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

AÇÃO DE FUNGICIDAS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE TOMATE, EM CONDIÇÕES DE AMBIENTE PROTEGIDO

WALTER JACOBELIS JUNIOR

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

BOTUCATU - SP

(Setembro – 2015)

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

AÇÃO DE FUNGICIDAS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE TOMATE, EM CONDIÇÕES DE AMBIENTE PROTEGIDO

WALTER JACOBELIS JUNIOR

Orientador: Prof. Dr. João Domingos Rodrigues

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

BOTUCATU - SP

(Setembro – 2015)

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

Jacobelis Junior, Walter, 1977-
J15a Ação de fungicidas no desenvolvimento de plantas de tomate, em condições de ambiente protegido / Walter Jacobelis Junior. – Botucatu : [s.n.], 2015
vi, 47 f. : fots. color., grafs. color., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2015
Orientador: João Domingos Rodrigues
Inclui bibliografia

1. Tomate - Cultivo. 2. Tomate – Doenças e pragas. 3. Fungicidas. 4. Estufas. I. Rodrigues, João Domingos. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE BOTUCATU
FACULDADE DE CIENCIAS AGRONOMICAS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: **AÇÃO DE FUNGICIDAS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE TOMATE EM CONDIÇÕES DE AMBIENTE PROTEGIDO**

AUTOR: WALTER JACOBELIS JUNIOR
ORIENTADOR: Prof. Dr. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (HORTICULTURA) , pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES
Departamento de Botânica / Instituto de Biociências de Botucatu

Amanda C. E. Amaro
Profa. Dra. AMANDA CRISTINA ESTEVES AMARO
Departamento de Botânica / Instituto de Biociências de Botucatu

Profa. Dra. CACILDA MARCIA DUARTE RIOS FARIA
Departamento de Agronomia / Universidade Estadual do Centro Oeste

Data da realização: 03 de setembro de 2015.

Dedicatória

A minha esposa Fernanda, e aos meus filhos Neto e Cadu, por cada olhar, sorriso e abraço. Aos meus pais, Walter e Rosângela, por compartilhar este sonho. A M O ! ! !

DEDICO

Agradecimentos

Primeiramente a DEUS, sempre!

A minha esposa Fernanda, e aos meus filhos: Neto e Cadu, pelo amor que sinto em cada olhar e sorriso. Pelas orações, e pela compreensão a cada beijo de despedida, e pelo abraço demorado e apertado a cada chegada.

Aos meus pais Walter e Rosângela, e a minha irmã Giovanna. Pelo simples motivo de dedicarem suas vidas a nossa família, e por serem minha referência.

Aos meus sogros, Antonio Carlos e Dilma. Aos meus "novos" irmãos, Suzy, Fabio e Guisela, aos meus sobrinhos e sobrinhas, principalmente pelo carinho e amor que sinto.

Ao meu orientador Prof. Dr. João Domingos Rodrigues, por todo apoio, ensinamento e amizade, assim como a Profa. Dra. Elizabeth Orika Ono e a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que eu realizasse este trabalho.

Agradeço também á FCA/UNESP, *Câmpus* de Botucatu/SP, e a BASF S.A, em nome das pessoas que me possibilitaram a realização deste sonho.

" (...) *Ainda que eu fale a língua dos homens e dos anjos, se não tiver amor, serei como o sino que ressoa ou como o prato que retine.*

Ainda que eu tenha o dom de profecia e saiba todos os mistérios e todo o conhecimento, e tenha uma fé capaz de mover montanhas, se não tiver amor, nada serei.

Ainda que eu dê aos pobres tudo o que possuo e entregue o meu corpo para ser queimado, se não tiver amor, nada disso me valerá.

O amor é paciente, o amor é bondoso. Não inveja, não se vangloria, não se orgulha. Não maltrata, não procura seus interesses, não se ira facilmente, não guarda rancor.

O amor não se alegra com a injustiça, mas se alegra com a verdade. Tudo sofre, tudo crê, tudo espera, suporta.

1 Co 13:1-7 (…) "

SUMÁRIO

RESUMO..... 1
SUMMARY.....2
1 Introdução.....3
2 Revisão de Literatura.....5
2.1 Origem e classificação botânica.....5
2.2 Importância econômica.....6
2.3 Cultivo protegido.....7
2.4 Fungicidas com Efeitos na Fisiologia.....7
2.5 Trocas gasosas.....10
2.6 Estresse Oxidativo 11
2.7 Nitrato redutase.....12
3 Objetivos.....14
3.1 Objetivo geral.....14
3.2 Objetivos específicos.....14
4 Material e Métodos.....15
4.1 Localização do experimento 15
4.2 Semeadura e transplante.....16
4.3 Delineamento experimental e tratamentos.....17
4.4 Características avaliadas.....18
4.4.1 Trocas gasosas.....18
4.4.2 Quantificação da clorofila.....19
4.4.3 Atividade enzimática.....20
4.4.4 Produção.....20
4.5 Análise Estatística.....21
5 Resultados e Discussão.....22
5.1 Trocas gasosas.....22
5.2 Teor de clorofila e índice SPAD.....28
5.3 Atividade enzimática.....30
5.4 Produção.....35
6 Considerações Finais.....40
7 Conclusão.....41
8 Referencia Bibliográfica.....43

AÇÃO DE FUNGICIDAS NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE TOMATE, EM CONDIÇÕES DE AMBIENTE PROTEGIDO

Botucatu, 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: Walter Jacobelis Junior
Orientador: Prof. Dr. João Rodrigues Domingues

RESUMO:

O objetivo deste trabalho foi verificar se o fungicida Fluxapiroxade também exerce os efeitos fisiológicos que a Boscalida e a Piraclostrobina. Estas estrobilurinas e carboxamidas atuam no metabolismo e desenvolvimento das plantas, bem como no aumento da produção e qualidade dos frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido Conquistador (SAKATA, 2015), em condições de ambiente protegido. O experimento foi conduzido em área experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista, *Campus* de Botucatu-SP. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em plantas de tomate com 5 tratamentos com fungicidas: testemunha, azoxistrobina (75g ha^{-1}), boscalida (75g ha^{-1}), piraclostrobina (75 g ha^{-1}), fluxapiroxade (75g ha^{-1}) e a formulação de fluxapiroxade (50g ha^{-1}) + piraclostrobina (100 g ha^{-1}). Foram realizadas 6 aplicações a intervalos de 7 dias, sendo a primeira aplicação realizada 3 dias após o transplante**.** O efeito dos tratamentos foi avaliado através das observações das seguintes características: produção e massa média do fruto, trocas gasosas, índice de clorofila nas folhas e atividade das enzimas peroxidase, superóxido dismutase, catalase e nitrato redutase. Os resultados obtidos, demonstram que os fungicidas testados apresentam efeitos fisiológicos positivos nas plantas de tomate cultivadas em ambiente protegido, pois aumentaram a produção de frutos, a atividade da enzima nitrato redutase, a atividade do sistema antioxidativo e o índice de clorofila, sendo que esses efeitos ficaram mais evidentes nas plantas tratadas com a piraclostrobina, boscalida e fluxapiroxade.

Palavras chaves: estrobilurinas, piraclostrobina, azoxistrobina, carboxamidas, boscalida, fluxapiroxade, trocas gasosas, atividade enzimática, produção, *Solanum lycopersicum* L.

ACTION OF FUNGICIDES IN DEVELOPMENT OF TOMATO PLANTS, IN GREENHOUSE CONDITION

Botucatu, 2015. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Walter Jacobelis Junior
Adviser: Prof. Dr. João Rodrigues Domingues

SUMMARY:

This experiment has the purpose to study the physiological effects of strobilurine and carboxamides in metabolism and development of plants, as increased production and fruit quality of hybrid Conquistador tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in greenhouse conditions. This experiment was conduct in an experimental field of the School of Agronomical Sciences at the Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP Campus. The experimental design consisted in randomized blocks in tomato plants with 5 fungicide treatments: control, azoxystrobin (75 g ha-^{1}), boscalid (75g ha^{-1}), pyraclostrobin (75 g ha^{-1}), fluxapyroxad (75g ha^{-1}) and the formulation with fluxapyroxad (50g ha^{-1}) + pyraclostrobin (100 g ha^{-1}), 6 applications with 7 days intervals, the first being 3 days after transplantation. The effect of the treatments were evaluated through observation of the following characteristics: production of fruits and fruit weight, gas exchange, chlorophyll content in leaves and activity of peroxidase, superoxide dismutase, catalase and nitrate reductase. According to the obtain results, it is conclude that the fungicides have positive physiological effects on tomato plants grown in greenhouse conditions, which increased fruit production, the activity of the enzyme nitrate reductase, and the activity of the antioxidant system and chlorophyll index, and these effects were more evident in plants treated with pyraclostrobin, boscalida and fluxapyroxad.

Keywords: strubilurins, pyraclostrobin, azoystrobin, carboxamides, boscalid, fluxapyroxad, gas exchanges, enzymes activity, production, *Solanum lycopersicum* L.

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.), pertencente à família Solanaceae, originária dos Andes, é uma planta perene, de porte arbustivo, sendo cultivada anualmente. Pode ser conduzida na forma rasteira, semi-rasteira e ereta e apresenta dois hábitos de crescimento, sendo limitado nas variedades de crescimento determinado e ilimitado nas variedades de crescimento indeterminado (ALVARENGA, 2004).

Entre as hortaliças, o tomateiro ocupa lugar de destaque devido sua elevada importância socioeconômica. A cultura é reconhecida como poderosa fonte geradora de emprego e renda em sua cadeia produtiva. No Brasil, a cultura ocupa lugar de destaque na economia (SOUZA et al, 2010).

A produção do fruto de tomateiro é muito versátil, pois pode servir a indústria (suco, molho, pasta e desidratado) ou para o consumo *in natura*. Sua produção tem custos elevados devido à alta necessidade de insumos, frequentes irrigações, monitoramento e controle semanal de pragas e doenças, além do uso intensivo de mão-de-obra na condução da cultura (AGRIANUAL, 2014).

Atualmente, o principal desafio para a horticultura nacional é melhorar a qualidade, aumentar a vida útil do produto e diminuir as perdas que acontecem, principalmente, durante a colheita. Compostos com efeitos positivos no crescimento e desenvolvimento de espécies vegetais tem obtido destaque na agricultura moderna, principalmente em culturas que o produto final seja de elevado valor agregado (MARTINAZZO et al., 2015).

A qualidade dos frutos de tomate está diretamente relacionada as suas características físico-químicas, como: relação de sólidos solúveis e acidez (sabor), a textura e o valor nutritivo, atributos muito valorizados pelo consumidor. O cultivo protegido proporciona a produção em períodos não indicados em campo aberto, devido a fatores desfavoráveis ao desenvolvimento das plantas, como temperatura ou chuvas em excesso, buscando regularizar a demanda. De modo geral, no cultivo protegido a colheita é ampliada, proporcionando maior produtividade. Essa forma de cultivo requer manejo diferenciado, assim, o ideal é que haja cultivares adaptados com altas produtividades e elevado padrão de qualidade, sendo seus principais desafios relacionados à fisiologia das plantas, doenças, nutrição, irrigação, polinização e fecundação.

A utilização de fungicidas tem como objetivo o controle de doenças, no entanto, as estrobilurinas provocam, além do controle de doenças, alterações positivas na fisiologia do vegetal. Em plantas não infectadas, quando tratadas com fungicidas a base de estrobilurinas, tornam-se mais sadias, resultado do efeito verde (BARTLETT et al., 2002).

As estrobilurinas proporcionam maior produtividade, folhas mais verdes e maior desenvolvimento (RAMOS, 2013). Esta ação, é resultante do aumento da fotossíntese líquida, devido à redução da respiração das plantas, além do aumento da atividade da enzima nitrato redutase provocando melhor balanço hormonal, aumentando ácido indoleacético (IAA), isopentenil adenina (I6-ADE) e o ácido abscísico (ABA) e diminuindo a produção de etileno (YPEMA & GOLD, 1999), atrasando a senescência e prolongando a atividade fotossintética.

As carboxamidas, além de sua ação fungicida, também tem sido utilizado devido a seus efeitos fisiológicos. São inibidores da succinato dehidrogenase (SDHI's), e semelhante as estrobilurinas, atuam na respiração mitocondrial dos fungos, porém no complexo II da cadeia de transporte de elétrons. A boscalida é a primeira carboxamida de segunda geração registrada no Brasil em 2003 (TÖFOLI, 2004), e mais recentemente o fluxapiroxade, na cultura do tomateiro (MAPA, 2015). Aparentemente, estes fungicidas possuem os mesmos efeitos fisiológicos das estrobilurinas, além de fornecer a proteção antifúngica preventiva na planta (VENTURE, 2006).

