



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



LUAN FERNANDO ORMOND SOBREIRA RODRIGUES

FUNGICIDAS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS NO METABOLISMO E NA
PRODUTIVIDADE DO TOMATEIRO

BOTUCATU-SP

2017

LUAN FERNANDO ORMOND SOBREIRA RODRIGUES

FUNGICIDAS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS NO METABOLISMO E NA
PRODUTIVIDADE DO TOMATEIRO

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia / Horticultura

Orientador: Prof. Dr. João Domingos Rodrigues

BOTUCATU-SP

2017

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

R696f Rodrigues, Luan Fernando Ormond Sobreira, 1988-
Fungicidas de efeitos fisiológicos no metabolismo e na
produtividade do tomateiro / Luan Fernando Ormond
Sobreira Rodrigues. - Botucatu: : [s.n.], 2017
52 p.: il., color., grafs., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2017
Orientador: João Domingos Rodrigues
Inclui bibliografia

1. Tomate. 2. Enzimas. 3. Fotossíntese. 4. Fungicidas
- Efeitos fisiológicos. I. Rodrigues, João Domingos. II.
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
(Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas.
III. Título.

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: FUNGICIDAS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS NO METABOLISMO E NA
PRODUTIVIDADE DO TOMATEIRO

AUTOR: LUAN FERNANDO ORMOND SOBREIRA RODRIGUES

ORIENTADOR: JOÃO DOMINGOS RODRIGUES

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



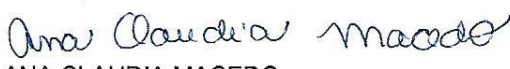
Prof. Dr. JOÃO DOMINGOS RODRIGUES
Dep de Botânica / Instituto de Biociências de Botucatu - IBB Unesp



Prof. Dr. WILLIAM HIROSHI SUEKANE TAKATA
Depto de Ciências Biológicas / Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE



Profa. Dra. ELIZABETH ORIKA ONO
Dep Botânica / Instituto de Biociências de Botucatu



Dra. ANA CLAUDIA MACEDO
Dep Botânica / Instituto de Biociências de Botucatu - Pós-Doutoranda



Prof. Dr. MARCOS VENTURA FARIA
Guarapuava/PR / UNICENTRO - Campus CEDETEG

Botucatu, 19 de junho de 2017.

À minha mãe Bega que
infelizmente não pôde
estar presente nesta
etapa tão importante da
minha vida.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus pela luz, energia e sabedoria frente aos desafios vividos nessa jornada.

À minha mãe Shirley Márcia Ormond Sobreira pelos conselhos dados nas horas mais importantes da minha vida, além do amor incondicional.

À minha avó Adimair Ormond Sobreira (*in memoriam*) por se dedicar à minha educação e formação moral, pelo amor empregado e por me guiar de onde estiver.

À minha namorada Mônica Bartira da Silva pela amizade, dedicação, companheirismo, compreensão e colaboração.

Aos meus tios Adriano Márcio Ormond Sobreira e Herley Cristina Ormond Sobreira pelos ensinamentos, compreensão e apoio.

Ao Professor Doutor João Domingos Rodrigues pela orientação, apoio, incentivo e principalmente pela amizade, minha admiração e sincera gratidão.

À Professora Doutora Elizabeth Orika Ono, pois são poucos os que têm o privilégio de serem orientados por dois dos melhores fisiologistas vegetais brasileiros.

À Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP, Campus de Botucatu, especialmente ao Corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Horticultura), pelos ensinamentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior, pela concessão da bolsa de estudos de doutorado.

Aos meus amigos e companheiros de laboratório, Amanda Amaro, Ana Claudia Macedo, Cleber Jadoski e William Takata por me ensinarem as análises.

Aos meus amigos e companheiros de campo Luiz Felipe Guedes Baldini, Gilmar Picoli, Marília Caixeta Sousa.

Às minhas colegas Marizete Cavalcante, Milena Galhardo, Ana Paula Ferraz, Maria Eugênia, Marla Diamante, Larissa Ambrósio, Matheus e Guilherme que me ajudaram nas análises de pós-colheita.

Às Professoras Doutoras Giuseppina Pace Pereira Lima e Romy Goto pelos ensinamentos e pela amizade.

Ao Walter Jacobelis Junior e ao Henrique Geniselli pela concessão dos materiais utilizados no experimento.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de São Manuel em especial ao Nilton de Moraes, Wesley Rocha e Sr. Geraldo pelo apoio na fase de campo do experimento.

Os meus sinceros agradecimentos

RESUMO

O tomateiro é uma das mais importantes culturas no Brasil, sendo São Paulo o segundo estado que mais produz este vegetal no país, atrás apenas de Goiás. Além do efeito protetor e curativo dos fungicidas utilizados para este estudo, verificou-se que também têm efeito sobre a fotossíntese líquida da planta, devido à redução momentânea da respiração celular, processo fisiológico que compete com a fotossíntese. Dado o exposto, este estudo teve como objetivo determinar o efeito fisiológico de fungicidas sobre a atividade de enzimas antioxidantes, a fotossíntese e as características produtivas e de viabilidade econômica do tomateiro 'saladete', híbrido Caribe F1 cultivado em casa de vegetação. O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção de São Manuel-SP, pertencente à FCA/UNESP. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com oito tratamentos e quatro repetições, cada unidade experimental contendo sete plantas. Os tratamentos referem-se ao uso de fungicidas com efeitos fisiológicos, nomeadamente: T1 – Controle; T2 – Piraclostrobina (CT); T3 – CT+BOS; T4 – Boscalida (BOS); T5 – BOS+FP; T6 – Fluxapiroxade+Piraclostrobina (FP); T7 – FP+CT e T8 – FP+CT+BOS. Foram realizados cinco testes de quantificação de trocas gasosas, realizando-se essas análises em diferentes momentos após a pulverização dos fungicidas. Como resultados foi possível observar que os fungicidas de efeitos fisiológicos aplicados nessa pesquisa influenciam positivamente nas características enzimáticas, bem como na atividade fotossintética do tomateiro 'Saladete'. O tratamento de maior destaque no presente trabalho se deu a partir da aplicação combinada de Piraclostrobina+Metiram(CT) com o Boscalida(BOS), tratamento T3, que aumentaram a atividade enzimática, e mantiveram as trocas gasosas com valores medianos, em relação aos demais tratamentos, em todas as avaliações, porém maior produtividade total de frutos.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicon* Mill.; Fotossíntese; Enzimas antioxidativas; Carboxamida; Estrobilurina; Anilida.

ABSTRACT

The tomato is one of the most important crops in Brazil, and São Paulo is the second state that produces the most vegetable in the country, behind only Goiás. Besides the protective and curative effect of the fungicides used for this study, On the liquid photosynthesis of the plant, due to the reduction of cellular respiration, a physiological process that competes with photosynthesis. Given the above, this study aimed to determine the physiological effect of fungicides on the activity of antioxidant enzymes, gas exchanges and the productive and economic viability characteristics of 'saladete' tomato, grown under greenhouse conditions. The experiment was conducted at the Teaching, Research and Production Farm of São Manuel-SP, belonging to FCA / UNESP. A randomized complete block design was used, with eight treatments and four replicates, each experimental unit containing seven plants. The treatments refer to the use of fungicides with physiological effects, namely: T1 - Control; T2 - Pyraclostrobin(CT); T3-CT + BOS; T4 - Boscalid(BOS); T5 - BOS + FP; T6 - Fluxapyroxad + Pyraclostrobin(FP); T7 - FP + CT and T8 - FP + CT + BOS. Five gas exchange quantification tests were carried out at different times after spraying the fungicides. As a result it was possible to observe that the fungicides with physiological effects applied in this research positively influence the enzymatic characteristics as well as the photosynthetic activity of the 'Saladete' tomato. The most important treatment in the present work was the combined application of Pyraclostrobin + Metiram(CT) with Boscalid(BOS), treatment T3, which obtained median values in all gas exchange evaluations, but higher total fruit productivity.

Keywords: *Solanum lycopersicon* Mill.; Photosynthesis; Antioxidative enzymes; Carboxamide; Strobilurin; Anilide.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURA 1 – VISTA PARCIAL FRONTAL E DA LATERAL DIREITA DA ÁREA EXPERIMENTAL. FCA/UNESP, SÃO MANUEL-SP, 2014..... 24
- FIGURA 2 – ESTÁGIO DE CRESCIMENTO DO TOMATEIRO, EM FUNÇÃO DO USO COMBINADO DOS FUNGICIDAS DE EFEITO FISIOLÓGICO, NAS DIFERENTES FASES DE APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS. FCA/UNESP, SÃO MANUEL-SP, 2014 27
- FIGURA 3 – ATIVIDADE DA ENZIMA PEROXIDASE ($\mu\text{MOL H}_2\text{O}_2$ DECOMPOSTO $\text{MIN}^{-1} \mu\text{G}^{-1}$ PROTEÍNA) EM FOLHAS DE TOMATEIRO ‘SALADETE’ PULVERIZADO COM OS FUNGICIDAS: PIRACLOSTROBINA+METIRAM(CT); BOSCALIDA (BOS); FLUXAPIROXADE+PIRACLOSTROBINA (FP); E DOS COMBINADOS CT+BOS, BOS+FP, FP+CT E FP+CT+BOS. AOS 5, 19, 33, 47 E 61 DIAS AÓS O TRANSPLANTIO. FCA/UNESP, SÃO MANUEL-SP, 2014¹..... 32
- FIGURA 4 – ATIVIDADE DA ENZIMA POLIFENOLOXIDASE – PPO (μMOL CATECOL OXIDADO $\text{MIN}^{-1} \mu\text{G}^{-1}$ PROTEÍNA) EM FOLHAS DE TOMATEIRO ‘SALADETE’ PULVERIZADO COM OS FUNGICIDAS: PIRACLOSTROBINA+METIRAM(CT); BOSCALIDA (BOS); FLUXAPIROXADE+PIRACLOSTROBINA (FP); E DOS COMBINADOS CT+BOS, BOS+FP, FP+CT E FP+CT+BOS. AOS 5, 19, 33, 47 E 61 DIAS APÓS O TRANSPLANTIO. FCA/UNESP, SÃO MANUEL-SP, 2014¹..... 34
- FIGURA 5 – PEROXIDAÇÃO DE LIPÍDEOS (MDA, $\text{NMOL G MASSA FRESCA}^{-1}$) EM FOLHAS DE TOMATEIRO ‘SALADETE’ PULVERIZADO COM OS FUNGICIDAS: PIRACLOSTROBINA+METIRAM (CT); BOSCALIDA (BOS); FLUXAPIROXADE+PIRACLOSTROBINA (FP); E DOS COMBINADOS CT+BOS, BOS+FP, FP+CT E FP+CT+BOS. AOS 5, 19, 33, 47 E 61 DIAS APÓS O TRANSPLANTIO. FCA/UNESP, SÃO MANUEL-SP, 2014¹..... 35
- FIGURA 6 - EFICIÊNCIA QUÂNTICA POTENCIAL DO FOTOSSISTEMA II (FV/IFM)¹, EFICIÊNCIA QUÂNTICA EFETIVA DO FOTOSSISTEMA II, COM ENVOLVIMENTO DE $FO'(FV'/IFM')$ E SEM O ENVOLVIMENTO DE FO' (ϕPSII), COEFICIENTE DE EXTIÇÃO FOTOQUÍMICA (QP) E NÃO-FOTOQUÍMICA (NPQ) E, TAXA APARENTE DE TRANSPORTE DE ELÉTRONS (ETR) EM FOLHAS DE TOMATEIRO ‘SALADETE’ PULVERIZADO COM OS FUNGICIDAS: PIRACLOSTROBINA+METIRAM(CT); BOSCALIDA (BOS); FLUXAPIROXADE+PIRACLOSTROBINA (FP); E DOS COMBINADOS CT+BOS, BOS+FP, FP+CT E FP+CT+BOS. AOS 7, 12 E 21 DIAS APÓS A PRIMEIRA A 4^a, 5^a E 5^a PULVERIZAÇÃO, RESPECTIVAMENTE (7 DA4A, 12 DA5A, 21 DA5A). FCA/UNESP, SÃO MANUEL-SP, 2014..... 37
- FIGURA 7 - TAXA DE ASSIMILAÇÃO LÍQUIDA DE CO_2 (A), CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA (GS), RELAÇÕES A/CI E A/E EM FOLHAS DE TOMATEIRO ‘SALADETE’ PULVERIZADO COM OS FUNGICIDAS: PIRACLOSTROBINA+METIRAM(CT); BOSCALIDA (BOS); FLUXAPIROXADE+PIRACLOSTROBINA (FP); E DOS COMBINADOS CT+BOS, BOS+FP, FP+CT E FP+CT+BOS. AOS 4, 3, 7, 12 E 21 DIAS APÓS A 1^a, 2^a, 4^a, 5^a E 5^a PULVERIZAÇÃO, RESPECTIVAMENTE (4 DA1A, 3 DA2A, 7 DA4A, 12 DA5A, 21 DA5A). FCA/UNESP, SÃO MANUEL-SP, 2014..... 40
- FIGURA 8 - TAXA DE ASSIMILAÇÃO LÍQUIDA DE CO_2 (A) EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE FLUXO DE FÓTONS FOTOSSINTETICAMENTE ATIVOS (DFFFA) EM FOLHAS DE TOMATEIRO ‘SALADETE’ PULVERIZADO COM OS FUNGICIDAS: PIRACLOSTROBINA+METIRAM (CT); BOSCALIDA (BOS); FLUXAPIROXADE+PIRACLOSTROBINA (FP); E DOS COMBINADOS CT+BOS, BOS+FP, FP+CT E FP+CT+BOS. AOS 22 DIAS APÓS A 5^a PULVERIZAÇÃO. FCA/UNESP, SÃO MANUEL-SP, 2014. O DETALHE INSERIDO NO INTERIOR DA FIGURA PRINCIPAL MOSTRA A EFICIÊNCIA QUÂNTICA APARENTE (Φ) E O PONTO DE COMPENSAÇÃO LUMINOSA (Γ). BARRAS REPRESENTAM O DESVIO PADRÃO DE QUATRO REPETIÇÕES..... 43

