Tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia: EMBRAPA-CNPQ, 2000. p. 128-135.

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.

HULTIN, H.O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterases of the banana: purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 31, n. 3, p. 320-327, May/June 1966.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3ª ed. São Paulo, 1985. v.1.

JUNQUEIRA, A.H.; LUENGO, R.F. A. Mercados diferenciados de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.2, p.95-99,2000.

KADER, A.A.; MORRIS, L.L.; STEVENS, M.A. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** Alexandria, v.103, n.1, p.6-13, 1978.

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

LUENGO, R.F.A.; MOITA, A.W.; NASCIMENTO, E.F. MELO M.F. Redução de perdas pós-colheita em tomate de mesa acondicionado em três tipos de caixas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.2, p. 151-154, 2001.

MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Métodos Oficiais para Análises Físico-Químicas de Bebidas e Vinagres/ Não alcoólicos. Disponível em:

<http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: novembro/2009.

MENCARELLI, F.; SALTVEIT JR, M.E. Ripening of mature green tomato fruit slices. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, Alexandria, v.113, n.5, p.742-745, 1988.

NELSON, N.A. Photometria adaptation of Somogy method for determination of glucose. **Journal Biological Chemistry**, Baltimore, v. 31, n. 2, p. 159-161, 1944.

PEDRO, A.M.K.; FERREIRA, M.M.C. Non-Destructive determination of solids and carotenoids in tomato products by near infrared spectroscopy and multivariate calibration. **Anal. Chem.**, v.77, p. 2505-2511, 2005.

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.

PREGNOLATTO, W.; PREGNOLATTO, N.P. (Coord.) **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985.

PRESSEY, R.; AVANTS, J.K. Solubilization of cell walls by tomato polygalacturonase: effects of pectinesterases. **Journal of Food Biochemistry**. v.1, n.6, p.57-74, 1982.

SIMS, D.A.; GAMON, J.A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, v.81, p. 337-354, 2002.

SOUZA LEÃO, P.C. de; SILVA, D.J.; SILVA, E.G. da;. Efeito do ácido giberélico, do bioestimulante crop set e do anelamento na produção e na qualidade da uva 'Thompson Seedless' no vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 3, p. 418-421, Dezembro. 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 690 p.

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

VILELA, N.J.; MACEDO, M.M.C. Fluxo de poder no agronegócio: O caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n 2, p.88- 94,2000.

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

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em 2009 foram observadas altas precipitações noturnas, contribuindo para um aumento da umidade relativa associada a altas temperaturas durante o dia, esses fatores contribuíram de forma significativa para um elevado número de frutos não comerciais, influenciando negativamente na produtividade. Já em 2010, foram observados altos índices de plantas com sintomas de vírus, que foram eliminadas.

Nos anos de 2009 e 2010, as plantas tratadas com GA₄₊₇ + benzilaminopurina apresentaram muitos frutos pequenos e de aparência rugosa e também nessas plantas apareceram “raízes” ao longo do caule, indicando que, possivelmente, estava ocorrendo fitotoxidez do produto. Esse fato foi constatado pela instalação de um experimento paralelo, com concentrações maiores e menores, onde não foram observados esses sintomas nas menores concentrações.

Em condições climáticas estressantes, a mistura entre piraclostrobina + boscalida, retardou o amarelecimento das folhas, atrasou a senescência e prolongou a atividade fotossintética das plantas de tomate ‘Giuliana’, com isso, melhorou a produtividade.

Com as condições climáticas estáveis, os reguladores vegetais, como o GA₄₊₇ + benzilaminopurina, aumentaram a produção. E os fungicidas de efeito fisiológicos, como a mistura de piraclostrobina + boscalida, melhoraram os fatores de qualidade, como os sólidos solúveis, teor de ácido ascórbico, relação entre sólidos solúveis e acidez titulável, e também foi o tratamento onde ocorreu a menor perda de massa durante o armazenamento em temperatura ambiente durante nove dias.

Independente da condição climática, o tratamento com a mistura entre piraclostrobina e boscalida, destacou-se dos demais, sendo recomendado a sua aplicação na produção do tomate ‘Giuliana’ em cultivo protegido.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2012: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2012. 482 p.

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

AL-SHAIBANI ALI, M.H.; GREIG, J.K. Effects of storage and cultivar on some quality attributes of tomatoes. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 104, n. 6, p. 800-812, 1979.

