



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ANDERSON RODRIGO LUCIANO DA SILVA

**ATIVIDADE ENZIMÁTICA, TROCAS GASOSAS, PRODUTIVIDADE E
QUALIDADE DE FRUTOS DE MANGUEIRA PULVERIZADA COM CaCO_3 E**

Si

**AREIA
2021**

ANDERSON RODRIGO LUCIANO DA SILVA

**ATIVIDADE ENZIMÁTICA, TROCAS GASOSAS, PRODUTIVIDADE E
QUALIDADE DE FRUTOS DE MANGUEIRA PULVERIZADA COM CaCO_3 E
Si**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante

**AREIA
2021**

Catálogo na publicação Seção de
Catálogo e Classificação

S586a Silva, Anderson Rodrigo Luciano da.

Atividade enzimática, trocas gasosas, produtividade e
qualidade de frutos de mangueira pulverizada com CaCO₃
e Si / Anderson Rodrigo Luciano da Silva. -

Areia:UFPB/CCA, 2021.

53 f. : il.

Orientação: Ítalo Herbert Lucena Cavalcante.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Mangifera indica L. 3. Proteção de aparato
fotossintético. 4. Fotoassimilados. I. Cavalcante, Ítalo
Herbert Lucena. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(043.3)

FOLHA DE APROVAÇÃO

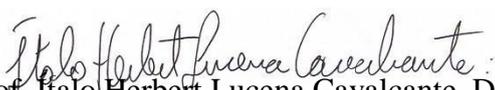
ANDERSON RODRIGO LUCIANO DA SILVA

ATIVIDADE ENZIMÁTICA, TROCAS GASOSAS, PRODUTIVIDADE E
QUALIDADE DE FRUTOS DE MANGUEIRA PULVERIZADA COM CaCO_3 E
Si

ANDERSON RODRIGO LUCIANO DA SILVA

Aprovado em: 29 de Julho de 2020.

Banca Examinadora


Prof. Italo Herbert Lucena Cavalcante, Dr.

Orientador - Universidade Federal do Vale do São Francisco/PPGA/CCA/UFPB


Prof. Vespasiano Borges de Paiva Neto, Dr.

Examinador externo - Universidade Federal do Vale do São Francisco



Prof. Walter Esfrain Pereira, Dr.

Examinador interno - Universidade Federal da Paraíba PPGA/CCA/UFPB

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força, coragem e discernimento para finalizar mais uma etapa da minha vida.

Aos meus Pais Eva e Nivaldo por todo amor, carinho, cuidado e incentivo, sempre me dando força e acreditando em mim até nos momentos que nem eu mesmo acreditei.

Às minhas irmãs Rikaely e Raquel pelo companheirismo e incentivo durante toda essa jornada. A todos os meus familiares que contribuíram de forma direta ou indireta para que pudesse concluir esse ciclo.

A todos os meus amigos em especial a Edvaldo, Helton, Vamberto, Thálison, Fernando, Jéssica Mayara, Wanessa e Veruska, pela amizade, companheirismo, pelos conselhos e incentivo durante todo o curso, vocês são de extrema importância na minha vida, obrigado por tudo.

À Universidade Federal da Paraíba, em especial, ao programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realização do curso.

Ao professor Dr Ítalo Cavalcante por sua orientação, paciência, confiança, compreensão e motivação. Admiro sua dedicação e seu profissionalismo, seus ensinamentos me ajudaram a crescer pessoal e profissionalmente.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa que me permitiu realizar essa pesquisa.

Aos meus companheiros de jornada que viraram uma família da cidade de Petrolina, Joan, Raisa, Vanda Maria, Liziane, Eleonora, Joao Vilvert, Alberto e Matheus obrigado pelos momentos de distração, essenciais para a nossa sanidade mental.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco, juntamente com o laboratório de Fisiologia Vegetal LAFIVE, com participação de Hugo Leonardo e Mariana Correia que me ajudaram nas análises laboratoriais de toda a pesquisa.

Agradeço à professora Dra. Marcelle Almeida por sempre ter me ajudado e me ensinado nas atividades laboratoriais, sempre prestativa e atenciosa.

A toda a equipe do FRUVASF em especial a Marcos Alexandre e Letícia Yonara, que foram essenciais em toda a pesquisa, das coletas até as análises laboratoriais, sem vocês eu não teria chegado até aqui, toda a minha admiração e meu respeito.

Agradeço aos meus colegas de turma do mestrado em especial a Vanda Maria, Andressa Kamila, Phetrus, Hanna, Wilma, Willian, Bruno, Jussara, Ítala, a caminhada ficou mais leve na companhia de vocês, obrigado.

RESUMO

O cultivo da mangueira (*Mangifera indica* L.) no Submédio do Vale do Rio São Francisco é um dos mais tecnificados do Brasil. As condições edafoclimáticas e o sistema manejo utilizado possibilitam a produção de frutos durante todo o ano. Todavia, as elevadas temperaturas, associada à redução de lâmina hídrica na fase de maturação dos ramos tem provocado estresse excessivo às mangueiras. Quando expostas à estresses, as plantas ativam diferentes mecanismos de proteção dentre os quais está o acúmulo de solutos orgânicos de baixo peso molecular nos tecidos. Diante disto, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a efetividade de película protetora a base de silício associada a carbonato de cálcio na redução de estresse abiótico da mangueira cv. Palmer no semiárido pernambucano. O experimento foi desenvolvido em pomar comercial com dez anos de idade na cidade de Petrolina, estado de Pernambuco, localizado no semiárido brasileiro. Foram avaliados os seguintes tratamentos: T1- Controle T2- carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3- Humigel Plus A (500 ml/100 L); T4- Humigel Plus A (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5- Humigel Plus A (500 ml/100 L) + Humigel Plus Si (2000ml/100 L) e T6- Humigel Plus A (2000 ml/100 L) que correspondeu a dose recomendada pelo fabricante para localidades com temperaturas acima de 30 °C. As películas protetoras de cada tratamento foram aplicadas via foliar uma única após a indução floral. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, avaliado em parcelas subdivididas. Foram avaliados: Metabolismo de carboidratos (Carboidratos solúveis totais e amido); atividade das enzimas antioxidantes (ascorbato peroxidase, catalase, superóxido dismutase -SOD e α -amilase); atividade fotossintética (condutância estomática, transpiração, taxas de fotossíntese líquida e concentração interna de CO₂); componentes de produção diâmetro longitudinal e transversal, temperatura foliar, produção(kg planta⁻¹), produtividade (t ha⁻¹); pós-colheita (qualidade pós-colheita). Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade usando o software R. O conteúdo de carboidratos totais apresentaram diferença apenas aos 5 DAA e 46 DAA e aos 4 DAA todos os tratamentos apresentaram os maiores conteúdos de carboidratos. Para os teores foliares de amido o pico para T1, T2, T3 e T4 foi registrado aos 3 DAA, enquanto T5 e T6 apresentaram baixo incremento nessa data. Os resultados de α -amilase não demonstraram diferenças estatísticas entre os tratamentos nas datas avaliada percebe-se que para todos os tratamentos apresentaram elevação até 4 DAA, com comportamento distinto nas avaliações posterior. Em relação à fotossíntese líquida observa-se incremento significativo para todos os tratamentos aos três dias após a aplicação, com exceção para a testemunha, que se manteve praticamente estável. A atividade da enzima ascorbato peroxidase (APX) foi significativamente afetada pela aplicação dos tratamentos apenas em duas datas de avaliação (3 e 5 dias após a aplicação dos tratamentos). A atividade a enzima superóxido dismutase (SOD) apresentou oscilação bastante significativa basicamente para dois tratamentos (T1 – testemunha, e T2 - carbonato de cálcio na dose de 5 kg/100 L). Os resultados indicam uma clara atuação da película protetora na atenuação do estresse vegetal da mangueira, inclusive com efeito persistente em função do tempo, considerando o intervalo avaliado.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L. Proteção de aparato fotossintético. Película protetora. Protetor solar. Fotoassimilados.

ABSTRACT

The cultivation of mango trees (*Mangifera indica* L) at the São Francisco Valley Submediate is one of the most technologically advanced cultivation in Brazil. The edaphoclimatic conditions and its management system enable fruit production throughout the year. However, the elevated temperatures associated with the reduction of water lamina in the branches maturation phase have been causing excessive stress on mango trees. When exposed to stresses, the plants activate different protection mechanisms, among which the accumulation of low molecular weight organic solutes in the tissues is present. Throughout this, the present work aims to evaluate the effectiveness of silicon based protective membrane associated with calcium carbonate in the reducing abiotic stress of the mango tree cv. Palmer in the semi-arid region of Pernambuco. The experiment was developed in a 10-year-old commercial mango tree orchard in the city of Petrolina, Pernambuco, located in the Brazilian semiarid. The following treatments were evaluated: T1- Evidence; T2- Calcium Carbonate (5 kg / 100 L); T3- Humigel Plus A (500 ml/100 L); T4- Humigel Plus A (500ml/100 L) + calcium carbonate (5kg/100 L); T5 - Humigel Plus A (500 ml/100L) + Humigel Plus Si (2000 ml/100 L); and T6 - Humigel Plus A (2000 ml/100 L) which corresponds to the recommended induction. The experimental design was made in randomized blocks, then evaluated in subdivided plots. Were evaluated: carbohydrate metabolism (total soluble carbohydrates and cornflour); activity of antioxidant enzymes (ascorbate peroxidase, catalase, superoxide dismutase -SOD and -amylase); α -amilase); atividade photosynthetic activity (stomatal conductance, transpiration, liquid photosynthesis rates, and internal CO₂ concentration); longitudinal and transverse diameter production components, leaf temperature, production (kg plant⁻¹), productivity (t ha⁻¹); postharvest (post-harvest quality). The data were submitted to analysis of variance, and the means were compared to each other by the Tukey test at the level of 5% of probability using the R software. The total carbohydrate content showed a difference only at 5 DAA and 46 DAA, and at 4 DAA all treatments had had the highest carbohydrate content. For leaf cornflour contents, the peak for T1, T2, T3 and T4 was registered at 3 DAA, while T5 and T6 showed low increase on this date. The results of α -amilase); atividade-amylase did not show statistical differences between the treatments on the evaluated dates, thus it is clear that for all treatments they showed an increase up to 4 DAA, with different behavior in the subsequent evaluations. In relation to liquid photosynthesis, a significant increase was observed for all treatments at three days after application, except for the Evidence which remained practically stable. The activity of the enzyme ascorbate peroxidase (APX) was significantly affected by the application of treatments only on two evaluation dates (3 and 5 days after application of the treatments). The activity of the superoxide dismutase enzyme (SOD) showed a very significant oscillation basically for two treatments (T1 - Evidence, and T2 - calcium carbonate with 5 kg/100 L). The results indicate a clear action of the protective membrane in the attenuation of the vegetable stress of mango trees, including a persistent effect as a function of time, and considering the evaluated interval.

Keywords: *Mangifera indica* L. Protection of photosynthetic apparatus. Protective membrane. Sunscreen. Photoassimilated.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura máxima, mínima e média do ar, umidade relativa do ar e precipitação registrados durante a condução do experimento. Petrolina-PE, 2019.....	20
Figura 2. Umidade de solo (0,2 m de profundidade e +0,5 m do tronco da planta) em 07/03/2019, em função dos tratamentos avaliados.....	23
Figura 3. Determinação de trocas gasosas em IRGA (A) (Analisador de gás por radiação infravermelho).....	25
Figura 4. Determinação da temperatura foliar em mangueira „Palmer“ (A) na orientação linha de plantio do pomar do lado poente em 22/06/2019, próximo à colheita (B).....	25
Figura 5. Realização da colheita (A), frutos recém-colhidos (B) e frutos no momento da realização das análises de qualidade pós-colheita (C).....	27
Figura 6. Carboidratos solúveis totais em folhas maduras de mangueira cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio e dias após a aplicação dos tratamentos.....	28
Figura 7. Teores de amido (A) e α -amilase (B) em folhas de mangueira cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio e dias após a aplicação dos tratamentos.....	30
Figura 8. Fotossíntese líquida de mangueira cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio e dias após a aplicação dos tratamentos.....	31
Figura 9. Transpiração de folhas de mangueira cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio e dias após a aplicação dos tratamentos.....	32
Figura 10. Distribuição dos tratamentos sobre superfície foliar de mangueira cv. Palmer em função das aplicações de película protetora associada a carbonato de cálcio.....	33
Figura 11. Temperatura de folhas de mangueira cv. Palmer em 07/03/2019, em função de película protetora associada a carbonato de cálcio na redução de estresse abiótico.....	34
Figura 12. Enzima catalase (CAT) em mangueira cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio e dias após a aplicação dos tratamentos.....	35

Figura 13. Enzima ascorbato peroxidase (APX) de mangaueira cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio e dias após a aplicação dos tratamentos....	37
Figura 14. Enzima superóxido dismutase (SOD) em mangaueira cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio e dias após a aplicação dos tratamentos....	38
Figura 15. Produção e produtividade de mangaueira cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio na redução de estresse abiótico.....	39
Figura 16. Peso dos frutos de mangaueira cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio na redução de estresse abiótico.....	40
Figura 17. Firmeza dos frutos de mangaueira cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio na redução de estresse abiótico.....	41
Figura 18. Sólidos solúveis em frutos de mangaueira cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio na redução de estresse abiótico.....	42
Figura 19. Acidez titulável (gramas/100 g) em frutos de mangaueira cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio na redução de estresse abiótico.....	43
Figura 20. Relação sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) (AA/AT) em frutos de mangaueira cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio na redução de estresse abiótico.....	44

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Análise química do solo, profundidade de 0-30 cm, da área experimental cultivada com mangueira „Palmer“ antes da aplicação dos tratamentos.....21
- Tabela 2.** Estado nutricional da mangueira „Palmer“ antes da aplicação dos tratamentos.....22

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Cultura da manga no semiárido brasileiro.....	12
2.2 Estresse abiotico presente no Semiárido.....	13
2.3 Estratégias para mitigação dos efeitos do estresse abiotico.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5. CONCLUSÕES.....	44
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

A manga é uma das frutas tropicais mais apreciadas no mundo devido ao seu sabor e aroma característicos, além de coloração atraente e elevado valor nutritivo. O Brasil é o sétimo maior produtor e sexto maior exportador mundial dessa fruta (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2019), tendo exportado, em 2018, 170.463 t, dos quais aproximadamente 87% foram produzidos no Vale do São Francisco (AGROSTAT, 2018).

O cultivo da mangueira no Submédio do Vale do São Francisco no Nordeste do Brasil se destaca por ser um dos mais tecnificados do país e pela utilização de manejo específico para as condições semiáridas, além da possibilidade de produção durante todo o ano, alcançando as mais variadas janelas de mercado, devido às condições edafoclimáticas (BRANCO; LIMA, 2016).

Dentre as variedades cultivadas no Vale do São Francisco, destaca-se a „Palmer“ como grande aceitação no mercado interna devido à produção semitardia e frutos de polpa amarela firme, com pouca ou nenhuma fibra, casca fina, relação polpa/fruto de 72% e pouco susceptível ao colapso interno (Genú; Pinto, 2002).

No Submédio do Vale do São Francisco no Nordeste do Brasil, predomina o clima Bsh“, com temperatura média de 34,7°C e uma umidade relativa do ar média de 23,7% no período mais quente do dia durante o trimestre final do ano, condição que pode causar estresse às plantas. Todavia, a exposição moderada ao estresse hídrico induz o florescimento das mangueiras nessa região (RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010).

