



Universidade Federal de São Carlos

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Curso de Engenharia Agrônômica



ISABELA MACCA DE FRANCESCHI

**USO DE PROTETOR SOLAR PARA MINIMIZAR OS EFEITOS
DO EXCESSO DE LUMINOSIDADE E AUMENTO NA
TEMPERATURA DO AR SOBRE A FOTOSSÍNTESE E
PEGAMENTO DE FRUTOS EM CITROS**

ARARAS - 2020



Universidade Federal de São Carlos

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Curso de Engenharia Agrônômica



ISABELA MACCA DE FRANCESCHI

**USO DE PROTETOR SOLAR PARA MINIMIZAR OS EFEITOS
DO EXCESSO DE LUMINOSIDADE E AUMENTO NA
TEMPERATURA DO AR SOBRE A FOTOSSÍNTESE E
PEGAMENTO DE FRUTOS EM CITROS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Agrônômica - CCA - UFSCar para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Henrique Schinor.

ARARAS - 2020

A minha mãe Andresa de Franceschi, ao meu pai Thiago de Franceschi, a minha irmã Yasmin de Franceschi e ao meu namorado Robson Denardi, por toda paciência e apoio ao longo desses anos sempre confiando em minha capacidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e ao meu anjo da guarda, pelas bênçãos, proteção e sabedoria.

Aos meus pais, Andresa de Franceschi e Thiago de Franceschi, meus maiores exemplos de honestidade, dedicação, bondade e amor. Agradeço de forma grata e grandiosa.

A minha irmã, Yasmin de Franceschi, que sempre esteve me apoiando.

Ao meu namorado, Robson Denardi, por todos esses anos que temestado ao meu lado, sempre sendo muito compreensivo e me apoiando mesmo nos momentos mais difíceis e me acompanhando em todas minhas conquistas.

A toda minha família por acreditarem em meus esforços.

À Universidade Federal de São Carlos - Centro de Ciências Agrárias, seu corpo docente, direção e administração pela oportunidade de cursar Engenharia Agrônoma e obter esse sentimento de realização e sucesso.

Ao Centro de Citricultura Sylvio Moreira (IAC) de Cordeirópolis - SP, pela oportunidade, espaço, material e apoio para o desenvolvimento do meu projeto, e toda a equipe que me auxiliou destacando, Dr. Dirceu de Mattos Júnior, Dra. Verónica Lorena Dóvis, Dr. Jefferson Rangel da Silva e Dr. Rodrigo Marcelli Boaretto, meu muito obrigado por toda ajuda e confiança e por acreditarem em minha capacidade.

A FAPESP por conceder o financiamento do projeto tornando assim possível executá-lo.

Ao Prof. Dr. Evandro Henrique Schinor pela orientação e confiança.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“A sabedoria da natureza é tal que não produz nada de supérfluo ou inútil”.

Nicolau Copérnico

RESUMO

A aplicação foliar de produtos que atuam semelhantemente a um protetor solar, do tipo caulim, pode prevenir dano oxidativo, pela redução na temperatura foliar, manutenção da abertura estomática e melhoria na assimilação de CO₂. Com o presente trabalho objetivou-se avaliar o uso deste protetor solar para minimizar os efeitos dos estresses climáticos sobre a fotossíntese, pegamento de frutos, produtividade e qualidade de frutos em citros. O experimento foi conduzido em pomar experimental, de laranjeira doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] var. Hamlin, enxertada em citrumeleiro Swingle [*C. paradisi* Macf x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], no Centro de Citricultura Sylvio Moreira (IAC), município de Cordeirópolis, SP. Os tratamentos foram T1- controle e T2- caulim (30 g L⁻¹). Foram avaliados semanalmente o número de botões, flores e frutos calculados para cada 100 nós, definindo a porcentagem de pegamento de frutos das plantas, além do diâmetro dos frutos após a queda fisiológica que se deu por volta de 16/01/2019, além de frutos fixados nos lados leste e oeste da planta. Foram avaliadas também a temperatura foliar média ao longo do experimento e a produtividade em kg de frutos. Através de medição de trocas gasosas feitas no dia 25/08/2018, em dois horários, às 09h00min da manhã e às 13h00min da tarde com auxílio do IRGA, Li-6800, Inc. Lincoln, EUA, foi definido assim condutância estomática, transpiração e assimilação de CO₂ para folhas velhas e folhas novas, tanto para lado leste quanto para lado oeste. Ao final os frutos foram submetidos à análise de qualidade do suco. A aplicação de caulim durante o período de florescimento e pegamento dos frutos não afetou a intensidade de floração e a quantidade de frutos fixados. Não houve efeito sobre a temperatura foliar. Durante a colheita dos frutos não foi verificado efeito sobre a produção final, e qualidade dos frutos. No entanto, é necessário destacar que durante o período de frutificação na safra 2018/19 não foram registradas condições limitantes para a produção no estado de São Paulo.

Palavras - chave: assimilação de CO₂; caulim; estresse ambiental; floração; frutificação.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Fotos ilustrativas da área experimental escolhida (A); estado do desenvolvimento das estruturas reprodutivas no momento da avaliação inicial (B); marcação e contagem de estruturas (C); e estado das plantas controle e tratada com caulim após aplicação dos tratamentos (D)..... | 21 |
| Figura 2. Comportamento reprodutivo (Botões/100 nós - A e Flores/100 nós - B) e Pegamento de frutos (Frutos/100 nós - C e D) em plantas de laranjeira Hamlin, com e sem aplicação de caulim, avaliados separadamente para o lado leste e oeste da copa | 25 |
| Figura 3. Média da temperatura foliar em plantas de laranjeira Hamlin, com e sem aplicação de caulim, avaliadas separadamente para o lado leste e oeste da copa ao longo da safra..... | 26 |
| Figura 4. Médias da assimilação de CO ₂ (A _{net}), transpiração (E) e condutância estomática (g _s) as 09h00minh no dia 25/09/2018, em plantas de laranjeira Hamlin, com e sem aplicação de caulim, folhas novas e folhas velhas, avaliadas separadamente para o lado leste e oeste da copa | 29 |
| Figura 5. Médias da assimilação de CO ₂ (A _{net}), transpiração (E) e condutância estomática (g _s) as 13h00min no dia 25/09/2018 em plantas de laranjeira Hamlin, com e sem aplicação de caulim, folhas novas e folhas velhas, avaliadas separadamente para o lado leste e oeste da copa | 31 |
| Figura 6. Diâmetro médio (A) e número de frutos fixados(B) em plantas de laranjeira Hamlin, com e sem aplicação de caulim, avaliados separadamente para o lado leste e oeste da copa | 33 |
| Figura 7. Produtividade média em kg de frutos por plantas, em laranjeira Hamlin, com e sem aplicação de caulim, avaliada separadamente para o lado leste e oeste da copa | 33 |
| Figura 8. Avaliação da qualidade dos frutos colhidos em plantas de laranjeira Hamlin, com e sem aplicação de caulim, avaliada separadamente para o lado leste e oeste da copa. A) Massa fresca média do fruto; B) altura média do fruto; C) relação entre altura/largura média do fruto; D) rendimento médio | |

de suco; E) acidez média do suco; F) teor de sólidos solúveis (°Brix) médio do suco; G) *ratio* médio; e H) índice tecnológico (IT) médio dos frutos..... 35

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Condições de temperatura e precipitação no decorrer da safra experimental (2018/2019) | 24 |
|---|----|

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 14 |
| 2.1 Origem e importância econômica..... | 14 |
| 2.2 Variação climática..... | 16 |
| 2.3 O protetor solar do tipo caulim..... | 17 |
| 3. OBJETIVOS | 19 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 20 |
| 4.1 Montagem e condução do experimento | 20 |
| 4.2 Avaliação do desenvolvimento das estruturas reprodutivas e pegamento de frutos | 21 |
| 4.3 Determinação da temperatura foliar | 22 |
| 4.4 Avaliação de trocas gasosas | 22 |
| 4.5 Produção e qualidade de frutos | 22 |
| 4.6 Análise estatística | 23 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 24 |
| 5.1 Condições climáticas do experimento | 24 |
| 5.2 Avaliação do desenvolvimento das estruturas reprodutivas e pegamento de frutos | 24 |
| 5.3 Determinação da temperatura foliar | 26 |
| 5.4 Avaliação de trocas gasosas | 27 |
| 5.5 Produção e qualidade de frutos..... | 32 |
| 6. CONCLUSÃO..... | 37 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 38 |

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca na citricultura mundial como um dos principais países produtores de frutos e exportadores de suco processado de laranja *Frozen Concentrated Orange Juice (FCOJ)* e *Not From Concentrated (NFC)* (FAO, 2017).

As principais regiões produtoras, localizadas no estado de São Paulo e sul do Triângulo Mineiro (aproximadamente 483 mil hectares de laranjas), vêm sofrendo nos últimos anos limitações à manutenção ou aumento da produtividade devido a maior ocorrência de pragas e doenças (Colleta Filho *et al.*, 2014; Behlau *et al.*, 2016; Silva Junior *et al.*, 2016) e aos efeitos das mudanças climáticas (Blain & Bardin, 2014).

Entre as mudanças climáticas mais marcantes encontram-se o aumento da temperatura do ar e a redução das precipitações nos meses de setembro e outubro, coincidentes com o período de floração e pegamento dos frutos.

Relatórios sobre o levantamento da safra de citros nessas regiões mostram prejuízos à produção, com a redução acima de 30 milhões de caixas de frutos (40,8 kg) em anos desfavoráveis, como 2013 a 2015, o que corresponde a um valor médio anual de R\$ 700 milhões.

Meteorologistas estimam que a frequência de ocorrência de períodos decendiais com temperaturas extremas no início da primavera tem aumentado (Blain & Bardin, 2014; Alexander, 2016; Tripathi *et al.*, 2016), o que poderia acarretar prejuízos cada vez mais frequentes à citricultura devido à ocorrência durante o principal período de floração e formação dos frutos. Por exemplo, na região norte do estado de São Paulo, onde se verificam as variações de temperaturas mais intensas, as temperaturas médias máximas do ar de períodos decendiais no mês de outubro foram 31,3 °C em 2009; 36,5 °C em 2012; 38,9 °C em 2014 e 37,7 °C em 2015 (INMET, 2016).

