

Acúmulo de carboidratos no desenvolvimento de tomateiro tratado com produtos químicos

Accumulation of carbohydrates in the development of tomato plants treated with different chemical products

Anamaria Ribeiro Pereira Ramos^{1*}; Amanda Cristina Esteves Amaro¹;
Ana Claudia Macedo¹; Essione Ribeiro Souza¹;
João Domingos Rodrigues²; Elizabeth Orika Ono²

Resumo

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

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L., estrobilurina, piraclostrobina, boscalida, trocas gasosas

Abstract

This work had the purpose to study the physiological effects of pyraclostrobin, boscalid, plant growth regulators and plant extract on the accumulation of carbohydrates during the development of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.), hybrid Giuliana, in protected environment conditions. The treatments were: T1- control; T2- pyraclostrobin 0.2 g L⁻¹; T3- boscalid 0.075 g L⁻¹, T4- pyraclostrobin 0.2 g L⁻¹ + boscalid 0.075 g L⁻¹, T5- IBA + GA₃ + kinetin 375 mg L⁻¹, T6- GA₄₊₇ + benzylaminopurine 100 mg L⁻¹ and T7- plant extract 100 mg L⁻¹. The carbohydrate accumulation curve was accomplished with 5 samples, at 20-day intervals between evaluations, the 1st evaluation being carried out at 30 days after transplantation, on the day of the first treatment application. At each sampling the plants were separated in stem, leaves and fruits, of which the contents of total soluble sugars, reducing sugars and saccharose were evaluated. The effects of the treatments on chlorophyll content and gas exchanges were also evaluated. The experimental design was completely randomized, with 4 repetitions and 6 destructive evaluations during the development, with 1 plant per experimental unit for each sampling. The pyraclostrobin and boscalid applied in isolation and/or combined favor the increase of carbohydrates in leaves, stems and fruits of tomato hybrid Giuliana.

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

¹ Pesquisadores, Deptº de Horticultura, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu, SP. E-mail: anamaria-ramos@oi.com.br; amandaamaro@uol.com.br; anamacedo85@gmail.com; essione.r@hotmail.com

² Profs., Deptº de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, Botucatu, SP. E-mail: mingo@ibb.unesp.br; eoono@ibb.unesp.br

* Autor para correspondência

Introdução

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

As condições ambientais influenciam o metabolismo vegetal e determinam as taxas e proporções da fotossíntese e da respiração. Durante o crescimento da planta, aproximadamente 90% da matéria seca acumulada ao longo do seu crescimento são resultantes da atividade fotossintética (BENINCASA, 2003). A fotossíntese líquida é um indicador da taxa de assimilação de carbono (POPOV et al., 2003) e esses assimilados são utilizados durante o crescimento da planta, convertendo-se em biomassa; e outra parte é oxidada na respiração e serve como fonte de energia para o crescimento e funcionamento dos processos biológicos (POPOV et al., 2003). Além disso, a produtividade vegetal é influenciada por características morfológicas e fisiológicas dos órgãos fotossintetizantes – fonte, e dos órgãos consumidores dos fotoassimilados, conhecidos como drenos (TAIZ; ZEIGER, 2011). Folhas mais velhas, fotossinteticamente ativas, tem a produção de carboidratos maior que o necessário, sendo o excedente dessa produção exportado para os tecidos menos ativos (mais jovens, dreno). Durante o crescimento vegetativo, a maioria dos carboidratos é transportada para as raízes e folhas jovens, enquanto após o florescimento, os carboidratos são direcionados prioritariamente, para os frutos, tubérculos e raízes de reserva (ROITSCH et al., 2003).

De acordo com Hunter, Skrivan e Ruffner (1994) e Palliotti e Cartechini (2001), os teores de glicose, frutose e sacarose, bem como a atividade de enzimas do metabolismo de carboidratos são influenciados por variações sazonais e fenológicas e a expressão

gênica é influenciada por uma variedade de fatores intra e extracelulares (TYMOWSKA-LALANNE; KREIS, 1998), como estímulos ambientais, hormonais e fases fenológicas (ROITSCH et al., 2003).

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

Extratos vegetais contendo citocininas foram obtidos em mais de 50 espécies, sendo os níveis mais altos registrados em tecidos onde ocorre a divisão celular (TAIZ; ZEIGER, 2011). Um dos produtos utilizados nesse trabalho é um estimulante vegetal composto de extratos de Agave (*Yucca schidigera*) e micronutrientes minerais, com ação semelhante às citocininas e de nome comercial Crop Set[®] (SOUZA LEÃO; SILVA; SILVA, 2005).

Além dos extratos vegetais, os fungicidas com ação fisiológica, como as estrobilurinas, vem sendo utilizados em várias culturas, como tomate (RAMOS, 2013), pepino (AMARO, 2011) e melão rendilhado (MACEDO, 2012) por promoverem alterações no metabolismo e crescimento do vegetal. Esse efeito fisiológico observado é resultante do aumento da fotossíntese líquida, pois reduz temporariamente a respiração das plantas, o que provoca menor perda de carbono, gerando mais energia para a planta (KÖEHLE et al., 1994). Também inibe a síntese de etileno, por meio da redução da atividade da enzima ácido aminociclopropano-carboxílico sintase (ACC-sintase). Dessa forma, reduzem a

perda de clorofila que ocorre durante a senescência, mantendo as folhas verdes, e aumenta a atividade da enzima nitrato-redutase (KÖEHLE et al., 1994; YPEMA; GOLD, 1999; VENÂNCIO et al., 2003).