Apesar do panorama positivo da produção de mangas no Vale do São Francisco, as elevadas temperaturas, associada à redução de lâmina hídrica na fase de maturação de ramos (CAVALCANTE et al., 2018) vem causando problemas de estresse excessivo na mangueira. Quando expostas a condições adversas de cultivo as plantas ativam diferentes mecanismos de proteção dentre os quais está o acúmulo de solutos orgânicos de baixo peso molecular (prolina, proteína, carboidratos) nos tecidos (MARIJUAN; BOSCH, 2013).

Esse mecanismo de defesa vem sendo estudado especialmente em relação a estresse hídrico, térmico, salino ou estresses causados por patógenos, anaerobiose, deficiência de nutrientes, poluição atmosférica e radiação UV, e até mesmo a todos esses estresses de forma combinada “estresses múltiplos” (SALISBURY; ROSS, 2013; KANAYAMA; KOCHETOV, 2015).

Dentro desses cenários, estratégias de manejo têm sido adotadas e estudadas com objetivo de mitigar os estresses causados especialmente por temperaturas elevadas e intensidades luminosas excessivas, a exemplo de bloqueadores solares. Especificamente para a mangueira Abd-Allah et al. (2013) observaram que a pulverização de caulim ou carbonato de magnésio a 5% teve um efeito positivo na redução da área da pele queimada pelo sol e na porcentagem de queda de frutos.

Diante disto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo avaliar a efetividade de película protetora associada a carbonato de cálcio na redução de estresse abiótico da mangueira cv. Palmer no semiárido pernambucano.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura da mangueira no semiárido brasileiro

A mangueira se destaca entre as mais importantes fruteiras tropicais cultivadas, cuja projeção indica que até o ano 2020 sua demanda cresça para aproximadamente para 900,5 mil toneladas. Por essa razão, a manga vem sendo um atrativo para o investimento comercial, visto que a sua aceitação crescente no mercado internacional (GALVÃO, 2010).

A mangueira cultivada pertence à espécie *Mangifera indica* da família Anacardeaceae. Embora existam diversas espécies frutíferas nessa família, a mangueira é a única plantada em larga escala (PINTO et al., 2000).

Dentre as culturas irrigadas da região do Vale do São Francisco, a mangueira é uma das mais relevantes do ponto de vista socioeconômico, pois gera um grande volume anual de negócios tanto nos mercados interno quanto externo que se traduzem na criação de empregos na região (GALVÃO, 2010). De fato, a manga vem se mostrando como uma das frutas mais exportadas pelo Brasil e a expectativa é que cresça ainda mais essa participação. Todavia, as mudanças do mercado internacional nos últimos anos e o aumento das exigências e concorrências por parte dos principais mercados importadores ao decorrer dos anos foram alguns dos desafios enfrentados pela atividade (GALVÃO, 2010).

As mangueiras que são cultivadas em regiões semiáridas normalmente passam por menores índices pluviométricos e uma grande demanda evapotranspiratória, fazendo com o que a irrigação seja necessária para a produção comercial. Por manterem altos

níveis de radiação solar, os cultivos irrigados precisam de uma maior quantidade de água. As plantas são capazes de resistir a baixos níveis de umidade do solo pelo fato de que os seus sistemas radiculares atingem profundidades grandes, porém mesmo que elas possuam a capacidade de se manterem vivas durante 8 meses sem chuvas e em condições de seca, o aparecimento de um longo período de estiagem pode provocar a ascensão capilar causando um estresse hídrico, atingindo diretamente a produtividade (OLIVEIRA et al. 2004).

No semiárido tropical, a cultura da mangueira predomina em regiões irrigadas, sendo a sua frutificação induzida artificialmente. No que se diz respeito às técnicas de desenvolvimento da cultura, estas são geralmente altamente especializadas (OLIVEIRA et al. 2004). Durante a formação floral da mangueira ela necessita de água, porém a lâmina precisa ser ajustada para essa demanda. Alguns trabalhos de pesquisa mostraram que a irrigação não deve ser realizada durante o período de diferenciação do broto floral, mas deve-se iniciar somente na emergência da panícula depois da diferenciação floral. Quando acontece o estresse hídrico do solo o crescimento das gemas vegetativas é retardado e acaba colaborando para o desenvolvimento das gemas florais. Entre a 4ª e a 6ª semana após o estabelecimento dos frutos é o momento em que a mangueira mais necessita de irrigação (COELHO et al., 2000).

De maneira geral, as principais dificuldades enfrentadas no cultivo de manga em regiões semiáridas incluem o manejo produtivo, pragas e doenças, recursos financeiros restritos, alto custo de produção, aquisição de mão de obra, mas com maior relevância para o clima (GALVÃO, 2010).

2.2 Estresse abiótico presente no Semiárido

O estresse abiótico pode ser definido como uma influência negativa por motivos não vivos sobre organismos em ambiente específico. A variável influencia não somente o ambiente, mas também a capacidade de afetar de forma negativa o desempenho da população ou da fisiologia individual e do organismo de forma significativa. Os fatores abióticos como a classificação da luz ou na maioria das vezes a radiação, água, temperatura, atmosféricos e solo (PLANTIER, 2012).

Harb et al. (2010) consideram o estresse abiótico como um fator restritivo que pode impedir o aumento e desenvolvimento da planta, fazendo como que as áreas cultivadas em todo o mundo sejam reduzidas significativamente.

A mangueira tolera temperaturas entre -6°C e 40°C , sendo que fora deste intervalo ocorrem prejuízos tanto em plantas adultas quanto em mudas (CAMPBELL; CAMPBELL, 2006; RAMÍREZ; DAVENPORT, 2010). Temperaturas entre 25 e 30°C

proporcionam maior desenvolvimento vegetativo, enquanto temperaturas entre 10°C e 18°C promovem o desenvolvimento de gemas reprodutivas (NUÑEZ-ELISEA et al., 1996), havendo ótimo crescimento entre 24 e 30°C , pois as temperaturas extremas prejudicam o crescimento, o desenvolvimento, a produção e a qualidade dos frutos.

Devido ao manejo da indução de florescimento da mangueira, que inclui diminuição da irrigação, e as condições locais que apresentam altas temperaturas e baixa umidade do ar, as plantas estão constantemente sob estresse (SANTOS et al., 2016), o uso de estratégias para mitigação de estresse abiótico é necessário embora os estudos cm esse tema considerando as condições regionais ainda sejam incipientes. Adicionalmente, o estresse hídrico e/ou térmico prolongado provoca maior demanda respiratória e compromete o acúmulo de fotoassimilados (GONZÁLEZ et al., 2004).

Faria-Silva et al. (2017) constataram que mangueiras cultivadas no lado oeste do pomar, ou seja, que recebiam maior intensidade luminosa, sofreram fotoinibição, todavia apresentaram melhor desempenho fotoquímico em períodos com os maiores requisitos de fotoassimilados. Além disso, as plantas demonstraram diferentes habilidades para lidar com alterações na radiação ativa fotossintética e alta temperatura, sugerindo que a variedade estudada (Ubá) pode ser explorada em regiões com grandes variações térmicas e de irradiância solar.

Nas mangueiras, altas temperaturas não apenas inibem o crescimento vegetativo, mas também causam considerável redução nas taxas fotossintéticas (LAXMAN; ANNAPOORNAMMA; BIRADAR, 2016). A exposição de frutos de manga a alta temperatura e alta intensidade de luz podem levar a alterações metabólicas e fisiológicas com efeitos sobre a produção e a qualidade (Le´chaudel et al., 2013).

A mangueira também é considerada sensível à salinidade que pode reduzir drasticamente a sua produção de frutas. Em condições salinas as mangueiras apresentam folhas com as pontas e as margens queimadas, onduladas e, em casos graves, redução do crescimento, abscisão foliar e morte de árvores (Zuazo et al., 2004). Em áreas irrigadas na Região do Vale do São Francisco, no Nordeste do Brasil, os problemas de salinidade do solo associados ao desenvolvimento das mangueiras podem ser devidos a um acúmulo de sais na região de espaçamento entre as plantas (Rodrigues et al., 2018).

Outro estudo nessa mesma região revelou que mangueiras irrigadas com níveis de salinidade entre 4 e 5 dS m⁻¹ reduzem a produção de frutos em até 50% (Amaral, 2011). De maneira geral, indicadores de estresse abióticos da qualidade estão sendo analisados nas mais diversas maneiras de manejo e uso, e são considerados como essenciais para compreender os processos de degradação e redução de longevidade produtiva da cultura (RAMOS et al., 2014).

O estímulo a mecanismos de proteção vegetal são ainda mais relevantes porque a fotossíntese é responsável por fazer a conversão da energia luminosa em energia química e absorver do CO₂ da atmosfera, a construção de estruturas de carbono na biomassa vegetal é atingida por transformações no clima, e por esse motivo necessita de mais preocupação no que diz respeito aos estudos de estresses abióticos sobre a produtividade vegetal e a fisiologia de plantas (DALBERTO, 2015).

Na avaliação da fisiologia vegetal em condições de estresse, o estudo do perfil fotossintético é muito importante, pois se compreende a produtividade de sistemas vegetais assim como a resposta que ele dá ao estresse. A fotossíntese é responsável por fazer a conversão da energia luminosa em energia química e absorver do CO₂ da atmosfera, a construção de estruturas de carbono na biomassa vegetal é atingida por transformações no clima, por esse motivo necessita de mais preocupação no que diz respeito aos estudos de estresses abióticos sobre a produtividade vegetal e a fisiologia de plantas (DALBERTO, 2015).

O processo fotossintético é sensível a temperaturas extremas, seca, radiação UV, excesso de intensidade luminosa etc (STIRBET et al., 2014). O aparato fotossintético, especialmente o FS II, é muito sensível a vários estresses, sendo os seus efeitos detectados antes mesmo do aparecimento de evidências morfológicas (GUO e TAN, 2013). A análise de fluorescência da clorofila, por exemplo, é usado como indicador de variações fisiológicas ou de estresses e também o meio mais utilizado para selecionar plantas mais tolerantes aos estresses ambientais. Isso por que se trata de um método não destrutivo, com o custo baixo, fácil de ser utilizado e por possibilitar inferir sobre processos fundamentais do aparato fotossintético (BAKER e ROSENQVIST, 2004).

Outra técnica utilizada na avaliação da atividade fotossintética é a determinação das trocas gasosas. Esse método baseia-se no isolamento de uma amostra de tecido fotossintizante dentro de uma câmara fechada, de maneira que se possa fazer os registros das modificações nas formas de vapor de gás carbônico e água, fazendo com o que sejam calculadas a taxa de

transpiração, a taxa de assimilação líquida de carbono, a condutância estomática e a concentração intercelular de CO₂ (VON CAEMMERER e FARQUHAR, 1981 e BERNACCHI, 2003).

Da mesma forma que essas técnicas tem sido úteis para identificar as alterações no comportamento fotossintético em plantas submetidas ao déficit hídrico, também pode ser usada para estudar o estresse térmico por altas temperaturas (VAN HEERDEN et al., 2007; RAPACZ et al., 2010; KOLLER et al., 2013). Dessa forma tem sido possível realizar o estudo de múltiplos estresses sobre a capacidade fotossintética das plantas, possibilitando a identificação e a compreensão dos mecanismos que possam atenuá-los (RENGIFO et al., 2015).

Em plantas, a exposição aos estresses ambientais leva ao aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) que, em excesso, causam estresse oxidativo, um estado de desequilíbrio entre a produção de EROs e a neutralização de radicais livres por antioxidantes, resultando em danos aos componentes celulares, incluindo lipídios, ácidos nucleicos, metabólitos e proteínas, o que finalmente leva à morte das células nas plantas (Xie, et al., 2017), sendo a manutenção das EROs em níveis normais crucial para equilíbrio fisiológico das plantas.

O equilíbrio entre a produção e desintoxicação das EROs é sustentado por sistemas antioxidantes não enzimáticos (tampões redox celulares ascorbato e glutathione, tocoferol, carotenóides e compostos fenólicos) e enzimáticos (superóxido dismutase, catalase, glutathione peroxidase, guaiacol peroxidase, peroxiredoxinas, ascorbato peroxidase, monodehidroascorbato redutase, desidroascorbato redutase e glutathione redutase) em geral, aumentam em resposta ao estresse (CAVERZAN et al., 2014).

Na cultura da mangueira em campo, o estresse provocado pelo déficit hídrico ocasiona redução na taxa fotossintética, na transpiração e na condutância estomática das folhas (SANTOS et al., 2013). O estresse hídrico em mangueira também provoca alterações hormonais e no metabolismo de enzimas antioxidantes, diminuindo a concentração de auxinas, giberelinas, enquanto aumenta a concentração de ácido abscísico (ABA) e a atividade das enzimas antioxidantes peroxidase (POX), catalase (CAT) e superóxido dismutase (SOD) nas folhas, mostrando claramente que o incremento na tolerância à seca foi associado ao aumento da atividade da enzima antioxidante, permitindo que as mangueiras lidem melhor com o estresse por seca (HELALY et al., 2017). Esses estudos sinalizam, por tanto, que é necessária a utilização de múltiplos indicadores na compreensão do estresse abióticos em mangueira.

2.3 Estratégias para mitigação dos efeitos deletérios do estresse abiótico

De maneira geral, as culturas agrícolas em regiões tropicais sofrem efeitos adversos da alta temperatura, muitas vezes combinado com o déficit hídrico e alta intensidade de luz. Esses estresses costumam provocar alterações nas reações fotossintéticas primárias e em processos bioquímicos e, por isso, tem sido amplamente investigada em plantas (MURCHIE et al., 2015).

Para entender o comportamento das culturas agrícolas diante das variações ambientais é necessário que o comportamento fisiológico das plantas seja estudado sob condições de seca, alta temperatura e intensidade de radiação luminosa. A exposição ao estresse abiótico pode ocasionar uma resposta complexa que é iniciada com a percepção do estresse e que pode ativar vias de transdução de sinais que manifestam mudanças celulares, fisiológicas e dos níveis de desenvolvimento, induzindo a produção de compostos com propriedades antioxidantes provenientes do metabolismo secundário, aumento da atividade das enzimas antioxidantes, síntese de carotenoides e fenólicos, que podem atuar em defesa da oxidação celular, resultando em resistência dos frutos e doenças (LIU et al., 2009). Assim, estratégias de manejo têm sido adotadas e estudadas com objetivo de mitigar os estresses causados especialmente causados por temperaturas elevadas e intensidades luminosas excessivas.

Elevados níveis de radiação solar e temperatura do ar, baixa umidade relativa podem provocar lesões por queimadura solar em frutas, provocando perdas de até 30% (dependendo das estações e do tipo de fruta, mas sua incidência e gravidade dependem do fator climático, cultivares, condições hormonais, nutricionais e de umidade do solo), mas algumas práticas de manejo podem minimizá-las como: cultivares tolerantes, irrigação eficiente, manejo apropriado do dossel, cobertura ou consórcio, sobre aspersão de árvores, sombreamento artificial, ensacamento de frutas, supressores (caulim ou carbonato de cálcio) e protetores químicos (LAL E SAHU, 2017) e o uso de bioestimulantes (DU JARDIN, 2015).