Devido à importância socioeconômica do cultivo, da necessidade de aumentar a produção e melhorar a qualidade dos frutos, e do valor agregado de sua produção, se faz necessário mais estudos envolvendo estes fungicidas que podem contribuir para a sustentabilidade do cultivo para o produtor.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem e Classificação Botânica

O tomateiro (*Solanum lycopersicon* L.) tem como centro de origem o território limitado, ao norte, pelo Equador, ao sul, pelo norte do Chile, a oeste, pelo Oceano Pacífico e a leste, pela Cordilheira dos Andes (ANDRADE et al., 2009). O tomateiro foi domesticado no México (ALVARENGA, 2004), e introduzido na Europa em meados do século XVI, onde posteriormente foi disseminado por todo continente, e também para a Ásia, África e Oriente Médio (FANTOVA, 2006).

Na Europa, foi introduzido pelos espanhóis, na primeira metade do século 16, sendo utilizado como planta ornamental. Os frutos só vieram a ser utilizados na culinária após décadas, pelo temor de toxicidade (FILGUEIRA, 2000). A primeira referência histórica do tomate na alimentação humana foi feita em 1554 na Itália. No Brasil, a introdução do tomate deveu-se a imigrantes europeus no final do século XIX (ALVARENGA, 2004).

O tomateiro pertence à família botânica Solanaceae e ao gênero *Solanum*, sendo este gênero constituído por nove espécies, dividido em dois complexos: o *esculentum*, e o complexo *peruvianum*. PERALTA e SPOONER em 2001, propuseram o retorno da nomenclatura original proposta por Linnaeus (1753).

É uma planta perene, de porte arbustivo, cultivada anualmente. As plantas são constituídas por caule flexível, suas folhas são pecioladas, compostas, e com número

ímpar de folíolos, com abundância em brotações laterais (FILGUEIRA, 2000). As plantas são tipicamente autógamas, com baixa porcentagem de polinização cruzada, que quando ocorre é resultado da ação de insetos polinizadores (GIORDANO & SILVA, 2000).

2.2 Importância Econômica

A produção brasileira de tomate, em 2013, incluindo os segmentos de indústria e mesa, totalizou 3.801.324 toneladas, em uma área de 57.196 ha e produtividade média de 66,4 t ha-1 (AGRIANUAL, 2014). O Brasil ocupa hoje a oitava posição na produção mundial de tomate (FAOSTAT, 2015), sendo a produção concentrada principalmente nas regiões Sudeste (40%) e Centro-Oeste (35%). Os Estados com maior participação na produção nacional foram Goiás (33,50%), São Paulo (17,76%), Minas Gerais (13,65%), Paraná (7,52%) e Rio de Janeiro (4,73%) (AGRIANUAL, 2014).

O fruto de tomate é constituído por 95% de água, e é rico em ácido fólico, vitaminas C, E e K, potássio, flavonóides e carotenóides, destacando-se o licopeno (FONTES & SILVA, 2005). Do ponto de vista nutricional, os tomates se revelam um alimento importante na medida em que contêm, em função das variedades, de 15 a 17 dos 20 aminoácidos essenciais à elaboração das proteínas (KOKOPELLI SEED FOUNDATION, 2007). O interesse comercial está no fruto tipo baga, com formatos variados (oblongo, redondo e achatado), e coloração rósea ou avermelhada (ALVARENGA, 2004).

O tomate é uma das hortaliças mais consumidas no Brasil. Durante muitos anos, a produção quantitativa do tomateiro foi o principal critério na avaliação do efeito das práticas culturais sobre esta cultura. Com o avanço das pesquisas, os fatores relacionados à qualidade, tiveram maior ênfase, e as práticas culturais tiveram maior destaque sobre os aspectos qualitativos do tomate. As condições climáticas como temperatura, umidade relativa e intensidade luminosa, também, exercem forte influência sobre as características qualitativas dos frutos de uma forma geral (FERREIRA et al. 2006).

Embora a produção de tomate ocorra em todas as regiões do país, a sazonalidade da oferta e dos preços ocorre em grandes centros. 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 na pós-colheita (LUENGO et al., 2001).

2.3 Cultivo Protegido

As casas de vegetação têm como função a proteção ambiental durante a produção de plantas (REIS, 2005). A plasticultura permite uma produção mais segura, com menor risco de perdas devido a fatores climáticos adversos (MACEDO JUNIOR et al., 2001).

A cultura em ambiente protegido favorece o desenvolvimento das plantas durante o inverno, pois durante o dia, permite a passagem dos raios solares para o seu interior, retardando a perda de calor no interior da estrutura, e durante o verão, protege a cultura contra a alta pluviosidade (CAÑIZARES, 1998; FILGUEIRA, 2000).

Apesar de o tomateiro ser tolerante as variações de temperatura, o controle dentro do ambiente protegido é muito importante e deve ser próxima do ideal para a cultura (18°C noturna e 25°C diurna). Temperaturas extremas dentro do ambiente protegido podem interferir na absorção de nutrientes, atuação dos hormônios, florescimento, formação do pólen, no crescimento do tubo polínico, na fixação, coloração e amadurecimento dos frutos (CAÑIZARES, 1998), influenciando também na maturação irregular e no aparecimento de distúrbios fisiológicos (MAKISHIMA & CARRIJO, 1998).

2.4 Fungicidas com Efeitos na Fisiologia

São produtos com ação fungicida, que alteram a fisiologia da planta, gerando ganhos de produtividade e melhora na qualidade da produção. O efeito desses produtos está relacionado com o aumento da fotossíntese líquida, da maior atividade da enzima nitrato redutase, combinado com a redução da síntese de etileno (RODRIGUES, 2006). Os fungicidas formulados com estrobilurinas e carboxamidas, são amplamente estudados devido a sua utilização no controle de importantes doenças nos mais diversos cultivos, e também pelo seu efeito positivo na fisiologia das plantas (FAGAN, 2007).

As estrobilurinas foram sintetizadas a partir de uma substância isolada do fungo *Strobilurus tenacellus*, que inibia o desenvolvimento de outros fungos (KÖHLE et al., 1994). Atuam na respiração dos fungos (formação de ATP), através da inibição do transporte de elétrons no complexo III mitocondrial (FRAC, 2014), inibindo a germinação de esporos e bloqueando seu desenvolvimento nos estádios iniciais pós germinação, além da atividade antiesporulante (VENANCIO et al., 2003). As estrobirulinas possuem um amplo espectro de ação no controle de fungos mitospóricos, ascomicetos, basidiomicetos e oomicotas (BERGAMIN FILHO, 2011)

As estrobilurinas atuam na respiração mitocondrial bloqueando a transferência de elétrons pelo complexo III, no sítio Qo - Quinona Externa (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.

Com relação aos efeitos na fisiologia das estrobilurinas, resultados indicam uma queda nos níveis celulares de ATP e aumento na concentração de prótons (H^+) no citosol, resultando na ativação da nitrato redutase que catalisa a primeira base de absorção de nitrato do solo, reduzindo o nitrato em nitrito, para produção de aminoácidos que são as bases da biossíntese de proteínas e, consequentemente do aumento na biomassa das plantas tratadas com estrobilurina (KÖEHLE et al., 1994).

A estrobilurina também atua inibindo a síntese de etileno em condições de estresse e senescência, através da redução da atividade da enzima ácido aminociclopropano-carboxílico sintase (ACC-sintase). Esse fato foi correlacionado com o atraso da queda das folhas, que permite prolongar o tempo da atividade fotossintética (VENANCIO, 2003).

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. Grossmann et al. (1999) observaram que a persistência da clorofila nas folhas provocada pela aplicação de estrobilurinas é relacionada com a diminuição dos níveis de ACC-sintase e etileno, e também ao aumento da concentração de citocina e ABA.

Além das estrobilurinas, nos últimos anos, outro grupo de fungicidas com atuação na respiração mitocondrial tem demonstrado efeitos fisiológicos positivos nos cultivos. Este grupo químico é conhecido como carboxamida, tendo como principais representantes desta nova família o boscalida (TÖFOLI, 2004) e o fluxapiroxade (2015).

As carboxamidas atuam na respiração mitocondrial bloqueando a transferência de elétrons pelo complexo II, inibindo a enzima succinato dehidrogenase (SDHI), reduzindo o processo respiratório e bloqueando o fornecimento de energia das células do fungo (FRAC, 2014). O complexo II, além de participar da produção de energia na célula (necessário na fosforilação oxidativa), também atua nos componentes do ciclo do ácido tricarboxílico, precursores de aminoácidos e lipídios (STAMMLER et al., 2007).

O boscalida é um fungicida pertencente à família das carboxamidas (TÖFOLI, 2004), que fornece proteção antifúngica preventiva, e possui os mesmos efeitos fisiológicos das estrobilurinas (VENTURE, 2006).

O fluxapiroxade é a primeira carboxamida disponível no Brasil recomendada para o controle de manchas foliares e ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) que não é do grupo dos triazóis ou estrobirulinas. Além deste cultivo, o fluxapiroxade é recomendado para o controle de doenças em mais de 20 cultivos. Nos resultados apresentados em plantas de soja por Carrijo (2014), em comparação com piraclostrobina, observou-se que fluxapiroxade demonstrou elevação da taxa fotossintética líquida, no entanto reduziu a atividade de enzimas antioxidantes.

O boscalida é um fungicida sistêmico que atua com eficácia no controle do mofo cinzento, causado pelo fungo *Botrytis cinera* em plantas, como por exemplo, uvas, morangos, tomates, cenouras, alface e pepino. Esse fungicida atua inibindo a respiração de fungos fitopatogênicos, 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 desenvolvimento do fungo. Ele atua em todos os estádios de desenvolvimento de fungos das classes: ascomicetos, basidiomicetos e fungos mitospóricos (YUN et al., 2006).

Em plantas de melão rendilhado, o tratamento com boscalida obteve um incremento positivo na taxa de assimilação de CO_2. Os frutos provenientes dessas plantas apresentaram maior massa, e maior teor de sólidos solúveis, proporcionando maior "ratio". O sistema antioxidativo e a enzima nitrato redutase também foram influenciados positivamente pela aplicação do boscalida combatendo o estresse das plantas e proporcionando maior absorção de nitrogênio, respectivamente (MACEDO, 2012).

Em plantas de pepino japonês não enxertadas e 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).

Segundo Macedo (2012), mudas de tomate desenvolvem-se mais rápido e com maior vigor, quando tratadas com solução contendo piraclostrobina a 0,25g L^{-1} e boscalida a 0,25g L^{-1} em substrato saturado, onde são semeadas e aplicando-se, posteriormente, a mesma solução na parte aérea.

Ramos (2013) estudou produtos de efeitos fisiológicos no desenvolvimento de plantas de tomate 'Giuliana', na produção e pós-colheita de frutos e concluiu que em condições climáticas estressantes, a mistura entre piraclostrobina + boscalida, retardou o amarelecimento das folhas, prolongando a atividade fotossintética das plantas,

melhorando sua produtividade. Além disso, os teores de sólidos solúveis, a relação com a acidez titulável, e os teores de ácido ascórbico mostraram maiores valores para o tratamento com a associação entre piraclostrobina e boscalida, tratamento este que também apresentou menor perda de massa até os 9 dias de armazenamento em temperatura ambiente. Ainda nesse trabalho, notou-se maior atividade da enzima pectinametilesterase (PME) nos tratamentos com boscalida, e no tratamento com a mistura de boscalida e piraclostrobina. A menor atividade da poligalacturonase (PG) nos tratamentos testemunha e piraclostrobina, indica que alguns produtos aceleram o processo de desmetilação das pectinas pela atividade da PME, demonstrando que a aplicação de piraclostrobina associado a boscalida melhora a pós-colheita dos frutos de tomate 'Giuliana' (Ramos, 2013).

2.5 Trocas Gasosas

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

As taxas metabólicas das plantas são influenciadas pelas condições ambientais, e 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), e assim, 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 CO_2, bem como a eficiência do uso da água durante essa assimilação (BRANDÃO FILHO et al., 2003).

Toda a produção da biomassa depende da atividade fotossintética da fonte, mas a assimilação do CO_2 é apenas um dos fatores que influenciam o desenvolvimento vegetal (FOYER & GALTIER, 1996).

Os fotoassimilados constituem mais de 90% da massa seca da planta. Uma parte desses assimilados é utilizada durante o crescimento da planta, convertendo-se em biomassa; a outra parte é oxidada na respiração e serve como fonte de energia para o funcionamento dos processos biológicos (POPOV et al., 2003).

Os poros estomáticos permitem a perda de vapor de água para a atmosfera durante a transpiração e a entrada de CO_2, através da fixação fotossintética do carbono (VAVASSEUR & RAGHAVENDRA, 2005). A prática agrícola, do ponto de vista fisiológico, objetiva maximizar a eficiência fotossintética das culturas, direcionando seus fotoassimilados em produtividade e qualidade da produção final (KÖHLE et al., 1994).