Períodos prolongados com elevação da temperatura do ar ou na irradiância durante a frutificação causam aumento na abscisão de flores e frutos jovens durante a primavera e o verão (Fundecitrus, 2015).

Estas perdas da chamada safra principal em plantas cítricas provocam o desenvolvimento de floradas múltiplas, o que causa problemas no

controle fitossanitário de doenças nas flores e nos frutos, desuniformidade na qualidade do fruto (acidez e sólidos solúveis) e distribuição irregular na maturação (Pozzan & Triboni, 2005; Fundecitrus, 2015), os quais causam então maiores prejuízos e custos aos produtores e à indústria.

Massiva abscisão de flores e frutos pequenos frente a períodos de elevada temperatura e irradiância podem ser associados, por um lado ao fechamento estomático, redução na fotossíntese e no aporte de assimilados para o crescimento (Goldschmidt, 1999; Iglesias *et al.*, 2003; Ruiz *et al.*, 2001; Mahouachi *et al.*, 2009). Paralelamente a estes prejuízos há alteração no balanço hormonal, com aumento na síntese de ácido abscísico e redução nos níveis de giberelinas (Mahouachi *et al.*, 2005; 2009). Quando ocorridos estes desbalanços de carboidratos nas folhas e nos frutos, ocorre sinalização mediada, principalmente por etileno e ácido abscísico, pela qual há a ativação na atividade de enzimas hidrolíticas que levam sinais para a ocorrência da abscisão do órgão (Sawicki *et al.*, 2015).

Em condições de estresse ambiental por alta irradiância e temperatura registra-se estresse foto-oxidativo e aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) que provocam danos ao DNA, proteínas e membranas (Gururani *et al.*, 2015; Molassiotis *et al.*, 2016).

O sistema antioxidante é o principal responsável pela eliminação das EROs nas células, o que proporciona às plantas maior tolerância às diversas condições de estresses bióticos e abióticos (Gill & Tuteja, 2010; Del Rio, 2015). Ademais, açúcares solúveis são altamente sensíveis a estresses ambientais, que atuam no suprimento de carboidratos a partir de órgãos-fonte para drenos (Rosa *et al.*, 2009), estando envolvidos nas respostas das plantas, como moléculas sinalizadoras que ativam vias de transdução específicas ou regulação hormonal. Assim, vários processos ligam diretamente açúcares solúveis à produção de EROs, como a respiração ou a fotossíntese, e, inversamente, com processos antioxidantes (Couéé *et al.*, 2006).

Plantas sob sombreamento ou com a aplicação de produtos que atuam semelhantemente a um protetor solar (e.g. silicatos hidratados de alumínio ou caulim) têm mostrado redução na temperatura das folhas permitindo manter maior abertura estomática e conseqüentemente, melhora na assimilação de CO₂ (Medina *et al.*, 2002; Jifon & Syvertsen, 2003).

Estes protetores solares proporcionam uma barreira física sobre a superfície da planta que reduz a irradiação que chega a folha, reduzindo a temperatura durante horas mais quentes do dia e previne o estresse foto-oxidativo. O uso de protetor solar do tipo caulim tem mostrado uma alta eficiência para repelir insetos, tal como o psíldeo (*Diaphorina citri*), inseto transmissor da bactéria *Candidatus Liberibacter ssp.*, causadora do HLB (Miranda *et al.*, 2018).

Neste caso, estes produtos não serão mais aplicados somente em períodos do ano de maior ocorrência de altas temperaturas, mas passarão a ser utilizados a cada novo fluxo de crescimento da planta para aumentar a eficiência contra insetos. Sendo assim é necessário verificar o efeito da aplicação deste tipo de produto usado por uma parte, para controle do inseto vetor aliado ao seu uso como mitigador do estresse ambiental durante o período de floração e pegamento dos frutos.

2. REVISÃO DELITERATURA

2.1. Origem e importância econômica

Registros apontam que a laranja [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] é originária do sul asiático, provavelmente da China, iniciando-se seu cultivo por volta de 4.000 anos atrás (Donadio *et al.*, 2005).

Segundo Neves *et al.* (2010), sua expansão no comércio se deu entre as nações e as guerras que ajudaram na expansão do cultivo dos citros, de modo que, na Idade Média, a laranja foi levada pelos árabes para a Europa. Já nos anos de 1500, na expedição de Cristóvão Colombo, mudas de frutas cítricas foram trazidas para o continente americano e introduzidas no Brasil logo no início da colonização, sendo que encontrou no país melhores condições para vegetar e produzir do que nas próprias regiões de origem, expandindo-se por todo o território nacional.

Ainda na concepção dos autores, a citricultura destacou-se em vários Estados, porém, foi a partir da década de 1920 que se criou o primeiro núcleo citrícola, que abastecia as cidades do Rio de Janeiro e de São Paulo, além de iniciar as exportações de laranjas para a Argentina, Inglaterra e alguns outros países europeus, posteriormente, encaminhada para a região do Vale do Paraíba, interior paulista na década de 1940, na região de Limeira, chegando a Araraquara em 1950 e em Bebedouro ao final da mesma, ganhando cada vez mais espaço nas novas fronteiras ao norte e noroeste do Estado de São Paulo. O desenvolvimento de tecnologia pelos órgãos governamentais ligados ao setor proporcionou o avanço e a consolidação da atividade, permitindo que a citricultura vivesse um período de plena expansão e ganhasse importância econômica.

Produzindo aproximadamente 17 milhões de toneladas em 2014, o Brasil é o maior produtor de laranjas no mundo, sua maior parte destinada ao processamento de suco para exportação, enquanto o Estado de São Paulo responde por 75% do total de laranja do país com um parque citrícola com aproximadamente 190 milhões de plantas de laranja (FAO, 2014; IBGE, 2015; Fundecitrus, 2017).

A safra de laranja 2020/2021 do cinturão citrícola de São Paulo e

Triângulo e Sudoeste Mineiro deve atingir 287,76 milhões de caixas de 40,8 kg. O resultado representa queda de 25,6% em comparação com o período anterior (386,79 milhões de caixas). O desempenho também é de cerca de 12% inferior à média das últimas 12 safras. Entre junho e julho de 2019, houve curta estiagem, seguida de veranico e altas temperaturas, entre setembro e outubro, o que provocou queda dos frutos recém-formados da primeira florada, proporcionando menor número de frutas por árvore (Fundecitrus, 2020).

Considerando uma média das safras 2012/2013 até a safra 2016/2017, o mundo produziu 49 milhões de toneladas de laranja e o Brasil representou 34% da produção mundial. A produção de suco de laranja com um Brix equivalente de 65° no mundo foi de 1,8 milhão de toneladas de suco, sendo que o Brasil produziu 1,0 milhão de toneladas (56% da produção mundial). Porém, o Brasil representou 76% da exportação mundial e, assim, exporta 97% do seu suco, sendo que somente 3%, considerados consumo interno. Na média do período citado acima, o país exportou mais do que produziu, mas essa divergência de valores é explicada porque o Brasil manteve um estoque de 100 mil toneladas de suco na safra 2016/2017 (USDA, 2017).

Com relação a custos de produção, os valores vêm aumentando ao longo do tempo e o que vem contribuindo para a escalada dos custos agrícolas é uma forte inflação de custos de mão-de-obra, insumos agrícolas e incremento de tratamentos e a eliminação dessas elevadas tarifas poderia trazer uma melhor remuneração para toda a cadeia produtiva, em função dos recursos externos que entrariam a mais no país ou pela possibilidade de aumento da demanda no mercado internacional com a diminuição do custo final do produto para o consumidor (Neves *et al.*, 2010).

Ainda na concepção dos autores, além das barreiras tarifárias, os exportadores brasileiros enfrentam a uma série de exigências que envolvem barreiras fitossanitárias e técnicas, tendo como destino os principais mercados dos produtos cítricos, Europa e Estados Unidos, com legislação de mercado diferenciada.

Entretanto, a indústria brasileira, para atender seus clientes europeus, deve-se entregar estritamente de acordo com as especificações técnicas, produtos “homogêneos”, para que sejam produzidos os *blendings* e adaptações nos mercados consumidores, representando um grande custo para

a indústria e, conseqüentemente, para a cadeia produtiva no Brasil.

2.2. Variação climática

No século XX, a temperatura média global aumentou em 0,65 °C, segundo o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) e até o final do século XXI, está previsto através de modelos matemáticos que se baseiam em dados catalogados da biosfera, atmosfera e oceanos, um aumento entre 1,4 °C e 5,8 °C na temperatura média da Terra.

Por década, a temperatura pode subir em até 0,088 °C (Kalnay & Cai, 2003). A ordem natural ou antropogênica podem ser as causas dessas variações, ou a soma de tais (IPCC, 2001).

Com o aquecimento global, um clima mais extremo é esperado em um futuro próximo, com secas, inundações e ondas de calor com maior frequência (Salati *et al.*, 2004). Tais alterações podem ocasionar uma mudança no ecossistema de plantas, podendo aumentar sua biodiversidade ou sofrendo negativas influências, ameaçando em um cenário otimista, 18 espécies de extinção até o ano de 2050 (Thomas *et al.*, 2004).

Devido à dimensão continental, o Brasil possui uma grande heterogeneidade climática, assim tornando-se desfavoráveis ao desenvolvimento vegetal, levando em conta estimativas de aumentos de temperaturas em algumas regiões climaticamente limítrofes, que possuem delimitação de cultivo adequado de plantas agrícolas, possuindo menor aptidão até o limite máximo de tolerância biológica ao calor, quanto maior for a anomalia (Assad *et al.*, 2004).