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – RESULTADO DA ANÁLISE DE SOLO, COLETADAS NA PROFUNDIDADE DE 0,00 A 0,20 M. FCA/UNESP, SÃO MANUEL-SP, 2014	25
TABELA 2 – EXTRAÇÃO DE MACRO E MICRONUTRIENTES PELO TOMATEIRO, HÍBRIDO CARMEM, PARA UMA PRODUÇÃO DE 100 T HA ⁻¹	25
TABELA 3 - COMBINAÇÃO DOS TRATAMENTOS COM FUNGICIDAS DE EFEITOS FISIOLÓGICOS, NÚMERO E INTERVALO DAS APLICAÇÕES DOS FUNGICIDAS E DOSE DO PRODUTO COMERCIAL (P.C.) UTILIZADO. FCA/UNESP, SÃO MANUEL-SP, 2014	25
TABELA 4 – PEROXIDAÇÃO DE LIPÍDEOS (MDA, NMOL G MASSA FRESCA ⁻¹) EM FOLHAS DE TOMATEIRO ‘SALADETE’, HÍBRIDO CARIBE F1, PULVERIZADO COM OS FUNGICIDAS: PIRACLOSTROBINA+METIRAM(CT); BOSCALIDA (BOS); FLUXAPIROXA-DE+PIRACLOSTROBINA (FP); E DOS COMBINADOS CT+BOS, BOS+FP, FP+CT E FP+CT+BOS. AOS 5, 19, 33, 47 E 61 DIAS APÓS O TRANSPLANTIO. FCA/UNESP, SÃO MANUEL-SP, 2014	35
TABELA 5 - ANÁLISE DE AGRUPAMENTO DE TOCHER SEQUENCIAL EM TOMATEIRO ‘SALADETE’, HÍBRIDO CARIBE F1, PULVERIZADO COM OS FUNGICIDAS: PIRACLOSTROBINA+METIRAM (CT); BOSCALIDA (BOS); FLUXAPIROXA-DE+PIRACLOSTROBINA (FP); E DOS COMBINADOS CT+BOS, BOS+FP, FP+CT E FP+CT+BOS. AOS 4, 3, 7, 12 E 21 DIAS APÓS A 1 ^a , 2 ^a , 4 ^a , 5 ^a E 5 ^a PULVERIZAÇÃO, RESPECTIVAMENTE (4 DA1A, 3 DA2A, 7 DA4A, 12 DA5A, 21 DA5A). FCA/UNESP, SÃO MANUEL-SP, 2014 ¹	38
TABELA 6 – MASSA FRESCA TOTAL E COMERCIAL (MFT E MFC – KG M ⁻²), MASSA FRESCA NÃO COMERCIAL (MFNC - %), NÚMERO DE FRUTOS COMERCIAIS, NÃO COMERCIAIS E TOTAIS (NFC, NFNC, NFT – N° M ⁻²), MASSA MÉDIA DE FRUTOS TOTAIS E COMERCIAIS (MMFT E MMC – G FRUTO ⁻¹) E PRODUTIVIDADE TOTAL [PT – T (1.000 PLANTAS) ⁻¹] DO TOMATEIRO ‘SALADETE’, HÍBRIDO CARIBE F1, PULVERIZADO COM OS FUNGICIDAS: PIRACLOSTROBINA+METIRAM (CT); BOSCALIDA (BOS); FLUXAPIROXA-DE+PIRACLOSTROBINA (FP); E DOS COMBINADOS CT+BOS, BOS+FP, FP+CT E FP+CT+BOS. FCA/UNESP, SÃO MANUEL-SP, 2015	44
TABELA 7 – MASSA NÃO COMERCIAL DE 1.000 PLANTAS (MNC – CX DE 20 KG E, EM R\$) PRODUTIVIDADE COMERCIAL [PC – T (1.000 PLANTAS) ⁻¹], NÚMERO DE CAIXAS DE 20 KG (CX), RECEITA TOTAL (RT – R\$) E INCREMENTO RELATIVO AO CONTROLE (IR – R\$) DE 1.000 PLANTAS DO TOMATEIRO ‘SALADETE’, HÍBRIDO CARIBE F1, PULVERIZADO COM OS FUNGICIDAS: PIRACLOSTROBINA+METIRAM(CT); BOSCALIDA (BOS); FLUXAPIROXA-DE+PIRACLOSTROBINA (FP); E DOS COMBINADOS CT+BOS, BOS+FP, FP+CT E FP+CT+BOS. FCA/UNESP, SÃO MANUEL-SP, 2015	45

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Localização e Características da Área Experimental	23
3.2 Delineamento Experimental	25
3.3 Material Vegetal	26
3.4 Atividade enzimática e Peroxidação de lipídios (TBAR).....	28
3.5 Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a.....	29
3.6 Características agronômicas, produtivas e viabilidade econômica.....	30
3.6 Análises Estatísticas.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5 CONCLUSÕES	46
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicon* Mill.) é de grande importância no cenário agrícola nacional e mundial, sendo que o aumento do consumo é um dos principais fatores de expansão da cultura. No Brasil, a produção de tomate na safra de 2016 foi de quase 3,74 milhões de toneladas (rendimento médio de 64,62 kg ha⁻¹), em que o estado de Goiás é o maior produtor do fruto, com contribuição de 978 mil toneladas (rendimento médio de 84,12 kg ha⁻¹), conforme os dados do IBGE (2017). Nessa mesma perspectiva, o estado de São Paulo ficou em segundo lugar, contribuindo com cerca de 750 mil toneladas (rendimento médio de 66,90 kg ha⁻¹).

O cultivo de tomates ‘Saladete’ em ambiente protegido, bem como dos demais grupos tem crescido consideravelmente, pois a plasticultura proporciona viabilidade de produção de vegetais em épocas ou lugares cujas condições climáticas são críticas. Como exemplo disso, Martins (2007) destacou Almería, região ao sul da Espanha que se desenvolveu consideravelmente, a partir da aplicação das técnicas de cultivo protegido, tornando-se “a horta da Europa”, com seus milhares de hectares cultivados em ambiente protegido.

Além da proteção oferecida à cultura pelo ambiente protegido, é importante adotar práticas de manejo adequadas, com o objetivo de maximizar a produção do tomateiro, nesse sentido, destacam-se os produtos com efeitos fisiológicos diretos ou indiretos na fotossíntese, que por consequência, podem atuar no aumento da produtividade, bem como da qualidade do fruto produzido.

O transporte de fotoassimilados no tomateiro, produzidos nas folhas (órgãos fonte de carboidratos) é feito preferencialmente para os frutos (órgãos dreno de carboidratos), sendo que esses assimilados podem ser transportados para qualquer fruto, dependendo das condições da planta, fator determinante da produtividade vegetal (GUIMARÃES et al., 2008).

No sentido de incrementar a produtividade de fotoassimilados, tem-se notado na prática, que fungicidas dos grupos químicos das estrobilurinas e das anilidas, proporcionam não somente o efeito de proteção preventiva antifúngica para a planta, como também aumento em produtividade, folhas mais verdes, com mais clorofilas e com melhor desenvolvimento (TÖFOLI, 2004; BASF, 2005; AMARO, 2011; RAMOS et al., 2011; MACEDO, 2012).

Ypema e Gold (1999) apontam que esses efeitos são resultantes do aumento da fotossíntese líquida, em razão da redução momentânea da respiração celular nas plantas, maior atividade da enzima nitrato redutase, que gera melhor balanço hormonal, havendo incremento de ácido indolilacético (IAA), isopentenil adenina (i6Ade) e do ácido abscísico (ABA), além de influenciar na biossíntese do etileno, por diminuir a produção de óxido nítrico, e por consequência, a produção de etileno.

Os defensivos modernos são compostos sofisticados cuidadosamente concebidos, para assegurar a eficácia contra o organismo alvo (XIA et al., 2006). Muitos defensivos têm sido desenvolvidos para produzir reações bioquímicas específicas no organismo alvo. Nesse sentido, este trabalho apresenta como hipótese que a aplicação de fungicidas com efeitos fisiológicos podem incrementar a qualidade das características metabólicas e fisiológicas do tomateiro, como fotossíntese, aumento da atividade das enzimas antioxidantes, etc.

O objetivo do presente trabalho foi o de verificar se há efeito fisiológico na aplicação de fungicidas em tomateiros do tipo ‘Saladete’, a partir da avaliação dos seguintes parâmetros: Atividade bioquímica nas folhas do tomateiro; Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a; Características agrônômicas de produção e; Viabilidade econômica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O tomateiro (*Solanum lycopersicon* Mill.) é uma planta perene de porte arbustivo, cultivada como anual, com centro de diversidade genética na América do Sul (POLSTON; ANDERSON, 1999), muito apreciado devido sua importância alimentar, sendo excelente fonte de vitaminas e sais minerais (MINAMI; HAAG, 1989).

Alvarenga (2004) destaca o México como centro de domesticação do tomateiro, pois na chegada dos espanhóis à América, o tomate já estava integrado à cultura asteca, conhecido como “tomatl”, que deu origem ao nome tomate. No século XVI foi introduzido na Espanha e, posteriormente, por toda a Europa (FANTOVA, 2006). A introdução do tomateiro no Brasil ocorreu no século XIX, e sua difusão e incremento ocorreu após a primeira Guerra Mundial, na década de 1930 (ALVARENGA, 2004). Nessa época, um marco importante na produção de tomate no Brasil, foi o surgimento do tomate Santa Cruz no Rio de Janeiro, por volta de 1940.

Conforme Alvarenga (2004), as plantas se desenvolvem bem em uma ampla faixa de latitude, tipos de solo, temperatura e métodos de cultivo; entretanto, tem seu desenvolvimento prejudicado em temperaturas do ar abaixo de 10°C e acima de 34°C, drenagem deficiente e excesso de nitrogênio.

Pertencente a um novo grupo de cultivares de tomate para o consumo *in natura*, os tomates do grupo Saladete ou Italiano, cresceram muito em importância nos mercados das grandes cidades (final da década de 2000). Os frutos apresentam como características serem geralmente compridos (entre 7 a 10 cm) e diâmetro reduzido (3 a 5 cm) às vezes pontiagudo. A polpa é espessa, de coloração vermelha intensa, sendo firmes e saborosos (ALVARENGA, 2004; FILGUEIRA, 2007).

Os frutos se caracterizam por apresentarem baixo poder calórico, baixa massa de matéria seca e altos índices de cálcio e vitamina C; realizam o acúmulo de sólidos solúveis ao final de sua fase de maturação e sofrem grandes influências do potássio na qualidade do fruto (ALVARENGA, 2004).

O tomate é uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil e o sistema de produção mais praticado no país ainda é a campo aberto, com algumas variações regionais que não o descaracterizam (ALVARENGA, 2004). Alvarenga (2004) relata ainda que, o cultivo em ambiente protegido é muito comum em países da Europa, mas atualmente há um aumento considerável na área plantada sob cultivo protegido, principalmente, a partir da década de 1990.

Mesmo assim, grande parte da produção de tomate está associada à utilização de ambientes protegidos, que por proporcionarem maior proteção quanto aos fenômenos climáticos como, geadas, excesso de chuvas, redução da temperatura, proteção do solo contra lixiviação e racionalização dos custos com fertilizantes e defensivos, possibilitam a produção de frutos com excelente qualidade comercial (OLIVEIRA, 1995).

No intuito de aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos, várias transformações tecnológicas no processo produtivo do tomateiro foram necessárias, destacando-se o avanço do cultivo em ambiente protegido e a utilização de sementes melhoradas de híbridos com elevada produtividade (SELEGUINI et al., 2006).

Scarpare Filho et al. (1993) destacam que uma das principais vantagens para a utilização dos ambientes protegidos é o controle da radiação solar, que influencia sobremaneira no desenvolvimento das plantas. A reação das hortaliças às

alterações de temperatura é marcante e altas oscilações de temperaturas durante o seu desenvolvimento podem comprometer o crescimento, resultando na sua morte parcial ou total. Andriolo (2000) verificou que para essa espécie, o nível de radiação solar em que a planta produz o mínimo de fotoassimilados necessários à sua manutenção é de aproximadamente $8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$.

Postingher et al. (1996) observaram que o tomateiro de mesa cultivado em ambiente protegido deve ser tutorado, onde práticas culturais como desbrota, raleio e podas apicais devem ser adotadas. A poda é uma das práticas que mais interferem na produção e na qualidade dos frutos de tomate, sendo muito usada em cultivares de crescimento indeterminado (ZUPOLINI, 1993).

No sistema de condução do tomateiro em ambiente protegido, praticam-se três tipos de cultivo, que são o cultivo no solo, cultivo hidropônico e cultivo aeropônico (ALVARENGA, 2004). Furlani et al. (2004) sugerem que, para hortaliças de fruto tais como morango, pepino, pimentão e tomate, o sistema hidropônico aberto em substratos tem maior preferência do produtor, devido aos menores custos de implantação e de riscos de contaminação da cultura com doenças radiculares.

Os produtos de efeitos fisiológicos são aqueles que alteram a fisiologia da planta, podendo promover aumento de produtividade e/ou qualidade na produção final (RAMOS, 2013). Cada cultura tem sua condição ideal para atingir o máximo em produção e isso depende de uma série de fatores, tais como adubação, qualidade de semente, qualidade e nutrição do solo, controle de pragas e doenças, irrigação, luminosidade e temperatura (RAMOS, 2013).

No início dos anos de 1980 pesquisadores observaram que o fungo *Strobiluros tenacellus*, habitante de cones de *Pinus*, produzia uma substância que inibia o crescimento de outros fungos, sendo essa substância isolada e denominada estrobilurina-A (KÖEHLE et al., 2002).

Köehle et al. (2002) observaram que além da ação antifúngica, as estrobilurinas eram facilmente absorvidas pelas plantas, refletindo em efeitos fisiológicos positivos no rendimento das culturas em que se pulverizava esse composto, sendo que o metabolismo e o crescimento também eram afetados de maneira positiva. Grossmann e Retzlaff (1997) apontam que o uso de estrobilurinas proporciona maior produtividade, folhas mais verdes, com mais clorofila e melhor desenvolvimento.

Estudos com trigo, por exemplo, comprovaram que mesmo não havendo alteração ocasionada por fungos patogênicos, as plantas tratadas com estrobilurinas

apresentavam maior vigor e aumento significativo da sua produção (KÖHLE et al., 2002). Resultados semelhantes também foram observados em pepino japonês por Amaro (2011), em melão rendilhado por Macedo (2012) e em tomate italiano por Ramos (2013). Além dos efeitos acima citados, esses autores destacam também, a forte atuação das estrobilurinas na atividade de enzimas antioxidantes, tais como a superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e peroxidase (POD), o que evidencia ação antiestresse para as plantas tratadas.

As estrobilurinas atuam na respiração mitocondrial dos fungos, no Complexo III, bloqueando a transferência de elétrons pelo complexo citocrômico bc1, entre o citocromo b e o citocromo c1, no sítio Qo (BARLETT et al., 2002), através da inibição da oxidoreductase de ubihidroquinona-citocromo c (GHINI; KIMATI, 2002), reduzindo o processo respiratório e bloqueando o fornecimento de energia das células do fungo e levando à sua morte.

O efeito da aplicação da piraclostrobina parece ser imediato, pois logo após a aplicação dessa estrobilurina (3h) foi possível observar aumento da taxa fotossintética entre 3 e 10%, observa-se também que essa molécula é eficiente em reduzir a taxa de respiração na cultura da soja, um dia após a pulverização (FAGAN et al., 2010).

A seletividade de sítio de ação apresentada pelas estrobilurinas, não parece estar relacionada com as diferenças de sítios mitocondriais dos organismos alvos, mas sim pelas diferenças estruturais de membranas na penetração e degradação de animais, fungos e vegetais (SMITH, 2002).

Venture (2006) relata que o boscalida é um complemento da ação das estrobilurinas, seja aplicado alternadamente, seja aplicado em conjunto. Seu modo de ação é semelhante ao das estrobilurinas, por se tratar de um fungicida sistêmico que funciona preventivamente inibindo a germinação de esporos e possuir efeito curativo; aparentemente, ele possui até mesmo os mesmos efeitos fisiológicos das estrobilurinas.

De acordo com os dados de BASF (2007), este é um fungicida sistêmico pertencente à família de fungicidas do grupo das carboxamida do grupo químico das anilidas. Ele inibe o transporte de elétrons na mitocôndria no complexo II, o qual é necessário na fosforilação oxidativa. Esse fungicida funciona inibindo a succinato ubiquinona redutase na mitocôndria e bloqueando o ciclo de geração de energia do fungo, o que leva à morte.

Yun et al. (2006) definem o boscalida como fungicida sistêmico que atua com eficácia no controle do mofo cinzento, causado pelo fungo *Botrytis* em plantas, tais como, uva, morango, tomate, cenoura, alface e pepino. Esse fungicida atua inibindo a respiração de fungos patogênicos, pois impede que eles produzam energia através da respiração, restringindo a função da redutase no transporte da cadeia de elétrons da membrana mitocondrial do patógeno, prevenindo assim, o crescimento e desenvolvimento do fungo. Ele atua em todos os estádios de desenvolvimento e reprodução do fungo (germinação de esporos, desenvolvimento e penetração dos tubos germinativos, crescimento micelial e esporulação). Além desse fungo, tem excelente atuação contra ascomicetos, basidiomicetos e deuteromicetos.

Oliveira et al. (2003) avaliaram os efeitos do boscalida no controle de pinta preta (*Alternaria solani*) em tomateiro estaqueado e comparando com outros fungicidas, foi verificado que o boscalida foi o que apresentou maior controle do fungo e maior efeito residual. Em pepino cultivado com diferentes doses de boscalida, Sirtoli (2010) concluiu que o boscalida demonstra ter efeitos fisiológicos semelhantes ao das estrobilurinas, contribuindo para o aumento da produtividade.