2.6 Estresse Oxidativo

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

A peroxidação lipídica é o processo através do qual as EROs, produzidas em excesso, agridem os ácidos graxos polinsaturados dos fosfolipídeos das membranas celulares, desintegrando-as e permitindo a entrada dessas espécies nas estruturas intracelulares. Essas reações levam à perda da seletividade na troca iônica, além da liberação do conteúdo de organelas, como as enzimas hidrolíticas dos lisossomas, formando produtos citotóxicos, culminando com a morte celular (BLOKHINA et al., 2003).

As EROs também possuem função sinalizadora nas células para os genes de proteção celular e participam do sistema de defesa contra infecções através do efeito tóxico direto ao patógeno, formação de precursores de polímeros de lignina e da resistência sistêmica adquirida - SAR (RESENDE et al., 2003).

Para minimizar os efeitos deletérios das EROs e modular sua quantidade, os organismos aeróbicos desenvolveram um sistema defensivo antioxidante. Ao lado de outros mecanismos fisiológicos, a eficiência do sistema antioxidante aumenta a capacidade de tolerância da planta, devido à diminuição dos efeitos causados pelas EROs.

As defesas não enzimáticas incluem as vitaminas C e E, glutationa (GSH), β-caroteno, compostos fenólicos, tocoferóis e poliaminas. Já o sistema defensivo enzimático, envolve as superóxidos dismutases (SOD), catalases (CAT), peroxidases (POD)

glutationa peroxidase (GPX), ascorbato peroxidase (APX), glutationa redutase (GR) e glutationa S-transferase (GSTs) (SCANDALIOS, 2005; BLOKHINA et al., 2003).

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

O peróxido de hidrogênio (H_2O_2) formado ainda precisa ser eliminado em etapas posteriores, são regulados por enzimas, mas as mais importantes são as peroxidases e as catalases, as quais estão localizadas em quase todas as partes das plantas (BLOKHINA et al., 2003).

A catalase é comumente encontrada nos peroxissomos e glioxissomas e possui a capacidade de degradar rapidamente o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e O_2, e por isso é muito importante no sistema antioxidativo (RESENDE et al., 2003).

As peroxidases desempenham um importante papel na biossíntese da parede celular, podendo ajudar na defesa ao ataque de patógenos aumentando as barreiras mecânicas, tornando a penetração do patógeno mais lenta, mas também estão envolvidas nas respostas ao estresse (CAMPA, 1991).

2.7 Nitrato Redutase

A assimilação de nitrogênio é o segundo maior processo metabólico nas plantas superiores, sendo superado apenas pela fixação fotossintética do CO_2. A energia e a estrutura molecular necessária para a incorporação do nitrogênio provêm do metabolismo dos carboidratos, o qual depende da fotossíntese, e essa, por sua vez, depende dos compostos contendo nitrogênio, como, por exemplo, a clorofila, criando, assim, um ciclo de interdependência (LARCHER, 2006).

O nitrogênio está entre os principais elementos minerais, logo depois do C, O e H como componente de biomassa. As plantas absorvem o nitrogênio do solo nas formas de nitrato e amônio, sendo que o nitrato é a principal forma de nitrogênio inorgânico disponível para as plantas, e sua absorção depende do pH na rizosfera, sendo que, sob pH baixo, a absorção de nitrato é mais prejudicada que a de amônio (BUCHANAN et al., 2000).

Depois de ser absorvido pelas raízes das plantas, no citoplasma das células, o nitrato (NO_3) é reduzido para nitrito (NO_2), reação essa catalisada pela enzima nitrato redutase - NR (LARCHER, 2006). A nitrato redutase comumente usa, durante a redução de nitrato para nitrito, o NADH como doador de elétrons. No entanto, em tecidos não clorofilados pode utilizar tanto o NADH, quanto o NADPH (YANG & MIDMORE, 2005). Depois da redução do nitrato para nitrito, ele é transportado rapidamente do citosol para o interior dos cloroplastos (em tecidos clorofilados) e plastídeos (em tecidos aclorofilados), onde será reduzido à amônia pela enzima nitrito redutase (NiR), usando ferredoxina reduzida como doadora de elétrons. A ferredoxina reduzida é proveniente do transporte de elétrons da fotossíntese nos cloroplastos e do NADPH formado na rota da oxidação da pentose-fosfato nos tecidos aclorofilados (YANG & MIDMORE, 2005; TAIZ & ZEIGER, 2011). Em seguida, esse amônio é incorporado em moléculas orgânicas, como aminoácidos e nucleotídeos, por meio da ação conjunta das enzimas glutamina sintetase (GS) e glutamato sintase (GOGAT) (LARCHER, 2006).

A nitrato redutase é rapidamente produzida, sendo que o nitrato, a luz e os carboidratos interferem na tradução e transcrição (TAIZ e ZEIGER, 2011). As alterações diárias na fotossíntese interferem na expressão e atividade da enzima nitrato redutase, sendo que geralmente, possui um pico de produção no final da noite e nas primeiras horas do dia. Para um grande número de espécies, as oscilações circadianas da atividade da nitrato redutase permanecerão por aproximadamente 24 horas, indicando que esse ritmo é endógeno (YANG & MIDMORE, 2005).

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

3. OBJETIVO

3.1 Objetivo Geral

Estudar os efeitos fisiológicos da piraclostrobina, boscalida e fluxapiroxade na cultura do tomate (*Solanum lycopersicum* L) híbrido 'Conquistador', em condições de ambiente protegido na região de Botucatu-SP, visando avaliar seus efeitos no metabolismo e desenvolvimento da planta, bem como seus efeitos na produção dos frutos de tomate.

3.2 Objetivos Específicos

Avaliar os efeitos da piraclostrobina, boscalida e fluxapiroxade na taxa de assimilação de CO_2, condutância estomática, concentração interna de CO_2, taxa de transpiração, eficiência do uso da água, eficiência da carboxilação, teor de clorofila, atividade das enzimas nitrato redutase, peroxidase, catalase superóxido dismutase e peroxidação de lipídeos, na produção dos frutos de tomate.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização do Experimento

O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção São Manuel, localizada no município de São Manuel (SP), pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Botucatu-SP.

As coordenadas geográficas são 22° 44’ S de latitude, 47° 34’ W de longitude e 750 metros de altitude. O clima é do tipo mesotérmico subtropical úmido com estiagem na época de inverno (PEEL et al., 2007).

O experimento foi conduzido em ambiente protegido tipo arco com as seguintes características: 30 m de comprimento, 7 m de largura e pé direito de 3 m, coberto com filme de polietileno de baixa densidade de 150µm aditivado e fechado nas laterais com tela de sombreamento de 75% (Figura 1).

Figura 1. Plantas de tomate em cultivo protegido tutoradas verticalmente. São Manuel-SP, 2014.

4.2 Semeadura e Transplante

Foi utilizado o híbrido de tomate "Conquistador", semeado em bandejas de poliestireno expandido de 128 células (Figura 2), colocando-se duas sementes por célula, contendo substrato comercial Carolina Soil® II composto de turfa de Sphagno, vermiculita expandida, resíduo orgânico agroindustrial classe A, calcário dolomítico, gesso agrícola e traços de fertilizantes NPK, pH 5,5±0,5, CE 0,4±0,3 $mScm^{-1}$ e densidade 155 kg m^{-3}, colocando-se uma semente por célula. Quando as mudas estavam com as folhas cotiledonares foi realizado o desbaste das mesmas e retiradas às plantas que não haviam se desenvolvido normalmente.

Figura 2. Semeadura em bandeja.
São Manuel-SP, 2013.

Figura 3. Transplante em estufa.
São Manuel-SP, 2014.

A semeadura foi realizada no dia 2 de dezembro de 2013, e o transplante em 6 de janeiro de 2014 (Figura 3), sendo colocada uma planta por cova com espaçamento de 1,0 x 0,5m, numa densidade de 20.000 plantas ha^{-1}. Cada canteiro possuía altura de 0,20 m acima do nível do terreno sendo cada qual servido por uma linha de irrigação e fertirrigação. Após o transplantio, realizou-se a primeira irrigação com duração de 30 minutos para a adaptação das plantas, que foram conduzidas com uma haste ao longo do ciclo e tutoradas verticalmente (Figura 1).

A correção, adubação do solo e fertirrigação foram realizadas com base na análise química do solo, retirado do local onde foi instalado o experimento, sendo a fertirrigação realizada semanalmente.

4.3 Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com seis tratamentos sendo uma testemunha e cinco de fungicidas com quatro repetições, composta por 6 plantas por parcela, considerando-se 4 plantas úteis.

A primeira aplicação dos tratamentos foi realizada aos 3 dias após o transplante das mudas (3 DAT), quando as plantas estavam com 2 folhas completamente expandidas, no dia 09 de janeiro de 2014, e as demais 5 aplicações em intervalos de 7 dias (3, 10, 17, 24 e 31 dias após transplante).

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

Os tratamentos utilizados foram: T1– testemunha; T2– azoxistrobina (75g ha^{-1}), T3– boscalida (75g ha^{-1}), T4– piraclostrobina (75g ha^{-1}), T5– fluxapiroxade (75g ha^{-1}), e T6– fluxapiroxade (50g ha^{-1}) + piraclostrobina (100g ha^{-1}) do p.a., conforme Tabela 1:

Tabela 1. Tratamentos utilizados, número e intervalo entre aplicações.

	Tratamentos	Numero de Aplicações	Intervalo entre Aplicações
T1	Testemunha	- - -	- - -
T2	Azoxistrobina 75g ha^{-1}	6	7 dias
T3	Boscalida 75g ha^{-1}	6	7 dias
T4	Piraclostrobina 75g ha-1	6	7 dias
T5	Fluxapiroxade 75g ha-1	6	7 dias
T6	Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	6	7 dias

Aplicações: 03, 10, 17, 24 e 31 DAT (dias após transplante)

Avaliações: 30, 58, 86 e 114 DAT (dias após transplante)

Como fonte de azoxistrobina foi utilizado o produto: Amistar® contendo 500 g kg^{-1} do p.a., produto da Syngenta; como fonte de: boscalida o produto Cantus® contendo 500 g kg^{-1} do p.a.; piraclostrobina o produto Comet® contendo 250 g L^{-1} do p.a.; fluxapiroxade o produto Xemium® contendo 300 g L^{-1} do p.a. e para fluxapiroxade + piraclostrobina o produto Orkestra® contendo 167 g L^{-1} + 333 g L^{-1} do p.a., todos fabricados pela BASF S.A.

4.4 Características Avaliadas

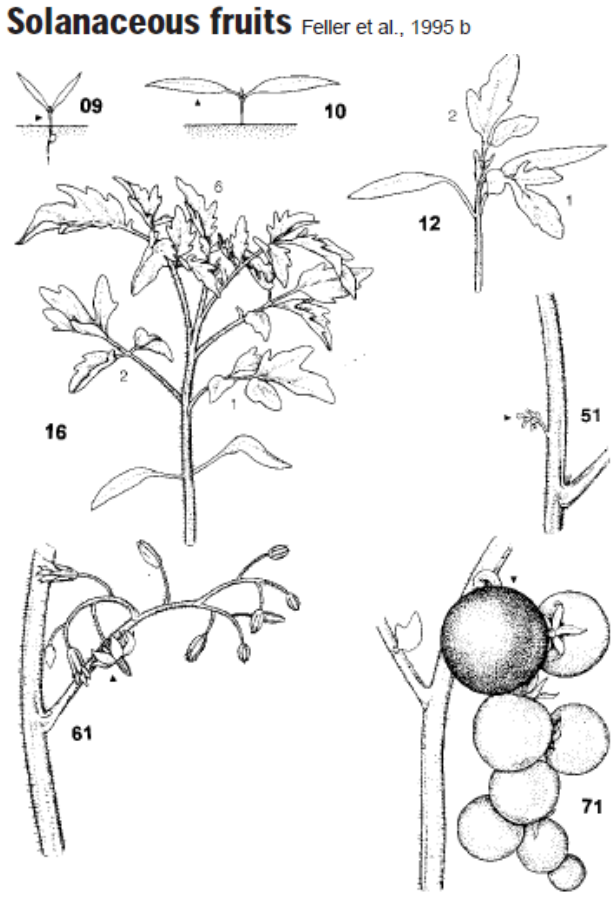
4.4.1 Trocas Gasosas

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

As medidas foram calculadas a partir da diferença entre a concentração de CO_2 e o vapor d'água do ar de referência (valor presente na câmara sem a folha) e da amostra (valor com a folha presente na câmara), obtendo-se as concentrações de vapor d'água e CO_2 que foram liberados (transpiração – vapor d'água) e assimilados (assimilação de CO_2) através dos estômatos das folhas.