ALVARENGA, M.A.R. Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Editor: Marco Antônio Rezende Alvarenga. – Lavras: Editora UFLA, 2004. P. 27 – 30. 2004.

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

AMARO, A.C.E.; MACEDO, A.C.; SIRTOLI, L.F.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Influência de alguns fungicidas nas trocas gasosas e produção de plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, em condições de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira** 27: S1964-S1970. 2009.

ANTHON, A.; BARRETT, D.M. Thermal inactivation of lipoxygenase and hydroperoxytrienoiclyase in tomatoes. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 81, n. 2, p. 275-279, 2003.

ANZA, M.; RIGA, P.; GARBISU, C. Effects of variety and growth season on the organoleptic and nutritional quality of hydroponically grown tomato. **Journal of Food Quality**, Westport, v. 29, n. 1, p. 16-37, Feb. 2006.

APEL, K.; HIRT, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. **Annual Review of Plant Biology**, Gray, v. 55, n. 123, p. 373-399, 2004.

ARTECA, R.N. **Plant growth substances principles and applications**. New York: Chapman and Hall, 1995. 332 p.

ARTECA, R. D. **Plant growth substances: principles and applications**. New York: Chapman & Hall, 1996.

ASADA, K. The water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygen and dissipation of excess photons. **Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.**, Gray, v. 50, n. 118, p. 601-39, 1999.

ASSMANN, S.M.; SHYMAZAKI, K. The multisensory guard cell. Stomatal responses to blue light and abscisic acid. **Plant Physiology**, v.119, p.809-815, mar. 1999.

AXELOS M, TEYSSENDIER DE LA SERVE B, PÉAUD-LENOËL C. Level of messenger Rna encoding small subunit ribulose biphosphate carboxylase is enhanced by cytokins in tobacco cell suspension cultures. **Biochimie**, Amsterdam, n. 69, p. 671-675, 1987.

BARTETT, D.W.; CLOUGH, J.M.; GODFREY, C.R.A.; GODWIN, J.R.; HALL, A.A.; HEANEY, S.P.; MAUND, S.J. Understanding the strobirulin fungicides. **Pesticide Outlook**, Cambridge, v. 12, n. 4, p. 143-146, 2001.

BARREIRO, A.P.; ZUCARELI, V.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Analise de crescimento de plantas de manjericao tratadas com reguladores vegetais. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 4, p. 563-567, 2006.

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

BASF. Cantus e Opera são os principais destaques da BASF na Fenicafé 2007. 2007. Disponível em: <<http://agro.basf.com.br/informacoes/imprensa/2007/marco/noticias01.asp>>. Acesso em: 9 dez. 2010.

BASF. **Cantus fungicida**. Disponível em: <<http://www.agro.basf.com.br/UI/Produtos.aspx?CodProduto=13>>. Acesso em: 15 ago. 2010.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: Funep, 41p. 2003.

BENKOVÁ, E.; WITTERS, E.; DONGEN, W.V.; KOLAR, J.; MOTYKA, V.; BRZOBOHATÝ, B.; ONCKELEN, H.A.V.; MACHÁCKOVÁ, I. Cytokinins in tobacco and wheat chloroplasts. Occurrence and changes due to light/dark treatment. **Plant Physiology**, Waterbury, n. 121, p. 245-252, 1999.

BERG, J.M., TYMOCZKO, J.L. & STRYER, L. **Bioquímica**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

BERGMANN, H.; LIPPMANN, B.; LEINHOS, V.; TIROKE, S.; MACHELETT, B. Activation of stress resistance in plants and consequences for product quality. **Journal Application of Botany**, Berlim, v. 73, p. 153-161, 1999.

BERLETH, T.; SACHS, T. The morphogenesis: long distance coordination and local patterning. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 4, p. 57-62, 2001.

BERRIE, A.M.M. Germination and dormancy. In: WILKINS, M. B. (Ed.) **Advanced Plant Physiology**, Pitman, London: Pitman, 1984. p. 440-468.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. New York: Plenum, 1986. 367 p.

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.

BOOKER, J.; CHATFIELD, S.; LEYSER, O. Auxin acts in xylem-associated or medullary cells to mediate apical dominance. **The Plant Cell**, Baltimore, v. 15, p. 495-507, 2003.

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

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

BOTELHO, B.A.; PEREZ, S.C.J.G.A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 43-49, 2001.

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

BRYSON, R.J.; LEANDRO, L.; JONES, D.R. The physiological effects of kresoxim-methyl on wheat leaf greenness and the implication for crop yield. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE-PESTS AND DISEASES, 2000, Farnham. **Proceedings...** Farnham: British Crop Protection Council, 2000. p. 739-747.