Em um estudo com o objetivo de comparar o efeito da aplicação de estrobilurinas e boscalida em pepino japonês, Amaro et al. (2009) observaram que a mistura de boscalida com piraclostrobina incrementa a taxa de assimilação de CO₂, a eficiência fisiológica no uso da água e a qualidade dos frutos produzidos. Nas plantas em que não foi realizada a enxertia e que receberam aplicação de boscalida, também houve ganho em produtividade de frutos, concluindo que o boscalida possui efeitos fisiológicos nas plantas, bem como as estrobilurinas.

No cultivo de melão rendilhado, com aplicações de boscalida e duas estrobilurinas (piraclostrobina e azoxistrobina), Macedo (2012) verificou que houve efeitos fisiológicos positivos nas plantas em que se aplicaram esses fungicidas; entretanto, o boscalida foi aquele que mais influenciou positivamente no desenvolvimento da cultura.

Ramos (2013) estudou os efeitos da aplicação de estrobilurinas, boscalida e bioestimulantes no tomateiro 'Giuliana' do grupo Italiano em dois anos de cultivo, sendo que na ocasião pôde ser constatado que, independente das condições climáticas, o tratamento com a mistura de piraclostrobina + boscalida, destacou-se dos demais tratamentos, promovendo maior produtividade de frutos com qualidade.

O Fluxapirroxade é um novo fungicida sistêmico de amplo espectro introduzido no mercado em 2012 pelo grupo Basf, para o controle de diversas doenças fúngicas, das quais se destaca o da mancha de alternaria causada pelo fungo *Alternaria solani* nas folhas do tomateiro em mistura com a piraclostrobina (AGROFIT, 2017).

O ingrediente ativo Fluxapirroxade faz parte do grupo das carboxamidas, o qual apresenta ação sistêmica e foi um dos primeiros a ser descoberto (CARRIJO, 2014). As moléculas deste grupo apresentavam como característica o baixo espectro de fungitoxicidade, haja vista que essas são seletivas para doenças causadas por basidiomicetos dos quais inclui carvões, cáries, ferrugens e *Rhizoctonia solani* (AMORIM; REZENDE; BERGAMIN FILHO, 2011).

Dessa maneira, os fungicidas pertencentes a esse grupo praticamente deixaram de ser utilizados a partir da produção de moléculas de grupos químicos com maior espectro de ação, como os benzimidazóis (que atuam no processo de mitose), depois os triazóis (que atuam na biossíntese de esteróis) e depois as estrobilurinas (que atuam na respiração celular). Nesse sentido, o Fluxapirroxade chegou com o modo de ação semelhante ao das estrobilurinas, com a diferença de que a carboxamida atua no complexo 2 da cadeia de transporte de elétrons, ou seja, no complexo succinato-desidrogenase; Esse complexo emprega o aceptor de elétrons FAD para transferência dos elétrons do FADH_2 para a Coenzima Q, assim, a inibição desse processo promove o bloqueio na formação do ATP e também promove a formação de diversas moléculas intermediárias que são prejudiciais às células (CARRIJO, 2014). Esse processo resulta na inibição da germinação do esporo, dos tubos germinativos e do crescimento micelial em diversas espécies de fungos (CHEN et al., 2016).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e Características da Área Experimental

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 Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Campus de Botucatu (SP).

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

O experimento foi conduzido em ambiente protegido, que possui estrutura de ferro galvanizado com cobertura em forma de arco e filme plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD), difusor de luz e anti-UV de 150 µm de espessura com dimensões de 7 x 48 m e altura de 3,5 m (Figura 1).

Figura 1 – Vista parcial frontal e da lateral direita da área experimental. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014



Fonte: RODRIGUES, LFOS (2014).

A fim de se caracterizar quimicamente o solo da área em que o experimento foi conduzido, foram coletadas amostras de solo do local no perfil de 0,00 a 0,20 m de profundidade (Tabela 1), no dia 04/09/2014 e, com base na sua análise foi realizada a adubação de base para a cultura. Tanto a adubação de base quanto a fertirrigação, em função da extração de nutrientes de acordo com o desenvolvimento do tomateiro, no experimento, foi realizada seguindo a recomendação de extração de nutrientes (Tabela 2) proposta por Kemira (2004) apud Alvarenga (2004, p. 148 e 149).

Tabela 1 – Resultado da análise de solo, coletadas na profundidade de 0,00 a 0,20 m. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014

pH	M.O.	P _{resina}	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V%	S
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----				-----mg dm ⁻³ -----				
6,4	10,0	177,0	3,8	39,0	5,0	0,0	10,0	48,0	58,0	83,0	5,0
Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco	Areia	Silte	Argila				
-----mg dm ⁻³ -----				-----g kg ⁻¹ -----							
0,25	1,70	17,00	7,30	8,00	878	28	94				

Tabela 2 – Extração de macro e micronutrientes pelo tomateiro, híbrido Carmem, para uma produção de 100 t ha⁻¹

Idade	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
dias	-----kg ha ⁻¹ dia ⁻¹ -----					-----g ha ⁻¹ dia ⁻¹ -----					
15	0,037	0,005	0,039	0,007	0,003	0,004	0,117	0,011	0,221	0,249	0,060
30	0,117	0,025	0,171	0,040	0,017	0,023	0,212	0,044	1,185	1,003	0,331
45	1,527	0,211	2,347	0,538	0,358	0,619	2,639	0,514	13,139	22,274	6,709
60	2,848	0,350	4,271	1,240	0,512	1,064	6,015	2,431	48,903	18,281	24,153
75	3,221	0,301	4,224	1,247	0,428	1,011	7,811	19,484	37,672	24,571	26,880
90	2,229	0,232	4,473	0,729	0,350	0,462	4,299	7,661	30,694	18,443	12,572
105	2,264	0,259	3,981	0,673	0,297	0,447	4,695	9,826	10,025	24,917	38,566
120	1,698	0,194	3,384	0,504	0,222	0,335	3,521	7,370	7,519	18,688	28,924
135	0,849	0,097	2,369	0,252	0,111	0,168	1,761	3,685	3,759	9,344	14,462

Fonte: Kemira (2004) apud Alvarenga (2004).

3.2 Delineamento Experimental

O delineamento experimental adotado foi blocos casualizados, composto por oito tratamentos e seis repetições, totalizando 48 parcelas, cada parcela representada por sete plantas, conduzidas até 2,0 m de altura, das quais apenas as cinco centrais foram consideradas como plantas úteis para as análises. O espaçamento adotado no experimento foi de 0,8 m x 1,0 m, o que soma 5,6 m² por parcela, dos quais 4,0 m² foi de área útil. Para facilitar a visualização dos tratamentos, as combinações estão inseridas na tabela 3.

Tabela 3 - Combinação dos tratamentos com fungicidas de efeitos fisiológicos, número e intervalo das aplicações dos fungicidas e dose do produto comercial (p.c.) utilizado. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014

Tratamento	Número de aplicações	Intervalo de aplicações	Dose p.c. (g ou mL) (100 L de água) ⁻¹
T1 – Controle	-	-	-
T2 – Piraclostrobina+Metiram (CT)	5	14	300
T3 – CT+BOS	5	14	300+15
T4 – Boscalida (BOS)	5	14	15
T5 – BOS+FP	5	14	15+30
T6 – Fluxapirroxade+Piraclostrobina (FP)	5	14	30
T7 – CT+FP	5	14	300+30
T8 – CT+FP+BOS	5	14	300+30+15

O produto comercial utilizado contendo os ingredientes ativos Piraclostrobina (estrobilurina) e Metiram (ditiocarbamato) foi o Cabrio Top[®], (50 e 550 g [i.a.] kg⁻¹) e a dose utilizada foi de 300 g [p.c.] (100 L de água)⁻¹. O produto comercial contendo como ingrediente ativo o Boscalida (anilida) foi o Cantus[®] (500 g [i.a.] kg⁻¹), sendo a dose aplicada de 15 g [p.c.] (100 L de água)⁻¹. E, o utilizado para a aplicação de Fluxapirroxade (carboxamida) e piraclostrobina (estrobilurina) foi o Orkestra[®], (167 e 333 g [i.a.] L de água)⁻¹ do qual se aplicou 30 mL [p.c.] (100 L de água)⁻¹. Todos esses produtos comerciais foram fabricados pela BASF S.A.

Dessa maneira, os tratamentos ficaram assim definidos: T1-Controle; T2-Cabrio Top[®] (CT), T3-Cabrio Top[®]+Cantus[®]; T4-Cantus[®]; T5-Cantus[®]+Orkestra[®]; T6-Orkestra[®]; T7-Cabrio Top[®]+Orkestra[®] e; T8-Cabrio Top[®]+Orkestra[®]+Cantus[®]. E foi adicionada à calda de pulverização 0,5 % v/v [p.c.] do espalhante adesivo não-iônico penetrante, siliconado Break-Thru[®] (BASF S.A.), que é composto 1000 g L⁻¹ do copolímero poliéster-polimetil siloxano. Foram realizadas cinco aplicações, sendo a primeira um dia após o transplante das plantas para o campo de cultivo (10/10/2014) e as demais em intervalos de 14 dias (24/10/2014; 07/11/2014; 21/11/2014 e; 05/12/2014). Os estágios de crescimento das plantas, nas diferentes épocas de aplicação dos fungicidas testados no presente estudo, estão representados na Figura 2.

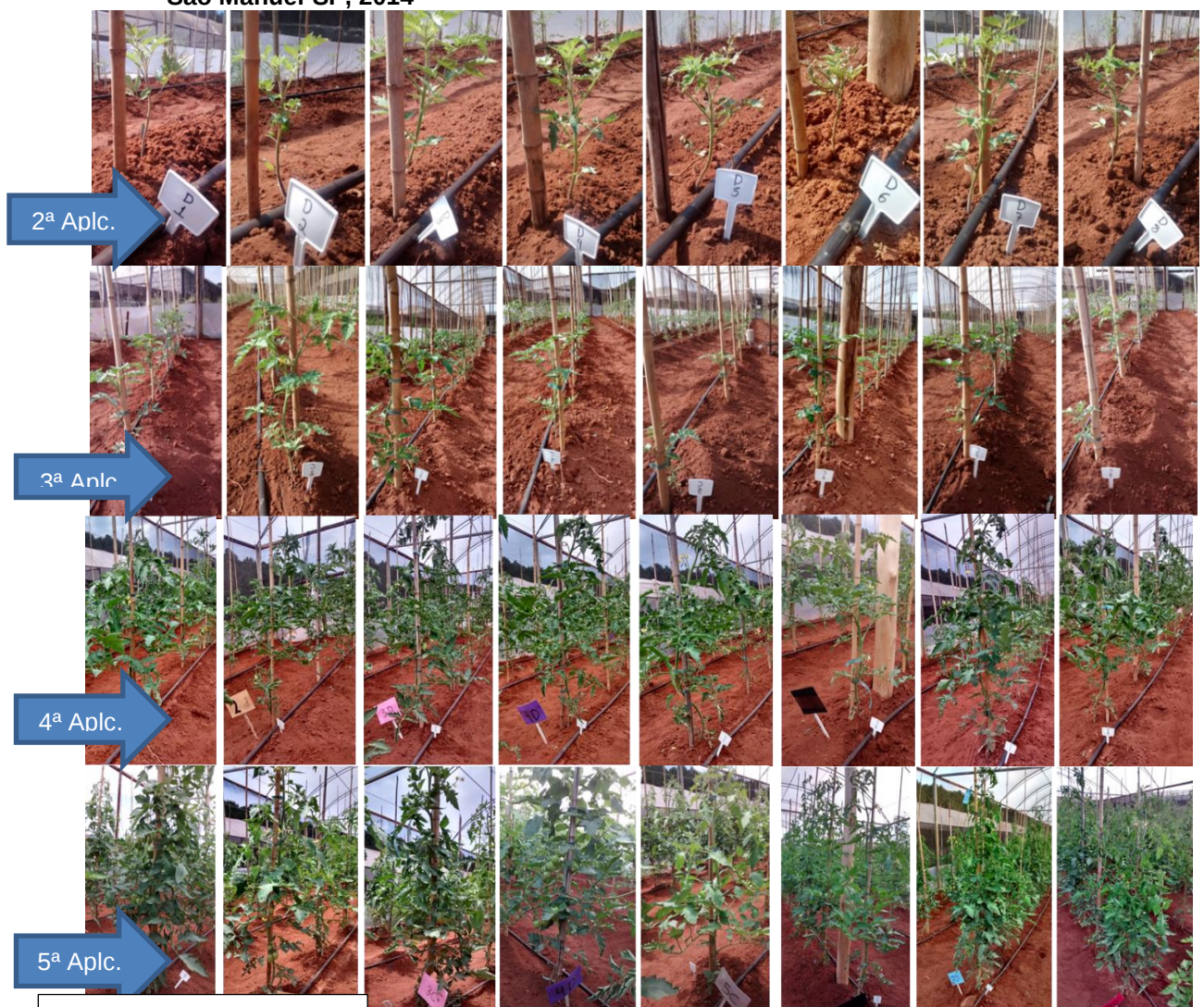
A aplicação dos tratamentos foi realizada via foliar, em que o volume de calda variou de acordo com a fase de crescimento da cultura, onde na primeira e na segunda aplicação considerou-se 200 L ha⁻¹ de volume de calda e nas demais (terceira, quarta e quinta) foi utilizado o volume de 700 L ha⁻¹. O equipamento de pulverização foi um pulverizador costal de pressão constante de 35 psi, pressurizado via CO₂, equipado com duas pontas do tipo leque (110.02) espaçadas em 0,25 m. As condições de aplicação estão apresentadas no Anexo 1 deste trabalho.

3.3 Material Vegetal

O híbrido de tomate utilizado foi o Caribe F1, semeado no dia 08/09/2014 e transplantado no dia 09/10/2014. As mudas foram produzidas pela Agristar do Brasil. O tomateiro utilizado apresenta hábito de crescimento indeterminado, e destaca-se pela alta resistência ao TYLCV (geminivírus), boa sanidade foliar e qualidade do

fruto. Os frutos são do tipo Saladete; tem boa pós colheita; possuem tamanho médio de 7,5 x 6,5 cm e peso médio de 170 g. A planta possui ciclo médio de 110 dias e resistência à murcha de fusário, raças 1 e 2 (*Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici race 1, 2); nematoides (*Meloidogyne incognita* e *M. javanica*); vírus do mosaico do tomateiro (*Tomato mosaic virus*); geminivírus (*Tomato yellow leaf curl virus*) e murcha de verticilo (*Verticillium albo-atrum* e *V. dahliae*); conforme dados da Agristar (2016).

Figura 2 – Estágio de crescimento do tomateiro, em função do uso combinado dos fungicidas de efeito fisiológico, nas diferentes fases de aplicação dos fungicidas. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2014



Fonte: SILVA, MB (2014).

3.4 Atividade enzimática e Peroxidação de lipídios (TBAR)

Para as análises de peroxidação de lipídios e da atividade enzimática nas folhas do tomateiro, foram selecionadas as últimas folhas completamente expandidas e expostas à luz solar, no período das 09:00 h as 10:00 h, provenientes das três plantas centrais das parcelas (as outras duas plantas úteis não tiveram folhas retiradas, pois foram mantidas intactas para avaliação das trocas gasosas e de fluorescência da clorofila *a*). As coletas para análises de peroxidação de lipídios e da atividade enzimática foram realizadas 4 dias após a última aplicação dos tratamentos em campo; dessa forma, 5 dias após o transplântio (DAT) foi realizada a primeira coleta (14/10/2014), 19 DAT a segunda coleta (28/10/2014), 33 DAT a terceira coleta (11/11/2014), 47 DAT a quarta coleta (25/11/2014) e 61 DAT a quinta e última coleta (09/12/2014).

A extração das demais enzimas foi realizada conforme metodologia proposta por Kar e Mishra (1976). Utilizou-se 0,300 g de folhas frescas congeladas, as quais foram colocadas em almofariz e trituradas em nitrogênio líquido. Na sequência, o material vegetal foi homogeneizado em 4 mL de tampão fosfato de potássio (0,1M, pH 6,8) gelado. A solução extraída foi centrifugada a 10.000 rpm por 10 minutos a 4°C. E o extrato obtido foi separado em microtubos e armazenado a -20°C para posterior determinação.