Em termos de crescimento, desenvolvimento, acumulação de biomassa e rendimento, em condições de campo, depende da capacidade de aclimação às mudanças ambientais e evidencia, mostrando mecanismos específicos de tolerância que envolve uma rede complexa de bioquímicos e processos moleculares (Wang *et al.*, 2003). Também representa uma série de limitações à agricultura, fatores como: temperaturas extremas, salinidade e seca (Bray *et al.*, 2000).

2.3. Protetor solar do tipo caulim

O caulim é um mineral composto de silicato de alumínio ($Al_4 Si_4 O_{10} [OH]_8$), que apresenta um grão fino de cor branca, achatado, poroso, não expansivo e não abrasivo que se dispersa em água e é quimicamente inerte em amplo espectro de pH (Harben,1995). Sendo classificado pela *Environmental Protection Agency (EPA)* como pesticida de risco reduzido, pelas suas características de baixa toxicidade para seres humanos e organismos não alvos, assim como, para o meio ambiente via contaminação de águas subterrâneas ou de escoamento (Garcia *et al.*,2003).

Em decorrência de extremos climáticos torna-se complexo conseguir estabilidade na produção, todavia, tem-se buscado a utilização de produtos que atuem como um “filtro de raios solares UV e infravermelhos”, tendo como exemplo o caulim que consiste em um filme de partículas inorgânicas, que pode, também, contribuir para o equilíbrio fisiológico da planta, pois suas propriedades reflexivas reduzem a temperatura do dossel e aumentam a fotossíntese, proporcionando aumentos nos tamanhos dos frutos (Glenn & Puterka, 2005), de macieira (Thomas *et al.*, 2004) e de citros (LaPointe *et al.*, 2006).

O excesso de luz absorvida pelas folhas, dá origem a espécies reativas de oxigênio (EROs), que causam danos à maquinaria fotossintética, sendo que, um decréscimo da eficiência fotoquímica máxima do fotossistema II gera a fotoinibição que pode ser crônica (Mittler, 2002; Osmond,1994).

No metabolismo celular, o escape de elétrons para oxigênio molecular, é um resultado inevitável de cloroplasto e transporte de elétrons mitocondriais, acarretando ao estresse oxidativo da estrutura fotossintética, fato comum gerado por alguns tipos de limitações ambientais, que sem reduzir a recepção de energia, causam uma diminuição no consumo de tal. Sendo as possíveis explicações para tal fato, (I) diminuição na condutância estomática (gs) que limita o acesso de CO_2 aos locais de carboxilação, (II) redução geral na taxa de reações químicas e enzimáticas e (III) deficiências específicas da cadeia de transporte de elétrons e enzimas metabólicas chaves, assim diminuem o uso de energia e causam sua redução, gerando um desequilíbrio entre a energia luminosa absorvida e seu uso por fotoquímica, aumentando a

probabilidade de transferência de energia de excitação de clorofila para O_2 , produzindo O_2 e adição de elétrons no fotossistema PSI e PSII, produzindo O_2 que pode originar H_2O_2 e OH (DaMatta & Ramalho, 2006).

Visa-se atualmente que, ao seu máximo potencial produtivo, as plantas expressem suas produções com valores iguais ou semelhantes, em condições ótimas de cultivo, agregando-se valor pela produção de um produto de melhor qualidade quando isso acontece (Abreu *et al.*, 2016a).

3. OBJETIVOS

O projeto tem como hipótese, a aplicação foliar de protetor solar nas folhas de citros reduz o estresse foto-oxidativo e os danos no aparato fotossintético, mantendo maior assimilação de CO₂ e melhorando o pegamento de frutos frente ao estresse ambiental.

Os objetivos são:

- Avaliar o efeito da aplicação de caulim sobre assimilação de CO₂, condutância estomática e transpiração da laranjeira doce durante o período de floração e pegamento de frutos, em comparação com plantas controle não protegidas com o caulim, para lado leste e oeste da copa.
- Avaliar a relação das variáveis acima sobre o florescimento e abscisão de flores e frutos da laranjeira doce e também produtividade e qualidade de frutos entre plantas com protetor solar caulim em comparação com as plantas controle não protegidas com o caulim, para lado leste e oeste da copa.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Montagem e condução do experimento

O experimento foi conduzido em pomar experimental implantado no Centro de Citricultura Sylvio Moreira (IAC), no município de Cordeirópolis, SP (22°27'40"S - 47°24'4"O; 639 m de altitude), de laranjeira doce [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] var. Hamlin, enxertada em citrumeleiro Swingle [*C. paradisi* Macf x *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.], com 3,5 anos de idade, com linhas de plantio instaladas no sentido norte/sul (Figura 1 - A). As plantas foram adubadas e receberam os controles fitossanitários conforme as recomendações para pomares de alta produtividade.

O experimento foi instalado com dois tratamentos, sendo: T1 - controle (pulverização com água) e T2 - caulim [Pó Molhável, 1 μm (30 g L⁻¹)], conduzido durante a safra de 2018/2019, e foram utilizadas 10 repetições por tratamento, cada repetição representada por uma planta, sendo que durante a safra, foi feita uma aplicação no dia 10/09/2018.

O início da aparição dos botões florais registrou-se em 10/09/2018 e, devido às condições favoráveis do ambiente o desenvolvimento das estruturas evoluiu rapidamente, assim, em 21/09/2018 encontrava-se em plena floração.

A indução do florescimento ocorreu pelos fatores ambientais naturais e a aplicação dos tratamentos foi realizada no momento de máxima floração e logo após a marcação e contagem inicial de estruturas reprodutivas (Figura 1 - B e 1 - C).

Posteriormente, iniciaram-se as marcações e contagem de estruturas reprodutivas, e quando finalizada esta primeira avaliação, os tratamentos de controle e caulim foram aplicados.

A aplicação dos tratamentos foi realizada com pulverizador costal e ponta de pulverização, tipo jato em cone vazio com vazão de 0,8 Lmin⁻¹, por 30 segundo sem cada lado da copa, correspondendo a um volume total de aplicação de 800 mL de produto por planta. Tal volume foi suficiente para permitir o máximo molhamento da superfície das folhas sem que houvesse escoamento significativo de produto (Figura 1 - D).

Foram avaliadas folhas maduras, com mais de quatro meses de

idade e folhas da brotação recente ainda em processo de expansão e amadurecimento.



Figura 1: Fotos ilustrativas da área experimental escolhida (A); estado do desenvolvimento das estruturas reprodutivas no momento da avaliação inicial (B); marcação e contagem de estruturas (C); e estado das plantas controle e tratada com caulim após aplicação dos tratamentos (D).

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

4.2. Avaliação do desenvolvimento das estruturas reprodutivas e pegamento de frutos

Os primeiros botões florais foram registrados em 10/09/2018. Imediatamente, foram marcados oito ramos do último fluxo de crescimento por planta, sendo quatro do lado leste e quatro do lado oeste. Em cada ramo registraram-se o número de nós por ramo.

Ao longo da safra, foram avaliados semanalmente o desenvolvimento de botões e flores e o número de frutos formados segundo a escala *Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical Industry (BBCH)*, identificando o estágio fenológico das plantas cítricas. Tal acompanhamento foi feito até o final da queda fisiológica dos frutos (dezembro

/janeiro) e com estes dados foram calculados: número de botões/flores e frutos a cada 100 nós, calculando-se a porcentagem média de pegamento de frutos.

4.3. Determinação da temperatura foliar

Ao longo do experimento, foi determinada no período da manhã a temperatura da superfície de folhas, completamente expandidas e expostas ao sol com o uso do termômetro por infravermelho FLUKE 59 MAX (*Fluke Electronics, EUA*) dos lados leste e oeste da copa das laranjeiras.

4.4. Avaliação de trocas gasosas

Realizou-se uma avaliação das trocas gasosas em dia ensolarado, com alta irradiação e temperatura, por meio de um analisador de trocas gasosas integrado com câmara de fluorescência e analisador de CO₂ por radiação infravermelha e fonte de luz (IRGA, Li-6800, *Inc. Lincoln, EUA*).

As medidas foram feitas uma semana após aplicação dos tratamentos (25/09/2018), tanto em folhas maduras e expostas à luz quanto em folhas novas em expansão do recente fluxo de brotação, localizadas entre a terceira e quinta posição do ramo, sendo após aplicação dos tratamentos e sem a ocorrência de chuva. As medidas foram realizadas nos horários das 09h00min e das 13h00min.

A Densidade de Fluxo de Fótons Fotossinteticamente Ativos (DFFFA) no início da medida foi fixada sobre a base da radiação incidente no momento.

As variáveis medidas em relação às trocas gasosas foram: assimilação de CO₂ (A_{net} , $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e transpiração (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

4.5. Produção e qualidade de frutos

Foi determinado o diâmetro dos frutos em dez frutos de cada ladoda planta, após a queda fisiológica dos frutos no dia 16/01/2019, além do número final total de frutos fixados médio por plantas para lado leste e oeste,

separadamente.

No momento ótimo de colheita da safra, foi avaliada a produção final e a qualidade dos frutos avaliando-se o peso (g), a altura e a largura (cm) dos frutos, o rendimento de suco (%), os teores de sólidos solúveis totais em refratômetro (Mod. RFM 330; Bellinghan & Stanley, England) com correção para temperatura a 20 °C e para acidez do suco, bem como a definição da acidez por titulação. Também foi definido o *ratio* e o índice tecnológico médio (kg/caixa).

4.6. Análise estatística

Para as análises estatísticas das variáveis mensuradas, as médias obtidas foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e quando o teste F foi significativo, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR® (FERREIRA, 2008).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Condições climáticas do experimento

Tratando-se do experimento de laranja doce, pode-se observar (Tabela 1), que ao longo do experimento com relação às condições climáticas, não houve limitações para o desenvolvimento das plantas.

Segundo dados do IAC (Instituto Agrônomo), a laranja, e os outros citros, preferem climas com temperatura entre 23 e 32 °C e umidade relativa do ar alta, o que propiciaram condições favoráveis ao cultivo das plantas no presente trabalho.