BUKOVAC, M.J. & WITTEWER, S.H. Gibberellin and higher plants, II. Induction of flowering in biennials. **Quarterly Bulletin Michigan Agricultural Experiment Station**, East Lansing, v. 39, p. 650-660, 1957.

BUSCHMANN, C.; LITCHENTHALER, H.K. Hill-activity and P700 concentration of chloroplasts isolated from radish seedlings treated with indolacetic acid, kinetin or gibberellic acid. **Z. Naturforsch**, Tübingen, n. 32c, p. 798-802, 1977.

CALBO, A.G.; MORETTI, C.L.; HENZ, G.P. Respiração de Frutas e Hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 10p. (Embrapa Hortaliças - Comunicado Técnico, 46).

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.

CARLUCCI, M.V.; CASTRO, P.R.C. Efeitos do ATONIK na frutificacao do tomateiro "Miguel Pereira". **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 39, p. 605-614, 1982.

CARVALHO, J.R. de; PAGLIUCA, L.G. Tomate, um mercado que não pára de crescer globalmente. **Revista Hortifruti Brasil**, Piracicaba, n. 58, p. 6, 2007.

CASILLAS, J.C.; LONDONO, J.; GUERREIRO, H.; BUITRAGO, L.A. Analisis Cuantitativo de La aplicacion de cuatro bioestimulantes em el cultivo rabano (*Raphanus sativus* L.). **Acta Agronomica**, Palmira, v. 36, p. 185-195, 1986.

CASIMIRO, I.; MARCHANT, A.; BHALERAO, R.P.; BEECKMAN, T.; DHOOGHE, S.; SWARUP, R.; GRAHAM, N.; INZÉ, D.; SANDBERG, G.; CASERO, P.J.; BENNETT, M. Auxin transport promotes Arabidopsis lateral root initiation. **The Plant Cell**, Baltimore, v. 13, p. 843-852, 2001.

CASTRO, P.R.E.; VIEIRA, E.L. Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro. V. **Feijão irrigado: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ, 2003. p. 28.

CASTRO, P. Revisão sobre hormônios vegetais. ESALQ / USP Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/3319812/Hormonios-Vegetais>. (acesso em 30/09/08).

CASTRO, P.R.C.; MELLOTO, E. Bioestimulantes e hormônios aplicados via foliar. In: BOARETO, A.E.; ROSOLEM, C.A. **Adubação foliar**. Campinas: Fundacao Cargill, 1989. v. 1, cap. 8, p. 191-235.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicação de Reguladores Vegetais na Agricultura Tropical**. 2001, 131p.

CHITARRA, M.I. F. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio / Maria Isabel Fernandes Chitarra, Admilson Bosco Chitarra. – 2. ed. Ver. E ampl. – Lavras: UFLA, 2005. 785 p.:il.

CHORY, J.; AGUILAR, N.; PETO, C.A. The phenotype of *Arabidopsis thaliana det1* mutants suggest a role for cytokinins in greening. In: **Molecular Biology of Plant Development**, JENKINS, G.I.; SCHUCH, W. (eds.), p.21-29. The Company of Biologists Ltd: Cambridge, 1991.

CLARK, D.C. Agronomic implication of some morphological and biochemical effects of Trifloxistrobin in wheat growing. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, Leverkusen, v. 56, n. 2, p. 281-296, 2003.

DOUDICAN, N.A., SONG, B., SHADEL, G.S., DOETSCH, P.W. Oxidative DNA damage causes mitochondrial genomic instability in *Saccharomyces cerevisiae*. **Molecular and Cellular Biology**, Washington, v. 25, p. 5196-204, 2005.

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

FANTOVA, M.C. **Variedades autóctonas de tomates de Aragón**. Aragón: Centro de investigación de Tecnología Agroalimentaria de Aragón, 2006. 238 p.

FAO. FAOSTAT 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 23 out. 2010.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008, 421 p.

FONTES, P.C.R.; SILVA, D.J.H. da. Cultura do tomate. In: FONTES, P. C. R. (Ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: UFV, 2005. cap. 29, p. 457–475.

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.

FOYER, C.H., NOCTOR, G. Oxidant and antioxidant signalling in plants: a reevaluation of the concept of oxidative stress in a physiological context. **Plant Cell Environ**, v. 28, p. 1056-71, 2005.