A determinação da atividade da peroxidase (PODs, EC 1.11.1.7) foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Teisseire e Guy (2000). O sistema de reação foi composto por 30 µL de extrato enzimático, 500 µL de tampão fosfato de potássio (50 mmol L⁻¹, pH 6,5), 250 µL de pirogalol (1,2,3-benzenotriol 20 mmol L⁻¹) e 220 µL de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) 5 mmol L⁻¹, totalizando 1.000 µL.

A atividade da polifenoloxidase (EC 1.14.18.1) foi determinada pelo método proposto por Kar e Mishra (1976) e modificado por Lima et al. (1999). Utilizou-se 300 µL do extrato enzimático, juntamente com 1.850 µL de solução de catecol (pyrocatechol 0,1 M em tampão fosfato, pH 6,7), a solução foi então incubada em banho-maria a 30 °C durante 30 minutos, sendo a reação interrompida por banho fervente por 5 minutos. Em seguida, a solução foi analisada, em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 395 nm.

A quantificação das proteínas totais no extrato foi necessária, pois o teor de proteínas é base de cálculo da atividade das enzimas; dessa forma as proteínas

foram determinadas de acordo com a metodologia proposta por Bradford (1976). A solução de reação foi obtida a partir da combinação de 100 μL do extrato enzimático e 500 μL do reativo Bradford. A reação foi conduzida em temperatura ambiente por 15 minutos, e a leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro com comprimento de onda de 595 nm. A curva padrão foi confeccionada a partir da solução de caseína.

A peroxidação de lipídios (TBAR) foi calculada a partir da adaptação do procedimento descrito por Heath e Packer (1968) apud Rama Devi e Prasad (1998). Em que foram utilizadas amostras de folhas congeladas (entre 180 a 250 mg), as quais foram inseridas em almofariz e trituradas em nitrogênio líquido. Na sequência, a amostra foi homogeneizada em 5 mL da solução de ácido tiobarbitúrico (TBA) 0,25% e ácido tricloroacético (TCA) 10%. A solução ficou incubada em banho-maria a 90°C por 60 minutos. Depois do resfriamento, procedeu-se centrifugação a 10.000 rpm por 15 min, à temperatura ambiente (25°C). Em seguida, o sobrenadante foi coletado de cada amostra e efetuou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 560 e 600 nm de comprimento de onda. Para os cálculos, utilizou-se o coeficiente de extinção molar do malondialdeído ($155 \text{ mmol L}^{-1} \text{ cm}^{-1}$).

3.5 Fluorescência da clorofila a e Trocas gasosas

Com o objetivo de explicar as reações fisiológicas das plantas submetidas aos fatores em avaliação foram realizadas medidas de trocas gasosas aos 4 dias após a primeira aplicação (4 DA1A), 3 dias após a segunda aplicação (3 DA2A), 7 dias após a quarta aplicação (7 DA4A), 12 dias após a quinta aplicação (12 DA5A) e 21 dias após a quinta aplicação (21 DA5A), selecionando-se a última folha totalmente expandida de duas plantas úteis que não tiveram folhas retiradas durante o experimento para análise da peroxidação de lipídios e da atividade enzimática, com auxílio de equipamento de sistema aberto de medição de fotossíntese (IRGA LI-6400XT da LI-COR, Lincoln, Nebraska – USA).

Foi determinada também a curva de resposta de assimilação de CO_2 em relação à densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA), na qual há a redução da $[\text{CO}_2]$ de 2000 até 0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em intervalos de aproximadamente 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. E, abaixo de 200 DFFFA $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, em intervalos menores, de forma a obter vários pontos e calcular a eficiência quântica aparente (ϕ $\mu\text{mol CO}_2/\mu\text{mol}$

fótons]). Essa eficiência foi estimada ajustando-se uma equação linear na faixa em que a variação da taxa de assimilação de CO_2 (A) em função da DFFFA era linear, isto é, $A = a + \phi \cdot \text{DFFFA}$, em que a e ϕ são coeficientes de ajuste. Na intersecção da reta no eixo X, tem-se o valor do ponto de compensação luminosa [Γ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)]. A curva de resposta de A em função da DFFFA foi ajustada à função hipérbole retangular, $A = A_{\text{max}} \cdot \text{DFFFA} / (a + \text{DFFFA})$, em que A_{max} é a taxa máxima de fotossíntese e a é um coeficiente de ajuste da equação (Machado et al., 2005).

As características de trocas gasosas analisadas foram: taxa de assimilação líquida de CO_2 (A , $\mu\text{molCO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de transpiração (E , $\text{mmol vapor d'água m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 na folha (C_i , $\mu\text{molCO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ ar}$). 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 e Farquhar (1981).

A eficiência do uso da água (EUA, $\mu\text{molCO}_2 (\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$) foi determinada através da relação entre a taxa de assimilação líquida de CO_2 e a taxa de transpiração (A/E), sendo a eficiência de carboxilação (A/C_i) determinada através da relação entre taxa de assimilação de CO_2 e concentração interna de CO_2 na folha.

A partir da 7 DA4A da avaliação das trocas gasosas, a atividade fotoquímica foi analisada por meio da fluorescência da clorofila a , sendo os dados coletados simultaneamente com as trocas gasosas utilizando-se fluorômetro de luz modulada (Li-6400-40) acoplado ao Li-6400. As características determinadas foram: eficiência quântica potencial (F_v/F_m), eficiência quântica efetiva do fotossistema II, com envolvimento de $F_o'(F_v'/F_m')$ e sem o envolvimento de F_o' (ϕPSII), coeficiente de extinção fotoquímica (q_P) e não-fotoquímica (NPQ) e taxa aparente de transporte de elétrons (ETR). Os valores de F_m e F_v foram representados pela fluorescência máxima e variável determinadas após 30 minutos de adaptação ao escuro; os valores de F_m' e F_s representados pela fluorescência máxima e no estado de equilíbrio dinâmico na presença de luz; F_o' representando a fluorescência basal após a excitação do fotossistema I (FSI); q_P o coeficiente de extinção fotoquímico e não-fotoquímico [$\text{NPQ} = (F_m - F_m')/F_m'$] da fluorescência; $\text{ETR} = \text{DFFF} \cdot \Delta F/F_m \cdot 0,5 \cdot 0,84$ a taxa de transporte de elétrons (BILGER e BJÖRKMAN, 1990).

3.6 Características agronômicas, produtivas e viabilidade econômica

Nas mesmas datas de coleta de folhas para análise das enzimas (5 DAT, 19 DAT, 33 DAT, 47 DAT e 61 DAT), mediu-se o crescimento das plantas, em altura (cm), das cinco plantas centrais de cada parcela.

A colheita dos frutos teve início no dia 11/01/2015; a segunda colheita foi realizada no dia 18/01/2015, a terceira no dia 25/01/2015 e, a quarta e última colheita foi no dia 01/02/2015. Os frutos foram colhidos apenas quando apresentavam base avermelhada. Após a colheita, as parcelas foram armazenadas em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Fisiologia Vegetal II, Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Unesp de Botucatu-SP. No laboratório, realizou-se a separação dos frutos por classes de diâmetro e então eles foram pesados com auxílio de balança digital, para obtenção da massa fresca total (g), cálculo da produtividade de frutos/m². Nesse momento também, os frutos foram selecionados em “não comercial” e “comercial”. Frutos com diâmetro menor que 40 mm e/ou com presença de defeitos graves, foram considerados “não comerciais” e frutos sem defeitos graves, “comerciais” conforme o sistema de classificação dos frutos estabelecida pela CEAGESP (CQH/CEAGESP, 2003).

Em seguida realizou-se análise de viabilidade econômica, ajustada considerando a produtividade em kg por 1.000 plantas, como é largamente utilizado pelos produtores, tanto de frutos “comerciais” como frutos “não comerciais”, onde se considerou o valor de R\$ 50,29 por caixa de 20 kg de tomate; valor de referência, conforme dados da Hortifruti/Cepea (2017) para o preço do tomate italiano para o atacado, comercializado em São Paulo- SP em janeiro de 2015.

3.6 Análises Estatísticas

Os dados oriundos da determinação das atividades enzimáticas, da peroxidação de lipídios e das características agrônômicas, produtivas e de viabilidade econômica foram tabulados e tiveram seus resíduos testados quanto às normalidades pelo método de Liliefors. Em seguida procedeu-se com o teste F de Fisher-Snedecor e então as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidades estatísticas, ou ajustadas em equação de regressão com auxílio do aplicativo computacional Genes v. 7.0 (CRUZ, 2006).

Os dados foram tabulados e então se procedeu à análise estatística, através da análise de covariância dos resíduos das características avaliadas, os quais foram

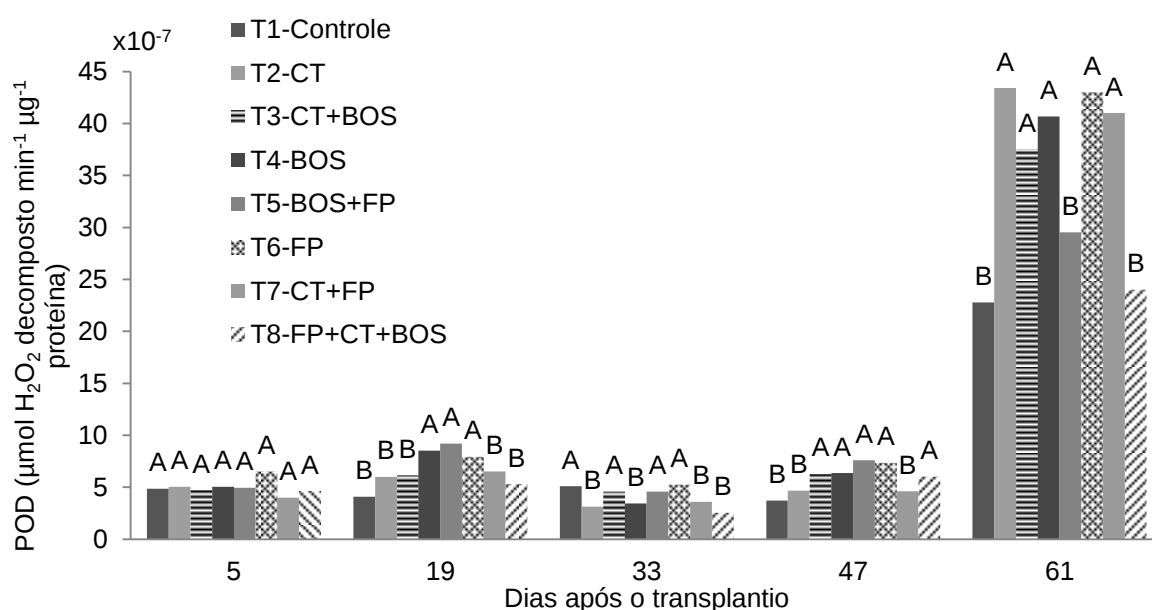
empregados para o cálculo da distância de Mahalanobis, pelo método simples – do vizinho mais próximo, o que é utilizado na análise estatística multivariada de agrupamento de Tocher sequencial. Para efetuar esses procedimentos, utilizou-se o aplicativo computacional Genes v 7.0 (CRUZ, 2006).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados obtidos, foram observados dois marcadores bioquímicos, a peroxidase(POD) e a polifenoloxidase(PPO), que estão relacionados ao estresse oxidativo vegetal. Esses marcadores podem identificar o ponto do florescimento, maturação e senescência dos frutos do tomateiro, híbrido Caribe F1.

Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos avaliados na atividade da peroxidase aos 5 dias após o transplante (DAT). Aos 19 DAT as plantas que obtiveram maior atividade da POD foram as que receberam os tratamentos, T4 (Bos), T5 (BOS+FP) e o T6 (FP), porem a atividades dessa enzima variou conforme a época de avaliação. A POD expressou atividade máxima aos 61 dias após o transplante (DAT) indicando, neste caso, maturação/senescência (Figura 3).

Figura 3 – Atividade da enzima peroxidase ($\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ decomposto $\text{min}^{-1} \mu\text{g}^{-1}$ proteína) em folhas de tomateiro ‘Saladete’, híbrido F1, pulverizado com os fungicidas: Piraclostrobina+Metiram(CT); Boscalida (BOS); Fluxapirroxade+Piraclostrobina (FP); e dos combinados CT+BOS, BOS+FP, FP+CT e FP+CT+BOS. Aos 5, 19, 33, 47 e 61 dias após o transplante. FCA/Unesp, São Manuel-SP, 2014¹



¹ Letras diferentes na horizontal significam diferentes grupos formados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade estatística, dentro de cada dia após o transplante.

De maneira geral as peroxidases têm sido estudadas por desempenharem um importante papel na biossíntese da parede celular, o que promove auxílio na defesa das plantas ao ataque de patógenos por aumentar as barreiras mecânicas, contudo, também apresentam um importante papel na resposta ao estresse. Essa enzima exibe diversas isoformas que usam distintos redutores e estão localizadas em vários compartimentos celulares (CAMPA, 1991).

As PODs são consideradas as mais importantes na eliminação de H_2O_2 no citosol e nos cloroplastos (INZÉ; VAN MONTAGU, 1995). Sua atividade é frequentemente aumentada em resposta ao estresse, isso ocorre porque a proteção celular, contra as reações oxidativas, é uma das principais funções dessa enzima (SIEGEL, 1993).

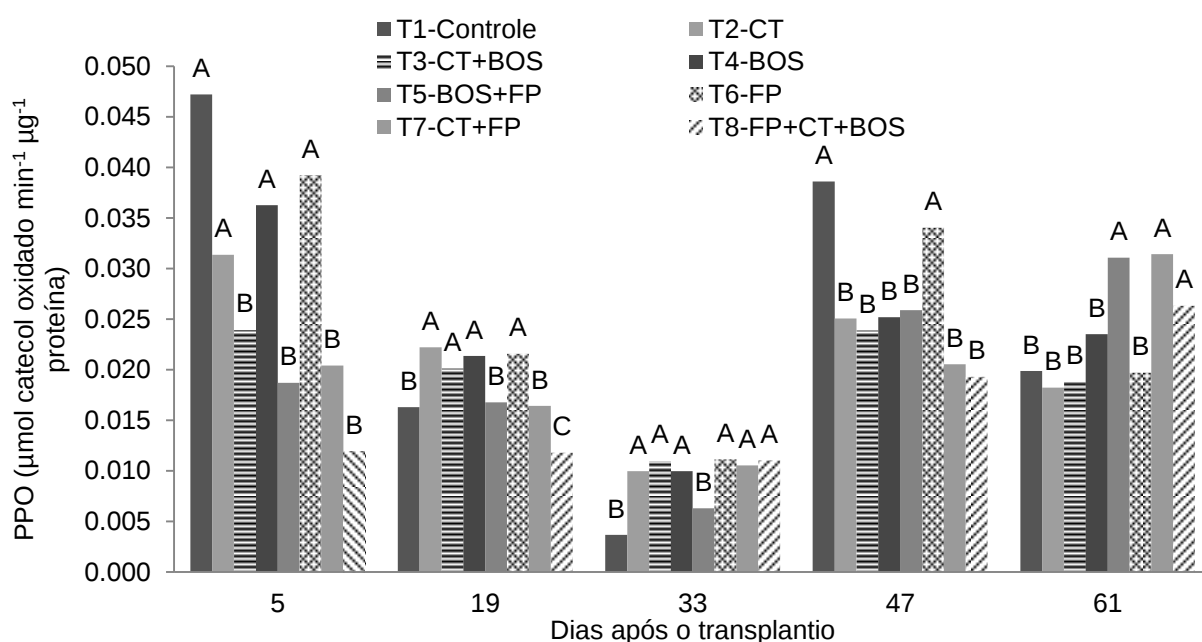
O aumento da atividade da POD neste estudo está relacionado à regulação do nível de peróxidos formados durante o desenvolvimento da pré-frutificação, que aos 61 DAT foi maior nos tratamentos, T2 (Piraclostrobina), T3 (Piraclostrobina+Boscalida), T4 (Boscalida), T6 (Fluxapiroxade+Piraclostrobina) e T7 (Piraclostrobina+Fluxapiroxade+Piraclostrobina). A POD é do grupo das óxido-redutases, sendo capaz de catalisar um grande número de reações oxidativas em plantas usando peróxido como substrato, ou, em alguns casos, oxigênio como um acceptor de hidrogênio (FREITAS et al., 2008).