O boscalida é um fungicida sistêmico pertencente à classe das carboxamidas, que inibe o transporte de elétrons na mitocôndria no complexo II, o qual é necessário na fosforilação oxidativa. O complexo II, além de participar da produção de energia na célula, também atua na junção onde os componentes do ciclo do ácido tricarboxílico tornam-se precursores para aminoácidos e lipídios. Funciona inibindo a succinato ubiquinona redutase na mitocôndria (AVENOT; MICHAILIDES, 2010).

Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar o acúmulo de carboidratos promovido pelas piraclostrobina, boscalida, reguladores vegetais e extrato vegetal em plantas de tomateiro ‘Giuliana’ cultivadas em condições de ambiente protegido, pelas medidas de trocas gasosas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de novembro de 2009 a março de 2010, na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção de São Manuel, município de São Manuel – SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas, Câmpus de Botucatu, da Universidade Estadual Paulista – UNESP. As coordenadas geográficas são 22° 44’ S de latitude, 47° 34’ W de longitude e 750 metros de altitude. O clima é do tipo mesotérmico subtropical úmido com estiagem na época de inverno (PEEL; FINLAYSON; MCMAHON, 2007).

O ambiente protegido tinha cobertura de filme de polietileno de baixa densidade de 150 μm aditivado e com as laterais fechadas com tela de sombreamento de 75% e o solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo fase arenosa (CAMARGO; KLAMT; KAUFFMAN, 1987; EMBRAPA, 2006). Nesse local, foram construídos

oito canteiros, com altura de 0,20 m acima do nível do terreno. Em cada canteiro foi instalada uma linha de irrigação por gotejamento com emissores posicionados a cada 30 cm, com vazão de 5L $\text{h}^{-1} \text{m}^{-1}$ e a frequência diária de uma hora e meia, com irrigações diárias. A correção, adubação do solo e fertirrigação foram realizadas com base na análise química do solo, retirado do local onde foi instalado o experimento, sendo a fertirrigação realizada semanalmente.

As mudas de tomateiro ‘Giuliana’ foram preparadas em bandejas de poliestireno expandido com 128 células preenchidas com substrato comercial Carolina Soil® II composto de turfa de Sphagno, vermiculita expandida, resíduo orgânico agroindustrial classe A, calcário dolomítico, gesso agrícola e traços de fertilizantes NPK, pH 5,5 \pm 0,5, CE 0,4 \pm 0,3 mScm^{-1} e densidade 155 kg m^{-3} , colocando-se uma semente por célula. As mudas foram transplantadas com quatro folhas definitivas para os canteiros, 36 dias após a semeadura, utilizando-se espaçamento de 1,0 x 0,5 m, resultando numa densidade de 20.000 plantas ha^{-1} . Após o transplante, realizou-se a primeira irrigação com duração de 30 minutos para a adaptação das plantas ao novo ambiente.

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

A primeira aplicação dos tratamentos foi realizada aos 30 dias após o transplante das mudas; no início do florescimento, e as demais, a cada 20 dias, totalizando seis aplicações. As aplicações foram via foliar realizadas com o uso de pulverizador manual de CO_2 pressurizado, com pressão de 2 kgf cm^{-2} e vazão de 0,2 L min^{-1} , utilizando-se cortina plástica entre os tratamentos para evitar a deriva.

Os tratamentos avaliados foram: T1- testemunha; T2- piraclostrobina 0,2 g L^{-1} ; T3- boscalida 0,075 g L^{-1} ; T4- piraclostrobina 0,2 g L^{-1} + boscalida 0,075 g L^{-1} ; T5- IBA + GA_3 + cinetina 375 mg L^{-1} ; T6-

GA₄₊₇ + benzilaminopurina 100 mg L⁻¹ e T7- extrato vegetal 100 mg L⁻¹. Em todos os tratamentos foi adicionado óleo vegetal (Natural'óleo®) a 0,5% para evitar as perdas por hidrólise, evaporação, deriva, lavagem e fotodecomposição.

Como fonte de boscalida utilizou-se o produto comercial Cantus®, contendo 500 g kg⁻¹ do p.a. e para a piraclostrobina, o produto comercial Comet®, contendo 250 g L⁻¹ do p.a.. Como fonte da mistura de ácido indolilbutírico (IBA- auxina), GA₃ (giberelina) e cinetina (citocinina) utilizou-se o produto comercial Stimulate[®], contendo 90 mg L⁻¹ de cinetina (Kt), 50 mg L⁻¹ de IBA e 50 mg L⁻¹ de GA₃ por litro do produto. Como fonte da mistura de benzilaminopurina (citocinina) e GA₄₊₇ (giberelina), o produto comercial Promalin®, contendo 1,8% de GA₄₊₇ e 1,8% de benzilaminopurina (BAP). Como fonte do extrato vegetal, utilizou-se o produto comercial Crop Set[®], contendo micronutrientes: 1% de cobre, 4,69% de enxofre, 2,5% de ferro e 3% de manganês da Improcop do Brasil Ltda.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos e quatro repetições. Para a avaliação de acúmulo de carboidratos foram realizadas cinco avaliações destrutivas ao longo do desenvolvimento, a cada 20 dias, sendo a primeira realizada aos 50 dias após o transplantio. Foi utilizada uma planta por tratamento, por repetição, em cada amostragem.