A aplicação de carbonato de cálcio de 0,5 a 2,0% em videiras resolveu o problema de queimaduras solares nos frutos, pois a porcentagem de bagas queimadas pelo sol e acidez total delas reduziu com a aplicação dos tratamentos protetores (AHMED et al., 2013). A pulverização das palmeiras Zaghoul e Samany com o protetor solar comercial Purshade[®] proporcionou aumento na retenção final de frutos, peso do cacho e, conseqüentemente, rendimento total, peso do fruto, altura e espessura da polpa, bem como teor de umidade do

fruto, sólidos solúveis totais e teor de açúcar,

reduziu a porcentagens de taninos (BADRAN, 2015). O efeito de Purshade® (carbonato de cálcio 62,5%) também foi investigado por Campos (2013) sobre a produção comercial de pimentão (*Capsicum annuum*), o qual apresentou diferenças significativas na altura e no número de entrenós das plantas e uma forte tendência de aumento no rendimento de quase 10% com a aplicação do carbonato de cálcio a 62,5%.

Sharma et al. (2018) constataram que a aplicação de um produto comercial a base de caulim (Surround WP®) em romãzeira (*Punica granatum* L.) foi capaz de reduzir queimaduras solares e rachaduras nos frutos, elevou os teores de antocianinas, compostos fenólico totais, sólidos solúveis, aumentou o rendimento de suco e a atividade antioxidante e de lipoxigenase, além de diminuir a incidência de broca (*Deudorix isocrates* Fabr.) e da ferrugem bacteriana (*Xanthomonas axonopodis* pv. *Punicae*). Para a mangueira, Abd-Allah et al. (2013) observaram que a pulverização de caulim ou carbonato de magnésio a 5% teve um efeito positivo na redução da área da pele queimada pelo sol e na porcentagem de queda de frutos.

De acordo com Xavier et al. (2018), a pulverização semanal com um protetor solar constituído por 62,5% de carbonato de cálcio forneceu efeitos benéficos na manutenção do status ideal da água e trocas gasosas de mudas clonais de eucalipto sob estresse hídrico. Ahmed (2014) também estudou o efeito de vários antitranspirantes, incluindo Green Miracle®, ácido salicílico, Vapor guard®, Purshade®, carboidrato de cálcio, caolin e quitosana sobre o crescimento e frutificação de bananeiras, os quais melhoraram o crescimento, o estado nutricional, a produtividade e a qualidade dos frutos, acompanhado da redução de compostos fenólicos totais, prolina e pressão osmótica foliar, mas os melhores resultados foram verificados quando se utilizou quitosana, seguido pelo caolin.

Aplicação de protetor solar foliar a base de Ca reduziu o impacto do déficit hídrico no crescimento das plantas de mogno africano (*Khaya senegalensis*), especialmente na condição de alta demanda atmosférica, caracterizada por alto déficit de pressão de vapor e temperatura (COSTA et al., 2018).

Além dos protetores solares, estudos mostraram que a irrigação em períodos específicos de desenvolvimento das plantas também pode reduzir o estresse abiótico. Em estudo realizado por Faria-Silva et al. (2019) em mangueira, a irrigação melhorou os parâmetros de fluorescência (resultando em altos valores de desempenho), prevenindo danos ao aparelho fotossintético, que influenciaram

Positivamente o suprimento de fotoassimilados à carga de frutas. Além disso, os mesmos autores sugerem que o suprimento adicional de água por irrigação nas águas pluviais mangueiras são recomendadas para manter alto desempenho fotossintético apenas durante o desenvolvimento e maturação. Porém, a dificuldade no caso da mangueira em condições semiáridas é que a redução de lâmina hídrica deve ser muito ajustada considerando a demanda da cultura

Ainda em mangueira, a pulverização com bioestimulante contendo aminoácidos e extrato de levedura proporcionou efeito atenuador do estresse abiótico, pois promoveu efeito positivo na transpiração, concentração interna de CO², eficiência do uso da água e número de gemas reprodutivas e não diferenciadas da mangueira cv. Tommy Atkins cultivado no semiárido tropical (MUDO et al., 2020). A pulverização de bioestimulantes contendo nutrientes + L- α - aminoácidos e nutrientes + aminoácidos livres + extrato de algas *Lithothamnium* em mangueiras também afetaram a produção e a qualidade dos frutos de mangueira de maneiras distintas entre as estações, promovendo maior produtividade de frutos e mantiveram a qualidade pós-colheita dos frutos exigidos pelo mercado europeu (LOBO et al., 2016).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em pomar comercial de mangueira (*Mangifera indica* L.) cv. Palmer, na fazenda Aracê, situada no município de Petrolina-PE, a 9°19'44.87" S de latitude, 40°41'4.69" O de longitude e altitude média de 423 m, durante o período de janeiro a julho de 2019.

O clima da região é classificado como Bsh", segundo a classificação de Köppen, o que caracteriza a região como quente e semiárida, com temperatura média anual de 26 °C e precipitação média anual de 481,7 mm.

Durante a execução do experimento, os dados climáticos referentes à precipitação pluviométrica, temperatura e umidade relativa do ar foram registrados em estação meteorológica automática (Figura 1).

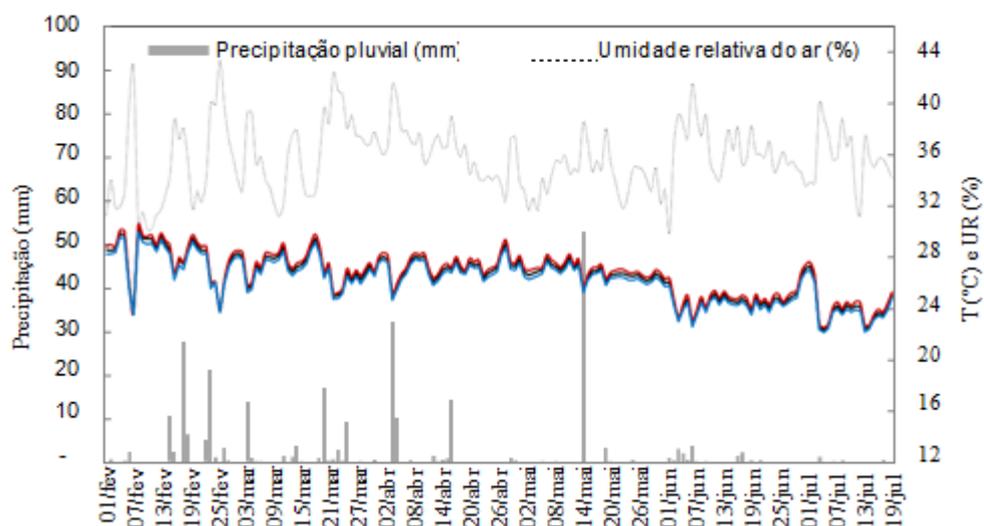


Figura 1. Temperatura máxima, mínima e média do ar, umidade relativa do ar e precipitação registrados durante a condução do experimento. Petrolina-PE, 2019.

Para caracterização inicial da área foram coletadas amostras de solo (Tabela 1) e folhas (Tabela 2), para fins de fertilidade e determinação do estado nutricional das plantas.

Tabela 1. Análise química do solo, profundidade de 0-30 cm, da área experimental cultivada com mageira Palmer antes da aplicação dos tratamnto.

Acidez do solo¹	Unidade	Valor
pH (KCL)		5,38
H ⁺ + Al ⁺³	cmol _c /dm ³	2,06
Al ⁺³	cmol _c /dm ³	0,06
M	%	1,04
Cátions trocáveis²		
Ca ⁺²	cmol _c /dm ³	3,60
Mg ⁺²	cmol _c /dm ³	1,14
K ⁺	cmol _c /dm ³	0,78
Na ⁺	cmol _c /dm ³	0,18
SB	cmol _c /dm ³	5,70
Macronutrientes aniônicos⁴		
P	mg/dm ³	14,84
S	mg/dm ³	33,23
Micronutrientes²		
Fe ²⁺	mg/dm ³	45,70
Mn ²⁺	mg/dm ³	31,74
Cu ²⁺	mg/dm ³	1,76
Zn ²⁺	mg/dm ³	16,74
B	mg/dm ³	2,01
Outras características do solo³		
CE	dS/m	0,70
MOS	dag/kg	2,61
CTC (Efetiva)	cmol _c /dm ³	5,76
CTC (pH7)	cmol _c /dm ³	7,76
Relações		
Ca/Mg		3,2
Ca/K		4,6
Ca/Na		19,6
Mg/K		1,5
Mg/Na		6,2
K/Na		4,2

1 - Extração em Acetato de Cálcio (H+Al) e KCl (Al³⁺); 2 - Extração em KCl (Ca e Mg) e Mehlich- 1 (K, Na e micronutrientes catiônicos); 3 - CE no extrato da pasta de saturação e MOS pelo método da combustão seca; 4 - P por extração com Resina de Troca Aniônica

Tabela 2. Estado nutricional da mangueira Palmer antes da aplicação dos tratamentos.

Macronutrientes			
Elemento	Teor	NC^{1/}	DOP^{2/}
	(g/kg)	(g/kg)	
Nitrogênio	8,82	14,00	-37,00
Fósforo	2,47	1,60	54,44
Potássio	11,58	10,00	15,82
Cálcio	28,78	35,00	-17,77
Magnésio	2,76	5,00	-44,90
Enxofre	2,44	1,80	35,47
Micronutrientes			
Elemento	Teor	NC	DOP
	(mg/kg)	(mg/kg)	
Ferro	55,01	200	-72,50
Cobre	12,17	50	-75,67
Manganês	426,17	100	326,17
Zinco	26,98	40	-32,56
Boro	108,72	100	8,72
Molibdênio	ns	ND	-
Benéficos			
Elemento	Teor	NC	DOP
	(g/kg)	(g/kg)	
Cloro	ns	0,9	-
Níquel	ns	ND	-
Cobalto	ns	ND	-
Sódio	0,20	ND	-
Silício	ns	ND	-
Selênio	ns	ND	-

NC^{1/} = Nível crítico (Baseado em Silva, 2002); DOP^{2/} = Desvio do Percentual Ótimo; (índice DOP negativo indica deficiência e [índice DOP positivo indica excesso].); ND = Não definido

O pomar é constituído de plantas com aproximadamente 10 anos de idade, espaçadas em 6 x 3m, foi irrigado por sistema localizado de gotejo por linhas duplas através de reposição diária da lâmina necessária. Seguindo as normas técnicas de Produção Integrada de Manga definidas por Lopes et al. (2003), foram realizadas as práticas culturais referentes à poda, controle de plantas invasoras, pragas e doenças; e colheita. O manejo do florescimento incluiu paclobutrazol, desponte e a quebra de dormência (nitrato de cálcio e potássio) seguindo as recomendações de Albuquerque et al. (2002). O manejo nutricional foi realizado através de sistema de fertirrigação, de acordo com análise do solo e a demanda da cultura (SILVA et al., 2002).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, considerando as estratégias de redução de estresse abiótico nas parcelas e datas de avaliação nas sub-parcelas, com quatro repetições, duas plantas por unidade experimental. A estratégia para de redução de estresse abiótico consistiram em aplicações de película protetora a base de silício em diferentes concentrações, associados ou não a carbonato de cálcio, da seguinte forma:

T1- Testemunha; T2- Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3- Aplicação foliar de Humigel Plus A (500 ml/100 L); T4- Aplicação foliar de Humigel Plus A (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5- Aplicação foliar de Humigel Plus A (500 ml/100 L) + Humigel Plus Si (2000ml/100 L) e T6- Aplicação foliar de Humigel Plus A (2000 ml/100 L) que corresponde a dose recomendada pelo fabricante, para localidades com temperaturas acima de 30°C.

Os produtos (nos respectivos tratamentos) foram aplicados sem adjuvantes, seguindo a recomendação do fabricante. Os tratamentos foram aplicados uma única vez no dia 21 de fevereiro de 2019, após a última indução floral.

A umidade do solo foi determinada em 07/03/2019 (14 dias após a aplicação dos tratamentos) de forma a caracterizar a distribuição de água nas plantas submetidas aos diferentes tratamentos, conforme se pode observar na Figura 2.

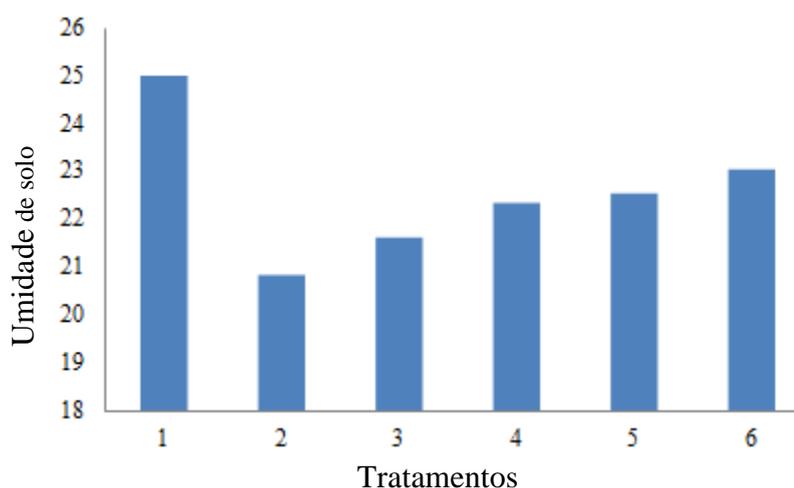


Figura 2. Umidade de solo (0,2 m de profundidade e +0,5 m do tronco da planta) em 07/03/2019, nos tratamentos avaliados.

T1: Testemunha absoluta; T2: Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L); T4: Aplicação de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + película protetora (Humigel Si) (2000 ml/100 L); T6: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L).

i) Carboidratos solúveis totais e amido (folhas de idade intermediária), seguindo a metodologia descrita por Dubois et al. (1956). As amostras foliares foram coletadas na fase de floração, acondicionadas em sacos plásticos, submersas em gelo em caixa térmica, para posterior determinação pelo método fenol-sulfúrico proposto por Tedesco et al. (1995);

ii) atividade das enzimas ascorbato peroxidase (APX), catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD) e α -amilase, seguindo a metodologia descrita por Beers & Sizer (1952) e Nakano & Asada (1981) (folhas). Para as enzimas APX, CAT e SOD. Para a determinação da atividade enzimática foram utilizadas 0,5 g da folha após serem tratadas com o ácido acético foram maceradas em graal com 20 ml de tampão acetato de potássio com pH 7,0, e a mistura centrifugada a 3.000 rpm por 15 minutos. O sobrenadante foi retirado e colocado em tubos de ensaio mantidos em refrigeração a 4°C, depois colocado em banho Maria por duas horas para realização das análises. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro em 620nm (nanômetros). Para a determinação da atividade da α -amilase o extrato obtido foi colocado em banho-maria à 70°C por 20 minutos. Foram retiradas quatro alíquotas de 0,1 mL e colocados em tubos de ensaio juntamente com 1 mL de tampão acetato de potássio, 1,0 mL de solução de amido e incubado por cinco minutos à 30°C. Passado esse tempo foi adicionado 1 mL de solução de lugol e 9 mL de água destilada. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro E - 225D a 620 nm (AOSA, 1983). Os dados das leituras foram transformados pela seguinte fórmula: $A. T. = [(substrato \text{ a } 620 \text{ nm} - leitura \text{ } 620 \text{ nm})/5 \cdot x] \cdot (20 / \text{alíquota} \cdot 0,5g)$, onde $x = 1 \mu\text{g}$ de amido. Os valores foram expressos em μg de amido hidrolisado min^{-1}g de semente $^{-1}$ (CHING, 1973); trocas gasosas quanto às taxas de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E) e concentração interna de CO_2 (C_i) com o auxílio de um analisador de gás por radiação infravermelho IRGA (Mod. Li-COR®6400 XT), com fluxo de ar de 300 mL min^{-1} e fonte de luz acoplada com *fluxo* de fótons (PPFD) mantido na câmara do IRGA de $1800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. As avaliações foram realizadas e folhas maduras do segundo fluxo, no período da manhã, começando a partir das 9 horas até as 11:30 h (Figura 3).