Foram realizadas as avaliações de trocas gasosas nos dias 05 de fevereiro (30DAT), 05 de março (58DAT), 02 de abril (86 DAT) e 30 de abril (114DAT), totalizando quatro avaliações, selecionando-se quatro plantas de cada tratamento, nas quais foram escolhidas e padronizadas a 2ª folha com limbo totalmente expandido para realização da leitura.

Figura 4. BBCH Scale, identificação de estádios fenológicos.



Conforme proposto por Feller et al. (1995) e os estádios fenológicos das avaliações foram: desenvolvimento vegetativo / primeiros brotos laterais (30 DAT); inflorescências primarias / florescimento (58 DAT); 50% dos frutos maduros (86 DAT); Colheita (114 DAT) conforme compendio de identificação de estádios de desenvolvimento (BBCH, 1997).

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

A eficiência instantânea do uso da água (EUA, µmol CO_2 (mmol H2O) $^{-1}$) foi determinada através da relação entre assimilação de CO_2 e taxa de transpiração e a eficiência instantânea 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.

As avaliações de trocas gasosas foram realizadas utilizando-se equipamento com sistema aberto de fotossíntese, com analisador de CO_2 e vapor d'água, por radiação infravermelha (*Infra Red Gas Analyser* – IRGA, modelo LI-6400, Li-Cor). Essas medidas foram realizadas das 9:00 às 11:00 h em dia ensolarado em folhas completamente expandidas. As medidas foram feitas aos 30, 58, 86 e 114 dias após o transplante selecionando-se quatro plantas de cada tratamento. A concentração de CO_2 de referência utilizada durante as avaliações foi a do ambiente, a qual variou de 380 a 400 µmol CO_2 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, utilizando 1500 µmol m^{-2} 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.

4.1.1 Quantificação de Clorofila

Foram realizadas três coletas para determinação de clorofila nos dias 05 de fevereiro (30DAT), 25 de março (58DAT) e 30 de abril (114DAT), nas quais foram coletadas

três folhas, colocadas em sacos plásticos e embrulhadas em papel alumínio sendo em seguida congeladas em nitrogênio líquido, a fim de paralisar todas as reações imediatamente, utilizando a metodologia descrito por Sims & Gamon (2002).

4.1.2 Atividade Enzimática

Foram realizadas nos mesmos dias das avaliações das trocas gasosas, no entanto foram três coletas para análise enzimática nos dias 05 de fevereiro (30DAT), 25 de março (58DAT) e 30 de abril (114DAT), nas quais foram coletadas três folhas, colocadas em sacos plásticos e embrulhadas em papel alumínio sendo em seguida congeladas em nitrogênio líquido, a fim de paralisar todas as reações imediatamente. Anteriormente a determinação da atividade das enzimas, fez-se a extração e a quantificação de proteína contida em cada amostra, visto que os valores da atividade enzimática são dados em função da quantidade de proteína da amostra.

A atividade da redutase do nitrato foi determinada pela metodologia descrita por Streeter & Bosler (1972). A peroxidação de lipídios (TBAR) de acordo com técnica descrita por Heath e Packer (1968) apud Rama Devi e Prasad (1998). A atividade da enzima superóxido dismutase (SOD) foi determinada pela metodologia descrita por Beauchamp & Fridovich (1971, apud Bor et al., 2003). A atividade da catalase (CAT) foi determinada pela metodologia descrita por Peixoto et al. (1999). A atividade da enzima peroxidase (POD) foi medida pelo método espectrofotométrico proposto por Teisseire & Guy (2000).

4.1.3 Produção

Foram realizadas nove colheitas em duas plantas centrais nas quais se avaliou massa fresca total (g), com auxílio de balança digital, produtividade (frutos/m^2) e classificação dos frutos de acordo com a CEAGESP (2003).

A colheita realizada no dia 09 de abril de 2014 foi selecionada para as análises de pós-colheita. De cada parcela foram colhidos dois frutos e identificados para as análises. No laboratório, foi avaliada a massa fresca do fruto (MFF), com auxílio de balança digital, em gramas. Para pós-colheita foi determinado o pH, por leitura direta em solução de polpa homogeneizada utilizando-se potenciômetro (Digital DMPH-2), conforme técnica descrita por Pregnolatto & Pregnolatto (1985); o teor de sólidos solúveis com refratômetro

digital tipo Palette PR – 32, marca ATAGO, com compensação de temperatura automática, segundo a AOAC (1992) sendo os resultados expressos em °Brix e a acidez titulável expressa em gramas de ácido cítrico por 100g de polpa, obtida por meio de titulação de 5g 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 "ratio" foi determinado através da relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável (TRESSLER & JOSLYN, 1961).

4.2 Análise Estatística

. Para a verificação da homogeneidade das variâncias dos tratamentos foi utilizado o teste de Levene, e para análise estatística, os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F), sendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade (SAS INSTITUTE, 2010).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Trocas Gasosas

Nas avaliações de trocas gasosas realizadas aos 30, 58 e 86 DAT (Tabela 2, 3 e 4), não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, resultados obtidos através da análise realizada com o IRGA ("Infra Red Gas Analyser", Modelo LI-6400, LI-COR).

Tabela 2. Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}); condutância estomática (g_s, mol m^{-2} s^{-1}), concentração interna de CO_2 na folha (C_i, µmol mol^{-1}), taxa de transpiração (E, mmol m^{-2} s^{-1}) em plantas de tomate aos 30 dias após transplante (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

Tratamentos	A	g_s	C_i	E
Testemunha	11,03 a	0,287 a	244,94 a	6,93 a
Azoxistrobina 75g ha^{-1}	13,67 a	0,261 a	251,31 a	6,87 a
Boscalida 75g ha^{-1}	14,43 a	0,244 a	255,04 a	5,08 a
Piraclostrobina 75g ha^{-1}	16,21 a	0,272 a	233,04 a	5,90 a
Fluxapiroxade 75g ha^{-1}	15,09 a	0,294 a	259,55 a	7,05 a
Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	13,54 a	0,239 a	257,79 a	5,95 a
C.V(%)	24,90	22,61	7,63	28,43

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

Tabela 3. Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}); condutância estomática (g_s, mol m^{-2} s^{-1}), concentração interna de CO_2 na folha (C_i, µmol mol^{-1}), taxa de transpiração (E, mmol m^{-2} s^{-1}) em plantas de tomate aos 58 dias após transplante (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

Tratamentos	A	g_s	C_i	E
Testemunha	14,99 a	0,297 a	251,79 a	6,00 a
Azoxistrobina 75g ha^{-1}	16,66 a	0,269 a	229,10 a	5,83 a
Boscalida 75g ha^{-1}	18,77 a	0,270 a	222,16 a	5,76 a
Piraclostrobina 75g ha^{-1}	19,69 a	0,282 a	214,47 a	5,83 a
Fluxapiroxade 75g ha^{-1}	17,24 a	0,299 a	241,76 a	6,17 a
Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	19,15 a	0,287 a	221,94 a	5,71 a
C.V(%)	21,16	11,86	13,07	7,04

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

Plantas tratadas com piraclostrobina obtiveram os maiores valores para taxa de assimilação de CO_2 nos 30 e 58 DAT, porém sem diferir significativamente dos demais tratamentos, o mesmo ocorrendo com plantas tratadas com boscalida aos 86 DAT (Figura 5).

Tabela 4. Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}); condutância estomática (g_s, mol m^{-2} s^{-1}), concentração interna de CO_2 na folha (C_i, µmol mol^{-1}), taxa de transpiração (E, mmol m^{-2} s^{-1}) em plantas de tomate aos 86 dias após transplante (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

Tratamentos	A	g_s	C_i	E
Testemunha	11,03 a	0,177 a	221,53 a	3,47 a
Azoxistrobina 75g ha^{-1}	12,68 a	0,179 a	229,08 a	3,42 a
Boscalida 75g ha^{-1}	16,65 a	0,178 a	235,18 a	3,42 a
Piraclostrobina 75g ha^{-1}	15,14 a	0,190 a	222,46 a	3,74 a
Fluxapiroxade 75g ha^{-1}	12,65 a	0,200 a	241,92 a	3,73 a
Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	14,05 a	0,157 a	223,45 a	3,11 a
C.V(%)	22,02	20,16	12,33	17,91

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

Tabela 5. Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}); condutância estomática (g_s, mol m^{-2} s^{-1}), concentração interna de CO_2 na folha (C_i, µmol mol^{-1}), taxa de transpiração (E, mmol m^{-2} s^{-1}) em plantas de tomate aos 114 dias após transplante (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

Tratamentos	A	g_s	C_i	E
Testemunha	11,32 ab	0,142 a	178,59 a	2,96 a
Azoxistrobina 75g ha^{-1}	13,84 ab	0,143 a	184,17 a	2,85 a
Boscalida 75g ha^{-1}	14,28 ab	0,161 a	194,84 a	3,12 a
Piraclostrobina 75g ha^{-1}	13,70 ab	0,165 a	201,76 a	3,28 a
Fluxapiroxade 75g ha^{-1}	17,15 a	0,189 a	190,53 a	3,65 a
Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	8,51 b	0,107 a	206,12 a	2,24 a
C.V(%)	23,27	28,94	17,00	23,03

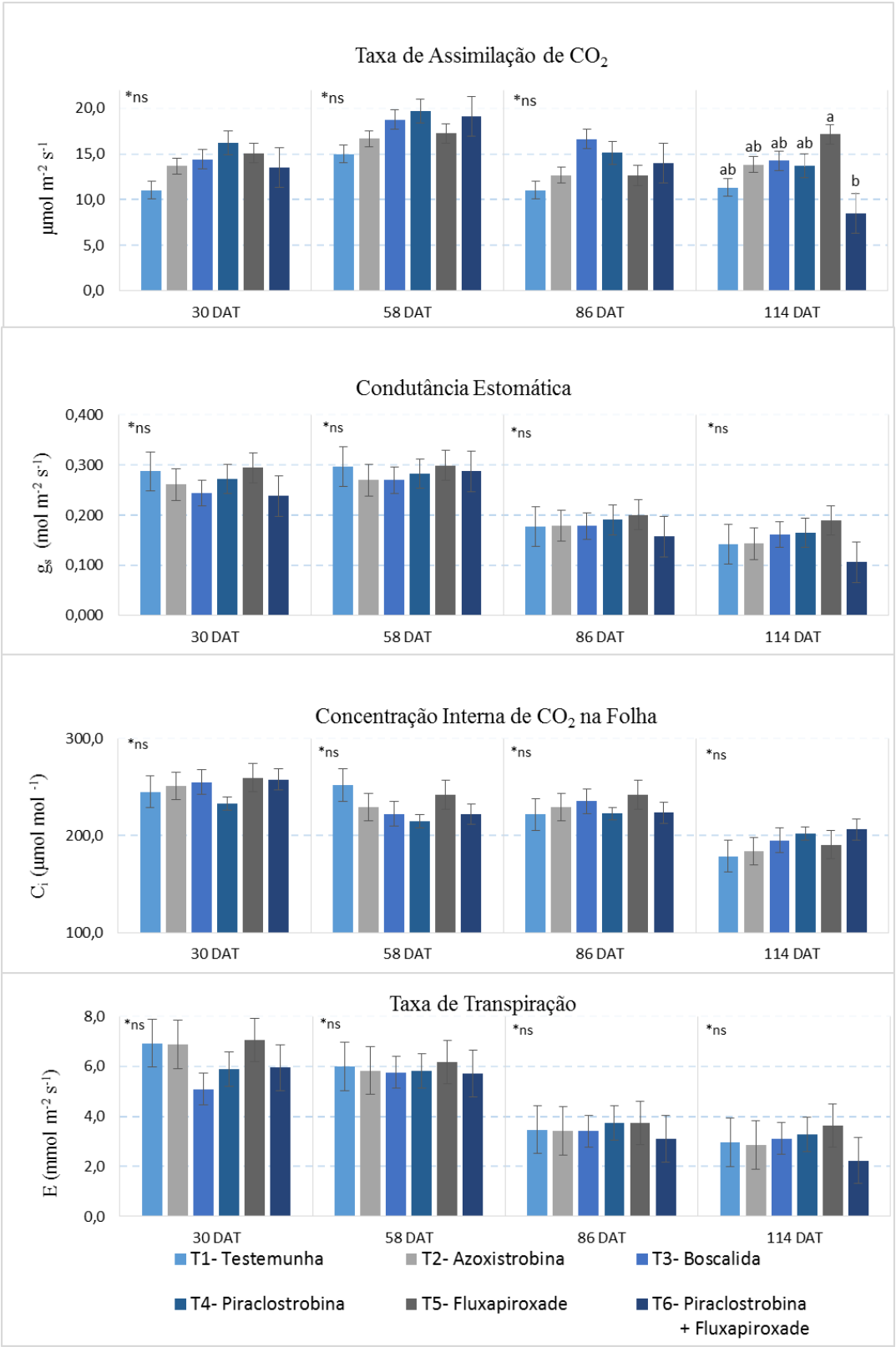
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Plantas que receberam tratamento com o fungicida fluxapiroxade, apresentaram a maior taxa de assimilação de CO_2 aos 114 DAT (Tabela 5) com diferenças significativas (Tukey 5%) em comparação com os outros tratamentos utilizados neste trabalho, mostrando assim um indicativo de que este novo princípio ativo fungicida, pertencente a classe das carboxamidas, pode também ter efeitos positivos na fisiologia das plantas, como já observado na boscalida, concordando com os resultados obtidos por Amaro et al. (2009), em plantas de pepino (*Cucumis sativus*) e Macedo, A.C. (2012), em plantas de melão (*Cucumis melo* L.).