FRAGA, A.C. Dormência de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 8, n. 91, p. 62-64, 1982.

FRIML, J.; VIETEN, A.; SAUER, M.; WEIJERS, D.; SCHWARZ, H.; HAMANN, T.; OFFRINGA, R.; JÜRGENS, G. Efflux-dependent auxin gradients establish the apical-basal axis of Arabidopsis. **Nature**, London, v. 426, p. 147-153, 2003.

FUNNELL, A.K.; TJIA, B.O.; STANLEY, C.J.; COHEN, D.; SEDCOLE, J.R. Effect of storage temperature, duration, and gibberellic acid on the flowering of *Zantedeschia elliottiana* and Z. "Pink Satin". **Journal American of Society Horticultural Science**, Mount Vernon, n. 6, v. 113, p. 860-863, 1988.

GALAN, S.V.; MENINI, U.G. **El litchi y su cultivo**. Roma: FAO, 1987. 205 p. (Estudio FAO. Produccion y proteccion vegetal, 83).

GERHARD, M.; HABERMAYER, J.; ZINKERNAGEL, V. The impact of strobilurins on plant vitality on winter wheat under field conditions. In: LYR, H. et al. **Modern fungicides and antifungal compounds**. Andover: Intercept, 1999. p. 197-208.

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

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**, Stuttgart, 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.

GUTIERREZ-CIRLOS, E.B.; MERBITZ-ZAHRADNIK, T.; TRUMPOWER, B.L. Failure to insert the iron-sulfur cluster into the Rieske iron-sulfur protein impairs both center N and center P of the cytochrome bc₁ complex. **Journal Biological Chemistry**, Rockville, v. 277, p. 50703-50709, 2002.

HATHOUT, T.A.; SHETAWI, S.A. & KHALLAL, S.M. Effect of modes of application of some growth regulators on the physiology of tomato plants: III. Effect of nicotinamide on

morphology growth, metabolism and productivity. **Egyptian Journal of Physiological Sciences**, Cairo, v. 17, n. 2, p. 183-200, 1993.

HENNY, R.J. Promotion of flowering in *Spathyphyllum* “Mauna Loa” with gibberellic acid. **Hortscience**, v-16, p.554-55, 1981.

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

HERSHMAN, D.; JOHNSON, D.; HERBEK, J. 2004. Quadris and warrior use on soybean: means of capturing additional yield? Disponível em: <http://www.uky.edu/agriculture/kpn/kpn_04/pn040209.htm#soybeans>. Acesso em: 28 nov. 2011.

HEWITT, J.D.; DINAR, M.; STEVENS, M.A.S. Strength of fruits of two tomato genotypes differing in total fruit solids content. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 107, p. 896-900, 1982.

HOBSON, G.E.; GRIERSON, D. Tomato. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. Londres: Chapman e Hall, 1993. p. 405-442.

HOPKINS, W.G. **Introduction to Plant Physiology**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1999. 512p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2009

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

JABS, T. Can strobilurins still deliver? **Crop Protection**, Guildford, v. 17, p. 19-20, 2004.

JADOSKI, C.J. **Efeitos fisiológicos da piraclostrobina em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) Condicionado sob diferentes tensões de água no solo**. 2012. 80f. 65f.

Dissertação (Mestrado em Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

JALEEL, C.A.; KISHOREKUMAR, A.; MANIVANNAN, P.; SANKAR, B.; GOMATHINAYAGAM, M.; GOPI, R.; SOMASUNDARAM, R.; PANNEERSELVAM, R. Alterations in carbohydrate metabolism and enhancement in tuber production in white yam (*Dioscorea rotundata* Poir.) under triadimefon and hexaconazole applications. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 53, p. 7-16, 2007a.

JALEEL CA, MANIVANNAN P, GOMATHINAYAGAM M, SRIDHARAN R, PANNEERSELVAM R. Responses of antioxidant potentials in *Dioscorea rotundata* Poir. Following paclobutrazol drenching. **Comptes Rendus Biologies**, Paris, v. 330, p. 798-805, 2007b.

JANN, R.C.; AMEN, R.D. What is germination? In: KHAN A.A. (Ed.). **The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination**. New York: North-Holland, 1977. p. 7-28

JONES JÚNIOR, J.R. **Hidroponics**: a practical guide for soilless grower. Boca Raton: CRC, 2005. 423 p.

JONES, R.A.; SCOTT, S.J. Improvement of tomato flavor by genetically increasing sugar and acid contents. **Euphytica**, Wageningen, v. 32, p. 845-855, 1983.