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

Os teores de açúcares redutores foram quantificados pelo método dinitrosalicilato (DNS), que quantifica glicose, frutose e manose nos tecidos vegetais (MILLER, 1959); o teor de açúcares solúveis totais foi quantificado pelo método da

antrona (MORRIS, 1948; YEMM; WILLIS, 1954) e a sacarose, por meio da reação com antrona fria (PASSOS, 1996).

As avaliações de trocas gasosas foram realizadas utilizando-se equipamento com sistema aberto de fotossíntese, com analisador de CO₂ e vapor d'água, por radiação infravermelha (*Infra Red Gas Analyser* – IRGA, modelo LI-6400, Li-Cor). Essas medidas foram realizadas das 9:00 às 11:00 h em dia ensolarado em folhas completamente expandidas. As medidas foram feitas aos 45, 96 e 124 dias após o transplante selecionando-se quatro plantas de cada tratamento. A concentração de CO₂ de referência utilizada durante as avaliações foi a do ambiente, a qual variou de 380 a 400 μmol CO₂ mol⁻¹ de ar.

A fim de homogeneizar as repetições, a densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) foi gerada por um diodo emissor de luz acoplado à câmara de fotossíntese, padronizando a luminosidade que estava presente no ambiente em cada período de avaliação, para que todas as plantas estivessem sob as mesmas condições de luz, utilizando 1500 μmol m⁻² s⁻¹, baseado em curva de luz realizada previamente. Durante as avaliações foram coletados os dados de temperatura e umidade relativa do ar utilizando o próprio medidor de trocas gasosas.

As características de trocas gasosas analisadas foram: taxa de assimilação de CO₂ (A , μmolCO₂ m⁻²s⁻¹), taxa de transpiração (E , mmol vapor d'água m⁻²s⁻¹) e condutância estomática (g_s , mol m⁻²s⁻¹). Essas características foram calculadas pelo programa de análise de dados do equipamento medidor de fotossíntese, que utiliza a equação geral de trocas gasosas de Von Caemmerer e Farquhar (1981).

A eficiência do uso da água (EUA , μmol CO₂ (mmol H₂O)⁻¹) foi determinada através da relação entre assimilação de CO₂ e taxa de transpiração e a eficiência de carboxilação (A/C_i) foi determinada através da relação entre taxa de assimilação de CO₂ e concentração interna de CO₂ na folha.

Também foi avaliado o teor de clorofila em

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

Resultados e Discussão

Verificou-se que, aos 45 DAT (início da frutificação), as plantas tratadas com a mistura de

piraclostrobina + boscalida apresentaram folhas com maior teor de clorofila, a qual se manteve até aos 96 DAT (pico da colheita), porém não diferindo estatisticamente dos tratamentos com boscalida, piraclostrobina e a testemunha, mostrando que tanto a mistura, como esses produtos isolados, retardam o amarelecimento das folhas, atrasando sua senescência e prolongando a atividade fotossintética (Tabela 1). Amaro (2011) verificou que a mistura de piraclostrobina + boscalida e boscalida aplicado isoladamente retardaram o amarelecimento das folhas em pepino japonês (*Cucumis sativus*) enxertado e não enxertado.

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

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

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. 45 DAT= início da frutificação; 96 DAT= pico da colheita.

Fonte: Elaboração dos autores.

Analisando os teores de açúcares totais (AT) aos 50 DAT (Tabela 2) observa-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos, quando analisado os teores nas folhas. No caule, o tratamento com piraclostrobina propiciou a maior concentração desses açúcares em relação aos demais tratamentos; porém, não diferiu do tratamento com boscalida. Nos frutos, os tratamentos com boscalida e IBA + GA₃ + cinetina e GA₄₊₇ + benzilaminopurina proporcionaram concentrações de AT superiores aos demais tratamentos, indicando translocação efetiva dos fotoassimilados para os frutos. De maneira geral, a citocinina promove a síntese de proteínas e de carboidratos (CASTRO; VIEIRA, 2001; COLL

et al., 2001; DAVIES, 2004). Essas substâncias, segundo Davies (2004) e Salisbury e Ross (1994), também estão envolvidas no desenvolvimento de organelas, na atividade enzimática, na abertura estomática, no desenvolvimento de frutos e na hidrólise de reservas de sementes.

Para os açúcares redutores (AR) (Tabela 2) não houve diferença significativa quando analisados os teores nas folhas e no caule; porém, nos frutos tratados com IBA + GA₃ + cinetina e GA₄₊₇ + benzilaminopurina os teores de AR foram superiores. Para os teores de sacarose (SAC) nos frutos e no caule não houve diferença entre os tratamentos. Nas folhas, porém, o extrato vegetal foi o tratamento