Tratamentos com fluxapiroxade, demontsram que a maior taxa de assimilação de CO_2, possivelmente disponibiliza mais fotoassimilados e juntamente com a alta atividade da nitrato redutase e redução do estresse oxidativo resultam em altos valores de produção, pelo aumento da atividade fotssintética e retardando a senescência, concordando com Beck et al. (2002) em experimento com trigo.

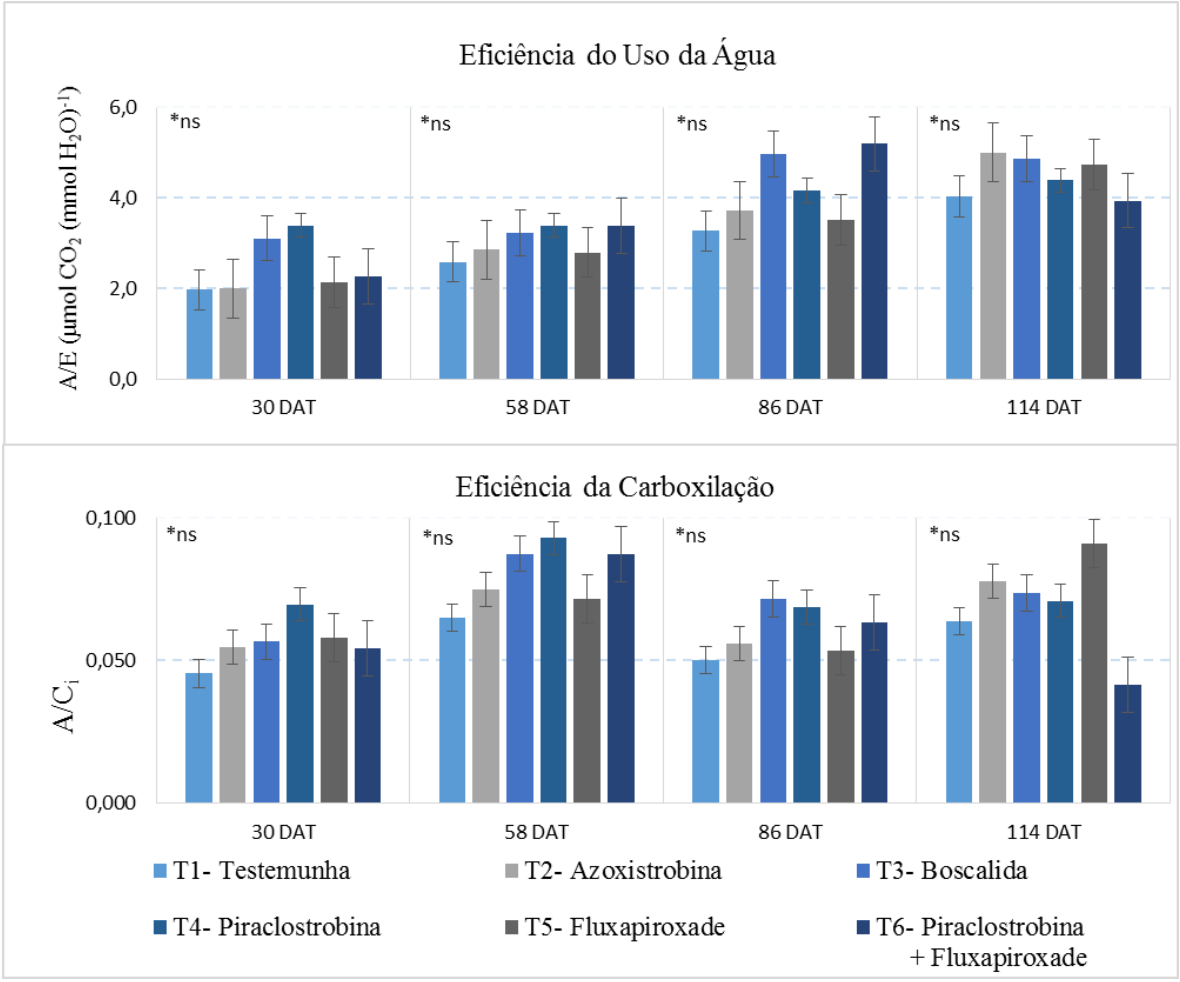
Neste trabalho, não houve diferença significativa entre os tratamentos sobre a concentração interna de CO_2, condutância estomática e na taxa de transpiração em todas as avaliações (30, 58, 86 e 114 DAT), apesar dos valores de fluxapiroxade em todas as avaliações para a condutância estomática e taxa de transpiração foram consistentemente maiores, porém com resultados não significativos (Figura 5).

Figura 5. Taxa de assimilação de CO_2 (A, µmol m^{-2} s^{-1}); condutância estomática (g_s, mol m^{-2} s^{-1}), concentração interna de CO_2 na folha (C_i, µmol mol $^{-1}$), taxa de transpiração (E, mmol m^{-2} s^{-1}) em plantas de tomate aos 30, 58, 86 e 114 dias após tratamento (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.



***ns:** Não Significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 6. Eficiência do uso da água (A/E, µmol CO_2 (mmol $H_2O)^{-1}$) e eficiência de carboxilação (A/C_i) em plantas de tomate aos 30, 58, 86 e 114 dias após transplante (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.



***ns:** Não Significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Este mesmo fato observado pode ser observado nos tratamentos com piraclostrobina e boscalida na eficiência do uso da agua (Tabela 6) e na eficiência de carboxilação (Tabela 7) nas avaliações de 30, 58 e 86 DAT, que mesmo não diferindo estatisticamente, obteve valores maiores que a testemunha e outros tratamentos nas avaliações de pleno desenvolvimento vegetativo (30 DAT), início florescimento (58 DAT), e plena colheita (86 DAT),

Na avaliação de 30 DAT, os valores de piraclostrobina na eficiência do uso da agua e na eficiência da carboxilação foram 50% maiores em comparação com a testemunha e 25% maior que azoxistrobina (Figura 6).

Tabela 6. Eficiência do uso da água (A/E, µmol CO_2 (mmol $H_2O)^{-1}$) em plantas de tomate aos 30, 58, 86 e 114 dias após transplante (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

Tratamentos	Eficiência do uso da água (A/E)			
	30 DAT	58 DAT	86 DAT	114 DAT
Testemunha	1,98 a	2,58 a	3,27 a	4,04 a
Azoxistrobina 75g ha^{-1}	2,00 a	2,85 a	3,72 a	5,00 a
Boscalida 75g ha^{-1}	3,11 a	3,24 a	4,96 a	4,86 a
Piraclostrobina 75g ha^{-1}	3,39 a	3,39 a	4,16 a	4,39 a
Fluxapiroxade 75g ha^{-1}	2,15 a	2,80 a	3,51 a	4,74 a
Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	2,82 a	3,39 a	5,19 a	3,94 a
C.V(%)	40,17	23,79	34,82	22,89

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

A eficiência do uso da água e a eficiência da carboxilação na avaliação realizada aos 114 DAT (Tabela 9) apresentou valores semelhantes entre plantas tratadas e não tratadas. Fato este diferente às três avaliações anteriores, quando a planta estava entre o início da frutificação e o ápice da colheita, nas quais estes valores foram consistentemente maiores, apesar de não diferir estatisticamente no presente trabalho.

Tabela 7. Eficiência de carboxilação (A/Ci) em plantas de tomate aos 30, 58, 86 e 114 dias após transplante (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

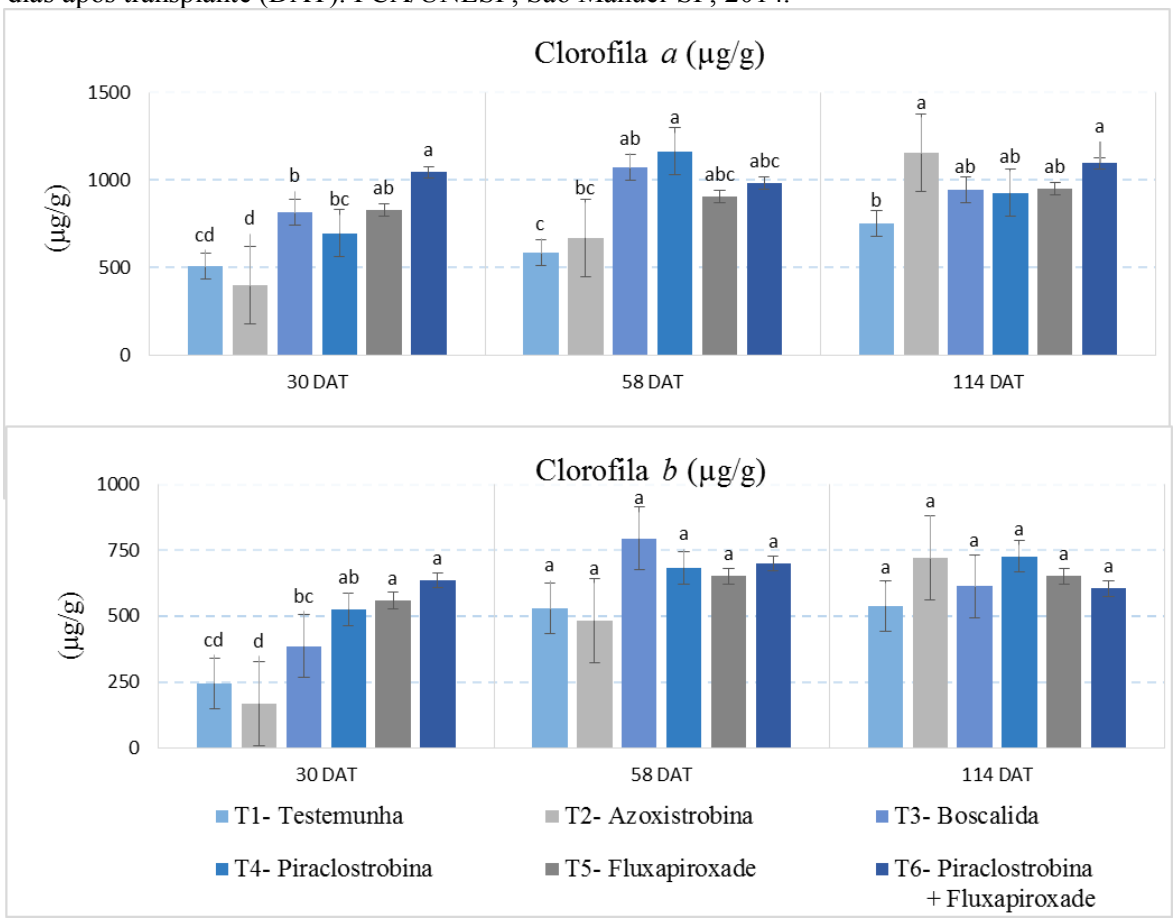
Tratamentos	Eficiência de carboxilação (A/C_i)			
	30 DAT	58 DAT	86 DAT	114 DAT
Testemunha	0,045 a	0,065 a	0,050 a	0,064 a
Azoxistrobina 75g ha^{-1}	0,055 a	0,075 a	0,056 a	0,078 a
Boscalida 75g ha^{-1}	0,057 a	0,087 a	0,072 a	0,074 a
Piraclostrobina 75g ha^{-1}	0,070 a	0,093 a	0,069 a	0,071 a
Fluxapiroxade 75g ha^{-1}	0,058 a	0,071 a	0,053 a	0,091 a
Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	0,054 a	0,087 a	0,063 a	0,042 a
C.V(%)	27,78	32,56	25,51	31,21

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

5.2 Teor de Clorofila e Índice SPAD

Aos 30 DAT, os tratamentos com fluxapiroxade e sua mistura com piraclostrobina, obtiveram neste trabalho teores de clorofila *a* e clorofila *b* superiores aos demais tratamentos (Figura 07). O tratamento com boscalida também apresentou diferenças significativas em relação a azoxistrobina e testemunha no teor de clorofila *a* (Tabela 08). Esse maior teor de clorofila, provavelmente, levou às maiores taxas de trocas gasosas nessas plantas, indicando esses fatores acabaram revertidos para a maior produção de biomassa, o que pode ter gerado maior produção.