Esses níveis elevados de peróxidos nas folhas, podem ainda promover a atividades da peroxidação de lipídeos, que quando elevada, induz a redução da polifenoloxidase (PPO). Na Figura 4 é possível observar que aos 33 DAT ocorre a menor atividade da polifenoloxidase durante o ciclo da cultura, o que coincide com a mesma data onde ocorre os maiores valores de peroxidação de lipídeos (MDA) (Figura 5).

A primeira aplicação dos tratamentos foi realizada um dia após o transplante das mudas para o campo de cultivo (casa de vegetação); essa prática foi adotada a fim de observar se os fungicidas de efeitos fisiológicos também eram eficientes em diminuir o estresse ocasionado por essa atividade. Na Tabela 4, observa-se que apenas as combinações (T3-CT+BOS; T7-CT+FP e; T8-CT+FP+BOS) obtiveram valores de peroxidação de lipídeos, não se diferem estatisticamente aos do grupo controle, o que aponta que inicialmente essa aplicação não foi efetiva em diminuir o estresse do transplante. Vale ressaltar que a atividade da PPO estava elevada no T1-Controle, T2-CT, T4-BOS e T6-FP, aos 5 dias após o transplante, ou seja,

apenas o grupo Controle foi efetivo em controlar os níveis de peróxidos produzidos em razão desse manejo; pois apesar dos produtos aplicados isoladamente terem promovido aumento imediato na atividade da PPO, o estresse causado por essa aplicação é ainda maior do que o estímulo à atividade de antioxidantes promovida por ela.

Figura 4 – Atividade da enzima polifenoloxidase – PPO ($\mu\text{mol catecol oxidado min}^{-1} \mu\text{g}^{-1}$ proteína) em folhas de tomateiro ‘Saladete’ pulverizado com os fungicidas: Piraclostrobina+Metiram(CT); Boscalida (BOS); Fluxapiroxade+Piraclostrobina (FP); e dos combinados CT+BOS, BOS+FP, FP+CT e FP+CT+BOS. Aos 5, 19, 33, 47 e 61 dias após o transplantio. FCA/Unesp, São Manuel-SP, 2014¹



¹ Letras diferentes na horizontal significam diferentes grupos formados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade estatística, dentro de cada dia após o transplantio.

Aos 61 DAT está ocorrendo o processo de frutificação do tomateiro. Os valores da atividade da POD apontam que grandes quantidades de peróxidos estão sendo produzidos nesse momento, na célula. Porém, não há diferença significativa entre os teores de MDA e, além disso, os valores da MDA podem ser considerados baixos. Dessa forma, os tratamentos aplicados no tomateiro, foram eficazes em não aumentarem o nível de estresse na planta nessa etapa da produção.

A polifenoloxidase (PPO), bem como a peroxidase (POD), são marcadores de certos estádios de desenvolvimento sendo sua expressão regulada de formas diferentes (THOMAS; JEN, 1981). Em órgãos vegetativos e florais o padrão de expressão da PPO em meristemas vegetais permite distinção molecular entre primórdios vegetais e florais uma vez que a POD participa no catabolismo do IAA

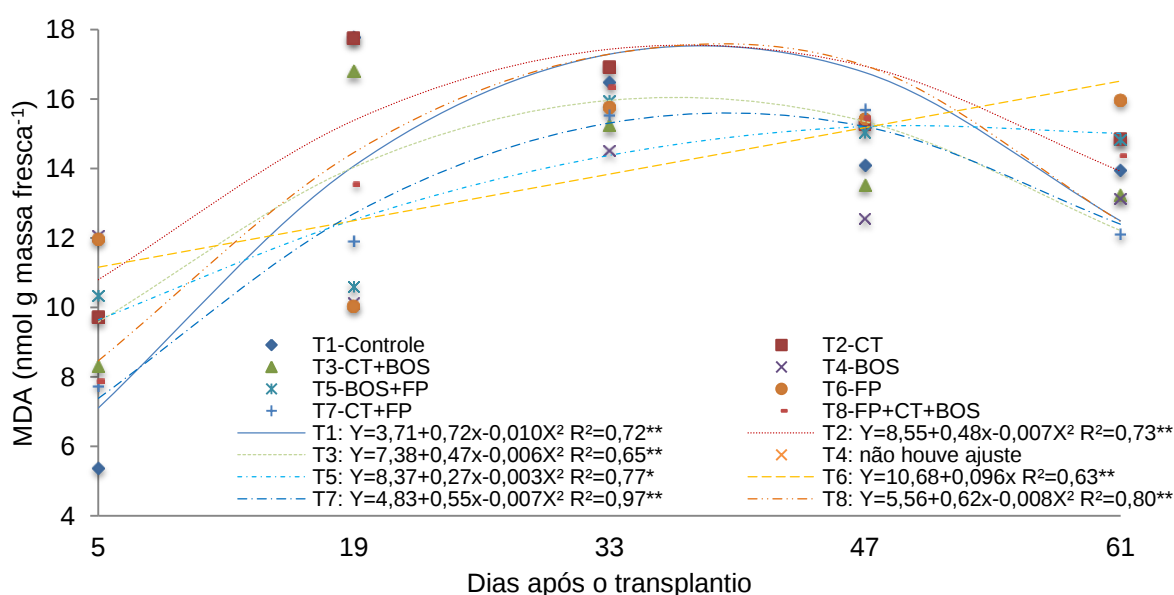
(Ácido Indol Acético) podendo modificar o equilíbrio hormonal nas plantas, levando a uma modulação de morfogênese (EBRAHMZATEH; ABRISHAMCHE, 2000).

Tabela 4 – Peroxidação de lipídeos (MDA, nmol g massa fresca⁻¹) em folhas de tomateiro ‘Saladete’, híbrido Caribe F1, pulverizado com os fungicidas: Piraclostrobina+Metiram(CT); Boscalida (BOS); Fluxapiroxade+Piraclostrobina (FP); e dos combinados CT+BOS, BOS+FP, FP+CT e FP+CT+BOS. Aos 5, 19, 33, 47 e 61 dias após o transplantio. FCA/Unesp, São Manuel-SP, 2014

Tratamento	5 DAT	19 DAT	33 DAT	47 DAT	61 DAT
T1 – Controle	5,38 b ¹	17,79 a	16,51 a	14,11 a	13,96 a
T2 – Piraclostrobina (CT)	9,71 a	17,76 a	16,91 a	15,29 a	14,85 a
T3 – CT+BOS	8,32 b	16,81 a	15,25 a	13,54 a	13,24 a
T4 – BOSCALIDA (BOS)	12,08 a	10,14 b	14,53 a	12,57 a	13,14 a
T5 – BOS+FP	10,35 a	10,61 b	15,94 a	15,05 a	14,84 a
T6 – Fluxapiroxade+Piraclostrobina (FP)	11,98 a	10,04 b	15,76 a	15,44 a	15,98 a
T7 – FP+CT	7,75 b	11,90 b	15,54 a	15,70 a	12,12 a
T8 – FP+CT+BOS	7,25 b	17,22 a	16,36 a	15,46 a	14,39 a

¹Letras diferentes na vertical significam diferentes grupos formados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade estatística.

Figura 5 – Peroxidação de lipídeos (MDA, nmol g massa fresca⁻¹) em folhas de tomateiro ‘Saladete’, híbrido Caribe F1, pulverizado com os fungicidas: Piraclostrobina+Metiram (CT); Boscalida (BOS); Fluxapiroxade+Piraclostrobina (FP); e dos combinados CT+BOS, BOS+FP, FP+CT e FP+CT+BOS. Aos 5, 19, 33, 47 e 61 dias após o transplantio. FCA/Unesp, São Manuel-SP, 2014¹



¹Os máximos valores calculados de MDA foram: T1 – 16,67 aos 36 DAT; T2 – 16,78 aos 34 DAT; T3 – 16,58 aos 39 DAT; T5 – 14,45 aos 45 DAT; T7 – 15,63 aos 39 DAT e; T8 – 17,57 aos 39 DAT. * e ** Equação significativa a 5% e 1% de probabilidade estatística, pelo teste F, respectivamente.

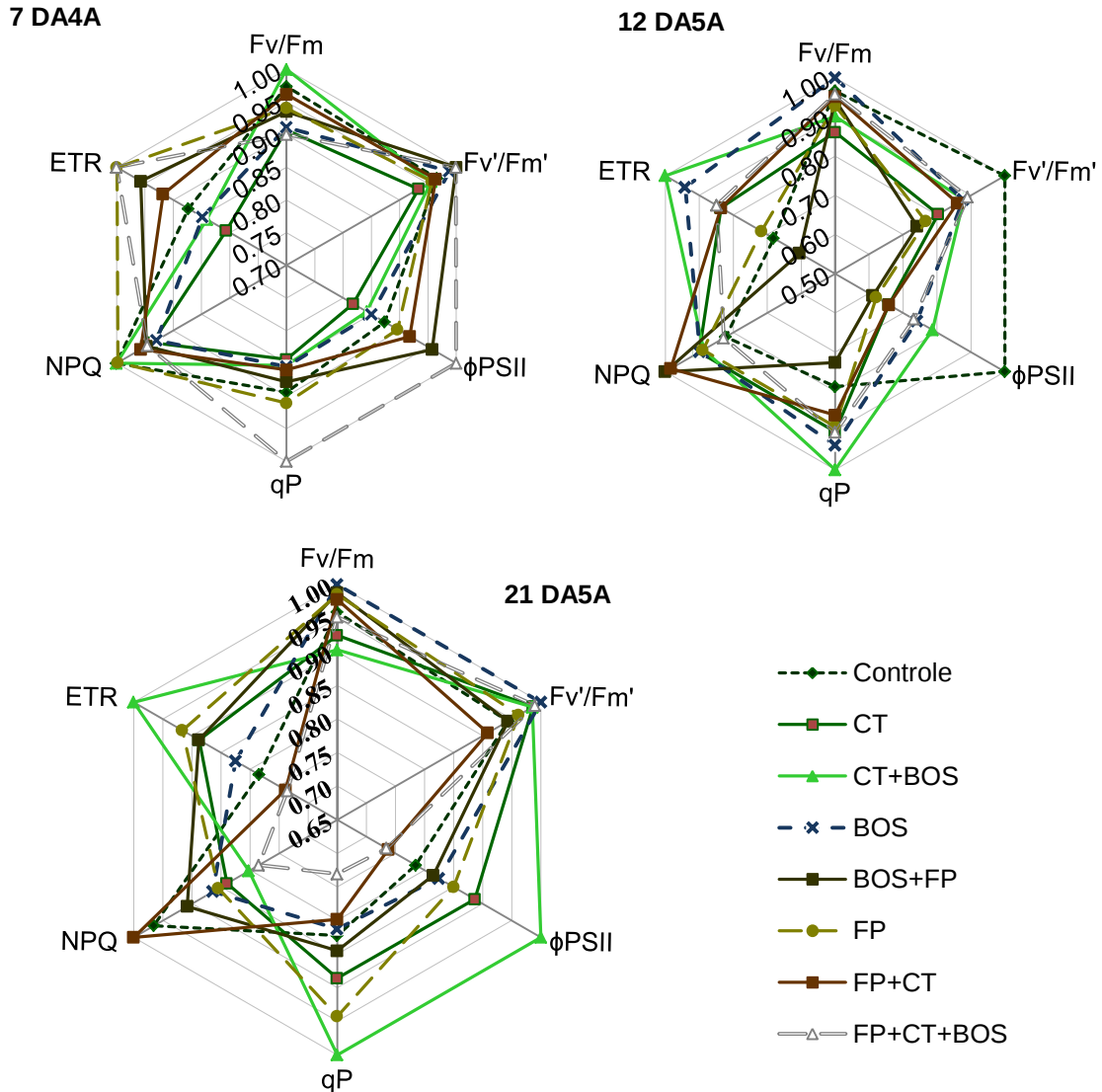
No presente estudo foi observado que os fungicidas Piraclostrobina+Metiram, Boscalida e Fluxapiroxade+Piraclostrobina, além de suas combinações melhoram significativamente nos parâmetros fotossintéticos de folhas de tomateiro do tipo Saladete, híbrido Caribe F1, nos diferentes momentos de avaliação.

A análise de fluorescência da clorofila *a*, por exemplo, que foi realizada aos 7 DA4A, 12 DA5A e 21 DA5A e é apresentada na Figura 6, revela que a combinação dos ativos Piraclostrobina+Metiram e Boscalida (CT+BOS) apresentam elevados valores de Fv/Fm , ou seja, de eficiência quântica potencial dos fotossistemas II, aos 7 DA4A, valores esses superiores em 5% aos do grupo controle. Porém, essa maior eficiência não se converteu em incremento nas eficiências quânticas efetivas dos fotossistemas II (Fv'/Fm' e $\phi PSII$), pois o coeficiente de extinção não-fotoquímico (NPQ) também foi bastante elevado, juntamente com o grupo controle. Por consequência, têm-se baixa taxa de transporte de elétrons fotossintéticos (ETR). Nesse quesito, a combinação FP+CT+BOS foi a que obteve os maiores valores, seguida pela aplicação isolada do produto do grupo FP. A combinação FP+CT+BOS promove redução de 7% em relação ao controle na Fv/Fm , mas é superior em quase 13% a esse tratamento, quando se trata da ETR.

Aos 12 DA5A a aplicação do Boscalida (BOS) de forma isolada foi a que promoveu os maiores valores de Fv/Fm mas é o combinado de CT+BOS que aumentou significativamente, tanto o qP quanto o ETR. Nas plantas em que não foram aplicados fungicidas foi observada nessa avaliação que as maiores Fv'/Fm' e $\phi PSII$ são obtidas nesse tratamento, mas a capacidade de condução dos elétrons para a fotossíntese, demonstrada por qP é baixa e, portanto, a ETR também apresenta valores reduzidos, em comparação com os demais tratamentos, com exceção, nesse caso, do combinado BOS+FP, o qual também apresenta baixa ETR, pelas perdas via NPQ.

Aos 21 DA5A a aplicação de BOS e FP, de forma isolada ou combinada (BOS+FP) foram aquelas que favoreceram os maiores valores de Fv/Fm e a aplicação isolada de BOS foi a que proporcionou Fv'/Fm' maior que os demais tratamentos, mas a $\phi PSII$ foi reduzida, juntamente com os qP, NPQ e ETR. Sendo que essa última, ETR, foi maior novamente nas plantas que receberam a combinação CT+BOS, superiores em aproximadamente 21,5% se comparadas ao controle. É importante salientar que após nove dias da avaliação anterior, os maiores qP e ETR continuam sendo do tratamento com CT+BOS, mas os valores obtidos, no geral, de qP e ETR foram superiores aos da avaliação anterior (12 DA5A).