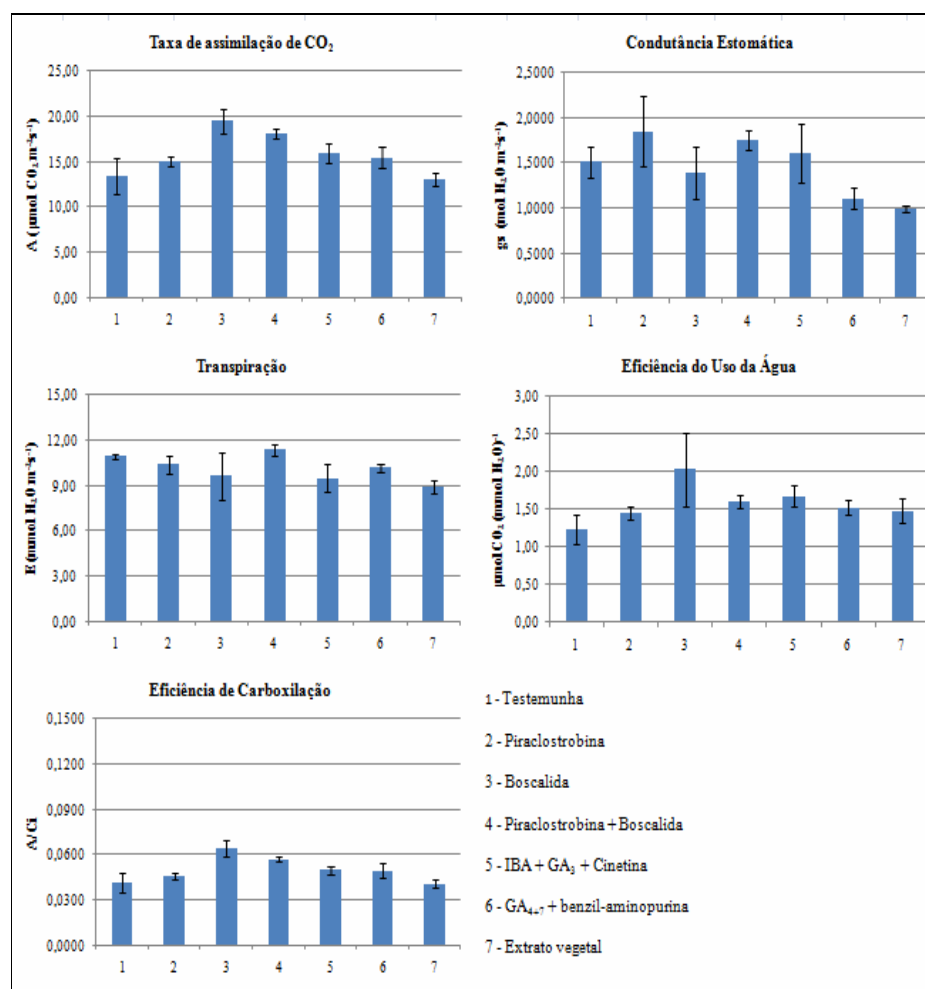
em que se registrou o menor acúmulo desse açúcar, diferindo dos demais tratamentos.

Em todos os tratamentos, a concentração de açúcares totais e redutores nos frutos foi estatisticamente superior às folhas e ao caule, mais uma vez, mostrando que os tratamentos foram efetivos na maior translocação de açúcares para o principal dreno nesse estágio de desenvolvimento da planta. Apenas no tratamento com GA_{4+7} + benzilaminopurina, os teores de AT foram superiores nas folhas, quando comparadas com o caule, porém esse foi o tratamento que apresentou a menor

concentração de AR no caule. A concentração de sacarose foi estatisticamente superior no caule, com exceção do tratamento testemunha, onde não houve diferença em relação ao órgão vegetal analisado (Tabela 2). O principal açúcar transportado pelo floema é a sacarose, assim, a maior concentração de sacarose nesse órgão pode ser explicada por esse fato.

Com relação à taxa de assimilação de CO_2 (A), aos 45 DAT (Figura 1), plantas tratadas com boscalida e com a mistura de piraclostrobina + boscalida apresentaram os melhores resultados, concordando com os resultados obtidos por Amaro et al. (2009), em plantas de pepino (*Cucumis sativus*).

Figura 1. Taxa de assimilação de CO_2 (A , $\mu mol CO_2 m^{-2} s^{-1}$), Condutância estomática (gs , $mol m^{-2} s^{-1}$), Transpiração (E , $mmol$ vapor d'água $m^{-2} s^{-1}$), Eficiência do uso da água (EUA - A/E , $\mu mol CO_2 (mmol H_2O)$) e Eficiência de carboxilação em folhas de plantas de tomate cv. Giuliana em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos aos 45 DAT, Botucatu (SP), 2009/2010.



Fonte: Elaboração dos autores.

Plantas tratadas somente com o boscalida apresentaram alta taxa de assimilação de CO_2 , mas baixa taxa de transpiração e baixos valores de condutância estomática, o que evidencia a sua alta eficiência do uso da água. A importância dessa eficiência demonstra a capacidade da planta assimilar o CO_2 com o mínimo de perda de água durante esse processo, o que acarreta na maior economia de água pelas plantas e maior síntese de fotoassimilados. Isso pode ser comprovado pelo aumento da eficiência de carboxilação (Figura 1).

O tratamento com extrato vegetal não influenciou positivamente na taxa de assimilação de CO_2 , sendo similar à testemunha; entretanto, apresentou baixa condutância estomática, o que demonstra que os estômatos estavam mais fechados que nos demais tratamentos, com menor eficiência de carboxilação e acúmulo de carboidratos (Figura 1).

As plantas tratadas com a mistura de piraclostrobina + boscalida também apresentaram a maior taxa de transpiração, provocada pela alta condutância estomática, o que gerou uma baixa eficiência do uso da água. Entretanto, apresentaram boa eficiência de carboxilação, que não resultou em maior acúmulo de carboidratos na planta (Figura 1).