Figura 3. Determinação de trocas gasosas em IRGA (Analisador de gás por radiação infravermelho).

Em apenas uma data de avaliação

- i) Temperatura foliar com termômetro laser Termômetro Digital Infravermelho Benetech e câmera térmica Flir One Pro para ios – Flir (Figura 4);

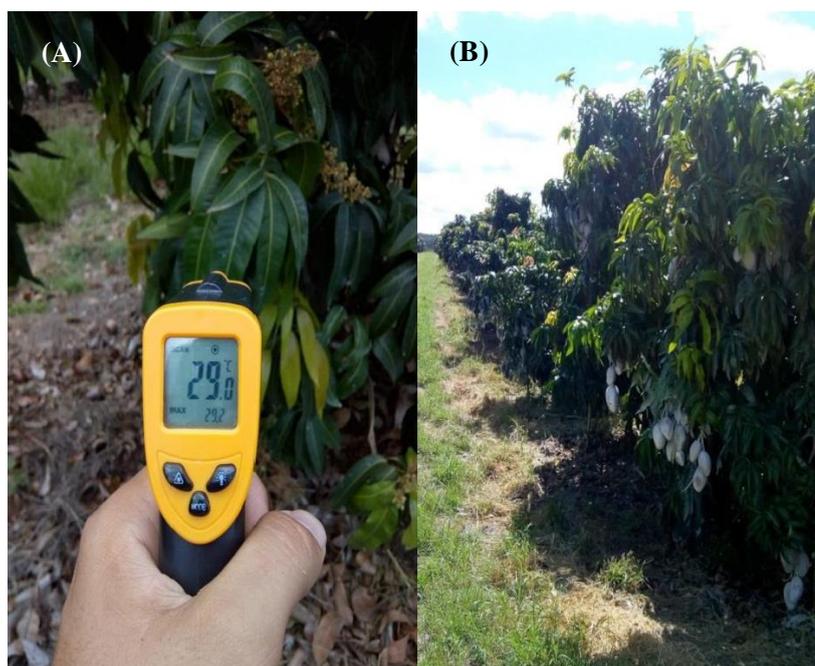


Figura 4. Determinação da temperatura foliar em mangueira „Palmer“ (A) na orientação linha de plantio do pomar do lado poente em 22/06/2019, próximo à colheita (B).

ii) Produtividade ($t\ ha^{-1}$) e qualidade pós-colheita de frutos. A colheita foi realizada no dia 18 de junho de 2019 (Figura 5A e 5B), quando os frutos se encontravam no estágio 2 caracterizado pela coloração da polpa creme-amarelada aproximadamente 127 dias após a aplicação dos tratamentos, em contentores plásticos, pesando-os para obtenção da produção ($kg\ planta^{-1}$). Foram coletados três frutos por repetição para realização das análises de qualidade pós-colheita. Para tanto, depois de colhidos os frutos foram acondicionados à temperatura de $20^{\circ}C$ em B.O.D. até atingir o estágio 4 de maturação (60% da polpa com cor amarela, conforme a Figura 5C), quando foram realizadas as avaliações das características físico-químicas, seguindo a metodologia descrita por Instituto Adolfo Lutz (2008).

Foram realizadas as seguintes análises pós-colheita: diâmetro longitudinal (DL) e transversal (DT) dos frutos, determinados com paquímetro digital (0,01 mm-300mm, Starret[®]) e expresso em mm; firmeza de polpa, determinada em penetrômetro manual com ponteira de 8 mm, tomando-se as medidas em dois lados opostos da região equatorial do fruto onde a epiderme foi removida, o resultado foi expresso em kgf/cm^2 ; massa dos frutos, medida com balança de precisão (0,01g) e expressa em g; sólidos solúveis (SS), determinado por leitura direta em refratômetro ABBE e expresso em $^{\circ}Brix$ (Figura 7B); acidez titulável (AT) determinada por titulometria com solução de NaOH 0,1N e indicador fenolftaleína e expressa em g de ácido cítrico /100 g de polpa, e *ratio* SS/AT, obtido por relação direta.



Figura 5. Realização da colheita (A), frutos recém-colhidos (B) e frutos no momento da realização das análises de qualidade pós-colheita (C)

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de contrastes ao nível de 5% de probabilidade usando o software „R“ (R CORE TEAM, 2018).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância verifica-se que os conteúdos de carboidratos registrados nas diferentes datas após aplicação, apresentaram diferença apenas aos 5 DAA e 46 DAA (Figura 5). Aos 4 DAA todos os tratamentos apresentaram os maiores conteúdos de carboidratos, no entanto, foram considerados estatisticamente semelhantes, o maior valor foi obtido pelo T3 correspondendo a $197,54 \mu\text{mmol gMF}^{-1}$ de folha.

Após atingir o pico, aos 5 DAA, todos os tratamentos registraram redução considerável dos conteúdos de carboidratos, porém T5 que na avaliação anterior possuía 136,66 $\mu\text{mol gMF}^{-1}$, apresentou a menor redução, apenas - 4,64 $\mu\text{mol gMF}^{-1}$, sendo o tratamento com melhor desempenho na referida data (Figura 6). Aos 6 DAA, o T5 apresentou redução mais acentuada que os demais tratamentos (menor valor registrado), nas avaliações posteriores nos dias 7, 13, 20 e 34 após aplicação houve pequenas variações nos conteúdos de carboidratos dos diferentes tratamentos. Na última data de avaliação (46 DAA), T3, T5 e T6 apresentaram teor médio de 100,14 $\mu\text{mol gMF}^{-1}$ de folha, melhores resultados em comparação ao obtido com a aplicação do T2.

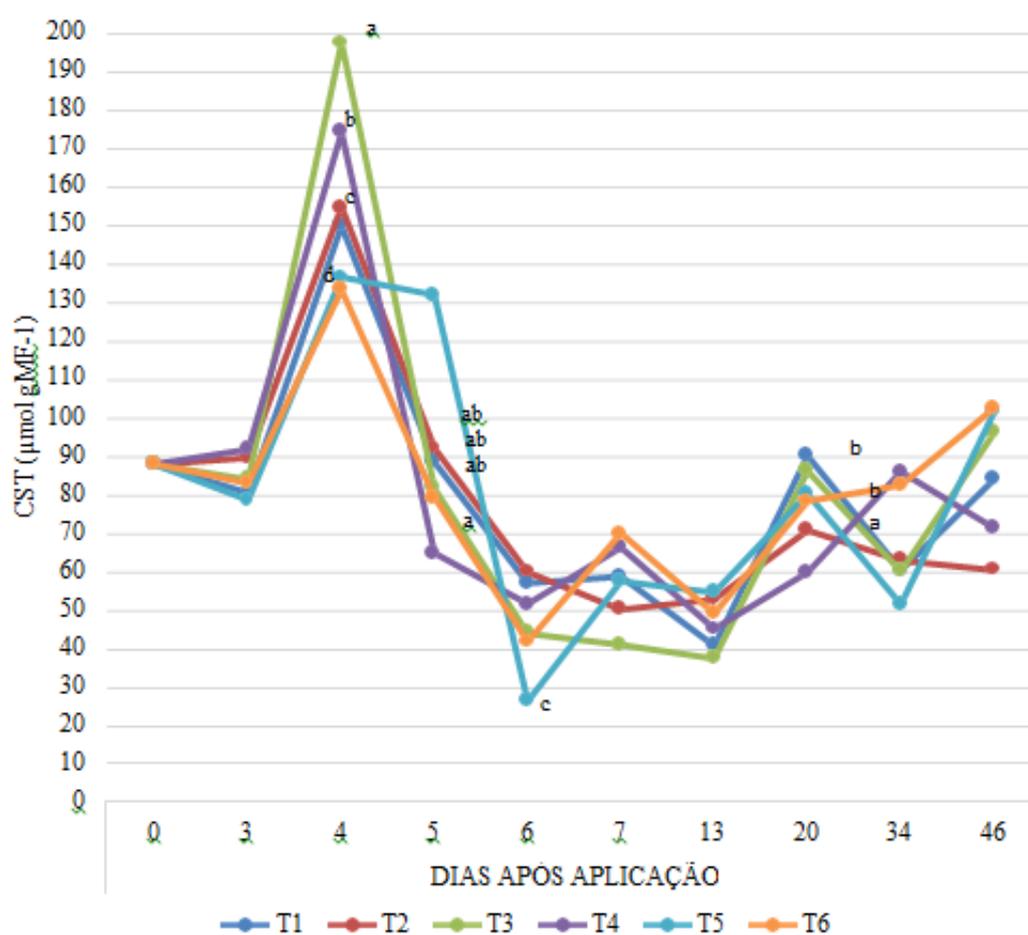


Figura 6. Carboidratos solúveis totais (CST) em folhas maduras de manga cv. Palmer em função de película protetora e dias após a aplicação dos tratamentos.

Letras minúsculas comparam os tratamentos em cada data de avaliação separadamente. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1: Testemunha absoluta; T2: Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L); T4: Aplicação de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + película protetora (Humigel Si) (2000 ml/100 L); T6: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L).

Para Prasad et al. (2014) os maiores conteúdos de carboidrato na fase inicial do florescimento, período em que se formam as panículas, pode ser devido às atividades mais elevadas de enzimas hidrolíticas e também a mobilização de metabólitos das folhas para o desenvolvimento das panículas. Conforme Davenport (2007), os carboidratos quando acumulados em quantidades ideais nas folhas podem fornecer a energia necessária para o desenvolvimento reprodutivo, principalmente na formação das inflorescências.

Dessa forma, o registro dos picos de conteúdo de carboidrato nas fases iniciais (0 a 5 DAA) indica que os tratamentos possibilitam que as plantas obtenham floração mais uniforme e vigorosa. Adicionalmente, o metabolismo dos carboidratos fornece energia na forma de ATP, além de agentes redutores e compostos intermediários que auxiliam na assimilação do NO_3^- (PHAVAPHUTANON, 2000) o que justifica a redução dos seus conteúdos no período de desenvolvimento inicial das panículas (5 a 13 DAA), pois estas constituem um forte dreno.

Para os teores foliares de amido (Figura 7A), diferente do que aconteceu para o conteúdo de carboidratos solúveis totais, os tratamentos apresentaram picos em dias de avaliações diferentes, o pico para T1, T2, T3 e T4 foi registrado aos 3 DAA, enquanto T5 e T6 apresentaram baixo incremento nessa data. A avaliação 4 DAA, foi a única em que os tratamentos apresentaram diferença estatística, sendo T6 superior aos demais tratamentos, registrando um aumento em relação ao seu teor no dia anterior de 323,14%, no entanto seu valor 5 DAA voltou a reduzir se igualando estatisticamente aos outros tratamentos.

As variações registradas nos teores nas datas posteriores não promoveram alterações significativas nas comparações entre tratamentos. Independente de quando atingiram seus maiores valores, todos os tratamentos apresentaram elevação na fase inicial, indicando que mesmo após o fim da indução, o amido continuou sendo acumulado. A redução concomitante ao início do desenvolvimento das panículas já foi reportada por Urban et al. (2004) que ao avaliar a concentração de amido nas folhas próximas as gemas florais, verificou redução de 74% apenas 5 dias após o início do florescimento; para Ruiz (2001) o teor de amido na fase pré-flor é um dos fatores mais importantes para o florescimento e desenvolvimento de frutos. Sendo assim, o T6 ao promover o maior teor de amido, possibilitou melhores condições para o florescimento.

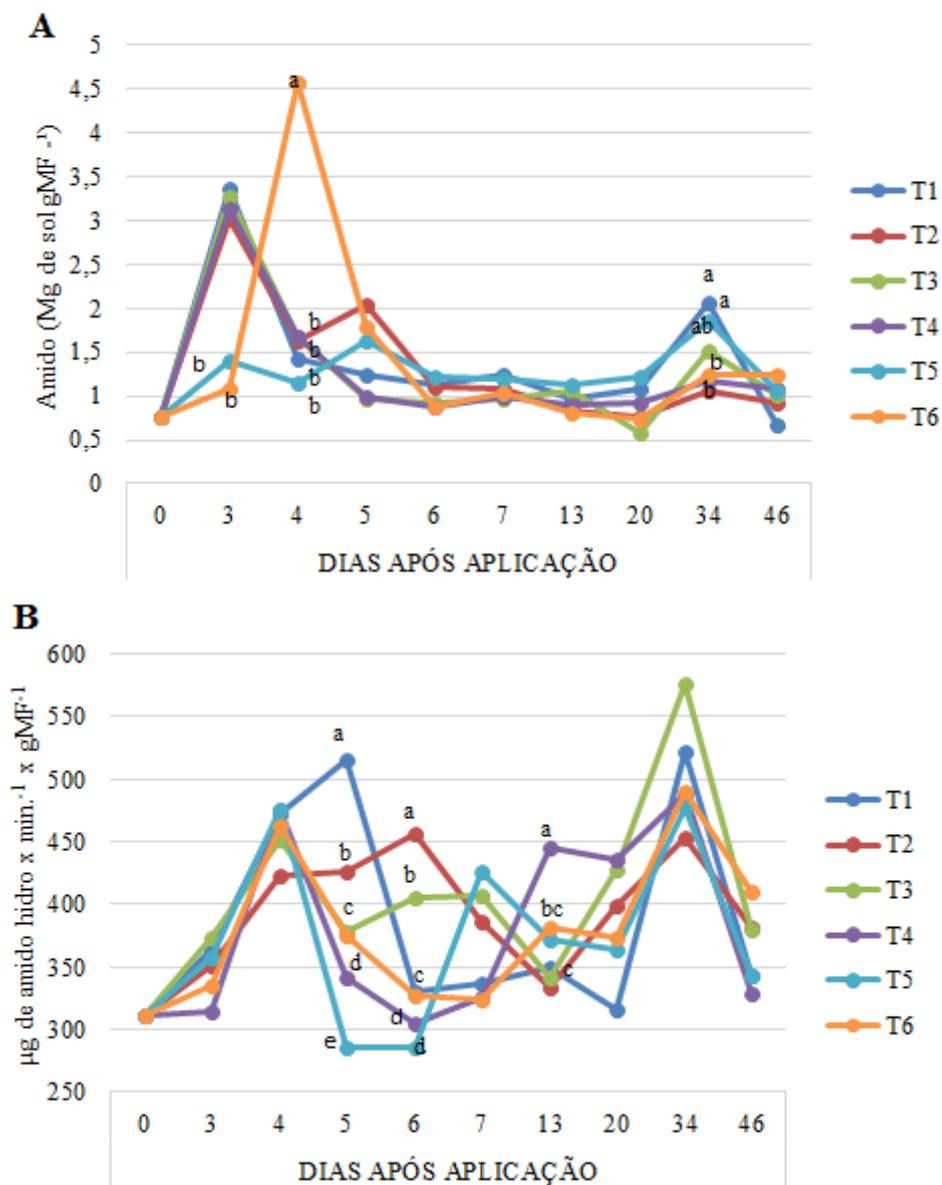


Figura 7. Teores de amido (A) e α -amilase (B) em folhas de manga cv. Palmer em função de película protetora e dias após a aplicação dos tratamentos.

Letras minúsculas comparam os tratamentos em cada data de avaliação separadamente. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1: Testemunha absoluta; T2: Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L); T4: Aplicação de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + película protetora (Humigel Si) (2000 ml/100 L); T6: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L).