JUNQUEIRA, A.H.; LUENGO, R.F.A. Mercados diferenciados de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasilia, v.18, n.2, p.95-99, 2000.

KASTEN, B. et al. The plastome-encoded *zpfA* gene of a moss contains prokaryotic and eukaryotic promoter consensus sequences and its Rna abundance is modulated by cytokinins. **Current Genetics**, Heidelberg, n. 22, p. 327-333, 1992.

KAWAI, H.; KANEGAE, T.; CHRISTENSEN, S.; KIYOSUE, T; SATO, Y.; IMAIZUMI, T.; KADOTA, A.; WADA, M. Responses of ferns to red light are mediate by an unconventional photoreceptor. **Nature**, v.421, p.287-290, jan. 2003.

KHOKHLOVA, V.A.; SVESHNIKOVA, I.N., KULAEVA, O.N. Effect of phytohormones on the formation of the chloroplast structure isolated pumpkin cotyledons. **Cytology**, Leningrad, n. 13, p. 1074-1078, 1971.

KÖEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobirulin fungicide F500 on plants. In: DEHNE, H.W. et al. (Eds). **Modern fungicides and antifungal compounds III**. Bonn: AgroConcept, 2002. S61-74.

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

KOZLOWSKI, L.A.; SIMÕES, D.F.M.; SOUZA, C.D. de; TRENTO, M. 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.

KRUMBEIN, A.; AUERSWALD, H. Characterization of aroma volatiles in tomatoes by sensory analyses. **Nahrung**, Berlim, v. 42, n. 6, p. 395-399, Dec. 1998.

KUBO, M.; KAKIMOTO, T. The cytokinin-hypersensitive genes of Arabidopsis negatively regulated the cytokinin-signaling pathways for cell division and chloroplast development. **The Plant Journal**, Michigan, n.23, p.285-294, 2000.

KUSNETSOV, V.V.; HERMANN, R.G.; KULAEVA, O.N.; OELMULLER, R. Cytokinin stimulates and abscisic acid inhibits greening of etiolated *Lupinus luteus* cotyledons by affecting the expression of the light-sensitive protochlorophyllide oxidoreductase. **Molecular and General Genetics**, Berlim, n. 259, p. 21-28, 1998.

KUSNETSOV, V.V.; OELMULLER, R.; SARWAT, M.I.; PORFIROVA, S.A.; CHEREPNEVA, G.N.; HERMANN, R.G.; KULAEVA, O.N. Cytokinins, abscisic acid and light affect accumulation of chloroplast proteins in *Lupinus luteus* cotyledons without notable effect on steady-state mRNA levels. **Planta**, Heidelberg, n. 194, p. 318-327, 1994.

KUSNETSOV, V.V. LANDSBERGER, M.; MEURER, J.; OELMULLER, R. The assembly of the CAAT-box binding complex of a photosynthesis gene promoter is

regulated by light, cytokinin, and the stage of the plastids. **The Journal of Biological Chemistry**, Rockville, n. 274, p. 36009-36014, 1999.

LACA-BUENDIA, J.P. Efeito de doses de reguladores de crescimento no algodoeiro (*Gossypium hirsutum*, L.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 109-113, 1989.

LAMAS, F.M. Reguladores de Crescimento. In: EMBRAPA AGROPECUARIA OESTE. **Algodão: tecnologia de produção**, Dourados, 2001. 296 p.

LEITE, V.M.; ROSOLEM, C.A.; RODRIGUES, J.D. Giberelina e citocinina no crescimento da soja, **Scientia Agricola.**, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 537-541, 2003.

LERBS, S.; LERBS, W.; KLYACHKO, N. L.; ROMANKO, E. G.; KULAEVA, O. N.; WOLLGIEHN, R.; PARTHIER, B. Gene expression in cytokinin-and light-mediated plastogenesis of *Curcubita* cotyledons: ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase. **Planta**, Heidelberg, n. 162, p. 289-298, 1984.

LIM, P.O.; KIM, H.J.; NAM, H.G. Leaf senescence. **Annual Review Plant Biology**, Palo Alto, v. 58, p. 115-136, 2007.

LOPES, M.C., STRIPARI, P.C. 1998. A cultura do tomateiro. In: **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. Org. Romy Goto, Sebastião Tivelli. – São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 319p.

LOWER, R.L.; THOMPSON, A.E. Sampling variation of acidity and solids in tomatoes. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 89, p. 512-552, 1996.