A concentração de açúcares totais nas folhas, aos 70 DAT (Tabela 3), foi maior nas plantas tratadas com GA_{4+7} + benzilaminopurina, seguida de piraclostrobina, extrato vegetal e a mistura de piraclostrobina + boscalida, enquanto que no caule o melhor tratamento foi à mistura de piraclostrobina e boscalida, porém não diferiu dos tratamentos testemunha, piraclostrobina, boscalida e extrato vegetal. No entanto, os tratamentos com piraclostrobina, GA_{4+7} + benzilaminopurina, boscalida, extrato vegetal e testemunha influenciaram positivamente nos teores de açúcares totais no fruto. Coulombe e Paquin (1959), estudando a fotossíntese e a transpiração mediante a aplicação de ácido giberélico, observaram aumento nas taxas, após a pulverização de 100 mg L^{-1} de GA_3 em plantas de tomate. Haber e Tolbert (1957) não encontraram diferenças na fixação de CO_2 em aveia (*Avena sativa* L.), independente da concentração,

que variou entre 0 e 1000 mg L^{-1} . Conforme Matsumoto (2000), as giberelinas influenciam várias ações fisiológicas de genes em plantas; entre elas, nas atividades de enzimas hidrolíticas tais como a α -amilase, a carboxipeptidase e a cisteína-proteinase. A α -amilase atua sobre o amido e hidrolisa as ligações glicosídicas dos tecidos de reserva, produzindo substâncias como a glicose.

No caule e nas folhas não houve diferença estatística entre os tratamentos quando analisadas as concentrações de açúcares redutores. Nos frutos, o tratamento com GA_{4+7} + benzilaminopurina mostrou maior incremento no teor desses açúcares, porém não diferindo estatisticamente dos tratamentos com piraclostrobina, com a mistura de piraclostrobina e boscalida, IBA + GA_3 + cinetina, extrato vegetal e a testemunha. Em relação aos órgãos analisados, os frutos acumularam estatisticamente mais açúcares redutores do que as folhas e os caules, possivelmente, posteriormente, esses açúcares serão consumidos para o crescimento dos frutos.

Quando avaliado o teor de sacarose nas folhas e nos frutos, estatisticamente, não houve diferenças. Contudo, este efeito não foi observado no caule, visto que a testemunha e a mistura de piraclostrobina e boscalida foram os tratamentos que apresentaram as maiores médias, diferindo estatisticamente dos demais. Segundo Kohatsu (2007), a aplicação de IBA, cinetina e a mistura dos reguladores vegetais GA_3 + IBA + cinetina influenciaram na taxa fotossintética de plantas de melão rendilhado (*Cucumis melo* var. *reticulatus*).

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

Tabela 2. Média dos teores de açúcares totais (AT mg g⁻¹); açúcares redutores (AR mg g⁻¹) e sacarose (SAC mg g⁻¹) em folha, caule e fruto de tomate híbrido Giuliana, aos 50 dias após o transplante (DAT), desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos. Botucatu (SP), 2009/2010.

Tratamentos	50 DAT						70 DAT											
	AT		AR		SAC		AT		AR		SAC							
	folha	caule	folha	caule	folha	caule	folha	caule	folha	caule	folha	caule	Fruto					
testemunha	0,811	ab	1,019	bCB	3,422	bA	0,0467	ab	0,0387	ab	0,2278	bA	0,0389	aA	0,0384	aA	0,0315	aA
piraclostrobina	0,969	ac	1,423	ab	3,572	bA	0,0465	ab	0,0446	ab	0,1603	cA	0,0346	ab/AB	0,0413	aA	0,0320	ab
boscaldia	0,758	ac	1,327	abB	3,976	aA	0,0440	ab	0,0417	ab	0,0166	cA	0,0344	abB	0,0470	aA	0,0377	ab
piraclostrobina + boscaldia	0,792	ac	1,065	bCB	3,504	bA	0,0396	ab	0,0399	ab	0,1757	cA	0,0381	ab/AB	0,0435	aA	0,0316	ab
IBA + GA ₃ + Cinetina	0,864	ac	1,276	bCB	4,030	aA	0,0529	ab	0,0389	ab	0,2864	aA	0,0299	abB	0,0391	aA	0,3135	aAB
GA ₄₊₇ + benzilaminopurina	1,050	ab	0,828	cB	4,231	aA	0,0548	ab	0,0231	ac	0,3064	aA	0,0286	abB	0,0450	aA	0,3558	ab
extrato vegetal	0,795	ab	1,023	bCB	3,428	bA	0,0423	ab	0,0367	ab	0,1603	cA	0,0275	bB	0,0458	aA	0,0306	ab
C.V. (%)	7,56						16,96						13,89					
Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e minúscula na coluna, para cada característica, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.													Fonte: Elaboração dos autores.					
Tabela 3. Média dos teores de açúcares totais (AT mg g ⁻¹); açúcares redutores (AR mg g ⁻¹) e sacarose (SAC mg g ⁻¹) em folha, caule e fruto de tomate híbrido Giuliana, aos 70 dias após o transplante (DAT), desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos. Botucatu (SP), 2009/2010.																		
Tratamentos	70 DAT						70 DAT											
	AT		AR		SAC		AT		AR		SAC							
	folha	caule	folha	caule	folha	caule	folha	caule	folha	caule	folha	caule	Fruto					
testemunha	0,943	bC	1,976	abB	4,736	abA	0,0561	ab	0,0445	ab	0,3045	abA	0,0221	ab	0,0597	aA	0,0301	ab
piraclostrobina	1,499	abB	1,873	abB	5,172	aA	0,0616	ab	0,0537	ab	0,3133	abA	0,0283	ab	0,0399	cA	0,0302	aAB
boscaldia	0,972	bC	2,040	abB	4,883	abA	0,0512	ab	0,0465	ab	0,3027	bA	0,0264	ab	0,0471	bC/A	0,0306	ab
piraclostrobina + boscaldia	1,378	abC	2,471	ab	4,394	bC/A	0,0647	ab	0,0516	ab	0,3168	abA	0,0310	ab	0,0536	abA	0,0308	ab
IBA + GA ₃ + Cinetina	0,889	bC	1,646	bB	3,970	cA	0,0486	ab	0,0469	ab	0,3106	abA	0,0299	ab	0,0463	bC/A	0,0330	ab
GA ₄₊₇ + benzilaminopurina	1,775	abB	1,736	bB	5,222	aA	0,0556	ab	0,0437	ab	0,3251	aA	0,0314	aA	0,0361	cA	0,0307	aA
extrato vegetal	1,459	abB	1,975	abB	4,658	abC/A	0,0602	ab	0,0482	ab	0,3157	abA	0,0213	ab	0,0429	bC/A	0,0306	ab
C.V. (%)	12,37						7,42						16,49					