Tabela 1: Condições de temperatura e precipitação no decorrer da safra experimental (2018/2019).

| Mês/Ano | TMED (°C) | TMAX (°C) | TMIN (°C) | UR MED (%) | Chuva (mm) |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Ago./2018 | 18,3 | 25,6 | 12,9 | 73 | 105,6 |
| Set./2018 | 21,2 | 28,7 | 14,9 | 71 | 54,3 |
| Out./2018 | 22,7 | 29 | 17,6 | 77 | 163,3 |
| Nov./2018 | 23,2 | 29,4 | 18,3 | 75,6 | 201,4 |
| Dez./2018 | 25,2 | 32,2 | 19,2 | 69,2 | 92,5 |
| Jan./2019 | 26,2 | 33,4 | 20,4 | 73,6 | 145,5 |
| Fev./2019 | 24,1 | 30,2 | 19,5 | 78,3 | 163,3 |
| Mar./2019 | 24 | 30,1 | 19,4 | 79,7 | 77,7 |
| Abr./2019 | 23,1 | 30,1 | 17,9 | 79,2 | 164,3 |
| Mai./2019 | 21 | 27,9 | 15,6 | 79,9 | 29,3 |
| Jun./2019 | 19,3 | 27 | 15,6 | 73,2 | 11,9 |

Fonte: Departamento de Biosistemas, ESALQ/USP. Adaptado pelo autor da pesquisa, 2020.

5.2. Avaliação do desenvolvimento das estruturas reprodutivas e pegamento de frutos

Na contagem de estruturas reprodutivas realizadas antes da aplicação dos tratamentos não foram observadas diferenças entre as plantas marcadas como controle e para aplicação de caulim, assim como, diferenças entre os lados da copa.

Foram observados em média 34,5 botões a cada 100 nós e não apresentando diferenças entre lados da copa leste e oeste, e entre tratamentos (Figura 2 - A).

Foi observada uma média de 139,4 flores abertas a cada 100 nós e também não apresentou diferenças entre lados da copa leste e oeste e entre tratamentos (Figura 2 - B).

A partir da aplicação dos tratamentos e realizado o acompanhamento semanal foi avaliado o pegamento dos frutos através do seguimento dos ramos marcados previamente e nesta variável observou-se que não houve diferenças entre os tratamentos entre os lados leste e oeste da copa, o que reflete as boas condições climáticas registradas durante o período de floração e pegamento de frutos (Figura 2 - C e D).

Assim foi registrada uma média de 20,3 frutos a cada 100 nós (Figura 2 - D), resultando numa porcentagem de pegamento de 11,8%, o que representa um alto índice de fixação paralaranjeira.

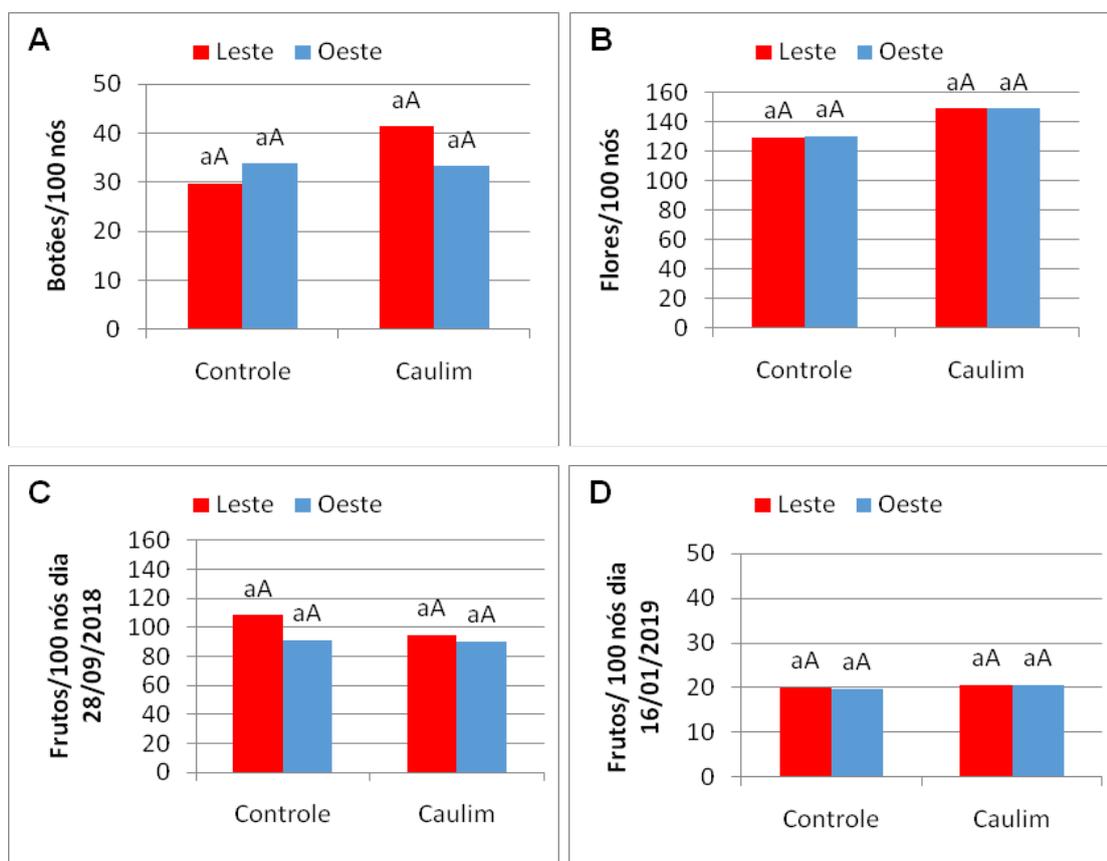


Figura 2: Comportamento reprodutivo (Botões/100 nós - A e Flores/100 nós - B) e Frutos/100 nós em 28/09/18 (C) e Frutos/100 nós em 16/01/19 (D) em plantas de laranjeira Hamlin, com e sem aplicação de caulim, avaliados separadamente para o lado leste e oeste da copa.

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

Segundo Otero *et al.* (2011), resultados semelhantes foram encontrados em seus experimentos com laranja doce de umbigo Spring, onde não obtiveram diferenças significativas para número de botões florais e na floração, assim como ocorreu neste experimento.

5.3. Determinação da temperatura foliar

De maneira geral, os tratamentos não influenciaram a temperatura foliar (Figura 3), não havendo diferenças entre a média geral dos tratamentos, tendo como média de 27 °C independente de tratamentos e lado da copa leste ou oeste.

A única diferença notada nessa variável temperatura foi entre leste e oeste dentro do mesmo tratamento condição essa que se dá devido ao lado leste estar mais exposto ao sol no momento da medição, período da manhã, quando comparado ao lado oeste, mas nada que tenha sido influenciado pelos tratamentos.

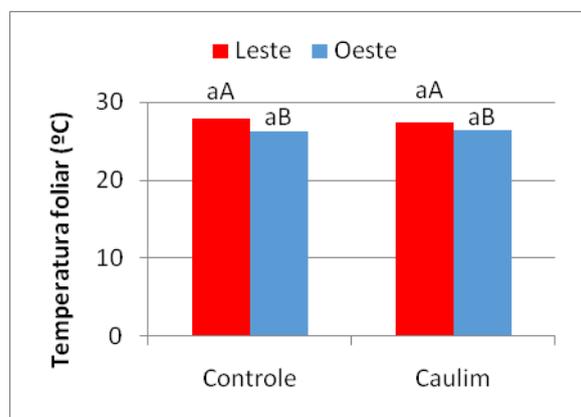


Figura 3: Média da temperatura foliar em plantas de laranjeira Hamlin, com e sem aplicação de caulim, avaliada separadamente para o lado leste e oeste da copa ao longo da safra.
Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

Segundo Jifon & Syvertsen (2003), resultados contrários foram encontrados em seus experimentos com pomelo Ruby Red, encontrando-se diferenças significativas entre a temperatura média das plantas tratadas com caulim das não tratadas, fato o qual pode ter sido ocorrido por três fatores: a concentração do caulim utilizado em dobro (60 g L⁻¹); o número superior de aplicações do tratamento com caulim; e as condições climáticas estressantes

da Flórida, fato ao longo do experimento em que a temperatura e pluviosidade não foram limitantes para planta.

Segundo Steiman *et al.* (2007), tratando-se da determinação da temperatura foliar, em experimento similar, porém, com café arábica, foram obtidas diferenças significativas na temperatura do tratamento com e sem caulim, dos quais também utilizaram-se do dobro da concentração e maior número de aplicações, comparado com esse experimento.

5.4. Avaliação de trocas gasosas

Quando avaliadas no período da manhã (09h00min), considerando os resultados obtidos para o lado leste, não foram observadas diferenças entre as folhas novas das plantas controle e folhas novas das plantas com caulim para nenhuma das três variáveis avaliadas (assimilação de CO₂, condutância estomática e transpiração), nas folhas velhas foram observadas diferenças, onde foram encontrados valores mais baixos de assimilação de CO₂, condutância estomática e transpiração nas folhas velhas das plantas com aplicação de caulim quando comparados com as folhas velhas das plantas controle.

Apesar dessas diferenças citadas que podem ser analisadas nos gráficos da Figura 3 - A, C e E, não foram observadas diferenças nas médias gerais entre os tratamentos para nenhuma das variáveis, para o lado leste, as 09h:00min, onde as médias gerais, independente de tratamentos e idade da folha foram de: assimilação de CO₂ 3,99 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; transpiração 1,22 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; e condutância estomática 0,051 $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Quando considerados os resultados obtidos ainda no período da manhã, mas considerando o lado oeste da copa, em relação à transpiração (Figura 4 – B), foram observadas diferenças entre folhas novas controle e folhas novas com caulim e também entre folhas velhas controle e folhas velhas com caulim (Figura 4 – B), não havendo diferença entre folhas novas e velhas dentro de um mesmo tratamento em ambos os tratamentos.