LUCKWILL, L.C. Fruit growth in relation to internal and external chemical stimuli. In: RUDNICK, D., (Ed.) **Cell, organism and milieu**. New York: Ronald Press, 1959. p. 223-251.

LUENGO, R.F.A.; MOITA, A.W.; NASCIMENTO, E.F. MELO M.F. Redução de perdas pós-colheita em tomate de mesa acondicionado em três tipos de caixas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, n.2, p. 151-154, 2001.

MACEDO, A.C. **Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de melão rendilhado, cultivadas em ambiente protegido**. 2012. 65f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

MARTINS, M.B. G. & CASTRO, P.R.C. Aspectos morfoanatomicos de frutos de tomateiro cultivar Angela gigante, submetidos a tratamentos com reguladores vegetais. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 2, p. 225-236, 1997.

METIVIER, J.R. Giberelinas. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. Sao Paulo: EDUSP, 1979. v.2, cap.5, p.129-161.

MICHAEL, G. **The influence of strobirlurin containing fungicides on physiological processes of yield formation in winter wheat varieties**. 2002. 288 f. (Thesis)-Technical University of Munich, Berlin, 2002.

MODESTO, J.C.; RODRIGIES, J.D.; PINHO, S.Z. Ácido Giberélico e o desenvolvimento de plântulas de tangerina 'Cleópatra' (Citrus reshni hort. Ex. Tanaka). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, p. 289-294, 1999.

MOLLER, I.M. Plant mitochondria and oxidative stress: electron transport, NADPH turnover, and metabolism of reactive oxygen species. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 52, p. 561-91, 2001.

MONSELISE, S.P. The use of growth regulators in citriculture: a review. **Science Horticulture**. Canterbury, v. 11, p. 151-162, 1979.

MONTANS, F. M.. Inoculação e aplicação de regulador vegetal em amendoim Runner IAC 886 em solos de diferentes texturas. Marília: UNIMAR, 2006. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade de Marília, 2006.

MUCOUCAH, F.J. **Indução floral do copo-de-leite colorido (Zantedeschia sp) com ácido giberélico (GA3) aplicado vias irrigação, foliar e imersão, nas condições de Botucatu/SP**. 2003. 68 f, Tese (Doutorado em Agronomia (Irrigação e Drenagem)) – Faculdade de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 15, p. 473-497, 1962.

NAGAO, M. A. Relationship of cytokinin to lateral bud growth at early stages after decapitation. **Botanical Gazette**, Rubenstein, v. 136, p. 366-371, 1975.

NANDAGOPAL, S.; RANJITHA, B.D.K. Effectiveness of auxin induce in vitro root culture in chicory. **Journal of Central European Agriculture**, Plovdiv, v. 8, p. 73-80, 2007.

NOH, B.; BANDYOPADHYAY, A.; PEER, W.A.; SPALDING, E.P.; MURPHY, A.S. Enhanced gravi- and phototropism in plant mutants mislocalizing the auxin efflux protein PIN1. **Nature**, London, v. 423, p. 999-1002, 2003.

NYITRAI, P. Development of functional thylakoid membranes: regulation light and hormones. In: PESSARAKLI, M. **Handbook of plant and crop physiology**. New York: Marcel Dekker, 1997. p. 391-403.

OLIVEIRA, C.G.; DUARTE, R.J.F.; FELIPPE, J.M.; BEGLIOMINI, E. Eficácia do fungicida Cantus (Boscalid) no controle de pinta preta na batata. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 340, 2003a.

OLIVEIRA, C.G.; ROCHA, C. de L.; FELIPPE, J.M.; BEGLIOMINI, E. Eficácia do fungicida Cantus (Boscalid) no controle de pinta preta em tomate estaqueado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 338, 2003b.

OLIVEIRA, R.F. de. Efeito fisiológico do F500 na planta de soja e milho. **Atualidades Agrícolas BASF**, São Paulo, p. 9-11, 2005.

PAROUSSI, G.; VOYIATZIS, D.G.; PAROUSSIS, E.; DROGOUDI, P.D. Growth, flowering and yield responses to GA3 of strawberry grown under different environmental conditions. **Scientia Horticulturae**, New York, v. 96, p. 103-113, 2002.

PARREIRA, D.F.; NEVES, W.S.; ZAMBOLIM, L. Resistência de fungos a fungicidas inibidores de quinona. **Revista Trópica: ciências agrárias e biológicas**, Chapadinha, v. 3, n. 2, p. 24-34, 2009.