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

O açúcar em abundância promove o crescimento e o armazenamento de carboidratos nos drenos e quando a taxa de fotossíntese é alta, ocorre o acúmulo de açúcares totais nas folhas (TAIZ; ZEIGER, 2011). As giberelinas presentes em alguns tratamentos regulam vários aspectos associados ao crescimento das plantas, o que justifica o resultado encontrado.

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

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

Para os açúcares totais avaliados nas folhas, aos 130 DAT (Tabela 6), o tratamento com a mistura de piraclostrobina + boscalida, GA_{4+7} + benzilaminopurina e extrato vegetal apresentaram os maiores teores desses açúcares. O mesmo não ocorreu no caule, no qual o tratamento com piraclostrobina se destacou. Já no fruto, o melhor tratamento foi à mistura de piraclostrobina e boscalida. Nos teores de açúcares redutores nas folhas e no caule não foi evidenciada diferenças, mas

os tratamentos com GA_{4+7} + benzilaminopurina e a mistura de piraclostrobina + boscalida apresentaram maiores teores desses açúcares no fruto. Avaliando as concentrações de sacarose nas folhas, as plantas apresentaram maiores teores nos tratamentos com IBA + GA_3 + cinetina e nos frutos o melhor tratamento foi com GA_{4+7} + benzilaminopurina, no caule não foram evidenciadas diferenças entre os tratamentos.

O tratamento com IBA + GA_3 + cinetina (Figura 2) apresentou a maior taxa de assimilação de CO_2 . Entretanto, a maior eficiência de carboxilação e eficiência do uso da água foi observada no tratamento com piraclostrobina. Garbelini (2009), estudando a aplicação de reguladores vegetais em macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche), observou que a concentração interna de CO_2 dentro da câmara subestomática (*Ci*) não foi afetada pelos tratamentos e quando comparadas a transpiração com a condutância estomática e a taxa de assimilação de CO_2 , os maiores valores de trocas gasosas foram encontrados nas plantas tratadas com IBA + GA_3 + cinetina (5,0 mL L⁻¹ em 2 aplicações). Esses resultados estão de acordo com os registros de Larcher (2006), que descreve que, por meio da regulação estomática, a planta é capaz de modular as taxas de transpiração de acordo com seu balanço hídrico. Taiz e Zeiger (2011) também relatam que mudanças na resistência estomática são importantes para a regulação da perda de água pelas plantas e para o controle da taxa de absorção de CO_2 , necessária à fotossíntese. O aumento na biomassa não depende somente da assimilação de CO_2 , mas do balanço hormonal e do padrão específico de cada planta (LARCHER, 2006).

Tabela 4. Média dos teores de açúcares totais (AT mg g⁻¹); açúcares redutores (AR mg g⁻¹) e sacarose (SAC mg g⁻¹) em folha, caule e fruto de tomate híbrido Giuliana, aos 90 dias após o transplante (DAT), desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos. Botucatu (SP), 2009/2010.

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

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

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

Tabela 6. Média dos teores de açúcares totais (AT mg g⁻¹); açúcares redutores (AR mg g⁻¹) e sacarose (SAC mg g⁻¹) em folha, caule e fruto de tomate híbrido Giuliana, aos 130 dias após o transplante (DAT), desenvolvidas em cultivo protegido e tratadas com diferentes produtos químicos com efeitos fisiológicos. Botucatu (SP), 2009/2010.