Quando considerado a média geral entre tratamentos também foram observadas diferenças onde o controle teve sua média geral de 0,58 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e as plantas com aplicação de caulim de 1,3 $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Na assimilação de CO₂ (Figura 4 – D), diferenças foram observadas entre as folhas novas das plantas controle e as folhas novas das plantas com caulim, onde o valor nesta foi maior, não havendo diferença das folhas velhas entre tratamentos. Foram obtidas diferenças entre as folhas novas e velhas dentro do mesmo tratamento, tanto no controle quanto no tratamento com caulim.

Além das diferenças demonstradas no gráfico (Figura 4 – D), também foram observadas diferenças nas médias gerais entre os tratamentos onde a média do controle ficou em 2,73 $\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e das plantas com caulim foi de 3,75 $\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Em relação à condutância estomática (Figura 4 – F), foram observadas diferenças entre folhas novas controle e folhas novas caulim, assim como aconteceu em folhas velhas onde também se observaram diferenças entre folhas velhas controle e folhas velhas caulim, onde esta foi mais alta em ambos os casos.

Não foram observadas diferenças dentro do mesmo tratamento quando considerado folhas novas e velhas, em ambos os tratamentos. Quando considerado a média geral entre tratamentos foram observadas diferenças, onde a média do controle foi de 0,023 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e das plantas com aplicação de caulim foi de 0,054 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

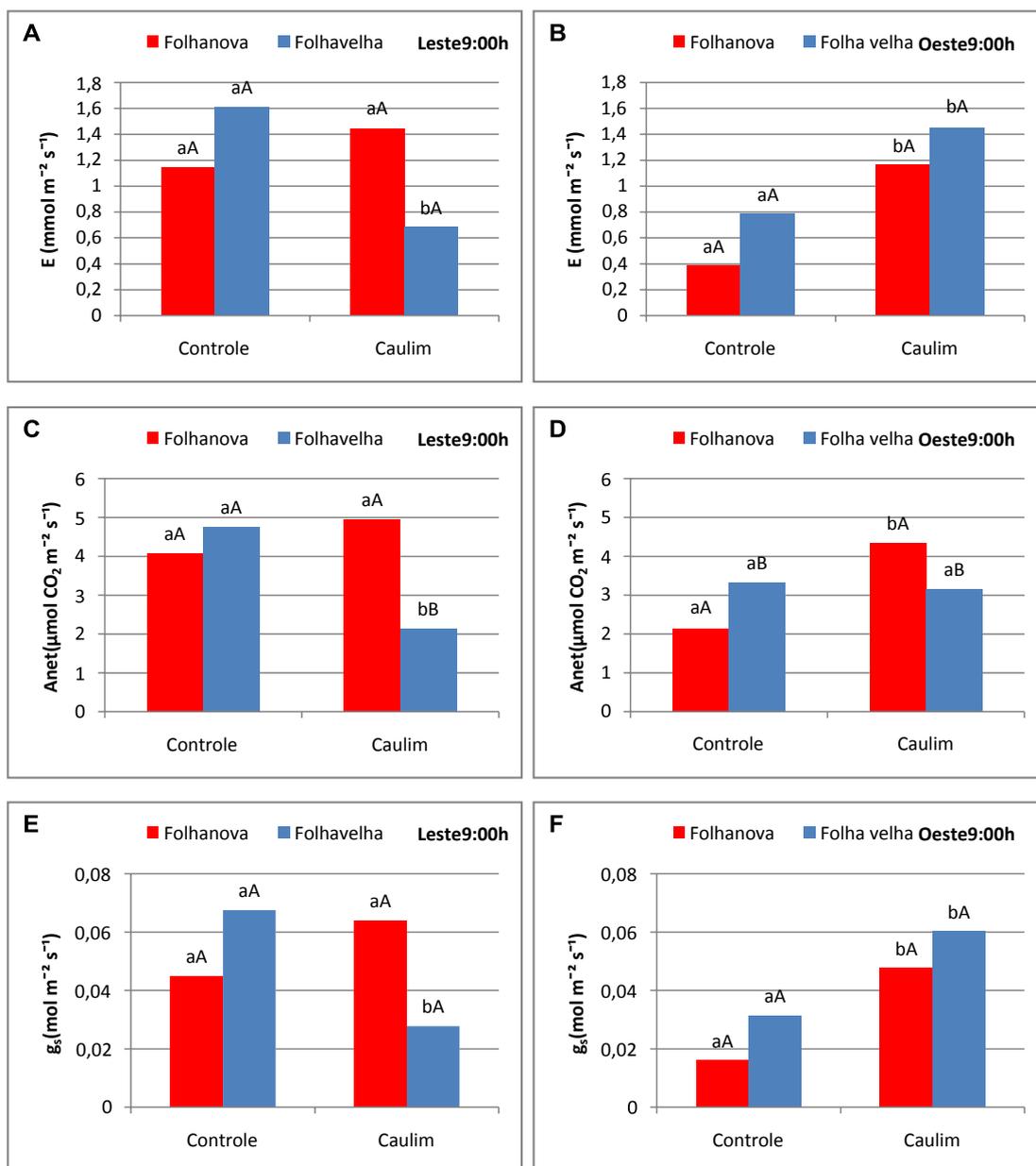


Figura 4: Médias da assimilação de CO₂ (A_{net}), transpiração (E) e condutância estomática (g_s) as 09h00min no dia 25/09/2018 em plantas de laranjeira Hamlin, com e sem aplicação de caulim, folhas novas e folhas velhas, avaliadas separadamente para o lado leste e oeste da copa.

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

Quando avaliadas no período da tarde (13h00min), considerando os resultados obtidos para o lado leste, não foram observadas diferenças entre as folhas novas das plantas controle e folhas novas das plantas com caulim para assimilação de CO₂, condutância estomática e transpiração. Para folhas velhas houve diferenças entre os tratamentos, onde valores mais baixos de assimilação de CO₂, condutância estomática e transpiração foram observadas

nas folhas velhas das plantas com aplicação de caulim quando comparados com as folhas velhas das plantas controle.

Além dessas diferenças citadas que podem ser analisadas nos gráficos da Figura 5 - A, C e E, foram observadas diferenças nas médias gerais entre os tratamentos, para o lado leste, independente da idade da folha, as 13h00min, na variável transpiração onde as plantas controle tiveram uma média de $0,77 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e as plantas com caulim $0,45 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Para as outras variáveis, as médias gerais não mostraram diferenças, onde, independente de tratamentos e idade da folha foi de: assimilação CO_2 de $2,2 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e condutância estomática de $0,018 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

Considerando os resultados obtidos ainda no período da tarde, mas analisando o lado oeste da copa, observa-se a mesma tendência e não houve diferenças entre as folhas novas das plantas controle e as folhas novas das plantas com caulim em nenhuma das variáveis avaliadas; e o contrário ocorreu nas folhas velhas, onde foram observadas diferenças entre as folhas velhas das plantas controle e as folhas velhas das plantas com caulim em todas as variáveis.

Houve também diferença dentro do mesmo tratamento, controle, entre folhas novas e velhas, onde estas tiveram valores mais altos, para as três variáveis. Já dentro do tratamento com caulim, em nenhuma das variáveis houve diferença entre folhas novas e velhas.

Além de todas as diferenças já descritas e que constam nos gráficos da Figura 5 - B, D e F, houve diferenças para as médias gerais entre os tratamentos, sendo no caso da transpiração, a média geral do tratamento controle foi de $1,24 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e para o caulim $0,53 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; na assimilação de CO_2 a média geral do tratamento controle foi de $3,45 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e para o caulim $2,13 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e na condutância estomática a média geral para o tratamento controle foi de $0,035 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e para o caulim $0,016 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