Os resultados de α -amilase não demonstraram diferenças estatísticas entre os tratamentos nas datas avaliadas, ao avaliar a figura 6B, percebe-se que para todos os tratamentos apresentaram elevação até 4 DAA, com comportamento distinto nas avaliações posteriores, o tratamento testemunha no entanto continuou aumentando até 5

DAA, o segundo pico para todos os tratamentos ocorreu aos 34 DAA, seguido por redução acentuada aos 46 DAA, fase em que ocorreu a segunda queda fisiológica.

Houve efeito significativo dos tratamentos na fotossíntese líquida da mangueira com efeitos distintos em função do tempo decorrido após a aplicação dos tratamentos (Figura 8).

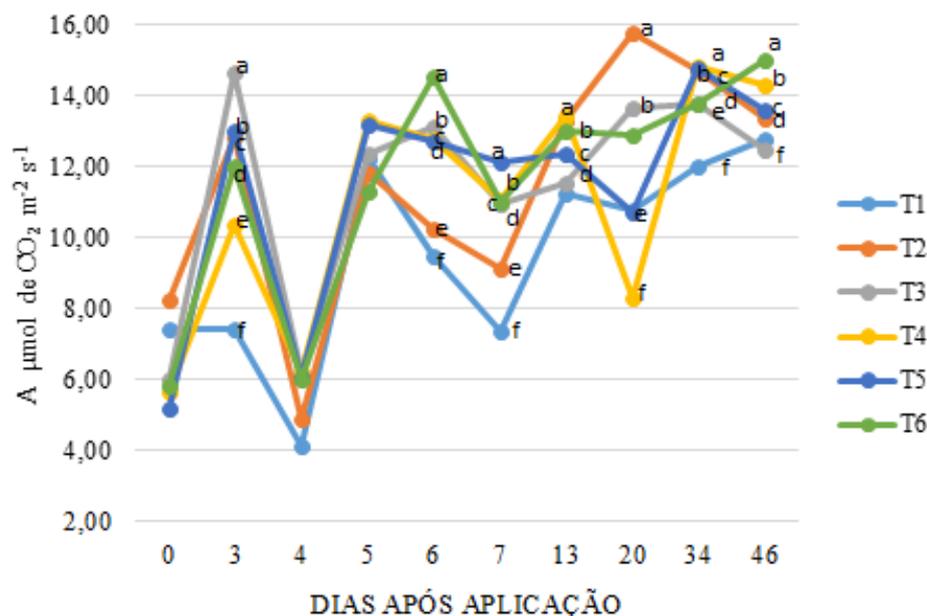


Figura 8. Fotossíntese líquida de mangueira cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio e dias após a aplicação dos tratamentos.

Letras minúsculas comparam os tratamentos em cada data de avaliação separadamente. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1: Testemunha absoluta; T2: Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L); T4: Aplicação de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + película protetora (Humigel Si) (2000 ml/100 L); T6: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L).

Observa-se incremento significativo para todos os tratamentos aos três dias após a aplicação, com exceção para a testemunha, que se manteve praticamente estável (Figura 8). Após isso houve decréscimo em todos os tratamentos provavelmente em função de precipitação ocorrida na área do experimento. Após isso se observa, especialmente para o T6 manutenção e até incremento de taxa fotossintética com o passar do tempo, mesmo após a chuva decorrida após a aplicação dos tratamentos. Destaca-se que os estresses bióticos e abióticos em que são submetidas às plantas durante o seu ciclo causam diversas alterações no seu funcionamento fisiológico, como na fotossíntese líquida, por exemplo, a qual reduz com o aumento do estresse (HAYAT et al., 2013). Dessa forma, verifica-se que a aplicação dos tratamentos, especialmente T6, foi capaz de fornecer proteção contra os efeitos da luz e do estresse térmico, enquanto permite transmissões de luz solar suficiente para a fotossíntese líquida da mangueira.

Alguns tratamentos apresentaram para a transpiração foliar (Figura 9) padrão de distribuição semelhante ao encontrado para a fotossíntese líquida, o que ocorreu em função de que, quando submetidas a estresses, a tendência é que haja fechamento dos estômatos, e conseqüentemente redução da transpiração, evitando que haja decréscimo do teor de água na planta (KERBAUY, 2004). Por outro lado, observa-se que plantas de T3 apresentaram elevados teores de transpiração e também elevados teores de fotossíntese líquida, o que pode estar atribuído ao adequado funcionamento do aparato fotossintético, mesmo em condições de estresse abiótico.

Plantas com mecanismo fotossintético C3, como é o caso da mangueira, apresentam o fechamento dos estômatos e conseqüente decréscimo da assimilação de CO₂ em temperaturas acima de 30°C, as quais foram registradas durante o desenvolvimento do presente estudo, este decréscimo é causado pela redução da condutância estomática, conseqüentemente da transpiração, reduzindo a fotossíntese líquida (KERBAUY, 2004) em plantas que não estavam adequadamente protegidas.

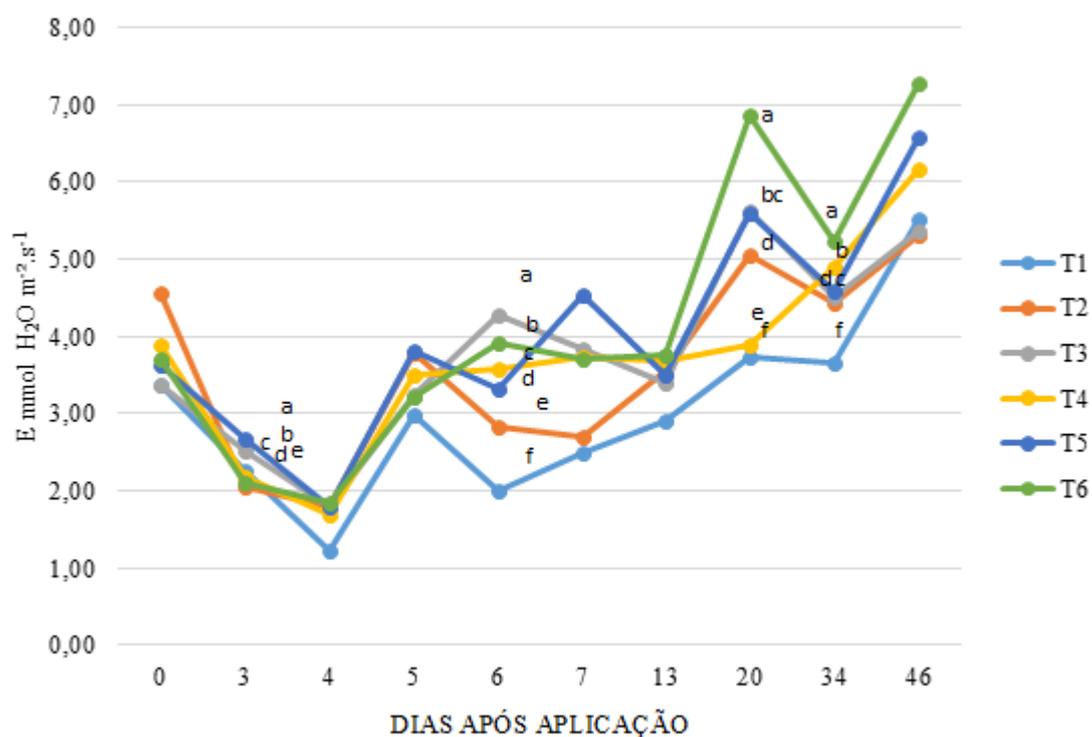


Figura 9. Transpiração de folhas de mangueira cv. Palmer em função de película protetora e dias após a aplicação dos tratamentos.

Letras minúsculas comparam os tratamentos em cada data de avaliação separadamente. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1: Testemunha absoluta; T2: Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L); T4: Aplicação de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + película protetora (Humigel Si) (2000 ml/100 L); T6: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L).

Observa-se na Figura 10 diferentes efeitos visuais dos tratamentos na cobertura da superfície foliar, destacando-se a dispersão das partículas no T4, a falta de partículas do T2 e a uniformidade de cobertura de T3, T5 e T6, compostos apenas de películas protetoras, sem adição de carbonatos. É importante salientar que mesmo com a cobertura foliar a atividade fotossintética das plantas não foi comprometida, bem como o silício contido no T5 promove um padrão de cobertura foliar diferenciado em relação aos demais tratamentos, mas que não refletiu em proteção adicional ao tecido foliar.

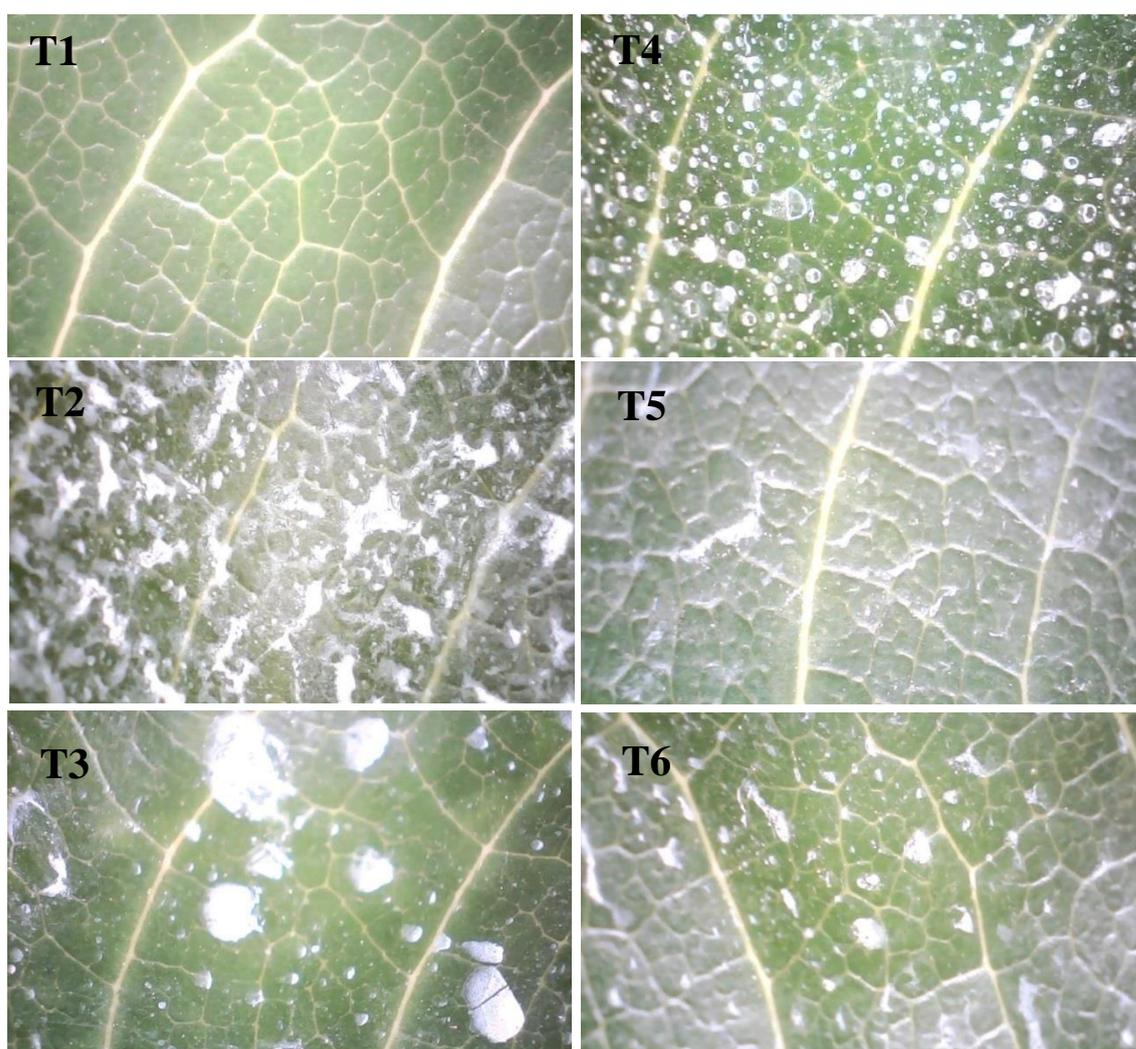


Figura 10. Distribuição dos tratamentos sobre superfície foliar de mangaieira cv. Palmer em função das aplicações de película protetora associada a carbonato de cálcio.

T1: Testemunha absoluta; T2: Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L); T4: Aplicação de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + película protetora (Humigel Si) (2000 ml/100 L); T6: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L).

Em relação à temperatura foliar as maiores médias foram registradas para T1, T3 e T4, semelhantes entre si; e os menores valores foram observados para os tratamentos T5 e T6,

respectivamente. Quantitativamente, a temperatura média dos tratamentos T5 e T6 foi 5,1°C inferior à média registrada para os tratamentos de maiores temperaturas (T1, T3 e T4), conforme se pode observar na Figura 11.

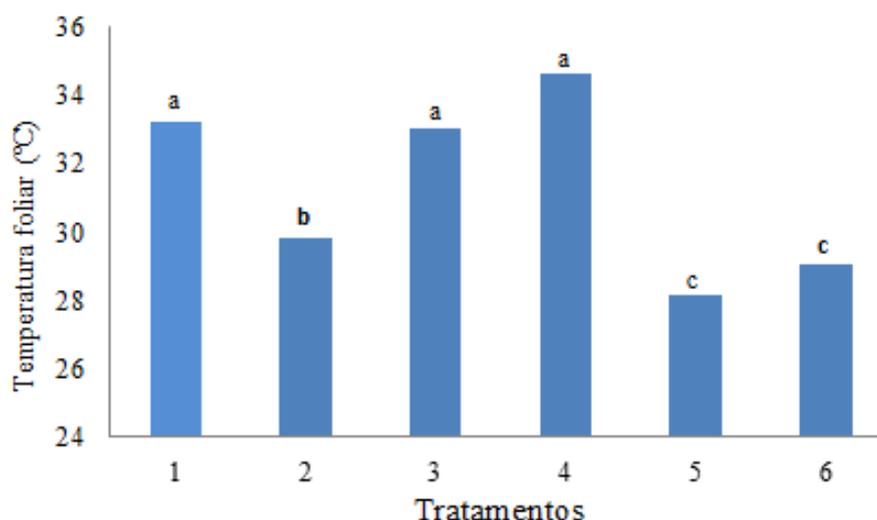


Figura 11. Temperatura de folhas de mangueira cv. Palmer em 07/03/2019, em função de película protetora associada a carbonato de cálcio na redução de estresse abiótico.

Letras minúsculas comparam os tratamentos em cada data de avaliação separadamente. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1: Testemunha absoluta; T2: Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L); T4: Aplicação de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + película protetora (Humigel Si) (2000 ml/100 L); T6: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L).

De acordo a Figura 12, a atividade da enzima catalase (CAT) foi significativamente influenciada pelos tratamentos avaliados nas diferentes datas de avaliação. Ao se comparar os tratamentos especificamente nas datas em que houve efeito significativo (4, 6, 7 e 46 dias após a aplicação dos tratamentos) é impossível identificar diferentes respostas em função da época de avaliação. Inicialmente a atividade da enzima catalase (CAT) é significativamente reduzida pelo T2 (carbonato de cálcio - 5 kg/100 L), caracterizando esse efeito como barreira física com efeito pouco duradouro, já que a CAT se mantém relativamente elevada nesse tratamento e apresenta atividade bastante elevada aos 46 dias após os tratamentos.