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

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

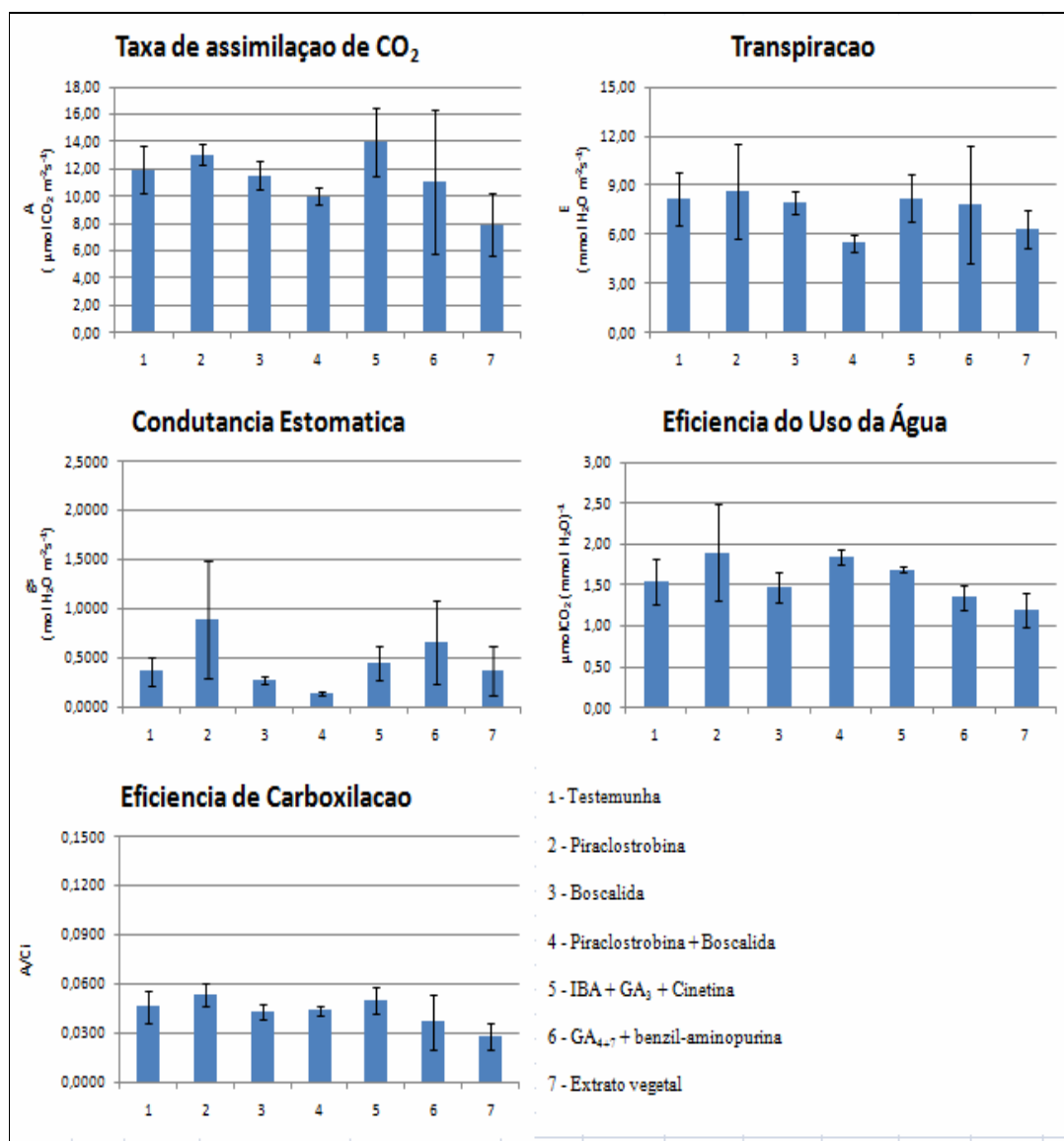
Fonte: Elaboração dos autores.

Para Taiz e Zeiger (2011), a capacidade fotossintética da planta depende de reações bioquímicas e da capacidade do tecido foliar para a assimilação fotossintética de CO₂ que depende, em grande parte, do conteúdo da enzima ribulose difosfato carboxilase (Rubisco). Além disso, a condutância estomática e a assimilação de CO₂ podem estar associadas à presença das citocininas, as quais estão envolvidas na abertura estomática e na síntese de proteínas da enzima Rubisco (SALISBURY; ROSS, 1994; DAVIES, 2004).

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

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

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



Fonte: Elaboração dos autores.

Conclusão

A mistura de piraclostrobina + boscalida retardou o amarelecimento das folhas atrasando sua senescência e prolongando a atividade fotossintética. A piraclostrobina e a boscalida aplicados isolados e/ou combinados favoreceram o incremento de carboidratos nas folhas, caules e frutos de tomate 'Giuliana'.