PARTHIER, B. The role of phytohormones (cytokinin) in chloroplasts development. **Biochem Physiol Pflanz**, Amsterdam, n.174, p.173-214, 1979.

PATTLAK, R.K. & SING, R. Effect of some external, factors on the growth and fruiting of strawberry. II. Effect of GA, growth retardants and cloching on flowering and yield. **Progressive Horticulture**, Ranikhet, v. 3, n. 3, p. 53-63, 1971.

PELEG, Z.; BLUMWALD, E. Hormone balance and abiotic stress tolerance in crop plants. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 14, p. 290-295, 2011.

PILLARY, I; RAILTON, I.D. Complete release of axillary buds from apical dominance in intact, lightgrown seedlings of *Pisum sativum* L. following a single application of cytokinin. **Plant Physiology**, v. 71, p. 972-974, 1983.

PINTO, C.M.F.; CASALI, V.W.D. Tomate: tecnologia e produção. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 66, p. 8, jun. 1980.

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

RAVA, C.A. Eficiência de fungicidas no controle da antracnose e mancha angular do feijoeiro comum. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 28, p 65-69, 2002.

RAVEN, P.H., EVERT, R.F., EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan 2001, 906 p.

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.

RESKI, R.; WEHW, M.; RESKI, R.; ABEL, W.O. Cytokinin and light quality interact at the molecular level in the chloroplastmutant PC22 of the moss *Physcomitrella*. **Journal Plant Physiology**, Stuttgart, n. 138, p. 236- 243, 1991.

SAKATA NEWS, 2005. Ano 1, nº 2.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Fisiologia vegetal**. Trad. Velazquez, V. G. Mexico: Iberoamerica, 1994. 759 p.

SASAKI, J.L.S.; SENO, S. Importância na adubação de algumas olerícolas (alho, cebola, couve-flor, pimentão e tomate). In: SÁ, M. E.; BUZZETI, C. (Coords.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p. 331-343.

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.

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

SERRANI, J.C.; FOS, M.; ATARÉS, A.; GARCIA-MARTINEZ, J.L. Effect of gibberellin and auxin on parthenocarpic fruit growth induction in the cv. Micro-Tom of tomato. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v. 26, p. 211-221, 2007.

SEVERINO, L.S. LIMA, C.L.D. DE. FARIAS, V. DE A. BELTRAO, N.E. DE M.V. CARDOSO, G.D., **Aplicação de Regulador de Crescimento em Sementes de Algodão, Amendoim, Gergelin e Mamona**. Embrapa Algodão (Campina Grande, PB) Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, novembro, 2003.

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

SILVA, J.A.A.; STUCHI, E.S.; SEMPIONATO, O.R. Efeitos de doses de ácido giberélico na produção e qualidade de frutas de laranja 'Natal'. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 27, n. 1, p. 71- 82, 2006.

SIMANDLE, P.A.; BROGDON, J.L.; SWEENEY, J.P.; MOBLEY, E.O.; DAVIS, D.W. Quality of six tomato varieties as affected by some compositional factors. **Proceedings of the American for Horticultural Science**, New York, v. 89, p. 532-538, 1966.

SIRTOLI, L.F. **Fisiologia do pepineiro japonês, com e sem enxertia, tratado com fungicida boscalida**. 2010. 104f. Tese (Doutorado em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

SMITH, P. **Agro projects: disease projects**. Surrey: PJB, 2002.

SORG, O. Oxidative stress: a theoretical model or a biological reality? **Comptes Rendus Biologies**, Maryland Heights, v. 327, p. 649-662, 2004.

SOUZA LEÃO, P.C. de; SILVA, D.J.; SILVA, E.G. da. Efeito do ácido giberélico, do bioestimulante crop set e do anelamento na produção e na qualidade da uva 'Thompson Seedless' no vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 3, p. 418-421, Dezembro. 2005.

STEFANCIC, M.; STAMPAR, F.; OSTERC, G. Influence of endogenous IAA levels and exogenous IBA on rooting and quality of leafy cuttings of Prunus 'GiSelA5'. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Kent, v. 81, p. 508-512, 2006.

SULEIMAN, F.; SUWWAN, M.A. Effect of agritone on fruit set and productivity of summer squash (*Cucurbita pepo* L.) under plastic house conditions. **Advances in Horticultural Science**, v. 4, n. 2, p. 83-89, 1990. (Resumo em **CAB Abstracts** on CD-ROM, 1990-91)

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 690 p.