Paralelamente, o tratamento T6, além de proporcionar diminuição significativa na atividade da CAT aos quatro dias após a aplicação, o mantém entre os menores valores nas demais datas, inclusive com a menor atividade aos 46 dias após a aplicação dos tratamentos. De uma forma geral, ao se comparar os valores de fotossíntese líquida (Figura 8) com a CAT (Figura 12) especialmente para T1 e T6, observa-se correção inversamente proporcional, ou

seja, nas datas em que a atividade enzimática da CAT foi elevada a fotossíntese líquida foi menor, o que pode ser caracterizado como indicativo de estresse abiótico.

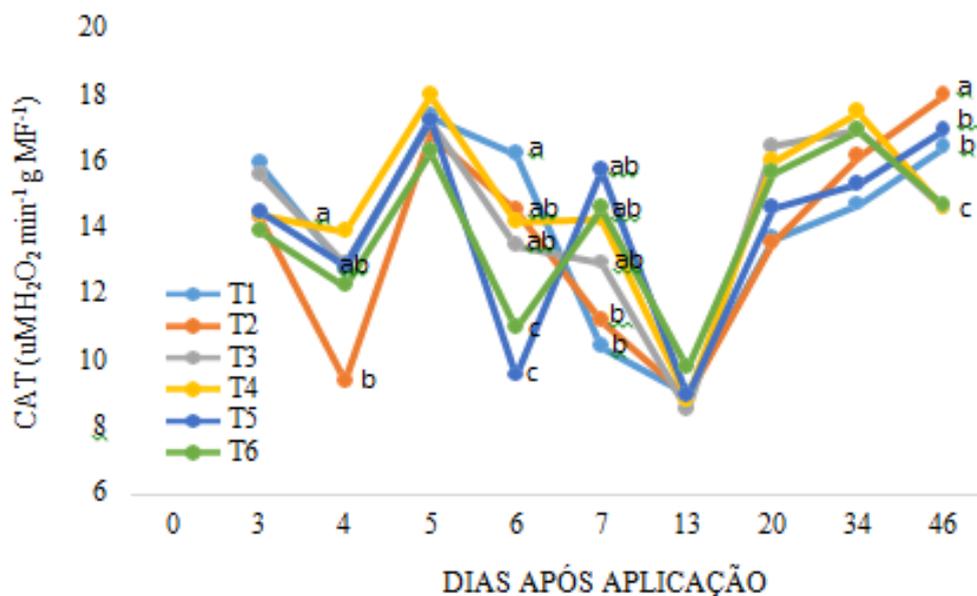


Figura 12. Enzima catalase (CAT) em mangueira cv. Palmer em função de película protetora e dias após a aplicação dos tratamentos.

Letras minúsculas comparam os tratamentos em cada data de avaliação separadamente. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1: Testemunha absoluta; T2: Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L); T4: Aplicação de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + película protetora (Humigel Si) (2000 ml/100 L); T6: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L).

É pertinente inferir que a CAT é a enzima mais ativa produzida pela natureza e converte o H_2O_2 em H_2O e O_2 . Em plantas as catalases estão presentes em várias isoformas e são as principais enzimas de detoxificação do H_2O_2 em plantas e podem dismutar diretamente o H_2O_2 ou oxidar substratos, tais como metanol, etanol, formaldeído e ácido fórmico (NUNES JÚNIOR et al., 2017). Ou seja, maiores valores na atividade de CAT na planta são indicativos de maior presença de H_2O_2 e conseqüentemente, maiores estresse ao qual a planta está submetida.

A APX e a CAT são enzimas bem importantes dentre os componentes de desintoxicação do H_2O_2 . A ação da CAT e das peroxidases destaca a diferença básica entre as duas principais rotas metabólicas do H_2O_2 nas células. A remoção de H_2O_2 por peroxidases requer uma pequena molécula redutora (ou proteínas como o citocromo c ou tioredoxina) para agir como um co-fator de regeneração e não leva à evolução de O_2 , porque

a água é o produto da reação (MHAMDI et al., 2012).

A atividade da enzima ascorbato peroxidase (APX) foi significativamente afetada pela aplicação dos tratamentos apenas em duas datas de avaliação (3 e 5 dias após a aplicação dos tratamentos), conforme se pode verificar na Figura 13.

Ao se comparar os resultados registrados catalase (CAT) e peroxidase (APX) nas figuras 12e 13 respectivamente, é possível inferir que a catalase apresentou resultados contrários àqueles apresentados para a peroxidase, especialmente T1 e T6. Segundo Herzog & Fahimi (1976) as condições para atividade dessas enzimas são distintas, sendo assim, em um meio que é propício a atividade de uma das enzimas, não é propício para outra, o que explica a oposição dos resultados apresentados. Isso ocorre porque enquanto a APX tem alta afinidade com o H_2O_2 , com uma constante de Michaelis-Menten (K_M) na ordem de μM , permitindo a eliminação do H_2O_2 mesmo em baixas concentrações, a CAT possui um elevado K_M para H_2O_2 , e com isso só atua quando esta molécula encontra-se em concentrações elevadas. Isto pode explicar, por exemplo, o fato da atividade da APX (Figura 13) ser maior que da CAT (Figura 12).

Comparativamente aos resultados de Cunha (2019), também em estudo com a mangueira, as médias contidas na Figura 12 são bastante inferiores, já que o referido autor registrou valores entre 60 e 120 ($\mu M H_2O_2 \text{ min}^{-1} \text{ g MF}^{-1}$). Por outro lado, ressalte-se que o estudo de Cunha (2019) foi realizado durante a fase de “maturação de ramos”, quando caracteristicamente ocorre redução de lâmina hídrica na cultura da mangueira.

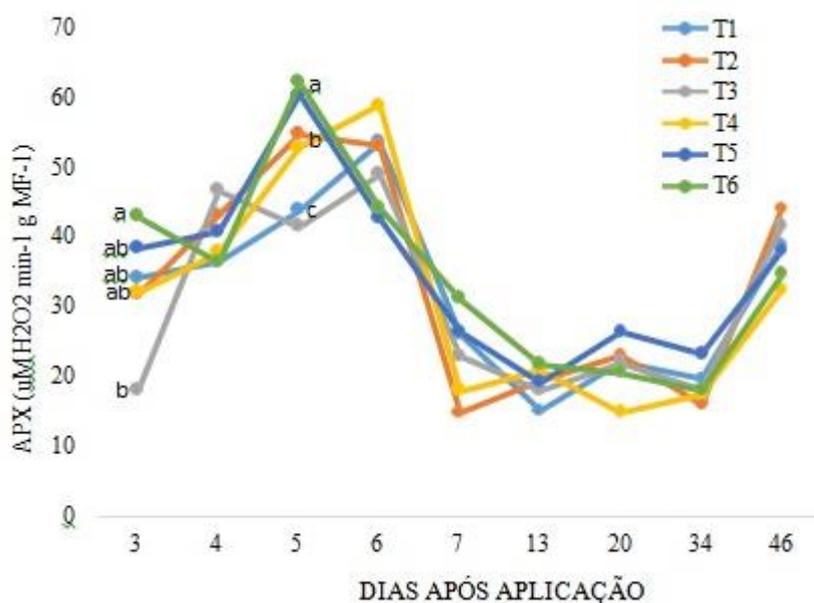


Figura 13. Enzima ascorbato peroxidase (APX) de mangueira cv. Palmer em função de película protetora e dias após a aplicação dos tratamentos.

Letras minúsculas comparam os tratamentos em cada data de avaliação separadamente. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1: Testemunha absoluta; T2: Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L); T4: Aplicação de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + película protetora (Humigel Si) (2000 ml/100 L); T6: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L).

De acordo com a Figura 14, a atividade da enzima superóxido dismutase (SOD) apresentou oscilação bastante significativa basicamente para dois tratamentos (T1 – testemunha, e T2 - carbonato de cálcio na dose de 5 kg/100 L). Os demais tratamentos de se constituíram com aplicação da película protetora proporcionaram efeito mais harmonioso durante o período de avaliação.

A SOD catalisa a dismutação de superóxido (O_2^-) para H_2O_2 e O_2 em todos os compartimentos subcelulares, como cloroplastos, mitocôndrias, núcleos, peroxissomos, citoplasma e apoplastos (GILL & TUTEJA, 2010). São metalo-enzimas consideradas a primeira linha de defesa contra as espécies reativas de oxigênio (ROS) e que catalisam a dismutação de dois radicais $O_2^{\bullet-}$, gerando H_2O_2 e O_2 . Essas enzimas participam da modulação do nível de H_2O_2 em cloroplastos, mitocôndrias, citosol e peroxissomos (MITTLER, 2002; BHATTACHARJEE, 2010) se destacando como umas das primeiras e eficientes barreiras de defesa das células sob elevados níveis de espécies reativas de oxigênio. Podemos destacar ainda a baixa atividade da SOD no período imediatamente posterior a aplicação da película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L) nas plantas (T6), e pouca

variação na atividade desta enzima, indicando que estas plantas apresentaram certa estabilidade metabólica ao longo do experimento, provavelmente reflexo do melhor conforto térmico.

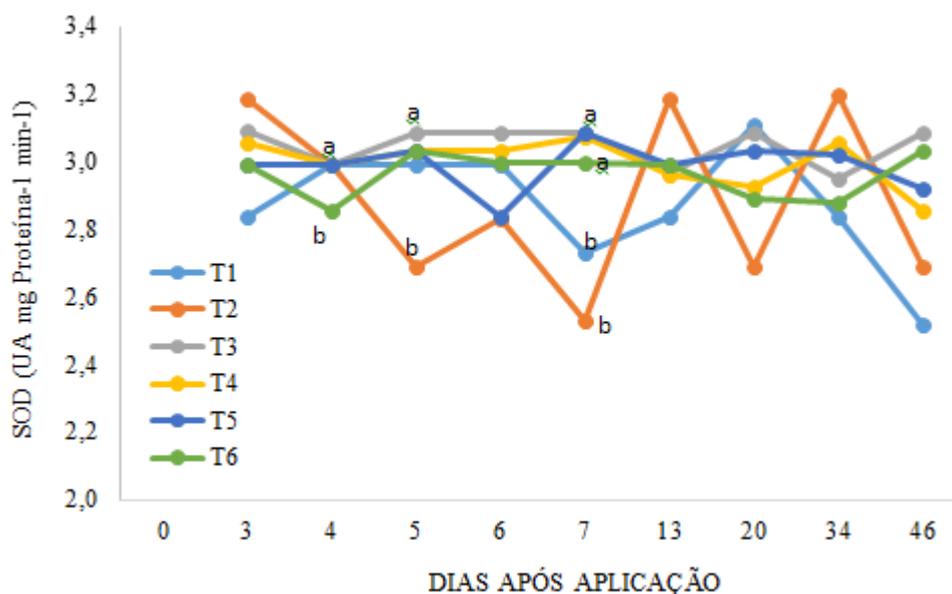


Figura 14. Enzima superóxido dismutase (SOD) em mangueira cv. Palmer em função de película de cálcio e dias após a aplicação dos tratamentos.

Letras minúsculas comparam os tratamentos em cada data de avaliação separadamente. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1: Testemunha absoluta; T2: Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L); T4: Aplicação de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + película protetora (Humigel Si) (2000 ml/100 L); T6: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L).

Para as variáveis produção (kg por planta) e produtividade ($t\ ha^{-1}$), a análise estatística demonstrou igual significância para os resultados entre os tratamentos avaliados, com destaque do T6 diante dos demais (Figura 15). Os tratamentos 1, 2, 3 e 4 apresentaram respostas semelhantes entre si, com médias de produção e produtividade iguais a 65,7 kg por planta e $36,5\ t\ ha^{-1}$, respectivamente.

As maiores médias foram obtidas com a aplicação do T6, os resultados de produção e produtividade foram 76,7 kg por planta, correspondente a $42,6\ t\ ha^{-1}$. No entanto, T5 apresentou o pior desempenho, inferior inclusive ao tratamento testemunha, a redução das suas variáveis produtivas em comparação a T6, foi de 51,64%. O T6 tem como diferencial a maior dose da película protetora (2000 ml/100 L), quatro vezes superior as aplicadas em T3, T4 e T5 (500 ml/100 L), diante dos resultados, pode-se constatar que a adição da película protetora contendo Si (T5) não foi benéfica para a produção e produtividade.

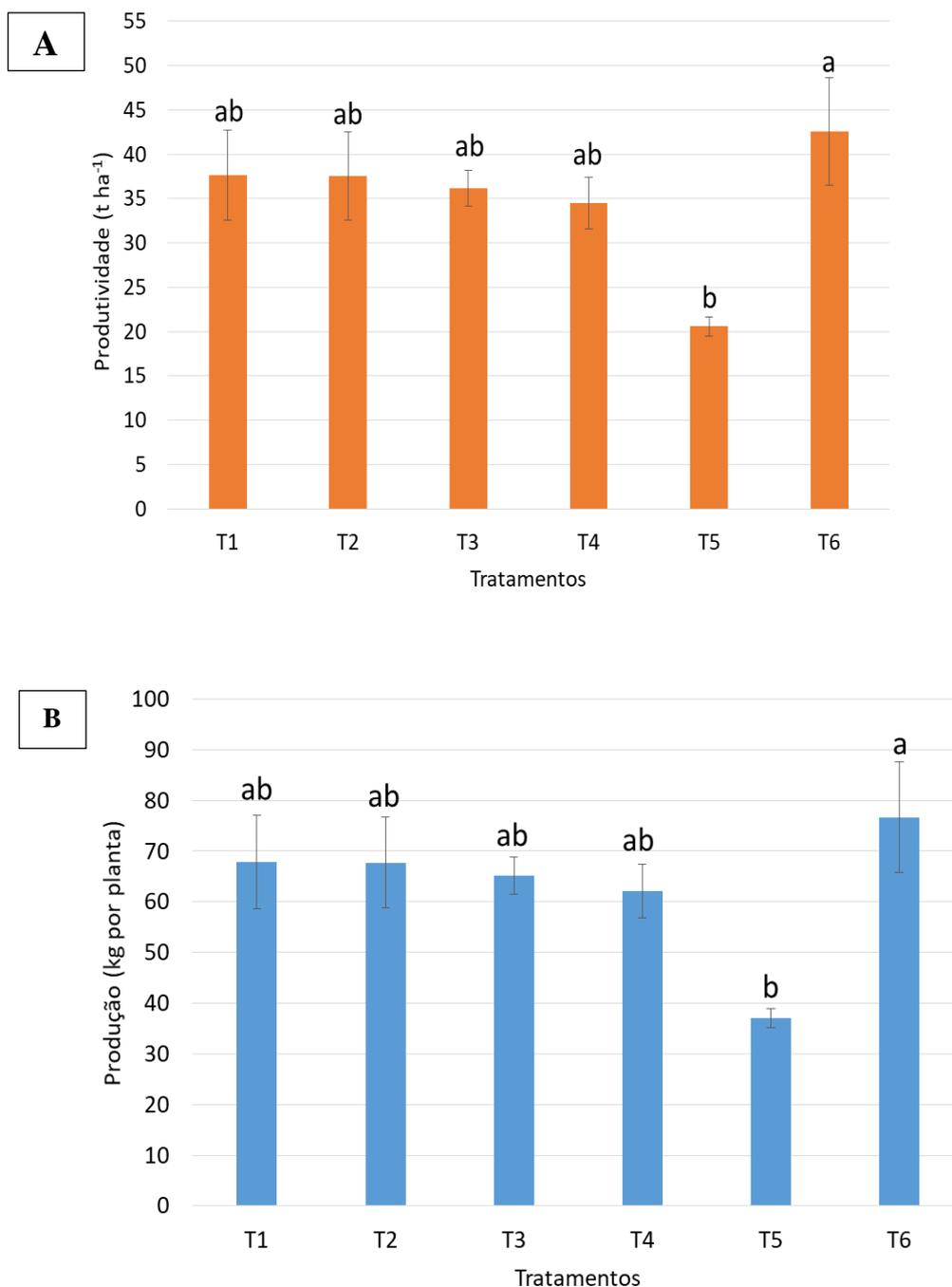


Figura 15. Produção e produtividade de mangueira cv. Palmer em função de película protetora para a redução de estresse abiótico.