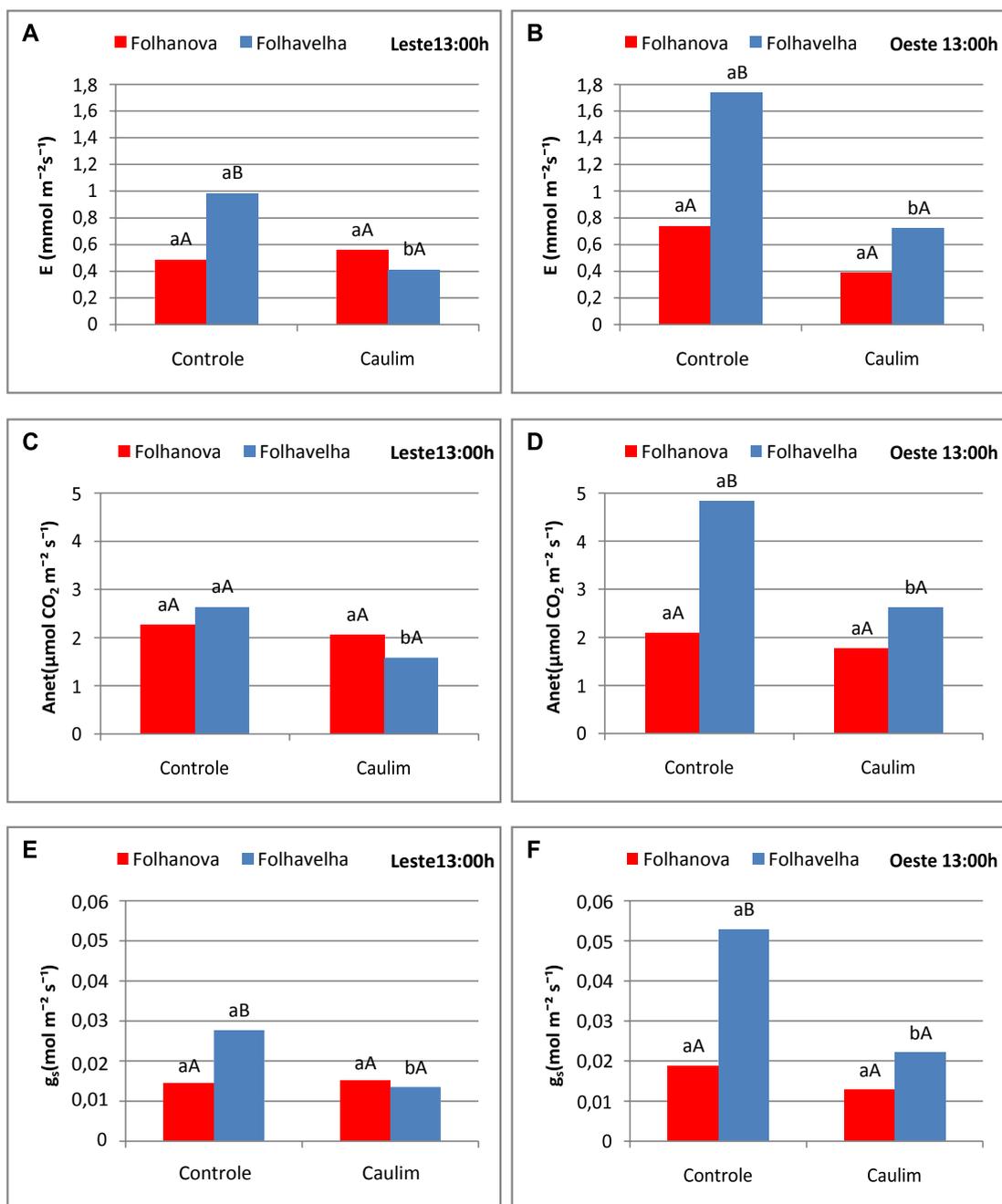


Figura 5: Médias da assimilação de CO₂ (A_{net}), transpiração (E) e condutância estomática (g_s) as 13h00min no dia 25/09/2018 em plantas de laranjeira Hamlin, com e sem aplicação de caulim, folhas novas e folhas velhas, avaliadas separadamente para o lado leste e oeste da copa.

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

Em comparação com relatos obtidos segundo Ana Ligia (2015), tendo sido realizado um experimento analisando a cultura do algodão, variedade BRS 286, resultados encontrados referentes à assimilação de CO₂, condutância estomática e transpiração também apresentaram médias gerais mais altas no período da manhã, quando comparadas às medições da tarde.

Segundo Jifon & Syvertsen (2003), com experimento em pomelo Ruby Red, comparando-se as avaliações dos experimentos, apesar de variedades diferentes, os resultados encontrados, referentes à transpiração não houve diferenças significativas entre tratamentos em quaisquer horas analisadas, fator do qual se difere do ocorrido no presente experimento em que, somente não houve diferenças significativas do lado leste as 09h:00min, podendo ter como fatores distintos, a variedade da planta; as condições climáticas diferenciadas e a concentração e número de aplicações do tratamento caulim entre os experimentos.

Ainda, segundo os autores, comparações referentes à assimilação de CO₂ e condutância estomática, nas medições durante o período da manhã, não houve diferenças em nenhuma das variáveis, havendo somente nas medições do período da tarde, enquanto no presente experimento, no período da manhã, observou-se que houve diferenças significativas entre médias gerais do lado oeste, fator do qual, provavelmente devido as mesmas justificativas da diferença na transpiração.

5.5. Produção e qualidade de frutos

Na avaliação ao final do período de queda fisiológica de frutos, em janeiro, para a variável diâmetro de frutos, foi notada uma diferença entre o lado leste do controle, que teve uma média de 5,42 cm com o lado leste do tratamento com o caulim que teve uma média de 5,56 cm de diâmetro (Figura 6 -A).

Embora notado essa diferença, quando considerado as médias gerais dos tratamentos independentes de lados da copa, não houve diferença, assim não mostrando nenhuma melhora com aplicação do caulim no quesito de diâmetro dos frutos, sendo o diâmetro médio dos frutos neste momento de 5,48 cm.

Ainda na avaliação ao final do período de queda fisiológica de frutos, em janeiro, foi notada uma diferença no número total de frutos das plantas controle oeste que tiveram sua média em 120,2, e os das plantas com caulim oeste tiveram sua média em 95,5 (Figura 6 - B).

Os lados leste e oeste quando considerados dentro do mesmo tratamento não mostraram diferenças, quando considerado as médias gerais dos tratamentos desconsiderando o lado da copa, obtendo-se diferença, onde a média de número total de frutos nas plantas controle foi de 122,1 enquanto as plantas com caulim apresentaram média de 103,1, mostrando uma tendência contrária da esperada o que também pode refletir as boas condições climáticas na época de floração e pegamento dos frutos.

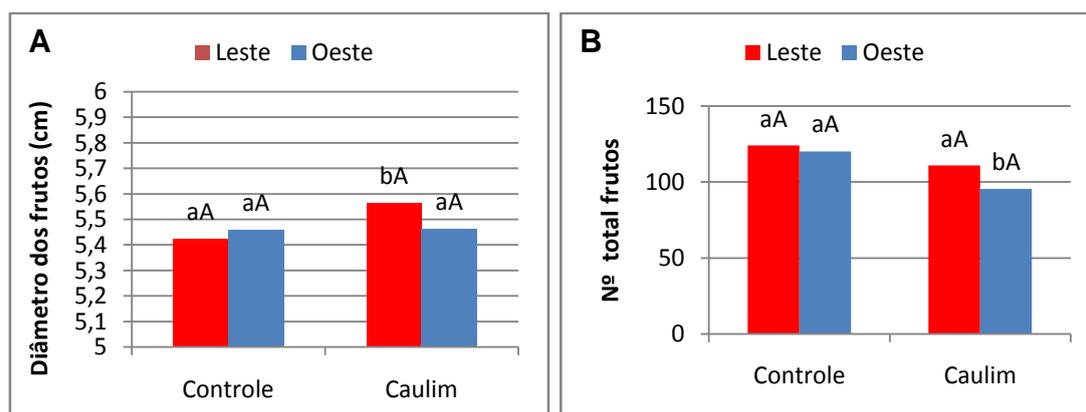


Figura 6: Diâmetro médio (A) e número de frutos fixados(B) em plantas de laranja Hamlin, com e sem aplicação de caulim, avaliados separadamente para o lado leste e oeste da copa. **Fonte:** Autor da pesquisa, 2020.

Por sua vez, quando por ocasião da colheita final dos frutos não foi observada diferenças na produtividade média das plantas (em kg) nos diferentes tratamentos, nem entre os lados de exposição ao sol (Figura 7), tendo como média geral do experimento independente de tratamentos e lados da copa, 27,2 Kg de frutos.

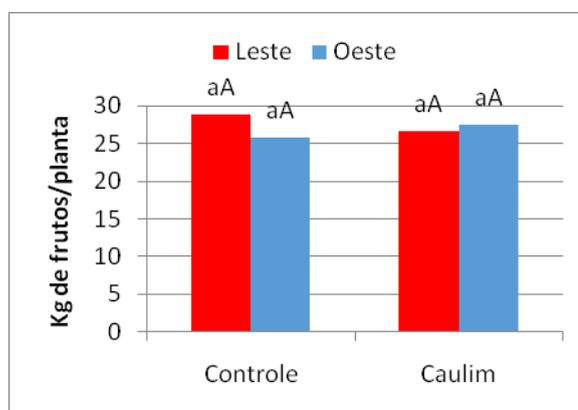


Figura 7: Produtividade média em kg de frutos por plantas, em laranja Hamlin, com e sem aplicação de caulim, avaliadas separadamente para o lado leste e oeste da copa.

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

Abreu (2016a) obteve resultados semelhantes em plantas de café conilon, evidenciando-se que não houve diferenças em termos produtivos entre plantas que receberam aplicação de protetor (caulim) e plantas controle.

Para a análise de qualidade dos frutos (Figura 8), não foi observada diferenças entre tratamentos e lados da copa leste e oeste no caso das seguintes variáveis: massa fresca média do fruto que teve uma média geral de 177,26 g (Figura 8- A); altura média do fruto que teve uma média geral de 7,37 cm (Figura 8 - B); rendimento médio de suco que teve uma média geral de 42,67% (Figura 8 - D); sólidos solúveis totais do fruto que teve uma média geral de 7,817 °Brix (Figura 8 - F); e Índice Tecnológico (IT) médio dos frutos que teve sua média geral em 1,366 kg/caixa (Figura 8 - H).

Embora no gráfico não fosse demonstrado diferenças na acidez média do suco, quando comparadas às médias gerais dos tratamentos independentes de lados da copa leste e oeste, houve uma diferença, onde as plantas controle tiveram uma acidez média de 0,669 g 100 mL⁻¹ e as plantas com caulim uma acidez média de 0,7 g 100m L⁻¹.

Quando analisada a relação entre altura e largura dos frutos, observou-se diferença entre média do lado leste das plantas com caulim que ficou em 1,054 e as plantas lado leste controle que ficou em 1,07, além disso, quando comparadas as médias gerais independente de lados da copa leste e oeste foram observadas diferenças onde as plantas com caulim tiveram média de 1,054 e as plantas controle 1,068.

Tratando-se do Ratio (índice de maturação), além da diferença demonstrada no gráfico entre a média das plantas oeste controle que ficaram em 11,76 e as plantas oeste com caulim que ficaram em 11,18, observou-se também a diferença entre as médias gerais dos tratamentos independente dos lados da copa leste e oeste, onde a média geral das plantas com caulim ficou em 11,22 e a das plantas controle ficou em 11,74.