Figura 6 - Eficiência quântica potencial do fotossistema II (Fv/Fm)¹, eficiência quântica efetiva do fotossistema II, com envolvimento de Fo' (Fv'/Fm') e sem o envolvimento de Fo' ($\phi PSII$), coeficiente de extinção fotoquímica (qP) e não-fotoquímica (NPQ) e, taxa aparente de transporte de elétrons (ETR) em folhas de tomateiro 'Saladete' pulverizado com os fungicidas: Piraclostrobina+Metiram(CT); Boscalida (BOS); Fluxapiroxade+Piraclostrobina (FP); e dos combinados CT+BOS, BOS+FP, FP+CT e FP+CT+BOS. Aos 7, 12 e 21 dias após a primeira a 4^a, 5^a e 5^a pulverização, respectivamente (7 DA4A, 12 DA5A, 21 DA5A). FCA/Unesp, São Manuel-SP, 2014



¹Os valores dos componentes das figuras estão em frequência relativa ao maior valor obtido em cada época de avaliação, sendo assim, aos 7 DA4A os maiores valores obtidos foram: $Fv/Fm=0,88$; $Fv'/Fm'=0,47$; $\phi PSII=0,26$; $qP=0,57$; $NPQ=1,86$ e; $ETR=116,08$; aos 12 DA5A os maiores valores obtidos foram: $Fv/Fm=0,90$; $Fv'/Fm'=0,44$; $\phi PSII=0,25$; $qP=0,51$; $NPQ=2,40$ e; $ETR=116,90$ e; aos 21 DA5A os maiores valores obtidos foram: $Fv/Fm=0,88$; $Fv'/Fm'=0,43$; $\phi PSII=0,28$; $qP=0,66$; $NPQ=2,27$ e; $ETR=148,88$.

Na Tabela 5 são apresentados os resultados da análise estatística multivariada, de agrupamento de Tocher sequencial, em cada época de avaliação dos tomateiros. Dentro dos parâmetros de fluorescência de clorofila *a* discutidos no presente estudo, aos 7 DA4A apenas FP formou um grupo diferente dos demais tratamentos; aos 12 DA5A todos os fungicidas testados no presente estudo foram significativamente diferentes do grupo controle e aos 21 DA5A formaram-se três grupos distintos, sendo que a combinação FP+CT+BOS se destacou significativamente das demais tratamentos.

Tabela 5 - Análise de agrupamento de Tocher sequencial em tomateiro 'Saladete', híbrido Caribe F1, pulverizado com os fungicidas: Piraclostrobina+Metiram (CT); Boscalida (BOS); Fluxapiraxa-de+Piraclostrobina (FP); e dos combinados CT+BOS, BOS+FP, FP+CT e FP+CT+BOS. Aos 4, 3, 7, 12 e 21 dias após a 1ª, 2ª, 4ª, 5ª e 5ª pulverização, respectivamente (4 DA1A, 3 DA2A, 7 DA4A, 12 DA5A, 21 DA5A). FCA/Unesp, São Manuel-SP, 2014¹

Grupo químico	4DA1A	3DA2A	7DA4A		12DA5A		21DA5A	
	Tg	Tg	Tg	Fl	Tg	Fl	Tg	Fl
T1 – Controle	C	A	A	B	B	B	A	C
T2 – Piraclostrobina (CT)	C	B	B	B	A	A	B	C
T3 – CT+BOS	D	B	A	B	A	A	B	B
T4 – BOSCALIDA (BOS)	D	B	A	B	A	A	C	C
T5 – BOS+FP	B	C	A	B	A	A	B	B
T6 – Fluxapiraxa+Piraclostrobina (FP)	B	B	A	A	A	A	B	B
T7 – FP+CT	A	A	A	B	A	A	B	C
T8 – FP+CT+BOS	A	A	A	B	A	A	C	A

¹A análise de Tocher sequencial é uma estatística multivariada e que, portanto, leva em consideração mais de uma característica desejável, para separação dos grupos. No caso foi utilizada a distância de Mahalanobis, pelo método de ligação simples - do vizinho mais próximo, disponíveis em anexo. Tg – agrupamento a partir das características de trocas gasosas (*A*, *gs*; *A/Ci* e *A/E*) e; Fl – agrupamento a partir das características de fluorescência da clorofila *a* (*Fv/Fm*, *Fv'/Fm'*, ϕ PSII, qP, NPQ e ETR).

Debona et al. (2016) também estudaram o efeito fisiológico de um fungicida do grupo químico das estrobilurinas, na cultura do arroz. Eles observaram que a aplicação de azoxistrobina não resultou em diferenças significativas nos parâmetros de fluorescência da clorofila *a*, quando a planta não estava inoculada com o patógeno *Bipolaris oryzae*. Os fungicidas só apresentaram efeito significativo na fluorescência das plantas, após a inoculação do referido patógeno. Esses pesquisadores destacaram que era esperado que houvesse influência do fungicida, mesmo em plantas sadias. Resultado esse que foi observado no presente estudo, que mesmo utilizando folhas sadias para as análises observou diferenças significativas com a aplicação de fungicidas.

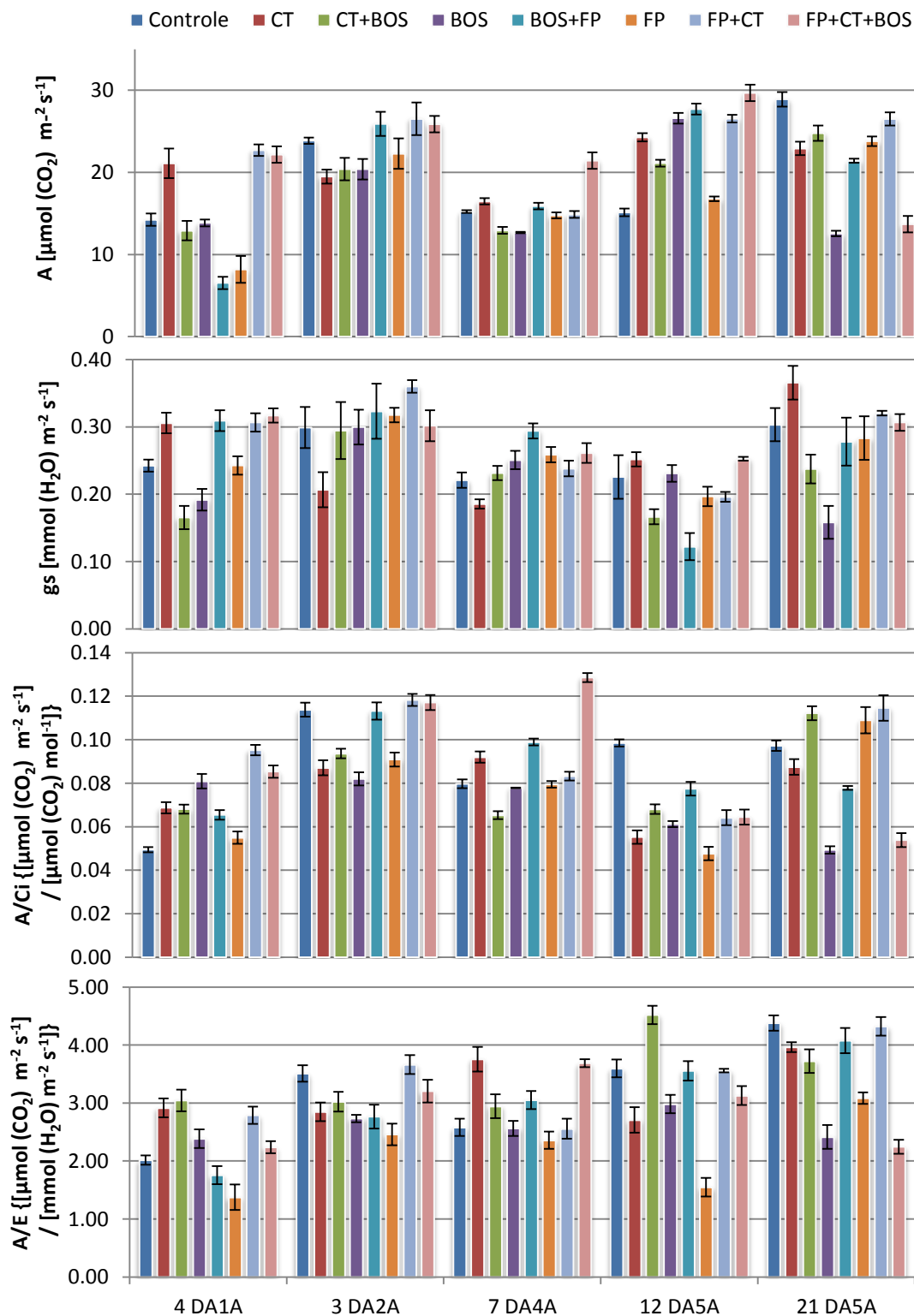
É esperado que houvesse resposta na fluorescência da clorofila *a*, pois, considerando-se que as estrobilurinas atuam no bloqueio da transferência de elétrons na mitocôndria (BARLETT et al., 2002) e atuam nos processos de óxido-

redução (GHINI e KIMATI, 2002) é possível então que esses compostos também interfiram de alguma maneira nessa fase da fotossíntese. Tanto as carboxamidas como as anilidas, também apresentam modo de atuação semelhante ao das estrobilurinas, com diferença nos locais de atuação; mas todos atuam no transporte eletrônico.

Nesse sentido, Macedo (2012) estudou o efeito fisiológico de alguns fungicidas nos parâmetros de fluorescência da clorofila *a* em plantas de meloeiro rendilhado. O autor observou que a aplicação de fluxapirroxade (grupo químico das carboxamidas) proporcionou valores significativamente superiores de Fv'/Fm' , qP e ETR. Nessa avaliação houve correlação entre os valores obtidos nas trocas gasosas e os dados de fluorescência da clorofila *a*.

No presente estudo, existe uma correspondência entre os resultados de fluorescência da clorofila *a*, com os índices de trocas gasosas, só foi observada, estatisticamente, na avaliação aos 12 DA5A. Conforme os resultados apresentados na Figura 7, a taxa de assimilação líquida de CO_2 (*A*) aos 4 DA1A foi maior nos tratamentos CT, FP+CT e na combinação FP+CT+BOS. Aos 3 DA2A, houve incremento na *A*, com exceção apenas de CT, que foi reduzida. Novamente, os maiores valores foram observados nas combinações FP+CT e FP+CT+BOS, não diferentes estatisticamente de BOS+FP. Aos 7 DA4A houve redução nos valores das trocas gasosas e a combinação FP+CT+BOS foi significativamente superior aos demais tratamentos. Apesar do aumento nas taxas de assimilação líquida de CO_2 aos 12 DA5A, a combinação de FP+CT+BOS continuou sendo o tratamento que promoveu efeito significativamente superior aos demais. Somente na avaliação aos 21 DA5A, o grupo controle foi superior a todos os tratamentos estudados. Cabe ressaltar que, aos 4 DA1A as plantas estavam com 5 dias após o transplante, aos 3 DA2A estavam em pleno desenvolvimento vegetativo, aos 7 DA4A no início do florescimento, aos 12 DA5A estavam em frutificação e aos 21 DA5A, no estágio de desenvolvimento dos frutos.

Figura 7 - Taxa de assimilação líquida de CO₂ (A), condutância estomática (gs), relações A/Ci e A/E em folhas de tomateiro 'Saladete', híbrido Caribe F1, pulverizado com os fungicidas: Piraclostrobina+Metiram(CT); Boscalida (BOS); Fluxapiroxade+Piraclostrobina (FP); e dos combinados CT+BOS, BOS+FP, FP+CT e FP+CT+BOS. Aos 4, 3, 7, 12 e 21 dias após a 1^a, 2^a, 4^a, 5^a e 5^a pulverização, respectivamente (4 DA1A, 3 DA2A, 7 DA4A, 12 DA5A, 21 DA5A). FCA/Unesp, São Manuel-SP, 2014



A redução nos valores de A , proporcionada por alguns tratamentos, possivelmente estão relacionadas com a abertura estomática. Pois, tal como observado por Debona et al. (2015), não há limitação a nível bioquímico pelas plantas desses tratamentos, pois se fosse o caso, seria esperado que a eficiência aparente de carboxilação da enzima rubisco (A/C_i), fosse também reduzida, em função do aumento de CO_2 sem aproveitamento (31,8) nos espaços intercelulares (C_i) sem aproveitamento (31,8). Resultados semelhantes também foram obtidos por Nason et al. (2007) com a aplicação de picoxistrobina e piraclostrobina (duas estrobilurinas) nas culturas de cevada, soja e trigo, ou seja, decréscimo em A , associado à queda na g_s e na C_i . Nason et al. 2007 sugerem que os estômatos podem corresponder às alterações da fotossíntese no mesófilo em razão das mudanças na C_i ou por causa de um *pool* no tamanho de um substrato fixador de carbono ainda não identificado. Esses pesquisadores sugerem ainda que outra possibilidade de redução da A proporcionada pelas estrobilurinas, podem ser pelo fato das estrobilurinas inibirem o *citocromo bc1*, podendo atuar inicialmente na redução do metabolismo nas células guardas, o que gera a perda de turgor, pois a produção de ATP para gerar o gradiente osmótico nesse caso, fica comprometida. Outra hipótese é a de que as estrobilurinas podem ocasionar o fechamento estomático por estarem relacionadas com o aumento das concentrações de ácido abscísico nas folhas (NASON et al., 2007). No caso do presente estudo, não foram os tratamentos oriundos do uso isolado da Piraclostrobina+Metiram que promoveram o decréscimo na A na primeira avaliação, mas os do Boscalida, provavelmente pelo fechamento estomático, pois como já relatado anteriormente, a principal diferença entre esses grupos químicos está no local de atuação desses compostos na cadeia respiratória e não do mecanismo de atuação.

A análise de agrupamento demonstra que, considerando todas as características de trocas gasosas em estudo (A , g_s , A/C_i e A/E), aos 4 DA1A a combinação FP+BOS e FP+CT+BOS são os tratamentos que se destacam significativamente dos demais, assim como aos 3 DA2A, mas nessa avaliação acompanhados pelo grupo controle também. Aos 7 DA4A, somente a aplicação isolada de Piraclostrobina+Metiram foi inferior aos demais tratamentos. Aos 12 DA5A, todos os grupos químicos utilizados no experimento foram superiores ao grupo controle; aos 21 DA5A o controle se destacou dos demais. As curvas de luz das folhas de tomateiro pulverizadas com os diferentes grupos químicos dos fungicidas utilizados

no presente estudo foram realizadas aos 22 dias após a 5ª aplicação e a partir delas obteve-se A_{max} maior nos tratamentos com Boscalida e no combinado FP+CT+BOS. [19,5 e 23,6 $\mu\text{mol (CO}_2\text{) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$], respectivamente (FIGURA 8). Já os pontos de compensação de luminícticos (Γ) foram reduzidos de forma mais efetiva pela aplicação de FP e pelo combinado FP+CT+BOS [74,729 e 75,735 $\mu\text{mol (fótons) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$] em comparação com o grupo controle [95,054 $\mu\text{mol (fótons) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$]. A eficiência quântica aparente de carboxilação (ϕ) que é o fator que serve de base para entendermos quanto de carbono é assimilado por μmol de fótons fotossinteticamente ativos incidentes na superfície foliar, no período em que A cresce linearmente em função da DFFFA demonstrou que a combinação dos três grupos químicos FP+CT+BOS são as que apresentaram maiores valores, 0,0449 $\mu\text{mol de CO}_2/\mu\text{mol de fótons}$. No maior ponto de saturação pela luz, onde a C_i é o fator limitante, o tratamento com a piraclostrobina foi o que apresentou maiores valores, 1400 $\mu\text{mol (fótons) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Os resultados da curva de $A/DFFFA$ estão condizentes com os resultados obtidos por Machado et al. (2005), trabalhando com citros, bem como com os obtidos por Habermann et al. (2003), ambos com valores de A_{max} entre 11,0 e 15,0 [$\mu\text{mol (CO}_2\text{) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$]; e valores de ϕ entre 0,03 e 0,05 $\mu\text{mol CO}_2 (\mu\text{mol fótons})^{-1}$. Em comparação com o estudo realizado por Debona et al. (2015), em plantas de arroz, os resultados de A_{max} , Γ e ponto de saturação pela luz também foram próximos aos obtidos no presente estudo. Björkman e Demmig (1987) e Long et al. (1993) verificaram que nas diversas plantas vasculares terrestres, os valores de ϕ variam entre 0,05 e 0,12 $\mu\text{mol CO}_2 (\mu\text{mol fótons})^{-1}$ o que condiz com o presente estudo.