TEALE, W.D.; PAPANOV, I.A.; PALME, K. Auxin in action: signalling, transport and the control of plant growth and development. **Nature Reviews Molecular and Cellular Biology**, London, v. 7, p. 847-859, 2006.

THÉRON, P., BONNEFONT-ROUSSELOT, D., DAVIT-SPRAUL, A., CONTI, M., LEGRAND, A. Biomarkers of oxidative stress: an analytical approach. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, Brussels, v. 3, p. 373-84, 2000.

TJIA, B. Growth regulator on growth and flowering of *Zantedeschia rehmannii*. **Hortscience**, v. 22, n. 3, p. 507-08, 1987.

TÖFOLI, J.G. **Ação de fungicidas e acibenzolar-s-methyl no controle da pinta preta do tomateiro**. 2002. 127 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

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

TÖFOLI, J.G.; DOMINGUES, R.J. **Severa pinta preta**. Revista Cultivar HF - 08/09/2007. Disponível em: <http://74.125.93.132/search?q=cache:1D5qocVQ4IwJ:www.biologico.sp.gov.br/artigos_ok.php%3Fid_artigo%3D59+As+estrobilurinas+atuam+como+inibidor+da+respira%C3%A7%C3%A3o+mitocondrial+causando+diversas+altera%C3%A7%C3%B5es+fisiol%C3%B3gicas+nas+plantas&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 08 dez. 2009.

TSANG, E.W.T., BOWLER, C., HÉROUART, D., VAN CAMP, W., VILLARROEL, R., GENETELLO, C., VAN MONTAGU, M., INZÉ, D. Differential regulation of superoxide dismutases in plants exposed to environmental stress. **Plant Cell**, Waterbury v. 3, p. 783-92, 1991.

TUKEY, L.D. Alar and Promalin® in intensive orchard systems. **Acta Horticultrae**, Wageningen, v. 114, p. 152-153, 1980.

VALENT BIOSCIENCES. Promalina é um fitorregulador. Disponível em: <<http://www.valentbiosciences.com>>. Acesso em: 30 abr. 2008.

VAN BREUSEGEM; F., VRANOVÁ, E., DAT, J.F., INZÉ, D. The role of active oxygen species in plant signal transduction. **Plant Science**, Limerick, v. 161, p. 405-14, 2001.

VANNEST, S.; MAES, L.; SMET, IVE DE; HIMANEN, K.; NAUDTS, M.; INZÉ, D.; BEECKMAN, T. Auxin regulation of cell cycle and its role during lateral root initiation. **Physiologia Plantarum** 123: 139-146. 2005.

VAVASSEUR, A.; RAGHAVENDRA, A.S. Guard cell metabolism and CO₂ sensing. **New Phytologist**, v.165, p.665-682, 2005.

VENANCIO, W.S.; ZAGONEL, J.; FURTADO, E.L.; SOUZA, N.L. Novos fungicidas. I - Produtos naturais e derivados sintéticos: estrubirulinas e fenilpirroles. In: LUZ, W. C.; Fernandes, J.M.; Prestes, A.M.; Picinini, E.C. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 7, p. 103-155, 1999.

VENÂNCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. de.

Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. **Publication UEPG**, Ponta Grossa, v. 9, n. 3, p. 59-68, 2004.

VENÂNCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. de. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng., Ponta Grossa, 9 (3): 59-68, dez. 2003.

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

VERNOUX, T.; KRONENBERGER, J.; GRANDJEAN, O.; LAUFS, P.; TRAAS, J. Pin-formed 1 regulates cell fate at the periphery of the shoot apical meristem. **Development**, Cambridge, v. 127, p. 5157-5165, 2000.

VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2001. 122p. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"; Universidade de Sao Paulo, Piracicaba. 2001.

VILELA, N.J.; MACEDO, M.M.C. Fluxo de poder no agronegócio: O caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n 2, p.88- 94,2000.

WHITELD, F.B.; LAST, J.H. Vegetables. In: MAARSE, H. (Ed.). **Volatile compounds in foods and beverages**. New York: Marcel Dekker, 1993. p. 203-281.

WIGHTMAN, F.; SCHNEIDER, E.A. THIMANN, K.V. Hormonal factors controlling the initiation and development of lateral roots II. Effects of exogenous growth factors on lateral root formation in pea roots. **Physiologia Plantarum**, v. 49, p. 304-314, 1980.

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>. Acessado em 01 abr. 2009.