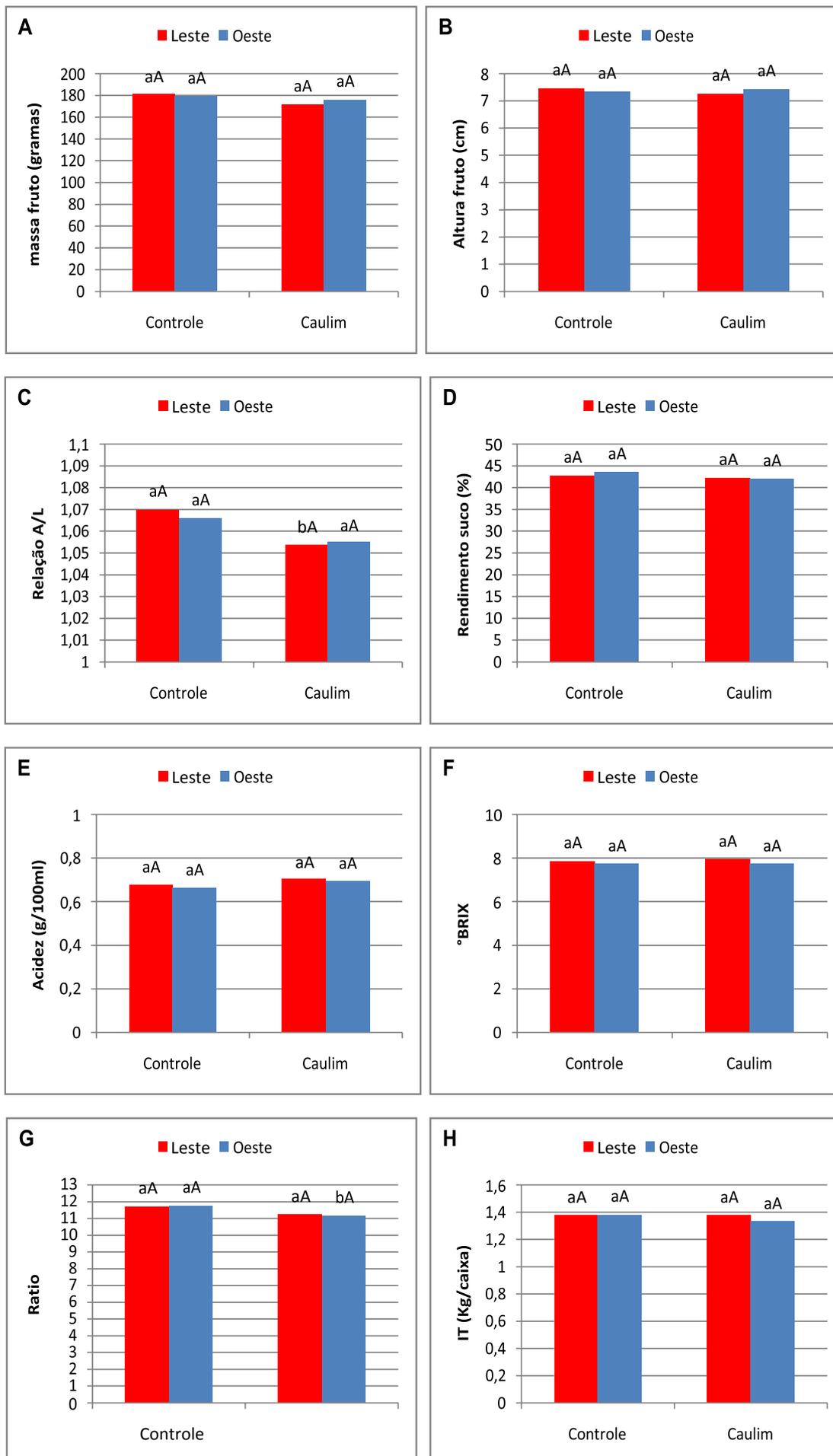


Figura 8: Avaliação da qualidade dos frutos colhidos em plantas de laranjeira Hamlin, com e sem aplicação de caulim, avaliadas separadamente para o lado leste e oeste da copa. A) Massa fresca média do fruto; B) altura média do fruto; C) relação entre altura/largura média do fruto; D) rendimento médio de suco; E) acidez média do suco; F) teor de sólidos solúveis (°Brix) médio do suco; G) *ratio* médio; e H) índice tecnológico (IT) médio dos frutos.

Fonte: Autor da pesquisa, 2020.

Segundo Abreu (2016a), apesar da não obtenção de diferenças de produtividade entre tratamentos, observou-se que as plantas com caulim necessitaram de uma menor quantidade de café maduro para produzir uma saca beneficiada, pois tais plantas produziram grãos maiores.

Tratando-se do experimento de laranjeira doce, não se observou diferenças em termos de tamanho dos frutos, tendo apenas uma diferença no quesito, relação largura/altura, mas, em todas as outras variáveis observadas não houve diferença entre tratamentos, outro fator que pode ser reflexo das boas condições climáticas enfrentadas pelas plantas ao longo do experimento, que não limitou a produção deste pomar, além do fato que o autor citado, já aplicava o tratamento nestas plantas a duas safras consecutivas, o que pode ter trazido resultados mais positivos.

Segundo Le Grange (2004) com experimento semelhante, utilizando-se de macieiras, pode-se observar a não obtenção de diferenças entre a massa dos frutos com aplicação do caulim e sem aplicação do mesmo, assim como ocorreu neste experimento.

6. CONCLUSÃO

A aplicação de caulim a 30 g L^{-1} não causou prejuízos às variáveis analisadas e nem grandes diferenças nas taxas de assimilação de gás carbônico, transpiração, condutância estomática, produtividade, qualidade de frutos, pegamento e temperatura foliar para nenhum dos lados da copa (leste e oeste) analisados, fato provavelmente associado às condições médias ambientais não limitantes ao longo do experimento.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, D.P.; ABREU, G.P.; KROHLING, C.A., *et al.* **Aplicação de Surround@WP, um filme de partículas inorgânicas a base de caulim, e seu efeito no tamanho dos grãos de Coffea Canephora.** 2016a. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/9878>>. Acesso em: 14 dez.2020.

ALEXANDER, L.V. (2016). **Global observed long-term changes in temperature and precipitation extremes: A review of progress and limitations in IPCC assessments and beyond.** *Weather and Climate Extremes* 11: 4-16.

ASSAD, E.D., *et al.* **Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil.** 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v39n11/22575.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

AGUSTI, M.; S, ZARAGOZA; H, BLEIHOLDER; L, BUHR; H, HACK; R, KLOSE y R; STAUSS (1995). **Escala BBCH para la descripción de los estadios fenológicos del desarrollo de los agrios.** (Gén. *Citrus*). Levante Agrícola. 3: 189-199. Disponível em: <https://www.agro.basf.es/Documents/es_files/pdf_1_files/services_files/descarga.pdf>. Acesso em: 25 nov.2020.

BEHLAU, F.; FONSECA, A.E.; BELASQUE, JR., J. (2016). **A comprehensive analysis of the Asiatic citrus canker eradication programme in São Paulo state, Brazil, from 1999 to 2009.** *Plant Pathology* 65(8): 1390-1399.

BLAIN, G.C.; BARDIN, L. (2014). **Detecting trends in 10-day rainfall amounts at five sites in the state of São Paulo, Brazil.** *Acta Scientiarum: Technology* 36:685-692.

BRAY, E.A, BAILEY S.J.; WERETILNYK (2000). **Responses to abiotic stresses.** In: Buchanan E, Grissem W, Jones R (eds), *Biochemical and Molecular Biology of Plants, American Society of Plant Physiologists: Rockville.* pp.1158-1249.

COLLETA FILHO, H.D.; DAUGHERTY, M.P.; FERREIRA, C.; LOPES, J.R.S. (2014). **Temporal progression of 'Candidatus Liberibacter asiaticus' Infection in Citrus and acquisition efficiency by Diaphorina citri.** *Phytopathology* 104(4): 416-421.

COUÉE, I.; SULMON, C.; GOUESBET,G.; AMRANI, E.A. **Involvement of soluble sugars in reactive oxygen species balance and responses to oxidative stress in plants.** *Journal of Experimental Botany.* Volume 57, Issue 3, February 2006, Pages 449–459.

DAMATTA, F.M., RAMALHO, J.D.C. (2006). **Impactos da seca e do estresse térmico sobre a fisiologia e a produção do cafeeiro: uma revisão.** Braz. J. Plant Physiol. [online]. 2006, vol.18, n.1, pp.55-81. ISSN 1677-9452. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1677-04202006000100006>>. Acesso em 25 nov.2020.

DEL RIO, L.A. (2015). **ROS and RNS in plant physiology: an overview.** *Journal of Experimental Botany*, v. 66, n. 10, p. 2827-2837.

DONADIO, L.C., MOURÃO FILHO, F.A., MOREIRA, C.S. 2005. **Centros de origem, distribuição geografia das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil.** In: Mattos Júnior, D., Pio, R.M., De Negri, J.D., Pompeu Júnior, J. (Ed.). Citros. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, Fundag. p.1-18.

FAO - Food and Agriculture Organization. 2014. Colheitas. Disponível em: <www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 20 dez. 2020.

_____. Food and Agriculture Organization of United Nations (2017). Disponível em: <www.fao.org/3/a-i5558e.pdf>. Acesso em: 25 nov.2020.

FERREIRA, D.F. **SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística.** Revista Symposium, v.6, p.36-41, 2008.

FUNDECITRUS - Fundo de Defesa da Citricultura. 2015. Pesquisa de estimativa de safra-PES. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/pes>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

FUNDECITRUS - Fundo de Defesa da Citricultura. 2020. Pesquisa de estimativa de safra-PES. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2020_05_11_SumarioExecutivo-da-Estimativa-da-Safra-de-Laranja-2020-2021.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2021.

_____. Fundo de Defesa da Agricultura da Citricultura. 2016. Tree inventory of the Sao Paulo and west-southwest of Minas Gerais citrus belt - snapshot of groves in March/2016. Araraquara: Fundecitrus, 96p. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/ingles_site.pdf>. Acesso em: 22 dez.2020.

_____. Fundo de Defesa da Citricultura. 2017. Tree inventory and orange production forecast for the 2017-2018 season of the São Paulo and West-Southwest of Minas Gerais citrus belt. Araraquara: Fundecitrus. 124 p. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2017_12_05_Tree_Inventory_and_Orange_Production_Forecast_2017-20181.pdf>. Acesso em: 22 dez.2020.