Figura 07. Teor de Clorofila *a* (µg/g) e Clorofila *b* (µg/g), em plantas de tomate aos 30, 58 e 114 dias após transplante (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.



Aos 58 DAT, no início do florescimento, a piraclostrobina e a boscalida foram as que tiveram os melhores teores de clorofila *a* com diferenças significativas em relação a testemunha e azoxistrobina, importante fase fenológica para produção de frutos. No fim da colheita aos 114 DAT, quem obteve os maiores valores foram a azoxistrobina e a mistura de fluxapiroxade e piraclostrobina, para clorofila *a*.

Tabela 08. Valores médios de clorofila *a* e clorofila *b* (µg/g), após a aplicação dos tratamentos em plantas de tomate aos 30 dias após transplante (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

Tratamentos	30 DAT		58 DAT		114 DAT	
	Cl *a*	Cl *b*	Cl *a*	Cl *b*	Cl *a*	Cl *b*
Testemunha	503,86 cd	244,96 cd	580,81 c	528,83 a	753,36 b	538,49 a
Azoxistrobina 75g ha^{-1}	395,91 d	168,63 d	668,13 bc	483,10 a	1.153,66 a	721,41 a
Boscalida 75g ha^{-1}	814,77 b	385,53 bc	1.068,73 ab	795,78 a	945,10 ab	612,89 a
Piraclostrobina 75g ha^{-1}	694,63 bc	526,23 ab	1.163,02 a	684,34 a	925,56 ab	727,82 a
Fluxapiroxade 75g ha^{-1}	825,70 ab	559,22 a	904,96 abc	651,90 a	948,46 ab	651,35 a
Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	1.043,72 a	635,37 a	982,28 abc	701,03 a	1.095,93 a	604,83 a
C.V(%)	13,52	17,55	20,87	23,74	12,97	15,84

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

Os teores de clorofila *b* não diferiram significativamente aos 58 e 114 DAT, porém com altos teores de boscalida e piraclostrobina respectivamente. Este aumento na atividade fotossintética e fluorescência da clorofila já foram relatados para piraclostrobina por BECK et al. (2002) em plantas de trigo.

Com relação ao índice SPAD (Tabela 09), os tratamentos não apresentaram diferença significativa em nenhuma das avaliações, não demonstrando relação com os teores de clorofila no presente trabalho.

Tabela 9. Índice SPAD das plantas de tomate, com aplicação de diferentes fungicidas aos 30, 58, 86 e 114 dias após o transplante das mudas (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

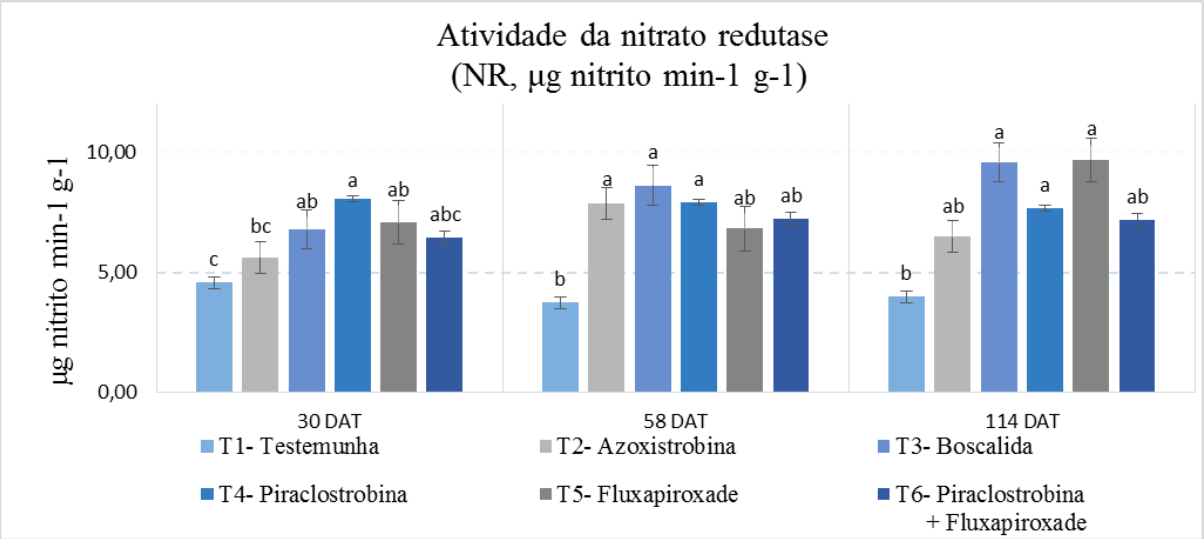
Tratamentos	30 DAT	58 DAT	86 DAT	114 DAT
Testemunha	48,15 a	46,63 a	57,20 a	61,08 a
Azoxistrobina 75g ha^{-1}	48,63 a	47,90 a	59,23 a	64,70 a
Boscalida 75g ha^{-1}	45,43 a	50,23 a	51,48 a	65,30 a
Piraclostrobina 75g ha^{-1}	45,95 a	49,00 a	53,98 a	63,05 a
Fluxapiroxade 75g ha^{-1}	44,60 a	45,95 a	57,55 a	63,93 a
Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	47,63 a	49,20 a	58,80 a	61,55 a
C.V(%)	6,00	6,62	6,05	4,65

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

5.3 Atividade Enzimática

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

Figura 08. Atividade da nitrato redutase (NR, µg nitrito min-1 g-1), em plantas de tomate aos 30, 58 e 114 dias após transplante (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.



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

O índice de clorofila tem estreita relação com a quantidade de nitrogênio na planta, uma vez que este se trata de um de seus principais elementos constituintes, portanto a atividade da enzima nitrato redutase (NR) é estritamente ligada a essa característica. A enzima nitrato redutase teve sua atividade foi aumentada pela aplicação dos fungicidas boscalida e fluxapiroxade da classe das carboxamidas, e pela piraclostrobina que é uma estrobilurina, sendo que em todas as avaliações tiveram diferença significativa em relação a testemunha não tratada (Figura 08). Apenas aos 58 DAT, o tratamento com fluxapiroxade, mesmo tendo um valor 80% maior, não diferiu significativamente em relação a testemunha (Tabela 10).

Aos 30 DAT, no pleno desenvolvimento vegetativo das plantas, os tratamentos com piraclostrobina, fluxapiroxade e boscalida obtiveram os maiores valores na atividade da enzima nitrato redutase (Figura 08). No início da produção de frutos (58 DAT), momento esse no qual a assimilação de nitrogênio é muito importante, pois a planta está investindo no crescimento, as maiores atividades da NR foram da boscalida e das estrobilurinas. No ápice da frutificação e produção 114 (DAT), a boscalida e o fluxapiroxade, juntamente com a piraclostrobina diferiram estatisticamente dos outros tratamentos, evidenciando assim seus efeitos fisiológicos positivos (Tabela 10).

Tabela 10. Atividade da nitrato redutase (NR, µg nitrito min^{-1} g^{-1}), em plantas de tomate com aplicação de diferentes fungicidas aos 30, 58 e 114 dias após o transplante das mudas (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

Tratamentos	30 DAT	58 DAT	114 DAT
Testemunha	4,58 c	3,75 b	3,99 b
Azoxistrobina 75g ha^{-1}	5,63 bc	7,89 a	6,48 ab
Boscalida 75g ha^{-1}	6,79 ab	8,62 a	9,57 a
Piraclostrobina 75g ha^{-1}	8,06 a	7,91 a	7,66 a
Fluxapiroxade 75g ha^{-1}	7,08 ab	6,82 ab	9,68 a
Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	6,44 abc	7,24 ab	7,19 ab
C.V(%)	14,82	24,29	19,81

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

Além dessa ação na NR, as plantas tratadas com fluxapiroxade e piraclostrobina apresentaram incremento na atividade do sistema antioxidativo no ápice da produção dos frutos, agindo como protetores contra o estresse. Esses resultados sugerem que os tratamentos com estrobilurinas e carboxamidas, também tendem a aumentar a formação de EROS e consequentemente, a formação de enzimas antioxidantes para combatê-lo, pois apresentaram as maiores atividades de SOD, POD e CAT, dependendo da avaliação realizada (30, 58, 114 DAT), o que gerou menor nível de peroxidação de lipídios, ou seja, menor estresse oxidativo (Figura 09).

Tabela 11. Peroxidação lipídica (TBARS, nmol g^{-1} de matéria fresca), atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg^{-1} de proteína), atividade da peroxidase (POD, µmol de purpurogalina min^{-1} mg^{-1} de proteína) e atividade da catalase (CAT, µKat $µg^{-1}$ de proteína) em plantas de tomate, aos 30 dias após o transplante das mudas (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

Tratamentos	Peroxidação lipídica	SOD	POD	CAT
Testemunha	5,02 a	3.041,14 a	44,62 b	0,99 a
Azoxistrobina 75g ha^{-1}	7,60 a	3.517,70 a	143,56 ab	1,09 a
Boscalida 75g ha^{-1}	7,36 a	5.752,81 a	121,87 ab	2,04 a
Piraclostrobina 75g ha^{-1}	7,38 a	3.921,67 a	177,44 a	1,64 a
Fluxapiroxade 75g ha^{-1}	6,01 a	5.425,78 a	108,17 ab	2,12 a
Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	6,65 a	4.616,25 a	63,09 b	1,88 a
C.V(%)	29,70	40,77	44,84	37,36

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

Na primeira avaliação aos 30 dias (Tabela 11), apenas a piraclostrobina apresentou maior atividade da POD, diferindo significativamente da testemunha e mantendo baixo o nível de peroxidação lipídica, que não diferiu dos demais tratamentos.

No início da frutificação, aos 58 DAT, plantas tratadas com piraclostrobina, boscalida, e fluxapiroxade tiveram baixos níveis de peroxidação lipídica quando comparadas com a azoxistrobina. Nesta avaliação (Tabela 12), a piraclostrobina obteve maior atividade da SOD, a boscalida da POD e o fluxapiroxade da CAT. Esses resultados sugerem que os tratamentos com piraclostrobina, boscalida e fluxapiroxade, também tendem a aumentar a formação de EROS e consequentemente incremento na atividade do sistema antioxidativo no início da produção dos frutos, agindo como protetores contra o estresse, pois apresentaram as maiores atividades de SOD, POD e CAT, gerando menor nível de peroxidação de lipídios, ou seja, menor estresse.

No final da produção aos 114 DAT (Tabela 13), a peroxidação de lipídios foi mais alta nas plantas tratadas com piraclostrobina, mesmo com a atividade da POD e da SOD sendo uma das mais altas, sugere-se uma possível sobrecarga do sistema, mostrando que as enzimas estavam trabalhando no combate às EROs, mas ainda não tinham efetivamente conseguido controlar o estresse.

Tabela 12. Peroxidação lipídica (TBARS, nmol g^{-1} de matéria fresca), atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg^{-1} de proteína), atividade da peroxidase (POD, µmol de purpurogalina min^{-1} mg^{-1} de proteína) e atividade da catalase (CAT, µKat $µg^{-1}$ de proteína) em plantas de tomate, aos 58 dias após o transplante das mudas (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

Tratamentos	Peroxidação lipídica	SOD	POD	CAT
Testemunha	9,62 a	1.097,77 c	146,22 b	2,34 b
Azoxistrobina 75g ha^{-1}	14,45 a	4.401,32 bc	133,35 b	5,51 ab
Boscalida 75g ha^{-1}	8,33 a	5.562,54 b	248,14 a	5,34 ab
Piraclostrobina 75g ha^{-1}	10,62 a	10.158,44 a	161,88 b	8,83 ab
Fluxapiroxade 75g ha^{-1}	8,06 a	5.395,62 b	134,33 b	11,85 a
Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	6,83 a	4.942,65 bc	115,32 b	3,08 b
C.V(%)	39,38	35,25	23,08	60,08