Agradecimentos

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

Referências

- AMARO, A. C. E. *Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de pepino japonês enxertadas e não enxertadas, cultivadas em ambiente protegido*. 2011. 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*, Brasília, v. 27, p. S1964-S1970, 2009. Edição Especial.
- AVENOT, H. F.; MICHAILIDES, T. J. Progress in understanding molecular mechanisms and evolution of resistance to succinate dehydrogenase inhibiting (SDHI) fungicides in phytopathogenic fungi. *Crop Protection*, Guildford, v. 29, n. 7, p. 643-651, 2010.
- BENINCASA, M. M. P. *Análise de crescimento de plantas: noções básicas*. Jaboticabal: Funep, 2003. 41 p.
- CAMARGO, M. N.; KLAMT, E.; KAUFFMAN, J. H. Classificação de solos usado em levantamentos pedológicos no Brasil. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira do Solo*, Campinas, v. 12, n. 1, p. 11-33, 1987.
- CASILLAS, J. C.; LONDONO, J.; GUERREIRO, H.; BUITRAGO, L. A. Analisis cuantitativo de la aplicacion de cuatro bioestimulantes em el cultivo rabano (*Raphanus sativus* L.). *Acta Agronomica*, Palmira, v. 36, n. 2, p. 185-195, 1986.
- CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. *Aplicação de reguladores vegetais na agricultura tropical*. Guaíba: Agropecuária, 2001. 131 p.
- COLL, J. B.; RODRIGO, G. N.; GARCIA, B. S.; TAMES, R. S. *Fisiologia vegetal*. Madrid: Ediciones Piramide, 2001. 662 p.
- COULOMBE, L. J.; PAQUIN, R. Effects de acide gibberellique sur le metabolisme des plantes. *Canadian Journal of Botany*, Birmingham, v. 37, n. 5, p. 897-901, 1959.
- DAVIES, P. J. *Plant hormones and their roles in plant growth and development*. New York: Editor P. J. Davies, 2004. 614 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
- GARBELINI, R. C. B. da S. *Reguladores vegetais na emergência e no desenvolvimento de plantas de macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche)*. 2009. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- HABER, A. H.; TOLBERT, N. E. Photosynthesis in gibberellin-treated leaves. *Plant Physiology*, Rockville, v. 32, n. 2, p. 152-153, 1957.
- HUNTER, J. J.; SKRIVAN, R.; RUFFNER, H. P. Diurnal and seasonal changes in leaves of *Vitis vinifera* L: CO₂ assimilation rates, sugar levels and sucrolytic enzyme activity. *Vitis*, Sielbeldingen, v. 33, n. 2, p. 189-195, 1994.
- KÖEHLE, H.; GROSSMANN, K.; JABS, T.; GERHARD, M.; KAISER, W.; GLAAB, J.; CONRATH, U.; SEEHAUS, K.; HERMS, S. Physiological effects of strobilurin fungicide F 500 on plants. *Biochem Soe Trans*, v. 22, p. 65, 1994.
- KOHATSU, D. S. *Efeito de reguladores vegetais na qualidade de frutos de melão rendilhado*. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista / UNESP, Botucatu.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. Sao Carlos: RiMa, 2006. 550 p.
- LEITE, V. M.; ROSOLEM, C. A.; RODRIGUES, J. D. Giberelina e citocinina no crescimento da soja. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 60, n. 3, p. 537-541, 2003.
- LOPES, M. C.; STRIPARI, P. C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (Ed.). *Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais*. São Paulo: UNESP, 1998. p. 257-319.
- MACEDO, A. C. *Efeitos fisiológicos de fungicidas no desenvolvimento de plantas de melão rendilhado, cultivadas em ambiente protegido*. 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- MARTINS, M. B. G.; CASTRO, P. R. C. Aspectos morfoanatomicos de frutos de tomateiro cultivar Angela gigante, submetidos a tratamentos com reguladores vegetais. *Bragantia*, Campinas, v. 57, n. 2, p. 225-236, 1997.
- MATSUMOTO, K. Giberelinas. In: CID, L. P. B. *Introdução aos hormônios vegetais*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. p. 83-105.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic and reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

- MORRIS, D. L. Quantitative determination os carbohydrates with Derwood's anthrone reagent. *Science*, Washington, v. 5, n. 107, p. 254- 255, 1948.
- PALLIOTTI, A.; CARTECHIN, A. Developmental changes in gas exchange activity in flowers, berries and trendils of fieldgrown Cabernet Sauvignon. *American Journal of Enology and Viticulture*, Davis, v. 54, n. 4, p. 317-323, 2001.
- PASSOS, L. P. *Métodos analíticos e laboratoriais em fisiologia vegetal*. Coronel Pacheco: EMBRAPA – CNPGL, 1996. 223 p.
- 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.
- POPOV, E. G.; TALANOV, A. V.; KURETS, V. K.; DROZDOV, S. N. Effect of temperature on diurnal changes in CO₂ Exchange in intact cucumber plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, v. 50, n. 2, p. 178-182, 2003.
- RAMOS, A. R. P. *Produtos de efeitos fisiológicos no desenvolvimento de plantas de tomate 'Giuliana', na produção e pós-colheita de fruto*. 2013. Tese (Doutorado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- ROITSCH, T.; BALIBREA, M. E.; HOFMANN, M.; PROELS, R.; SINHA, A. K. Extracellular invertases: metabolic enzyme and metabolic protein. *Journal of Experimental Botany*, Lancaster, v. 54, n. 382, p. 513-524, 2003.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. *Fisiologia vegetal*. Tradução Velazquez, V. G. Mexico: Iberoamerica, 1994. 759 p.
- SOUZA LEÃO, P. C. de; SILVA, D. J.; SILVA, E. G. da. Efeito do ácido giberélico, do bioestimulante crop-set e do anelamento na produção e na qualidade da uva 'Thompson Seedless' no vale do São Francisco. *Revista Brasrasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 418-421, dez. 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 690 p.
- TYMOWSKA-LALANNE, Z.; KREIS, M. The plant invertases: physiology. biochemistry and molecular biology. *Advances in Botanical Research*, Cambridge, v. 28, n. 1, p. 71-117, 1998.
- VENÂNCIO, W. S.; RODRIGUES, M. A. T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N. L. de. Physiological effects of strobilurin fungicides on plants. *Publicatio UEPG Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharia*, Ponta Grossa, v. 9, n. 3, p. 59-68, dez. 2003.
- VON CAEMMERER, S.; FARQUHAR, G. D. Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves. *Planta*, Berlin, v. 153, n. 4, p. 376-387, 1981.
- YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochemical Journal*, Londres, v. 57, n. 3, p. 508-514, 1954.
- YPEMA, H. L.; GOLD, R. E. Kresoxym-methyl modification of a naturally occurring compound to produce a new fungicide. *Plant Disease*, Saint Paul, v. 83, n. 1, p. 4-19, 1999.