GARCIA, M.E.; BERKETT, L.P.; BRADSHAW, T. 2003. **Does Surround® have non-target impacts on New England orchards?** p. 35-39. In W.J. Bramlage (ed.), New England Fruit Meetings 2002-2003. Massachusetts Fruit Growers' Association, Inc. in cooperation with the New England University Cooperative Extensions, North Amherst, 73p.

GILL, S.S.; TUTEJA, N. (2010). **Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants.** *Plant Physiology and Biochemistry* 48(12): 909-930.

GLENN, D.M.; PUTERKA, G.J. (2005). **Particle films: A new technology for agriculture Hort.** Rev.31144.

GOLDSCHMIDT, E.E. (1999). **Carbohydrate supply as a critical factor for citrus fruit development and productivity.** 34(6): 1020-1024.

GURURANI, M.A.; VENKATESH, J.; TRAN, L.S.P. (2015). **Regulation of photosynthesis during abiotic stress-induced photoinhibition.** *Molecular Plant* 8:1304-1320.

HARBEN, P.W. **The industrial minerals handbook II: a guide to markers, specifications and rices.** Arby Industrial Mineral Division Metal Bulletin. PLC, London. 1995.

IAC - Instituto Agronômico de Campinas. **CITROS: principais informações e recomendações de cultivo.** Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/43.pdf>. Acesso em: 22dez.2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. **IBGE Estados São Paulo Lavoura Permanente 2015.** Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=sp&tema=lavourapermanente2015>>. Acesso em: 22 dez.2020.

IGLESIAS, D.J.; TADEO, F.R.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M. (2003). **Fruit set dependence on carbohydrate availability in citrus trees.** *Tree Physiology* 23(3): 199-204. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/treephys/23.3.199>>. Acess em: 25 nov.2020.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Dados históricos de Franca-SP. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

IPCC - International Pannel of Climatic Change. Climate change 2001: working group II - Impacts, adaptations and vulnerability. Disponível em: <http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg2/005.html> Acesso em: 26 nov. 2020.

JIFON, J.L.; SYVERTSEN, J.P. (2003). **Kaolin particle film applications can increase photosynthesis and water use efficiency of 'Ruby Red' grapefruit leaves.** *Journal of American Society of Horticultural Science* 128: 107-112.

KALNAY, E.; CAI, M. **Impact of urbanization and land-use change on climate.** *Nature*, v.423, p.528-531, 2003.

LAPOINTE, S.L.; MCKENZIE, C.L.; HALL, D.G. **Reduced oviposition by *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) and growth enhancement of citrus by Surround particle film.** *Journal of Economic Entomology*, v. 99, p. 109-116, 2006.

LE GRANGE, M.; WAND, S.J.E; THERON, K.I. (2004). **Effect of kaolin applications on apple fruit quality and gas exchange of apple leaves.** *Acta Hort.* 636, 545-550. Disponível em: <<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2004.636.69>>. Acesso em 20 nov.2020.

MAHOUACHI, J.; GÓMEZ-CADENAS, A.; PRIMO-MILLO, E.; ANDTALON, M. (2005). **Antagonistic changes between abscisic acid and gibberellins in citrus fruits subjected to a series of different water conditions.** *Journal of Plant Growth Regulation* 24(3):179-187. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00344-004-0001-y>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

MAHOUACHI, J.; IGLESIAS, D.J.; AGUSTI, M.; TALON, M. (2009). **Delay of early fruitlet abscission by branch girdling in citrus coincides with previous increases in carbohydrate and gibberellin concentrations.** *Plant Growth Regulation* 58: 15-23. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10725-008-9348-6>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

MALASSIOTIS, A.; JOB, D.; ZIOGAS, V.; TANOU, G. (2016). **Citrus plants: a model system for unlocking the secrets of NO and ROS-inspired priming against salinity and drought.** *Frontiers in Plant Science*, 7:229.

MEDINA, C.L.; SOUZA, R.P.; MACHADO, E.C.; RIBEIRO, R.V.; SILVA, J.A.B. (2002). **Photosynthetic response of citrus grown under reflective aluminized polypropylene shading nets.** *Scientia Horticulturae*, v.96, p.115-125. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0304-4238\(02\)00085-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(02)00085-7)>. Acesso em: 20 nov.2020.

MIRANDA, M.P.; ZANARDI, O.Z.; TOMASETO, A.F.; VOLPE, H.X.L.; GARCIA, B.; PRADO, E. (2018). **Processed kaolin affects the probing and settling behaviour of *Diaphorina citri* - Hemiptera: Lividae.** January. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/ps.4901>>. Acesso em: 25 nov.2020.

MITTLER, R. 2002. **Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance.** *Trends Plant Sci.* 7: 405-410.

NEVES, M. F. (coord.); TROMBIN, V.; MILAN, P.; LOPES, F.F.; CRESSONI, F.; KALAKI R. **O retrato da citricultura brasileira.** 2010. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA) da Universidade de São Paulo (USP). FEA/USP - Ribeirão Preto. Elaboração: Markestrat Centro de Pesquisa e Projetos em Marketing e Estratégia. Disponível em: <http://www.citrusbr.com/download/Retrato_Citricultura_Brasileira_MarcosFava.pdf>. Acesso em: 26 nov.2020.

OSMOND, C. B. 1994. **What is photoinhibition? Some insights from comparisos of shade and sun plants.** In: BAKER NR, BOWYER JR (Eds). *Photoinhibition of photosynthesis: from molecular mechanisms to the field.* BIOS Scientific Publishers, Oxford, pp.1-24.

OTERO, A.; GONI, C.; JIFON, J.L.; SYVERTSEN, J.P. (2011). **High temperature effects on citrus leaf gas exchange, flowering, fruit yield and quality.** *Acta Hort.* 903, 1069-1075.

POZZAN, M.; TRIBONI, H.R. (2005). **Colheita e qualidade do fruto.** In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.) *Citros.* Campinas, Instituto Agrônômico: Fundag, p. 801-822.

ROSA, M.; PRADO, C.; PODAZZA, G.; INTERDONATO, R.; GONZÁLEZ, J.A; HILAL, M. & PRADO, F.E. (2009). **Soluble sugars, Plant Signaling & Behavior.** 4:5,388-393. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.4161/psb.4.5.8294>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

RUIZ, R.; GARCÍA-LUIS, A.; MONERRI, C.; GUARDIOLA, L. **Carbohydrate Availability in Relation to Fruitlet Abscission in *Citrus*.** (2001). *Annals of Botany* 87: 805-812. Disponível em: <<https://doi.org/10.1006/anbo.2001.1415>>. Acesso em: 25 nov.2020.

SALATI, E.; SANTOS, A.A. dos; NOBRE, C. **As mudanças climáticas globais e seus efeitos nos ecossistemas brasileiros.** Disponível em: <<http://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/clima/clima14.htm>>. Acesso em: 26 nov.2020.

SAWICKI, M.; BARKA, E.A.; CLÉMENT, C.; VAILLANT-GAVEAU, N.; JACQUARD, C. (2015). **Cross-talk between environmental stresses and plant metabolism during reproductive organ abscission.** *Journal of Experimental Botany* 66(7): 1707-1719. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/jxb/eru533>>. Acesso em: 25 nov. 2020.

SILVA, A.L.A.L. **Determinação da dose de caulim eficiente contra o bicudo e seu impacto sobre a capacidade fotossintética do algodoeiro** [manuscrito] / Ana Lígia Aureliano de Lima e Silva. 2015. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. Disponível em: <http://pos-graduacao.uepb.edu.br/ppgca/download/outros_documentos/DISSERTA%20C3%87%C3%83O%20-%20ANA%20L%20C3%8D%20GIA%20AURELIANO%20DE%20LIM%20E%20SILVA%20-%202015.pdf>. Acesso em: 17 nov.2020.

SILVA JR., G.J.; SCAPIN, M.S.; SILVA, F.P.; SILVA, A.R.P.; BEHLAU, F.; RAMOS, H.H. (2016). **Spray volume and fungicide rates for citrus black spot control based on tree canopy volume.** *Crop Protection* 85: 38-45.

STEIMAN, S.R; BITTENBENDER, H.C; IDOL, T.W. *et al.* **HortScience.** 2007, Vol 42, Num 7, pp 1605-1608, issn 0018-5345, 4 p. Article.

SYVERTSEN, J.; GOÑI, C.; OTERO, A. (2003). **Fruit load canopy shading affect leaf characteristics and net gas exchange of 'Spring' navel orange trees.** *Tree Physiology* 23(13): 899-906.

THOMAS, C.D.; CAMERON, A.; GREEN, R.E.; BAKKENES, M.; BEAUMONT, L.J.; COLLINGHAM, C.Y.; ERASMUS, B.F.N.; SIQUEIRA, M.F. de; GRAINGER, A.; HANNAH, L.; HUGHES, L.; HUNTLEY, B.; JAARVELD, A.S. van; MIDGLEY, G.F.; MILLES, L.; ORTEGA-HUERTA, M.A.; PETERSON, T.A.; PHILLIPS, L.O.; WILLIAMS, S.E. **Extinction risk from climate change.** *Nature*, v.427, p.145-148, 2004.

THOMAS, A.L.; MULLER, M.E.; DODSON, B.R.; ELLERSIECK, M.R.; KAPS, M. **A kaolin based particle film suppresses certain insect and fungal pests while reducing heat stress in apples.** *Journal of the American Pomological Society*, v.58, p.42-51, 2004.

TRIPATHI, A.; TRIPATHI, D.K.; CHAUHAN, D.K.; KUMAR, N.; SINGH, G.S. (2016). **Paradigms of climate change impacts on some major food sources of the world: A review on current knowledge and future prospects.** *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 216: 356-373.

USDA - United States Department of Agriculture. 2017. **Citrus: world markets and trade.** 9p. Disponível em: <<http://www.agrirowad.com/UploadFiles/AdminFiles/citrus0dd5bf.pdf>>. Acesso em: 22 dez.2020.

WANG, W.; VINOGRAD, B.; ALTMAN, A. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, Berlin, v.218, p.1-14. (2003). Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00425-003-1105-5>>. Acesso em: 17 nov.2020.