Com relação às características produtivas do tomateiro foi possível observar que todos os fungicidas utilizados influenciaram significativamente na produção. A massa fresca de frutos total formados é mais elevada quando se aplica a combinação CT+BOS, 10,54 kg m^{-2} , e massa comercializável média de 9,43 kg m^{-2} , porém para essa última característica, só houve diferenças estatísticas significativas para o T1 (Controle) e T5 (BOS+FP) (TABELA 6). É importante destacar que o tratamento T3 (CT+BOS) aumentou tanto a quantidade de frutos comercializáveis quanto não comercializáveis produzidos, porém a percentagem de frutos não comercializáveis é menor que aquele obtido no grupo controle, mas mesmo assim, essa característica deve ser vista com ressalva, pois todos os tratamentos apresentaram elevado índice de frutos descartados, ou seja, média de MFNC acima de 5% de perda.

Figura 8 - Taxa de assimilação líquida de CO₂ (A) em função da densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) em folhas de tomateiro 'Saladete' pulverizado com os fungicidas: Piraclostrobina+Metiram (CT); Boscalida (BOS); Fluxapiroxade+Piraclostrobina (FP); e dos combinados CT+BOS, BOS+FP, FP+CT e FP+CT+BOS. Aos 22 dias após a 5ª pulverização. FCA/Unesp, São Manuel-SP, 2014. O detalhe inserido no interior da figura principal mostra a eficiência quântica aparente (ϕ) e o ponto de compensação luminosa (Γ). Barras representam o desvio padrão de quatro repetições.

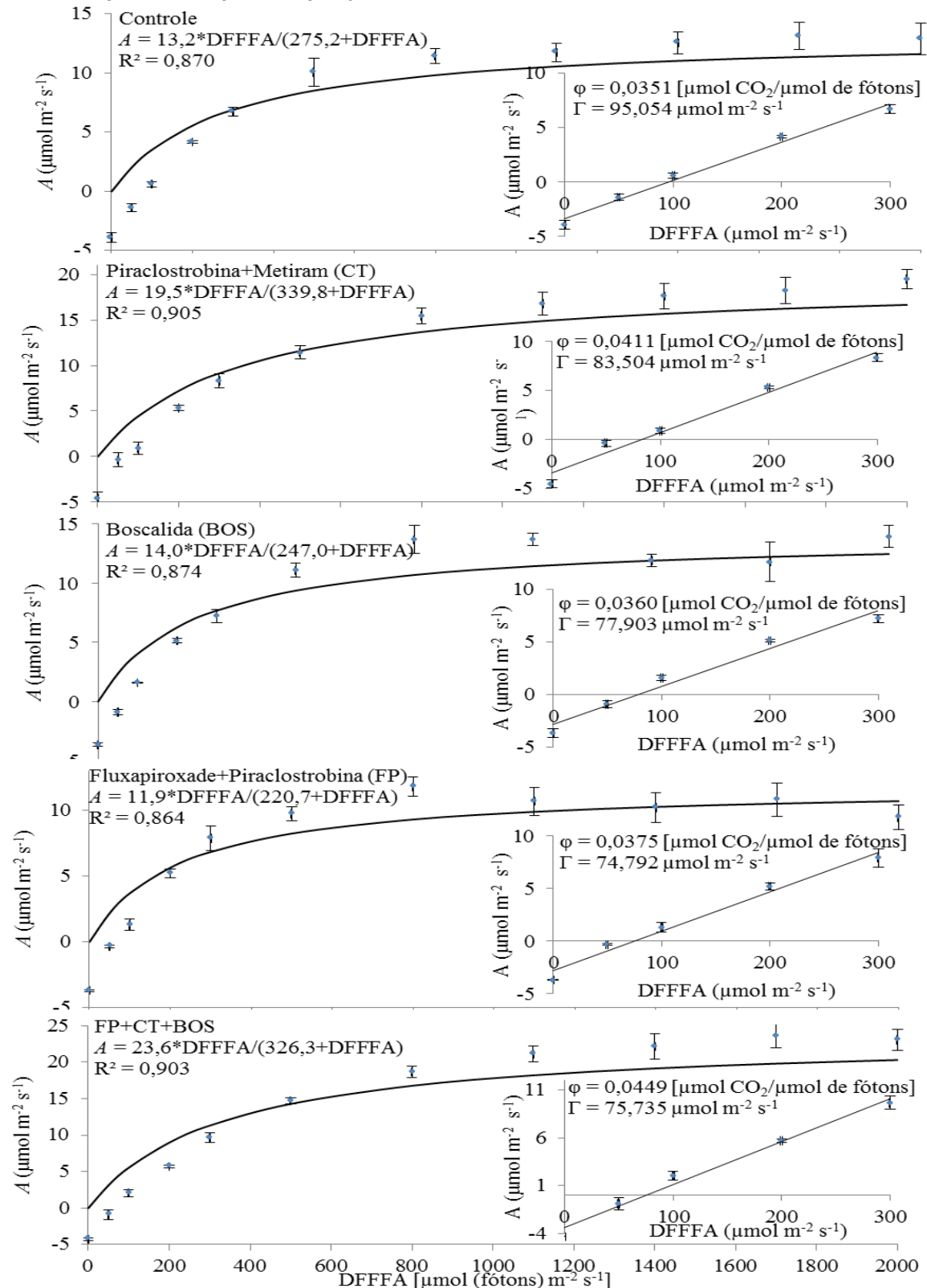


Tabela 6 – Massa fresca total e comercial (MFT e MFC – kg m⁻²), massa fresca não comercial (MFNC - %), número de frutos comerciais, não comerciais e totais (NFC, NFNC, NFT – n° m⁻²), massa média de frutos totais e comerciais (MMFT e MMC – g fruto⁻¹) e produtividade total [PT – t (1.000 plantas)⁻¹] do tomateiro ‘Saladete’, híbrido Caribe F1, pulverizado com os fungicidas: Piraclostrobina+Metiram (CT); Boscalida (BOS); Fluxapiroxa-de+Piraclostrobina (FP); e dos combinados CT+BOS, BOS+FP, FP+CT e FP+CT+BOS. FCA/Unesp, São Manuel-SP, 2015

Tratamento	MFT ----kg m ⁻² ----	MFC %	MFNC %	NFC -----n° m ⁻² -----	NFNC -----n° m ⁻² -----	NFT -----n° m ⁻² -----	MMFT g fruto ⁻¹	MMC g fruto ⁻¹	PT t (1.000 plt) ⁻¹
T1 – Controle	8,16 d	7,13 b	12,82 b	46,9 b	18,7 a	65,6 a	126,18 a	154,59 a	6,53 d
T2 – Piraclostrobina (CT)	9,11 c	8,59 a	5,68 a	59,7 a	21,5 a	81,2 a	113,06 a	145,49 a	7,29 c
T3 – CT+BOS	10,54 a	9,43 a	10,53 b	64,1 a	16,0 a	80,1 a	136,63 a	155,08 a	8,43 a
T4 – BOSCALIDA (BOS)	9,03 c	8,31 a	7,97 a	62,2 a	19,6 a	81,8 a	110,78 a	134,26 a	7,22 c
T5 – BOS+FP	8,25 d	7,62 b	7,89 a	61,6 a	19,6 a	81,3 a	110,98 a	133,66 a	6,60 d
T6 – Fluxapiroxade+ Piraclostrobina (FP)	8,95 c	8,25 a	7,89 a	69,6 a	18,1 a	87,7 a	103,64 a	120,86 a	7,16 c
T7 – FP+CT	9,53 b	8,49 a	10,85 b	61,2 a	16,7 a	77,8 a	124,28 a	141,13 a	7,62 b
T8 – FP+CT+BOS	9,79 b	8,98 a	8,15 a	66,2 a	15,3 a	81,5 a	121,53 a	138,62 a	7,83 b

¹Letras diferentes na vertical significam diferentes grupos formados pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade estatística.

O uso combinado do ativo à base do Boscalida com o ativo contendo o Fluxapiroxade+Piraclostrobina (BOS+FP) foi o tratamento menos efetivo em incrementar as características produtivas. Somente para o número de frutos comerciais por metro quadrado que BOS+FP se difere da testemunha, porém nos demais parâmetros não há diferenças significativas.

Para o número de frutos comerciais, número de frutos totais, massa média dos frutos totais e comerciais, não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados. Para a produtividade total, no entanto, quatro grupos distintos são formados: o grupo controle com BOS+FP (d); o grupo CT, com BOS e FP (c); o grupo CT+FP e CT+BOS+FP (b) e; o grupo com apenas um tratamento e as maiores médias, CT+BOS, com produtividade média de 8,43 ton. de frutos por mil plantas.

De maneira geral, considerando-se os resultados obtidos na peroxidação lipídica, na atividade enzimática, e nas avaliações de atividades fotossintéticas, a combinação CT+BOS (T3) permaneceu sempre muito próxima dos valores médios, não sendo nem as que obtiveram menores valores e também não as maiores. Nas colheitas, esse fato também foi constatado, pelo menos da primeira até a terceira colheita, mas na quarta colheita, apenas T3 ainda haviam frutos a serem colhidos. Porém a produção total é superior a todos os demais tratamentos em análise.

A aplicação de Piraclostrobina+Boscalida teve efeito sinérgico e isso já foi observado por outros pesquisadores em outras culturas, como por exemplo, em

plantas de pimentão enxertadas e não-enxertadas, Freitas Filho (2014) observou que não houve diferenças no número de frutos produzidos por metro quadrado, mas a produtividade de frutos foi incrementada. A mistura da piraclostrobina com o boscalida também se destacou na produtividade do tomateiro 'Giuliana', principalmente quando aplicados em situações de estresse ambiental (RAMOS, 2013).

A fim de se avaliar a viabilidade econômica da utilização dos produtos em estudo, realizou-se o cálculo da massa de frutos não comerciais e comerciais produzidos, em relação aos preços praticados na CEAGESP entre os dias 11/01/2015 e 02/02/2017 (Tabela 7).

Tabela 7 – Massa não comercial de 1.000 plantas (MNC – cx de 20 kg e, em R\$) produtividade comercial [PC – t (1.000 plantas)⁻¹], número de caixas de 20 kg (CX), receita total (RT – R\$) e incremento relativo ao controle (IR – R\$) de 1.000 plantas do tomateiro 'Saladete', híbrido Caribe F1, pulverizado com os fungicidas: Piraclostrobina+Metiram(CT); Boscalida (BOS); Fluxapiroxade+Piraclostrobina (FP); e dos combinados CT+BOS, BOS+FP, FP+CT e FP+CT+BOS. FCA/Unesp, São Manuel-SP, 2015

Tratamento	MNC (1.000 plt) ⁻¹		PC	CX	RT ²	IR
	cx	R\$	t (1.000 plt) ⁻¹	(20 kg)	R\$	R\$
T1 – Controle	41,27 b	2.075,64 b	5,70 b	285,00 b	14.332,83 b	-
T2 – Piraclostrobina (CT)	20,80 a	1.045,81 a	6,87 a	343,44 a	17.271,46 a	2.938,63
T3 – CT+BOS	44,42 b	2.233,65 b	7,54 a	377,13 a	18.965,66 a	4.632,83
T4 – BOSCALIDA (BOS)	28,68 a	1.442,49 a	6,65 a	332,53 a	16.722,58 a	2.389,75
T5 – BOS+FP	20,26 a	1.270,23 a	6,10 b	304,80 b	15.328,23 b	995,40
T6 – Fluxapiroxade+ Piraclostrobina (FP)	28,28 a	1.422,07 a	6,60 a	329,86 a	16.588,84 a	2.256,01
T7 – FP+CT	41,44 b	2.083,89 b	6,79 a	339,74 a	17.085,34 a	2.752,51
T8 – FP+CT+BOS	32,68 a	1.643,30 a	7,18 a	359,03 a	18.055,85 a	3.723,02

¹Letras diferentes na vertical significam diferentes grupos formados pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade estatística.

²Para o cálculo relativo à receita utilizou-se o valor de referência de R\$ 50,29 por caixa de 20 kg, conforme os valores pagos na CEAGESP nos dias da colheita (entre 11/01/2015 a 02/02/2015) (Fonte: HORTIFRUTI/CEPEA, 2016).

Na Tabela 7 é apresentado o número médio de caixas de frutos não comerciais produzidos, bem como o valor que foi perdido com esses frutos. Os tratamentos Controle, T3 (CT+BOS) e T7 (CT+FP) são aqueles em que mais houveram desperdícios. A perda média de 41 caixas (T1 e T7) e de 44 caixas (T3), significam valores entre R\$ 2.000,00 e R\$ 2.300,00 em 1.000 plantas. No Entanto, apenas o T5 (BOS+FP) não se diferiu estatisticamente do controle, com relação à receita total. Todos os tratamentos utilizados nessa pesquisa promoveram incremento (R\$) em relação ao controle, sendo que considerando 1.000 plantas, o menor incremento

ocorre pela aplicação do T5 (BOS+FP) que teve receita total de R\$ 15.328,23, R\$ 995,40 superior ao tratamento controle. E o maior incremento relativo observado foi obtido pela aplicação de T3 (CT+BOS) que teve receita total de R\$ 18.965,66, R\$ 4.632,63 a mais que o grupo controle. No controle nesse caso, não houve doenças, pois foram aplicados outros produtos de grupos químicos diferentes daqueles testados nessa pesquisa, o que valoriza ainda mais os resultados de viabilidade econômica obtidos com todos os tratamentos da presente pesquisa. Isso provavelmente está relacionado ao efeito fisiológico desses fungicidas, pois com exceção da aplicação dos tratamentos, todas as plantas, inclusive as do grupo controle, estavam vigorosas e sadias até o final do experimento.

Diante do presente estudo, pôde-se verificar que as aplicações dos fungicidas de efeitos fisiológicos foram eficazes para o controle das doenças e em promover modificações na atividade enzimática, nas trocas gasosas, bem como na produtividade e rentabilidade do tomateiro tipo 'Saladete'. Observa-se que a combinação da CT+BOS é a que melhor favoreceu a rentabilidade da cultura, nas condições em que essa pesquisa foi realizada. Verificou-se também que o uso combinado de CT+FP é a segunda de mais elevada rentabilidade. Entretanto, novas pesquisas devem ser realizadas com a BOS+FP, no sentido de verificar se a dose utilizada, por exemplo, pode ter sido a causa dos baixos valores encontrados nas características produtivas, pois as atividades enzimáticas e de trocas gasosas foram influenciadas positivamente por essa combinação. Também é importante que novos produtos sejam pesquisados no âmbito de promover efeitos fisiológicos, pois a agricultura de maneira geral, mas em especial a horticultura, necessita de novas tecnologias que incrementem a produtividade das culturas.