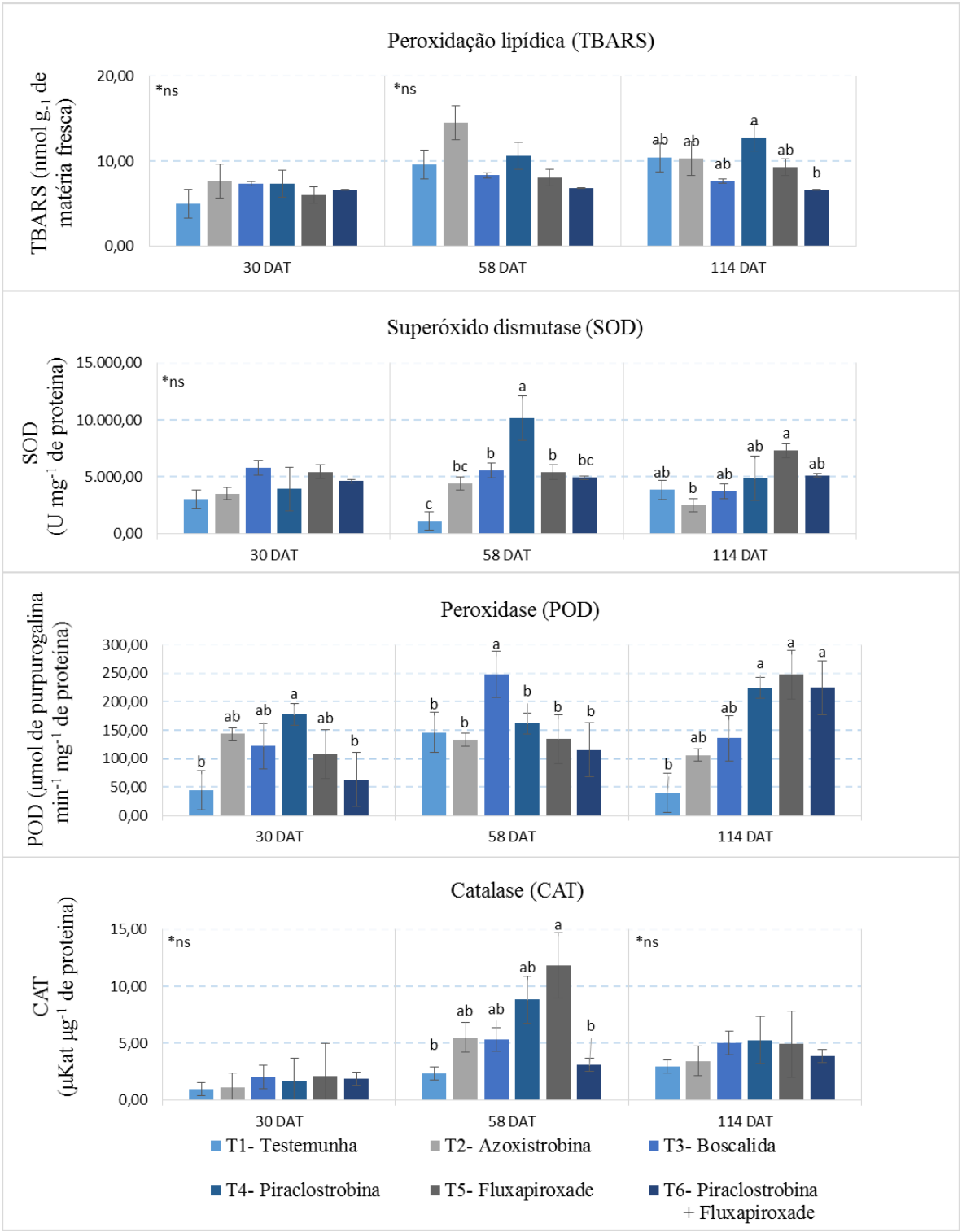
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 13. Peroxidação lipídica (TBARS, nmol g^{-1} de matéria fresca), atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg^{-1} de proteína), atividade da peroxidase (POD, µmol de purpurogalina min^{-1} mg^{-1} de proteína) e atividade da catalase (CAT, µKat $µg^{-1}$ de proteína) em plantas de tomate, aos 114 dias após o transplante das mudas (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

Tratamentos	Peroxidação lipídica	SOD	POD	CAT
Testemunha	10,44 ab	3.838,65 ab	39,76 b	2,94 a
Azoxistrobina 75g ha^{-1}	10,26 ab	2.480,86 b	106,47 ab	3,45 a
Boscalida 75g ha^{-1}	7,66 ab	3.708,33 ab	136,20 ab	5,03 a
Piraclostrobina 75g ha^{-1}	12,78 a	4.853,68 ab	224,18 a	5,28 a
Fluxapiroxade 75g ha^{-1}	9,25 ab	7.285,03 a	247,60 a	4,91 a
Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	6,65 b	5.126,82 ab	224,68 a	3,90 a
C.V(%)	25,81	44,51	39,81	68,85

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

Figura 09. Peroxidação lipídica (TBARS, nmol g^{-1} de matéria fresca), atividade da superóxido dismutase (SOD, U mg^{-1} de proteina), atividade da peroxidase (POD, µmol de purpurogalina min^{-1} mg^{-1} de proteína) e atividade da catalase (CAT, µKat $µg^{-1}$ de proteina) em plantas de tomate, aos 58 dias após o transplante das mudas (DAT). FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.



***ns:** Não Significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Esses resultados demonstram que os tratamentos com estrobilurinas e carboxamidas foram eficientes no combate ao estresse, pois os níveis de peroxidação de lipídios ficaram baixos e levemente menores que nas testemunhas (Figura 09), com exceção da piraclostrobina aos 114 DAT, sugerindo que, possivelmente, as EROs já tinham sido combatidas, e confirmando o efeito protetor desses fungicidas, sendo muito importante nesse momento e ajudando a retardar a senescência.

A azoxistrobina foi o fungicida com menor atividade antioxidante, pois as plantas tratadas com azoxistrobina apresentaram no início da frutificação (58 DAT) uma alta peroxidação lipídica devido ao estresse neste importante momento fisiológico da planta, e com baixas atividades nas enzimas antioxidantes. Nesta avaliação (Tabela 16) podemos verificar que a piraclostrobina obteve alta atividade enzimática para combater o estresse oxidativo.

5.4 Produção

Até há pouco tempo, o controle de doenças era o único objetivo do uso de fungicidas; no entanto, os benefícios fisiológicos trazidos pelas estrobilurinas trouxeram um novo conceito para o uso desses produtos (VENÂNCIO, 2004). As carboxamidas complementam a ação das estrobilurinas, seja aplicado alternadamente, seja aplicado em conjunto. São sistêmicos e funcionam preventivamente inibindo a germinação de esporos, e possui pouco efeito curativo; portanto, a aplicação preventiva desses produtos traz como benefícios, além de proteger a planta, o de incrementar a produção através de seus benefícios fisiológicos.

Com relação aos seus aspectos qualitativos nos resultados na produção, verificou-se que a piraclostrobina obteve a maior massa fresca de frutos MFF (Tabela 14), assim como o maior valor médio de produção total (Tabela 15), diferindo da testemunha, tendo o fluxapiroxade e sua mistura com piraclostrobina altos valores de produção, também diferindo da testemunha no valor médio de produção total e MFF (Tabela 14 e 15), o que demonstra os efeitos positivos na produção da piraclostrobina e fluxapiroxade, resultado este que concorda com os resultados obtidos por Carrijo (2014) para piraclostrobina, porém diferem em relação a fluxapiroxade.

A maior produção de frutos das plantas tratadas com piraclostrobina e fluxapiroxade, possivelmente, deu-se devido aos maiores valores médios de clorofila presente nas folhas nas avaliações realizadas nos 30 e 58 DAT (Tabela 08). Esse aumento no índice de clorofila pode ter sido ocasionado pela maior atividade da nitrato redutase (Tabela 10) desde o

início do desenvolvimento, até fase de produção dos frutos, o que disponibilizou mais nitrogênio para as plantas.

Tabela 14. Massa fresca dos frutos (MFF, g), sólidos solúveis (SS, °Brix), valores médios de pH, acidez titulável (AT, g de ácido cítrico 100g de polpa-1) e "Ratio" (relação: SS/AT) de frutos de tomate com aplicação de diferentes fungicidas aos 95 DAT. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

Tratamentos	MFF (g)	SS (°Brix)	pH	AT	Ratio (SS/AT)
Testemunha	297,96 c	3,76 ab	4,42 a	0,13 ab	34,18 ab
Azoxistrobina 75g ha^{-1}	386,19 bc	3,46 b	4,41 a	0,10 b	44,85 ab
Boscalida 75g ha^{-1}	308,64 c	3,62 ab	4,28 a	0,16 a	29,61 b
Piraclostrobina 75g ha^{-1}	481,43 a	3,88 a	4,29 a	0,15 a	28,29 b
Fluxapiroxade 75g ha^{-1}	437,41 ab	3,66 ab	4,42 a	0,10 b	50,18 a
Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	409,83 ab	3,52 b	4,42 a	0,13 ab	33,86 ab
C.V(%)	11,97	4,19	4,10	19,88	24,96

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

Tabela 15. Valores médios de produção total (PT, kg m-2), número médio do total de frutos (NTF, frutos m-2), peso médio de frutos (PM, g/fruto) e porcentagem de frutos não comerciais por defeito (FNC, %) de frutos de tomate com aplicação de diferentes fungicidas aos 95 DAT. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

Tratamentos	PT (kg m^{-2})	NTF (fruto m^{-2})	PM (g/fruto)	FNC [1] (%)
Testemunha	6,893 c	50,25 b	139,42 a	10,95 %
Azoxistrobina 75g ha^{-1}	10,198 bc	76,75 a	133,72 a	7,17 %
Boscalida 75g ha^{-1}	9,714 bc	69,75 ab	138,90 a	1,79 %
Piraclostrobina 75g ha^{-1}	14,366 a	83,50 a	172,78 a	1,80 %
Fluxapiroxade 75g ha^{-1}	12,078 ab	78,00 a	156,00 a	3,85 %
Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	11,329 ab	73,50 a	156,07 a	7,48 %
C.V(%)	16,42	13,61	12,16	-

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

1. FNC: descarte por defeitos, como podridões, rachaduras, manchas, deformado, amassado, dano profundo, imaturo, queima do sol, cancro, dano por frio, viroses (Fonte: CEAGESP, 2003).

A taxa de assimilação de CO2, a transpiração, a condutância estomática, assim como a eficiência de carboxilação nessas plantas tratadas com piraclostrobina ou fluxapiroxade ficaram mais ou menos constantes nas primeiras avaliações, sempre dentre as mais altas, possivelmente devido ao maior índice de clorofila nesse período, mas a taxa de assimilação de CO_2 ficou acima das testemunhas apenas na última avaliação (114 DAT), concordando com Rodrigues (2009), que verificou que a aplicação de piraclostrobina + epoxiconazole em soja aumentou o índice de clorofila nas folhas, retardou a diminuição do índice de área foliar e a senescência. Além disso, aumentou a taxa de assimilação de CO_2 e a atividade da enzima nitrato redutase, principalmente quando foi feita mais de uma aplicação.

A azoxistrobina e a boscalida no presente trabalho não diferiram significativamente da testemunha na maioria dos aspectos avaliados, como o valor médio de produção (Tabela 15) e a massa fresca dos frutos (Tabela 14) em ambiente protegido. Isso representou 25% a menos de produção comercial (kg m^{-2}), quando comparados a média das plantas tratadas com piraclostrobina, fluxapiroxade e a mistura destes, indicando que esse tratamento foi prejudicial não obteve resultados positivos para a produção (Tabela 16).

Nas condições em que o experimento foi conduzido, os resultados obtidos permitiram concluir que a aplicação dos tratamentos não alterou os valores de pH. Já os teores de sólidos solúveis (SS) expressos em "ºBrix", o maior valor foi obtido com a piraclostrobina, seguido pela boscalida e fluxapiroxade aplicado isoladamente, diferindo significativamente do tratamento com azoxistrobina (Tabela 14). Os teores de ácido ascórbico (AT) foram maiores para o tratamento com a boscalida e piraclostrobina, que diferiram do tratamento com a azoxistrobina, sendo que a piraclostrobina apresentou também menor perda de massa em temperatura ambiente (Tabela 14).

Com relação a qualidade, um dos atributos mais valorizados é o 'Ratio' (SS/AT), que é a relação entre os sólidos solúveis (ºBrix) e a acidez titulável (AT), que têm relação direta com o sabor, e por isso são valorizados pelos consumidores. O fluxapiroxade, neste trabalho obteve o maior "ratio", diferindo significativamente dos outros tratamentos (Tabela 14). Portanto a aplicação da mistura de piraclostrobina melhora aspectos qualitativos da pós-colheita dos frutos de tomate 'Conquistador'.

Na análise da produção total e comercial (Tabela 20), a piraclostrobina obteve os maiores valores e o menor descarte de frutos não comerciais. O fluxapiroxade e sua associação com piraclostrobina obtiveram valores maiores que a testemunha e a azoxistrobina, sendo que este tratamento só foi superior a testemunha sem tratamento.

Neste trabalho, a boscalida obteve valores de produção semelhantes a

azoxistrobina e testemunha sem tratamento.

A utilização de produtos com efeitos positivos na fisiologia contribui para que o produtor de hortaliça obtenha maiores rendimentos, visto que o custo de todos os insumos utilizados para proteção de plantas não alcança 10% do custo de produção de tomate (AGRIANUAL, 2014).