Letras minúsculas comparam os tratamentos em cada data de avaliação separadamente. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1: Testemunha absoluta; T2: Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L); T4: Aplicação de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + película protetora (Humigel Si) (2000 ml/100 L); T6: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L).

Para os resultados de qualidade pós-colheita de frutos, uma das normas de controle de qualidade de manga é estabelecida pela FFV-45 da Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (UNECE, 2012). De acordo com essa norma os frutos de manga para exportação devem ter pelo menos 100g, e são classificados de acordo com o peso: Frutos tipo A (100-350 g), tipo B (351-550 g), tipo C (551-800 g) e tipo D (>800g).

Assim, De acordo com a figura 16, o uso do Humigel Plus A associado com carbonato de cálcio exerceu efeito significativo no peso do fruto de manga cv Palmer, em destaque nos tratamentos T5 e T6 que em média promoveram incremento de 130 gramas em comparação ao controle T1, que equivale a um aumento aproximado de 18,57%, classificando os frutos como do “tipo C”. Esses valores foram superiores ao encontrado por Torres (2019), que apresentou valores entre 446 a 524 g, quando estudou o efeito sobre a nutrição, produtividade e a qualidade físico-química de frutos de mangueira cv. Palmer em função do uso de ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e ácidos orgânicos no Submédio do Vale do São Francisco.

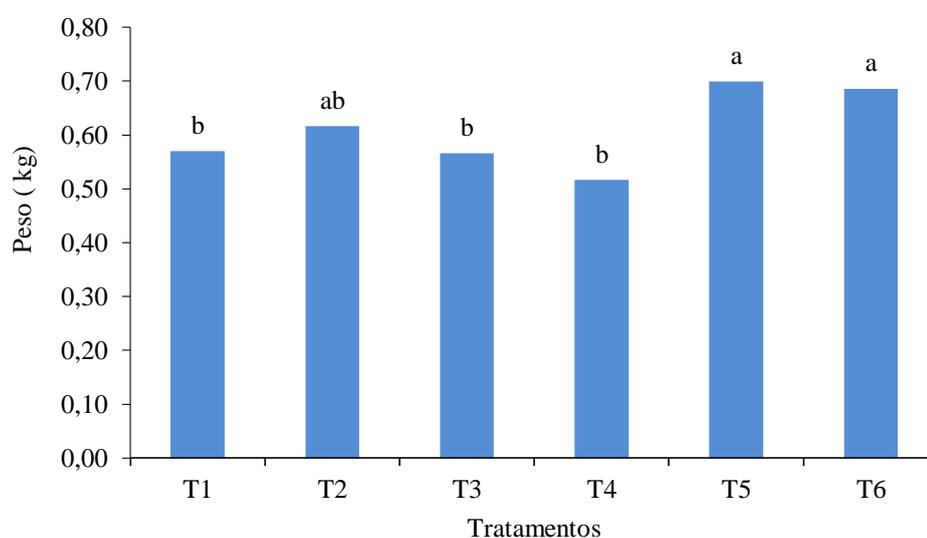


Figura 16. Peso dos frutos de mangueira cv. Palmer em função de película protetora para a redução de estresse abiótico.

Letras minúsculas comparam os tratamentos em cada data de avaliação separadamente. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1: Testemunha absoluta; T2: Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L); T4: Aplicação de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + película protetora (Humigel Si) (2000 ml/100 L); T6: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L).

Em relação à firmeza de frutos, mesmo sem efeito significativo, observa-se grande variabilidade entre as médias entre os tratamentos avaliados (Figura 17). Quantitativamente, a

aplicação do tratamento T6 promoveu aumento na firmeza dos frutos de manga cv. Palmer, com incremento de $1,62 \text{ kgf/cm}^2$ em comparação ao controle, que apresentou a menor média de firmeza de frutos dentre todos os tratamentos avaliados. Esse resultado comprova o efeito positivo da cobertura na firmeza dos frutos, embora o grau de proteção tenha característica e diferentemente afetado essa variável.

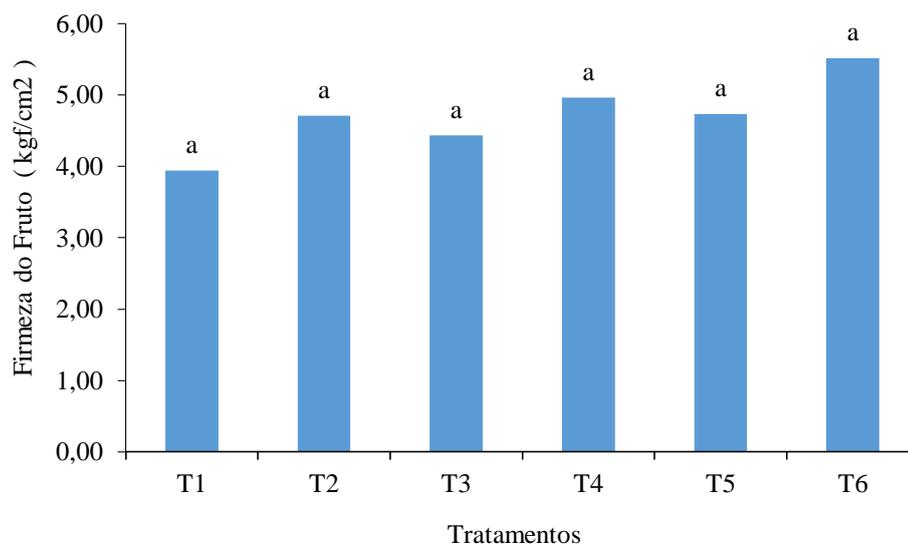
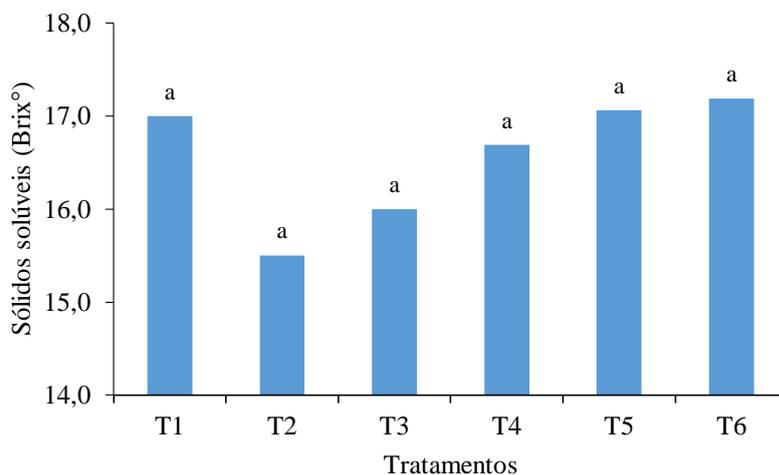


Figura 17. Firmeza dos frutos de mangueira cv. Palmer em função de película protetora para a redução de estresse abiótico.

Letras minúsculas comparam os tratamentos em cada data de avaliação separadamente. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Coeficiente de variação (CV) = ??%; T1: Testemunha absoluta; T2: Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L); T4: Aplicação de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + película protetora (Humigel Si) (2000 ml/100 L); T6: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L).

De acordo com a Figura 18, os valores de sólidos solúveis não diferiram significativamente, contudo os tratamentos proporcionaram valores médios diferentes, de maneira que a aplicação de carbonato de cálcio na forma isolada promoveu menores teores de sólidos solúveis em comparação aos tratamentos T3, T4, T5 e T6, sendo que foram também inferiores ao controle. Esses valores foram superiores aos encontrados por Alencar et al. (2015), apresentando médias variando de 11,35 a 13,25. Em geral os valores de sólidos solúveis foram superiores aos padrões de qualidade tanto do MAPA (2000) como da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP). Entretanto, deve-se registrar que o tratamento T6, embora tenha apresentado valores semelhantes a T5 e T1 (Figura 16) foi o tratamento com a maior produtividade (Figura 13), portanto com a

capacidade de suprimento de frutos superior aos demais tratamentos. De forma que, acredita-se que a investigação de níveis variados de açúcar desempenha papel essencial de conferir tolerância aos vários estresses abióticos, modulando vários processos fisiológicos (Rathinasabapathi, 2000).



/,/

Figura 18. Sólidos solúveis em frutos de manga cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio na redução de estresse abiótico.

Letras minúsculas comparam os tratamentos em cada data de avaliação separadamente. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1: Testemunha absoluta; T2: Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L); T4: Aplicação de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + película protetora (Humigel Si) (2000 ml/100 L); T6: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L).

Os valores de acidez titulável (Figura 19) também não diferiram significativamente entre os tratamentos, todavia aplicação do Humigel Plus A sem associação com cálcio, repercutiu diretamente no aumento a acidez titulável, conforme se pode observar no tratamento T6. Esse valor é similar ao padrão de qualidade adotado pelo MAPA (2000) sendo respectivamente 0,32 g/100 g de amostra, e também superior ao encontrado por Alencar et al. (2015), apresentando uma AT média de 0,27 g/100g na mesma variedade. Porém, os valores do presente trabalho foram inferiores quando comparados com outra variedade de manga, a ‘ubá’ apresentou valores acima de 0,47 g/100g conforme o encontrado por Benevides et al. (2008). Assim como o valor encontrado por Lobo (2018) de 0,90 g/100 g na variedade de manga cv. Kent.

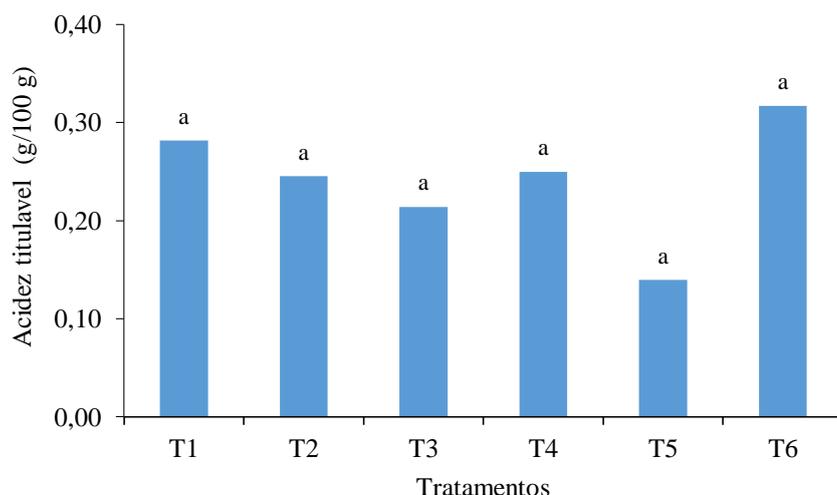


Figura 19. Acidez titulável (gramas/100 g) em frutos de manga cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio na redução de estresse abiótico.

Letras minúsculas comparam os tratamentos em cada data de avaliação separadamente. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1: Testemunha absoluta; T2: Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L); T4: Aplicação de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + película protetora (Humigel Si) (2000 ml/100 L); T6: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L).

Na Figura 20 é possível identificar que a relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) não diferenciou estatisticamente. Entretanto a aplicação Humigel Plus A associado com o Humigel Si (T5) promoveu o maior valor de relação entre SS/AT, correspondendo o valor de 122,64, que é semelhante aos encontrados por Lobo (2018) para a variedade 'Kent'. Quanto maior a relação SS/AT maior a palatabilidade dos frutos, pois essa relação influencia diretamente o sabor do fruto (Benevides et al., 2008). Por outro lado, é importante salientar a exigência do mercado onde a fruta será comercializada, visto que para paladares que demandam mais equilíbrio no sabor (como o Europeu), valores intermediários de SS/AT são mais recomendados.

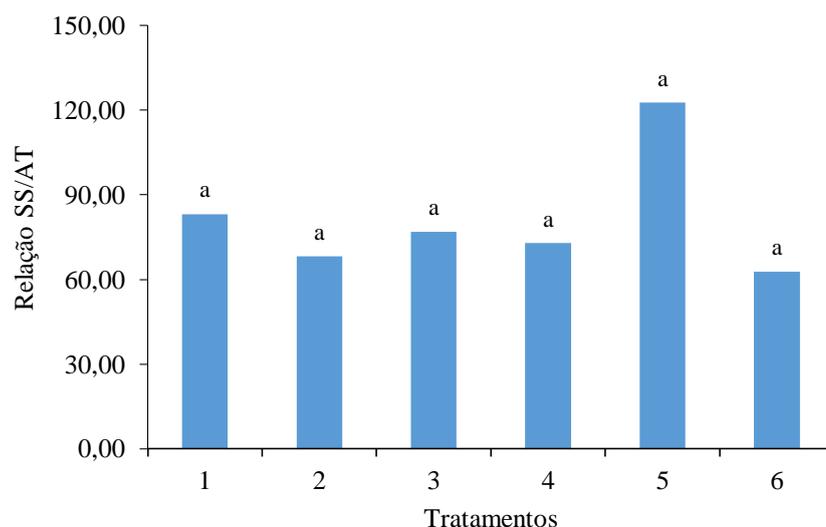


Figura 20. Relação sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) (AA/AT) em frutos de mangueira cv. Palmer em função de película protetora associada a carbonato de cálcio na redução de estresse abiótico.

Letras minúsculas comparam os tratamentos em cada data de avaliação separadamente. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. T1: Testemunha absoluta; T2: Aplicação foliar de carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T3: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L); T4: Aplicação de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + carbonato de cálcio (5 kg/100 L); T5: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (500 ml/100 L) + película protetora (Humigel Si) (2000 ml/100 L); T6: Aplicação foliar de película protetora (Humigel Plus A) (2000 ml/100 L).

5. CONCLUSÕES

Os resultados indicam uma clara atuação da película protetora na atenuação do estresse vegetal da mangueira, inclusive com efeito persistente em função do tempo, considerando o intervalo avaliado;

A película Protetora Humigel Plus A claramente promove um padrão de cobertura foliar diferenciado, com reflexos na proteção e atuação do aparato fotossintético, revertendo-se na produção de reservas, com reflexos da produção da cultura;

O uso de carbonato de cálcio individualmente promove efeito protetivo muito curto, sem reflexos positivos após poucos dias de aplicação;

A qualidade de frutos de mangueira „Palmer“ não é influenciada pelo uso de película protetora usada na atenuação do estresse vegetal;

A produção de frutos e produtividade da mangueira são afetados pela aplicação de cobertura foliar com incremento de 4,2 t/ha na produtividade de frutos com padrão de qualidade que atende ao mercado consumidor e pode ser recomendado para o cultivo da mangueira na dose de 2000 ml/100 L.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, M. I. Qualidade física do solo em sistemas agroflorestais. 2008. 91p. (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

AHMED. Impact of spraying some antitranspirants on fruiting of williams bananas grown under aswan region conditions. *Stem Cell*, v.5, n.4, 2014.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTI & FRUTI 2019. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, p. 73-75, 2018.