5 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir com este estudo que:

1. A atividade das enzimas é aumentada e os valores de peroxidação de lipídeos reduzidos, a partir da aplicação dos fungicidas de efeitos fisiológicos
2. Os parâmetros relativos à fluorescência da clorofila a são influenciados pela aplicação dos fungicidas Piraclostrobina+Metiram, Boscalida e Fluxapiroxa-

de+Piraclostrobina com a combinação desses ativos atuando de forma sinérgica;

3. A aplicação de Piraclostrobina+Metiram logo após o transplante do tomateiro tipo Saladete favorece o incremento na taxa de fotossíntese líquida
4. A aplicação do combinado FP+CT+BOS é a que apresenta maior aproveitamento da radiação fotossinteticamente ativa.
5. A produtividade de frutos do tomateiro é favorecida pela aplicação combinada de Piraclostrobina com a Boscalida.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

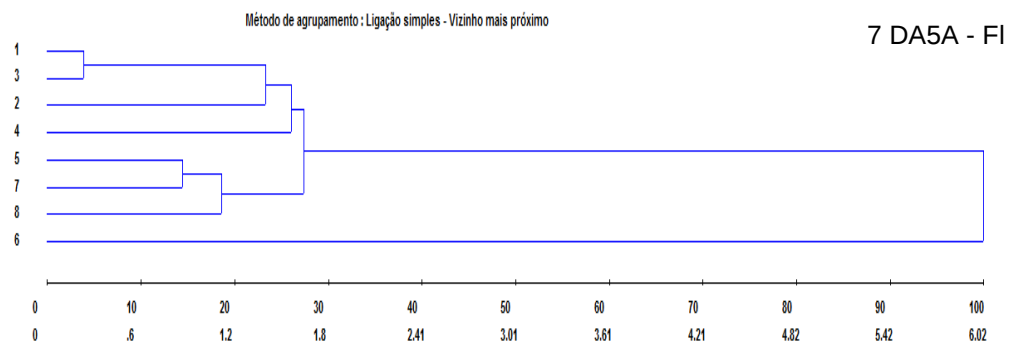
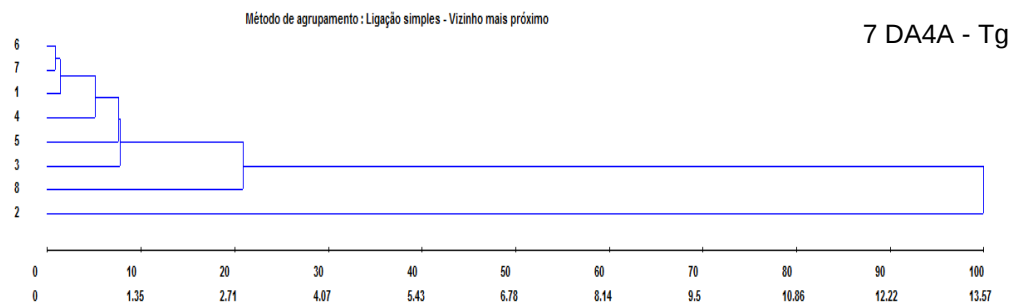
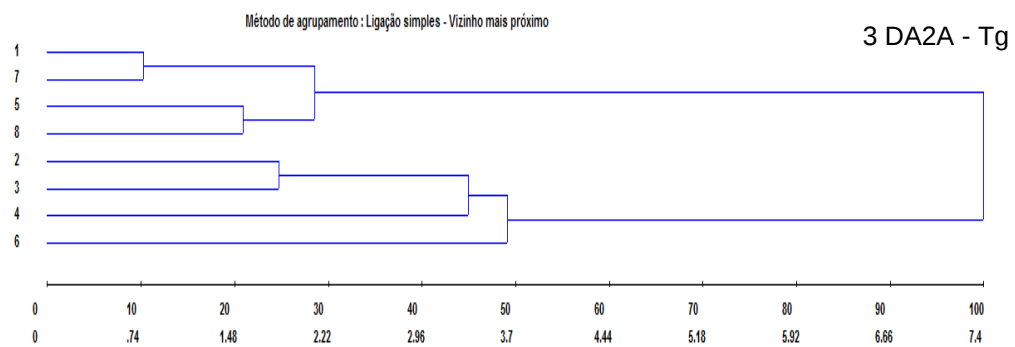
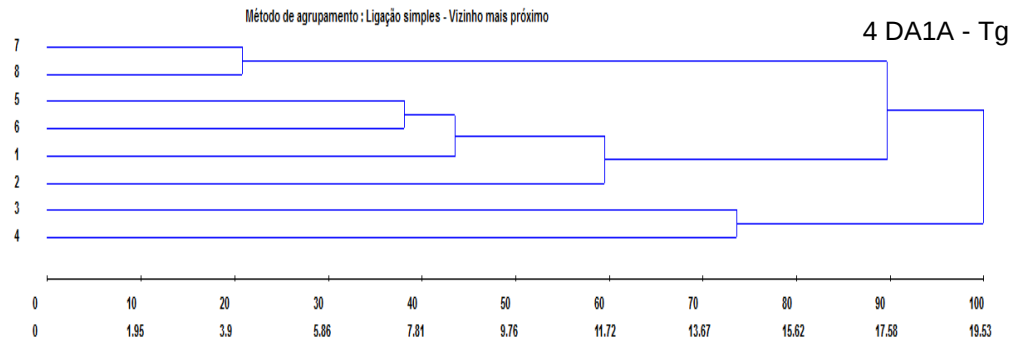
- AGRISTAR. *TopSeed Premium Tecnologia de Sementes*. Disponível em: <<http://agristar.com.br/topseed-premium/>>. Acesso em: 12/012017.
- ALVARENGA, M.A.R. *Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia*. Lavras, MG: Perfil, 2004, 400p.
- AMARO, A.C.E. *Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, cultivadas em ambiente protegido*. 2011. 86f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- AMARO, A.C.E.; MACEDO, A.C.; SIRTOLI, L.F.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Influência de alguns fungicidas nas trocas gasosas e produção de plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, em condições de ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, v. 27, p. S1964-S1970, 2009.
- AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. *Manual de Fitopatologia*. 4.ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011. 704p.
- ANDRIOLO, J.L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. *Hortic. Brasil*. v.18, p.26-334, 2000. Suplemento.
- BARLETT, D.W.; CLOUGH, J.M.; GODWIN, J.R.; HALL, A.A.; HAMER, M.; PARR-DOBZANSKI, B. The strobilurin fungicides. *Pest Managem. Sci.* v.58, p.649-662, 2002.
- BASF. F500 O fungicida Premium. *Boletim Técnico*, São Bernardo do Campo: Basf, 2005. 35p.
- BOSCALID: well worth minding. *Crop Protection*, Guildford, p.26-27, 2007.
- BLUESSEDS. *Bluesseds, distribuidor BHN no Brasil*. Disponível em: <<http://www.blueseds.com.br/rodutos/tomates/tomate-italiano-determinado/>>. Acesso em: 12/01/2017.
- BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantifications of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analit. Bioc.*, Alexandria, v.72, p.248-254, 1976.
- CAMPA, A. Biological roles of plant peroxidases; known and potential function. *Peroxidases in chemistry and biology*, v.11, p.25-50, 1991.

- CARRIJO, D.R. *Efeitos fisiológicos provocados pelo fungicida Fluxapiraxade, isolado e em mistura com a Piraclostrobina, na cultura de soja*. 2014. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura "Luiz e Queiroz", Piracicaba, 2014.
- CHEN, H.; RAO, H.; YANG, J.; QIAO, Y.; WANG, F.; YAO, J. Interaction of diuron to human serum albumin: Insights from spectroscopic and molecular docking studies. *J. Environ. Sci. Health B*. v.51, n.3, p.154-159, 2016.
- CRUZ, C.D. Programa Genes: Biometria. Editora UFV. Viçosa (MG). 382p. 2006
- Debona, D., Nascimento, K.J.T., Gomes, J.G.O., Aucique-Perez, C.E., Rodrigues, F.A., 2016. Physiological changes promoted by a strobilurin fungicide in the rice-Bipolaris oryzae interaction. *Pestic. Biochem. Physiol.* 130, 8–16. doi:10.1016/j.pestbp.2015.12.006
- EBRAHMZATEH, H.; ABRISHAMCHE, P. Changes in IAA, phenolic compounds, peroxidase IAA oxidase and polyphenol oxidase in relation to flower formation in *Crocus sativus*. *Russ. J. Plant Phys.*, v.48, n.2, p.190–195, 2001.
- FAGAN, E.B.; DOURADO NETO, D.; VIVIAN, R.; FRANCO, R.B.; YEDA, M.P.; MASSIGNAM, L.F.; OLIVEIRA, R.F.de; MARTINS, K.V. Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja. *Bragantia*, v.69, n.4, Campinas, p.771-777, 2010.
- FANTOVA, M.C. *Variedades autóctonas de tomates de Aragón*. Aragón: Centro de investigación de Tecnología Agroalimentaria de Aragón, 2006, 238p.
- FELTRIN SEMENTES. *Tomate*. Disponível em: <<https://www.sementesfeltrin.com.br/Produto/Categoria/hortalicas/frutos/tomate>>. Acesso em: 12/01/2017.
- FILGUEIRA, F.A.R. *Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 2008, 421p.
- FREITAS, A.A.; FRANCELIN, M.F.; HIRATA, G.F.; CLEMENTE, E. SCHMIDT, F.L. Atividades das enzimas peroxidase (POD e polifenoloxidase (PPO) nas uvas das cultivares benitaka e rubi e em seus sucos e geléias. *Ciênc. Tecnol. de Aliment.* v.28, n.1, p.172-177, 2008.
- FURLANI, A.M.C. Nutrição mineral In: Kerbaiy, G.B. *Fisiologia Vegetal*. v.1 Rio de Janeiro. Ed. Guanabara Koogan. 2004.
- GARCIA, R.A.; JULIATTI, F.C.; BARBOSA, K.A.G. Efeito de fungicidas e herbicidas no controle de *Sclerotinia sclerotiorum*. *Biosci. J.*, Uberlândia, v.29, n.6, p.1989-1996, 2013.
- GHINI, R.; KIMATI, H. *resistência de fungos a fungicidas*. 2.ed. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2002. 78p.
- GROSSMANN, K.; RETZLAFF, G. Bioregulatory effects of fungicidal strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*). *Pest. Sci. Oxford*, v.50, n.1, p.11-20, 1997.
- GUIMARAES, M. de A.; SILVA, J.H. da; FONTES, P.C.R.; MATTEDI, A.P. Produtividade e sabor dos frutos de tomate do grupo salada em função de podas. *Bioscience Journal*, Uberlândia, MG, v. 24, n. 1, p. 32-38, nov./dez. 2008.
- HORTIFRUTI/CEPEA. *HF Brasil*. Disponível em: <<http://www.hfbrasil.org.br/br>>. Acesso em: 28/03/2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Levantamento sistemático da produção agrícola: Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil*. Rio de Janeiro, RJ, v. 26, n. 11. Mar./ 2017, 79p.
- INZÉ, D.; VAN MONTAGU, M. Oxidative stress in plants. *Curr. Opin. in Biotech.* v.6, p.153-158, 1995.

- KAR, M.; MISHRA, D. Catalase, peroxidase and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. *Plant Phys.* v.57, p.315-319, 1976.
- KÖEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONTRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of the strobilurin fungicide F500 on plants. In: DEHNE, J.W. et al. (Eds). *Modern fungicides and antifungal compounds III*. Bonn: AgroConcept, 2002. S61-74.
- LIMA, G.P.P.; BRASIL, O.G.; OLIVEIRA, A.M. Poliaminas e atividade da peroxidase em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob estresse salino. *Scientia Agri.*, v.56, p.21-25, 1999.
- MACEDO, A.C. *Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de melão rendilhado, cultivadas em ambiente protegido*. 2012. 81f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.
- MACHADO, Eduardo Caruso et al . Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília , v. 40, n. 12, p. 1161-1170, Dec. 2005
- MARTINS, G. Cultivo em ambiente protegido – o desafio da plasticultura. In: FILGUEIRA, F. A. R. *Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: Editora UFV, 2007. cap. 10, p. 139.
- MINAMI, K.; HAAG, H.P. *O tomateiro*. Campinas: Fundação Cargill, 1989, 325p.
- NASON, M.A.; FARRAR, J.; BARTLETT, D. Strobilurin fungicides induce changes in photosynthetic gas exchange that do not improve water use efficiency of plants grown under conditions of water stress. *Pest Manag. Sci.* v. 63, p.1191–1200. 2007. doi:10.1002/ps.1443
- OLIVEIRA, C.G.; DUARTE, R.J.F.; FELIPPE, J.M.; BEGLIOMINI, E. Eficácia do fungicida Cantus (Boscalid) no controle de pinta preta na batata. *Horticul. Bras.* Brasília, v.21, n.2, p.340, 2003.
- OLIVEIRA, M.R.V. O emprego de casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.30, n.8, p.1049-1060, 1995.
- PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 11, p. 1633-1644, 2007.
- POLSTON, J.E.; ANDERSON, P.K. Surgimiento y distribución de geminivirus transmitidos por mosca blanca em tomate en el Hemisferio Occidental. *Man. Integ. de Plagas y Agroecología*, v. 53, p. 24-42, 1999.
- POSTINGHER, D.; MARTINS, S.R.; ASSIS, F.N. Respostas agronômicas da cultura do tomateiro em estufa plástica. *Ver. Brasil. de Agroci.* v.2, p.105-108, 1996.
- RAMOS, A.P. *Produtos de efeitos fisiológicos no desenvolvimento de plantas de tomate 'giuliana', na produção e pós-colheita de frutos*. 2013. 147f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.
- RAMOS, A.P.; AMARO, A.C.E.; MACEDO, A.C.; SARAIVA, G.F.R., ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Comportamento das trocas gasosas em tomateiro cv. Guiliana. In: Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 2011, Búzios. *Brazilian Journal of Plant Physiology*: Brazilian Society of Plant Physiology. São Paulo: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2011. CD-ROM.
- SAKATA. *Solanáceas - Tomate*. Disponível em: < <http://www.sakata.com.br/produtos/hortalicas/solanaceas/tomate>>. Acesso em: 12/01/2017.

- SCARPARE FILHO, M.; STRECK, N.A.; BURIOL, G.A. Modificação na temperatura do solo causada por estufa de polietileno transparente de baixa densidade em Santa Maria-RS. *Revi. Bras. de Agrometeorol.* v.1, n.1, p.37-42, 1993.
- SELEGUINI, A.; SENO, S.; FARIA JÚNIOR, M.J.A. Espaçamento entre plantas e número de ramos para tomateiro em ambiente protegido. *Acta Scient. Agron.*, v.28, p. 359-363, 2006.
- SIEGEL, B.Z. Plant peroxidase - na organismic perspective. *Plant Grow. Regul.* v.12, n.3, p.303-312, 1993.
- SIRTOLI, L.F. *Fisiologia de pepineiro japonês, com e sem enxertia, tratado com fungicida boscalida*. 2010. 104f. Tese (Doutorado em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.
- SMITH, P. *Agro projects: disease projects*. Surrey PJB, 2002.
- TEISSEIRE, H.; GUY, V. Copper-induced changes in antioxidant enzymes activities in fronds of duckweed (*Lemna minor*), *Plant Sci. Limerick*, v.153, n.1, p.65-72, 2000.
- Thomas, R.L.; Jen, J.J. The cytochemical localization of peroxidase in tomato fruit cells. *J. Food Biochem.* 1981.
- TÖFOLI, J.G. Pinta preta - uma ameaça constante aos cultivos da batata e do tomate. *Revista Cultivar*, Pelotas, fev./mar. 2004.
- VENTURE. Can produce a crop that will stand out from the rest. *Crop Protection* 29. 2009. Disponível em: <www.farmersjournal.ie/cp2006/venture.pdf>. Acesso em: 14/05/2016.
- Xia, X.J., Huang, Y.Y.; Wang, L.; Huang, L.F.; Yu, Y.L.; Zhou, Y.H.; Yu, J.Q. 2006. Pesticides-induced depression of photosynthesis was alleviated by 24-epibrassinolide pretreatment in *Cucumis sativus* L. *Pestic. Biochem. Physiol.* 86, 42-48. doi:10.1016/j.pestbp.2006.01.005
- YPEMA, H.L.; GOLD, R.E. Kresoxym-methyl modification of a naturally occurring compound to produce a new fungicide. *Plant Disease*, Saint Paul, v. 83, n. 1, p. 4-19, 1999.
- YUN, H.; RAO, T.; TIAN, T. Basf launches new fungicide Cantus in China. 2006.
- ZUPOLINI, S.A. *Sistemas de condução em híbridos de tomate de crescimento determinado cultivado em estufa*. Jaboticabal: UNESP-FCAV. 56p. (Monografia graduação).

Anexo 1 - Distâncias de Mahalanobis em tomateiro 'Saladete', híbrido Caribe F1, pulverizado com os fungicidas: Piraclostrobina+Metiram(CT); Boscalida (BOS); Fluxapiroxade+Piraclostrobina (FP); e dos combinados CT+BOS, BOS+FP, FP+CT e FP+CT+BOS. Aos 4, 3, 7, 12 e 21 dias após a 1ª, 2ª, 4ª, 5ª e 5ª pulverização, respectivamente (4 DA1A, 3 DA2A, 7 DA4A, 12 DA5A, 21 DA5A). FCA/Unesp, São Manuel-SP, 2014



Continuação Anexo 1