Tabela 16. Valores médios da produção total (PT, kg m^{-2}), frutos não comerciais (FNC, % descarte), produção comercial (PC, kg m^{-2}), e incremento da produção (IP, % adicional), e produtividade (t/ha) de frutos de tomate com aplicação de diferentes fungicidas aos 95 DAT. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

Tratamentos	Produção Total (kg m^{-2})	(FNC)	Produção Comercial * (kg m^{-2})		(IP)	PC (t/ha)
Testemunha	6,893	11%	6,138	c	-	61,4
Azoxistrobina 75g ha^{-1}	10,198	7%	9,467	bc	54%	94,7
Boscalida 75g ha^{-1}	9,714	2%	9,539	bc	55%	95,4
Piraclostrobina 75g ha^{-1}	14,366	2%	14,108	a	130%	141,1
Fluxapiroxade 75g ha^{-1}	12,078	4%	11,614	ab	89%	116,1
Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	11,329	7%	10,481	ab	71%	104,8

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
* A produção comercial (PC) é relativa a produção total excetuando-se frutos não comerciais.
Incremento de produtividade (IP) em % tendo como referencia a testemunha. (Fonte: Autor)

Com relação a análise econômica, obtendo a produtividade em kg por 1.000 plantas, como normalmente é utilizado pelos produtores, podemos observar neste trabalho que a produção total da piraclostrobina foi maior, com diferença significativa para a testemunha, tendo o fluxapiroxade e a mistura de fluxapiroxade com piraclostrobina, valores de produção também significativamente maiores que a testemunha (Tabela 17).

Com relação aos frutos não comerciais (FNC), alguns tratamentos tiveram mais de 5% de descarte de frutos, que conforme metodologia proposta por Ceagesp (2003), são frutos descartados por defeitos como podridões, rachaduras, manchas, deformado, amassado, dano profundo, imaturo, queima do sol, cancro, dano por frio, viroses (Tabela 16). Este percentual pode ser considerado alto, devido a representar, neste trabalho, mais de 300 kg de frutos por 1.000 plantas que deixaram de ser comercializados e gerar receita ao produtor.

Neste aspecto, a boscalida e a piraclostrobina foram os tratamentos que tiveram o menor descarte (Tabela 17).

Outro fator de destaque no presente trabalho, foi relativo ao incremento de receita (IR), cálculo este realizado utilizando o valor médio do tomate em 'R$ 2,00' (dois reais o quilo), valor de referência obtido do CEASA (2015). O tratamento com piraclostrobina obteve um alto incremento em relação a testemunha sem tratamento, devido a sua significativa maior produção com baixo descarte de frutos não comerciais (Tabela 17), incremento também observado por fluxapiroxade e a mistura de piraclostrobina e fluxapiroxade (T6), evidenciando que a utilização destes fungicidas com efeitos positivos na fisiologia são altamente recomendados pois seus resultados, juntamente com a adoção de diversas outras tecnologias de produção são importantes para a sustentabilidade do setor produtivo.

Tabela 17. Análise econômica da produção total (PT, kg/1.000 plantas), frutos não comerciais (FNC, % descarte, kg, reais), produção comercial (PC, kg/1.000plts), receita total (RT, R$), incremento de receita (IR, R$), e quantidade de caixas de 20kg por 1.000 plantas - resultados obtidos, aos 115 DAT. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014.

Tratamentos	PT (kg)		FNC (%)	FNC (kg)	FNC (R$)	PC (kg)	* RT (R$2,0/kg)	IR (R$)	Caixas (20kg)
Testemunha	3.446	c	10,95%	377	754,44	3.069	6.138,40	-	153
Azoxistrobina 75g ha^{-1}	5.099	bc	7,17%	365	730,78	4.733	9.466,97	3.328,56	237
Boscalida 75g ha^{-1}	4.857	bc	1,79%	87	174,08	4.770	9.539,47	3.401,07	238
Piraclostrobina 75g ha^{-1}	7.183	a	1,80%	129	258,07	7.054	14.107,84	7.969,44	353
Fluxapiroxade 75g ha^{-1}	6.039	ab	3,85%	232	464,55	5.807	11.613,64	5.475,23	290
Fluxapiroxade 50g ha^{-1} + Piraclostrobina 100g ha^{-1}	5.665	ab	7,48%	424	847,75	5.241	10.481,30	4.342,90	262

* Cálculo da receita utilizando como referência o valor médio de R$ 2,00/Kg de Tomate em 20 de agosto de 2015 (Fonte: CEASA, 2015). Produção total (PT), frutos não comerciais (FNC) e produção comercial (PC) expressos em kg/1.000 plantas. Frutos não comerciais (FNC) expressos em % de descarte da produção total, e em reais. A produção comercial (PC) é relativa a produção total (PT) excetuando-se os frutos não comerciais (FNC). Incremento da receita em reais tendo como referência a testemunha. Produtividade em caixas de 20kg por 1.000 plantas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados obtidos nas condições realizadas, pode-se observar que os tratamentos com os fungicidas piraclostrobina e fluxapiroxade, além de exercer o controle de doenças, tiveram influência na fisiologia de plantas de tomate.

Os resultados obtidos neste trabalho, demonstram que os fungicidas testados apresentam efeitos fisiológicos positivos nas plantas tomate, sendo que esses efeitos ficaram evidentes nas plantas tratadas, sendo que todos os fungicidas aumentaram a produção de frutos, no entanto apenas a piraclostrobina, o fluxapiroxade e sua associação diferiram estatisticamente da testemunha não tratada, conforme SASM – Agri, sistema proposto por CANTERI, M.G. et al. (2001).

Mais pesquisas devem ser realizadas para verificar outras variáveis que podem influenciar estas atividades fisiológicas, principalmente para entender porque o efeito observado na produção não ficou evidente nas avaliações de trocas gasosas, podendo talvez, realizar mais avaliações entre as aplicações, ou aumentar o intervalo das aplicações buscando evidenciar estes efeitos.

7. CONCLUSÃO

Pelos resultados obtidos nas condições deste trabalho, pode-se concluir que a aplicação dos fungicidas piraclostrobina e fluxapiroxade em plantas de tomate 'Conquistador' conduzidas em ambiente protegido, aumentou a produção final de tomate.

A piraclostrobina obteve os maiores valores médios de produção total, e maior número médio de frutos, seguido pelo fluxapiroxade, diferindo das plantas não tratadas. A piraclostrobina também obteve resultados significativos em ganhos de ºBrix, e juntamente com a boscalida maiores valores de acidez titulável, e o fluxapiroxade o maior 'Ratio', importantes aspectos qualitativos em tomate.

Além desta diferença na produção, apenas o fluxapiroxade aos 114 DAT obteve maiores valores na taxa de assimilação de CO_2, com diferença significativa, demonstrando sua influência positiva nas avaliações de trocas gasosas. Obteve também os maiores valores na condutância estomática, concentração interna de CO^2 e taxa de transpiração principalmente nas ultimas avaliações, porém sem diferir estatisticamente dos demais tratamentos. O mesmo pode ser observado nos tratamentos com piraclostrobina, boscalida e fluxapiroxade para a eficiência do uso da água e na eficiência da carboxilação, porém novamente sem diferença significativa

entre os tratamentos em todas as avaliações.

A piraclostrobina obteve também a maior atividade da enzima nitrato redutase, com diferenças significativas em todas as avaliações quando comparadas as plantas não tratadas, sendo que a boscalida aos 58 DAT e o fluxapiroxade aos 114 DAT obtiveram os maiores valores da atividade da enzima nitrato redutase, tendo relação direta ao melhor valor médio de produção total observado no presente trabalho.

Os maiores valores médios para clorofila *a* foram obtidos pela piraclostrobina (58 DAT) e pela mistura de piraclostrobina e fluxapiroxade (30 e 114 DAT), e para clorofila *b* apenas aos 30 DAT os resultados obtidos por fluxapiroxade, e também sua mistura com piraclostrobina obtiveram diferenças significativas em comparação a testemunhas não tratadas, demonstrando assim sua maior atividade fotossintética com influência na produção.

Podemos observar também os superiores resultados da atividade do sistema antioxidativo, nestas condições ambientais adversas e com alto estresse oxidativo. Os níveis de peroxidação lipídica foram mantidos baixos, devido as altas atividades das enzimas SOD, POD, e CAT nas avaliações, com significativas diferenças na atividade da SOD aos 58 DAT para piraclostrobina, e aos 114 DAT para fluxapiroxade. A SOD demonstrou diferenças significativas para piraclostrobina, boscalida e fluxapiroxade nas avaliações de 30, 58 e 114 DAT, respectivamente. A CAT mostrou maior atividade aos 58 DAT para fluxapiroxade, com diferença significativa para plantas não tratadas.

Pelos resultados apresentados neste trabalho, podemos concluir que o fluxapiroxade, uma carboxamida, também demonstra efeitos positivos na fisiologia de plantas de tomate, assim como a piraclostrobina, uma estrobilurina. Estes dois tratamentos obtiveram na maioria das avaliações, resultados que beneficiaram uma maior produção final. Novos trabalhos utilizando estes tratamentos e suas combinações são importantes para verificar sua ação positiva destes fungicidas na fisiologia do tomate.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, A. C. E. **Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de pepino japones enxertadas e não enxertadas em ambiente protegido**. Faculdade de Ciências Agronômicas, Univerdidade Estadual Paulista. Botucatu, p. 86. 2011.

AGRIANUAL 2014: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria, 2014.

ALVARENGA, M.A.A.R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA, 2004. p.27–30.

BARTLETT, D. W.; CLOUGH, J. M.; GODWIN, J. R.; HALL, A. A.; HAMER, M.; PARR-DOBRZANSKI, B. The strobilurin fungicides. Pest Management Science, Sussex, v. 58, n. 7, p. 649-662, 2002.

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.

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

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

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

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

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. Revista Brasileira de Agrocomputação, V.1, N.2, p.18-24. 2001.

CARRIJO, D.R. **Efeitos fisiológicos provocados pelo fungicida Fluxapiroxade, isolado e em mistura com a Piraclostrobina, na cultura de soja**. 2014. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura" Luiz de Queiroz.

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

FAGAN, E. B., DOURADO NETO, D., VIVIAN, R., FRANCO, R. B., Yeda, M. P., Massignam, L. F., OLIVEIRA, R. F. d. & MARTINS, K. V. (2010). Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja. *Bragantia,* 69(4) 771-777.

FAO. FAOSTAT 2015. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 15.07.2015.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000.

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.

FUNGICIDE RESISTANCE ACTION COMMITTEE, 2014. Disponível em: <http://www.frac.info/frac/index.htm>. Acesso em: 15.07.2015.

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

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**, v.18, n.2, p.95-99,2000.

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. **Bioehem Soe Trans**, v.22, n.65, 1994.

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

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

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.

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**, 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.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Ato Nº 38, de 19 de Junho de 2015. Diário Oficial da União, n. 117, p. 22-23.

MARTINAZZO, E. G. et al. Análise de crescimento e partição de assimilados em plantas de tomateiro cv. Micro-Tom submetidas ao nitrogênio e piraclostrobina. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p. 3001-3012, 2015.

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

PERALTA, I. E.; SPOONER, D. M. Granule-bound starch synthase (GBSSI) gene phylogeny of wild tomatoes (Solanum L. section Lycopersicon [Mill.] Wettst. subsection Lycopersicon). **American Journal of Botany**, v. 88, n. 10, p. 1888-1902, 2001.

POPOV, E.G.; TALANOV, A.V.; KURETS, V.K.; DROZDOV, S.N. Effect of temperature on diurnal changes in CO_2 Exchange in intact cucumber plants. **Russian Journal of Plant Physiology**, v.50, n.2, p.178-182, 2003.

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.

RAMOS, A.R.P. **Produtos de efeitos fisiológicos no desenvolvimento de plantas de tomate 'Giuliana', na produção e pós-colheita de frutos**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2013.RAMOS, A. R. P.; et al. Acúmulo de carboidratos no desenvolvimento de tomateiro tratado com produtos químicos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 705-718, 2015.

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

SAKATA. Disponível www.sakata.com.br. Acesso em: 15 jul 2015.

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.

SILVA, J.B.C., GIORDANO, L.B. **Tomate para processamento industrial**. Embrapa, 2000.

SOUZA, J. Avaliação de frutos de tomate de mesa produzidos com efluente do tratamento primário da água residuária da suinocultura. **Engenharia na Agricultura, Viçosa**, v. 18, n. 3, p. 198-207, 2010.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2011. 719p.

TAKAZAKI PE. 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 .

VENANCIO, 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.**, v.9, n.3, p.59-68, 2003.

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**, v. 18, n 2, p.88- 94, 2000.

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

YUN, H; RAO, T.; TIAN, T. Basf launches new fungicide Cantus in China. 2006. Disponível em:<http://www.basfjapan.co.jp/apw/AP/GChina/en_GB/function/conversions:/publish/GChina/upload/new/cur/NR_-_Cantus_fungi_China_launch__21dec06__-_e.pdf>. Acessado em 15.07. 2015.