ARRUDA, I. M.; CIRINO-MODA, A.; BURATTO, J. S.; FERREIRA, J. M. Crescimento e produtividade de cultivares e linhagens de amendoim submetidas à déficit hídrico. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 45, n.2, p. 146-154,2015.

ABD-ALLAH, A. S. E.; ABD EL-RAZEK, E.; SALEH, M.M.S. Effect of sun-block materials on preventing sunburn injury of Keitt mango fruits. *Journal of Applied Sciences Research*, v. 9, n. 1, p. 567-571, 2013.

AOSA - ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (Ed.) Seed vigor testing handbook. Contrib. n.32 to the Handbook on seed testing. 1983. 88p.

ARAÚJO, D.O.; MORAES, J. A. A.; CARVALHO, J. L. M. Fatores determinantes na mudança do padrão de produção e consumo da manga no mercado nacional. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 10, Ed. Especial, p. 51-73, 2017.

ABD-ALLAH, A. S. E.; E. EL-RAZEK, A.; SALEH, M. M. S. Effect of Sun-Block Materials on Preventing Sunburn injury of Keitt Mango Fruits. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(1): 567-571, 2013.

BADRAN, M. A. Benefits of calcium carbonate sprays on yield and fruit quality of Samany and Zaghoul date palm under new reclaimed soils. *Assiut J. Agric. Sci.*, v.46, n.5, p.48-57, 2015.

BAKER, N. R. Fluorescência de clorofila: uma sonda de fotossíntese in vivo. *Revisão Anual da Biologia Vegetal*, v. 59, p. 89-113, 2008.

BATISTA, D. C. J.; BARBOSA; A. T. Doenças da mangueira. *Informe Agropecuário*, 8elo Horizonte, v.37, n.290, p.82-91, 2016.

BENEVIDES, S. D.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C. and CASTRO, V. C. Qualidade da manga e polpa da manga Ubá. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 28, n.3, p.571-578, 2008.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. Sementes: fisiologia do desenvolvimento, germinação e dormência. 3. ed. New York: Springer, 2013. 392p.

BRACCINI, A. L.; RUIZ, H. A.; BRACCINI, M. C. L.; REIS, M. S. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietilenoglicol. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina-PR, v.18, n.1, p.10-16, 1996.

BRILHANTE, J. C. A.; SILVEIRA, J. A. G.; ROCHA, I. M. A.; MORAIS, D. L.; VIEGAS, R. A. Influência do tempo de aclimação na resposta do cajueiro à salinidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 173-179, 2007.

BURIN, C. C. Nitratos no condicionamento fisiológicos em sementes de milho sob estresses abióticos. Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Cassilândia, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia - Sustentabilidade na Agricultura. Cassilândia, 2018.

CAMARGO, F. F. Indicadores Físicos, Químicos e Biológicos da qualidade do solo em sistemas agroflorestais agroecológicos na área de preservação ambiental serra da Mantiqueira, MG. Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura e Genética Florestal, para a obtenção do título de Doutor. Lavras, 2016.

CAMPOS, V. E. C. Efecto de Purshade® (Carbonato de Calcio 62.5%) en el rendimiento comercial de los cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* cv. Iker) y chile (*Capsicum annum* cv. Aristóteles) bajo invernadero. Proyecto especial de graduación (Carrera de Ingeniería Agronómica). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras, 2013.

CAMPBELL, B. Legislating change. What should governments do to enhance sustainable agriculture and mitigate droughts? *Nature*, v. 501, S12-S14, 2013.

CASTRO NETO, M.T.; COELHO, E.F.; CUNHA, G. A. P. Tratos culturais. In: Manga. Produção: aspectos técnicos. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA), p.31-34, 2000.

CAVALCANTE, Í. H. L.; SANTOS, G. N. F.; SILVA, M. A.; MARTINS, R. S.; LIMA, A. M. N.; MODESTO, P. I. R.; ALCOBIA, A. M.; SILVA, T. R. S.; AMARIZ, R. A.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. A new approach to induce mango shoot maturation in Brazilian semi-arid environment. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, v. 91, p. 281-286, 2018.

CAVERZAN C.; BONIFACIO A.; CARVALHO, F; ANDRADE C. M. B.; PASSAIA G.; SCHÜNEMANN, M.; MARASCHIN, F. S.; MARTINS; M. O.; TEIXEIRA, F. K.; RAUBER R. *et al.* (2014) The knockdown of chloroplastic ascorbate peroxidases reveals its regulatory role in the photosynthesis and protection under photo-oxidative stress in rice. *Plant Sci* 214:74-87.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Fotossíntese sob seca e estresse salino: mecanismos de regulação de planta inteira para célula. *Annals of Botany*, Londres, v. 103, p. 551-560, 2009.

- CAVALCANTE, Í. H. L.; SANTOS, G. N. F.; SILVA, M. A.; MARTINS, R. S.; LIMA, A. M. N.; MODESTO, P. I. R.; ALCOBIA, A. M.; SILVA, T. R. S.; AMARIZ, R. A.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. A new approach to induce mango shoot maturation in Brazilian semi-arid environment. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, v. 91, p. 281-286, 2018.
- CHING, T. M. Biochemical aspects of seed vigour. *Seed Science & Technology*, v. 1, n. 1, p. 73-88, 1973.
- CHINNUSAMY, V.; ZHU, J.K.; SUNKAR, R. Regulação gênica durante a aclimatação ao estresse pelo frio em plantas. In: Sunkar, R. (ed.). *Tolerância ao Estresse Vegetal, Métodos em Biologia Molecular*. Springer Science + Business Média. 2010, Cap. 3, p. 39-55.
- CODEVASF, Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (Brasília, DF). *Exportação de frutas brasileiras*. Brasília, DF: 1989. 352p.
- COELHO, E.F.; BORGES, A.L.; SOUZA, V.F.; OLIVEIRA, A.S. de e NETTO, A. de O.A. Irrigação e fertirrigação da mangueira. Cruz das Almas-BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. Circular Técnica, 39. 26p.
- COELHO, E. F.; FILHO, M. A.; COELHO; S., ALISSON, J. V. P. Irrigação da Mangueira nas Condições Semi-Áridas do Nordeste. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Bahia, 2007.
- CUNHA, J. G. Fornecimento exógeno de prolina e extrato de algas no cultivo de mangueira Tommy Atkins no semiárido. (Dissertação de Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, Brasil. 74p.
- CRUZ, R. P. Exigências climáticas para a cultura do arroz irrigado. Cachoeirinha: IRGA/ Estação Experimental, Seção de Melhoramento Genético, 2010. 38p. (Boletim Técnico 11).
- DALBERTO, D. S. Estresses Abióticos em Plantas de *Ricinus Communis*. Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Fisiologia Vegetal. Pelotas, 2015.
- DAVENPORT, T. L. Reproductive physiology of mango. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 19, n. 4, p. 363-376, 2007.
- DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Biochemistry*, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956
- ESTRADA, A.B.; DODD, R. C.; JEFFRIES, P. Efeito da umidade e temperatura na germinação de conídios e no desenvolvimento do apressório de dois isolados filipinos do patógeno antracnose da manga *Colletotrichum gloeosporioides*. *Patologia Vegetal*, Honolulu, v. 49, n. 5, p. 608-618, Oct. 2000.

COSTA, E. M.; XAVIER, T. M. T.; PEZZOPANE, J. E. M.; SILÉIA OLIVEIRA GUIMARÃES, S. O.; NETO, A. P. S.; FONSECA, M. D. S. Effect of Leaf Sun Protector on Initial Growth of *Khaya senegalensis* under Water Deficiency in Different Microclimatic Conditions. *Journal of Experimental Agriculture International*. 22(5): 1- 7, 2018.

FAGIERA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. Melhoramento para tolerância a salinidade. In: FRITSCHÉ-NETO, R.; BOREM, A. (Eds.). Melhoramento de plantas para condições de estresse abióticos. Viconde do Rio Branco: Suprema, 2011. p. 250.

FAISSAL F. A.; AHMED M. K.; ABDEL A. A. L.; MOHAMED A. El- Sayed and Howayda R. Sayed. Protecting Red Roomy Grapevines Growing Under Minia Region Conditions from Sunburn Damage. *Stem Cell* 2013.

FARIA-SILVA, L.; GALLON, C. Z.; FILGUEIRAS, P. R.; SILVA, D. M. Irrigation improves plant vitality in specific stages of mango tree development according to photosynthetic efficiency. *Photosynthetica* v.57, n.3, p.820-829, 2019.

FERRACINI, V. L.; PESSOA, M.; CONCEIÇÃO P.Y. Manga resíduos no limite. Artigo publicado na Revista Cultivar Hortaliças. 2001. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/manga-residuos-no-limite>. Acessado em: 27/08 de 2019.

GALVÃO, A. S. S. Ciclos econômicos recentes e perspectivas para a região do submédio vale do São Francisco com ênfase na fruticultura irrigada. Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre e Economia, na área de Comércio Exterior e Relações Internacionais. Recife, 2010.

GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; CAMARGO, M. C. Comportamento germinativo de sementes de cultivares de milho sob condições de hipóxia. *Científica, Jaboticabal-SP*, v.42, n.3, p.224-232, 2014.

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

GONZÁLEZ, A. L. P. MÜLLER, W. Effect of pre-flowering irrigation on leaf photosynthesis, whole-tree water use and fruit yield of mango trees receiving two flowering treatments. *Scientia Horticulturae*, v. 102, p. 189–211, 2004.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; LIMA, C. R.; SANTOS, S. R. N. Germinação e vigor de sementes de Apeiba tibourbou submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. *Ciência Florestal, Santa Maria-RS*, v.23, n.1, p.45-53, 2013.

GUO, Y.; TAN, J. Aplicações da Fluorescência Atrasada do Fotossistema II. *Sensores*, v. 13, p. 17332-17345, 2013.

- HARB, A.; KRISHNAM, A.; AMBAVARAM, M.M.; PEREIRA, A. A análise molecular e fisiológica do estresse hídrico em *Arabidopsis* revela respostas precoces, levando à aclimação no crescimento das plantas. *Fisiologia Vegetal*, Rockville, v. 154, n. 3, p. 1254-1271, 2010.
- HAYAT, S.; HAYAT, Q.; ALYEMENI, M. N.; WANI, A. S.; PICHTEL, J.; AHMAD, A. Role of proline under changing environments: a review. *Plant signaling & Behavior*, v. 7, n. 11, p. 1456-1466, 2012.
- HERZOG, V.; FAHIMI, H. D. Intracellular distinction between peroxidase and catalase in exocrine cells of rat lacrimal gland: a biochemical and cytochemical study. *Histochemistry*, v. 46, n. 4, p. 273-286, 1976.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020 p. 2008.
- KANAYAMA, Y.; KOCHETOV, A. Abiotic stress biology in horticultural plants. Ed, 1. Japan. Springer, 219p, 2015.
- KERBAUY, G. B. Fisiologia vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- KULKARNI, V. J. The tri-factor hypothesis of flowering in mango. *Acta horticulturae*, n. 645, 2004.
- KOLLER, S.; HOLLAND, V.; BRÜGGEMANN, W. Efeitos do estresse hídrico sobre o sempre-verde *Quercus ilex* L., o decíduo *Q. robur* L. e seu híbrido *Q. turneri* Willd. *Photosynthetica*, v. 51, p. 574-582, 2013.
- LAVELLE, P. et al. Invertebrados do solo e serviços ecossistêmicos. *European Journal of Soil Biology*, França, v. 42, n. 1, p. 3–15, Oct. 2006. Supplements.
- LAL, N.; SAHU, N. Management strategies of sun burn in fruit crops-A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. v.6, n.6, p. 1126- 1138, 2017.
- ZANOTTI G.; FARIA-SILVA, E. P. L.; CAMILLA; DIOLINA MOURA SILVA. Photochemical metabolism and fruit quality of Uba´ mango tree exposed to combined light and heat stress in the field. *Acta Physiol Plant* (2017) 39:238.
- LE´CHAUDEL M.; LOPEZ-LAURI F.; VIDAL V et al (2013) Response of the physiological parameters of mango fruit (transpiration, water relations and antioxidant system) to its light and temperature environment. *J Plant Physiol* 170:567– 576.
- LIU, L. H.; ZABARAS, D BENETT, L. E.; AGUAS, P.; WOONTON, B.W. Effects of UV-C, red light and sun light on the carotenoid content and physical qualities of tomatoes during post-harvest storage. *Food Chemistry*, v 115, p.495-500,2009.

LOBO, J. T. Bioestimulantes no cultivo da mangueira cv. Kent cultivada no Submédio do São Francisco. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2019.

LONG, S. P.; BERNACCHI, C. J. Medições de trocas gasosas, o que elas podem nos dizer sobre as limitações subjacentes à fotossíntese? Procedimentos e fontes de erro. *Revista de Botânica Experimental*, v. 54, p. 2393-2401, 2003.

MAPA. AGROSTAT – Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acesso em: 05 de jul. 2018.

MAPA. Instrução normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000/MAPA. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas. *Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF*, 10 jan. 2000.

MARIJUAN, M. P.; BOSCH, S. M. Ecophysiology of invasive plants: osmotic adjustment and antioxidants. *Trends in Plant Science*, v. 18, ed. 12, p. 660-666, 2013.

PHAVAPHUTANON, L.; KRISANAPOOK, K.; PICCHAKUM, A.; JUTAMANEE, K. Changes of total non-structural carbohydrates within shoots of „Nam Dok Mai“ mango after paclobutrazol application, In: VI International Symposium on Mango 509, 1999, p. 559-566.

MAFFEI, M. E.; MITHOFER, A.; BOLAND, W. Antes da expressão do gene .: no início da interação planta-inseto. *Tendência em Ciência de Plantas, Oxford* v.12 n.7, p 310-316, 2007 a.

MARTINS, M. O. Aspectos fisiológicos do Nim indiano sob déficit hídrico em condições de casa de vegetação. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Biologia. Recife-PE, 2008.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G. Fluorescência de clorofila - um guia prático. *Revista de Botânica Experimental*, v. 51, p. 659-668, 2000.

MILINDRO, I. F. et al. Atributos químicos como indicadores de qualidade do solo sob manejo agroecológico. *Cadernos de Agroecologia, Belém*, v. 10, n. 3, p. 1-5, out. 2016.

MOTA, J. C. A.; FREIRE, A. G.; ASSIS JUNIOR, R. N. de. Qualidade física de um cambissolo sob sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa*, v. 37, n. 5, p. 1196-1206, out. 2013.

MURCHIE, E. H., ALI, A., HERMAN, T. Photoprotection as a Trait for Rice Yield Improvement: Status and Prospects. *Rice*. v. 8, p. 31-39, 2015.

NABITY, P. D.; ZAVALA, J. A.; DELUCIA, E. H. Supressão indireta da fotossíntese em folhas individuais por herbivoria de artrópodes. *Anais da Botânica*, v. 103, p. 655- 663, 2009.

NUNES JÚNIOR, F. H.; GONDIM, F. A.; FREITAS, V. S.; BRAGA, B. B.; BRITO, P. O. B.; MARTINS, K. Crescimento foliar e atividades das enzimas antioxidativas em

plântulas de girassol suplementadas com percolado de aterro sanitário e submetidas a estresse hídrico. *Revista Ambiente & Água*, v. 12, n. 1, p. 71, 2017.

OLIVEIRA, A. R. Cultivo da Mangueira. Embrapa, Sistema de Produção, 2 edição, Versão eletrônica, Ago/2004. Disponível em: <https://www.embrapa.br/semiarido/>. Acessado em 22/08 de 2019.

PLANRIER, R. D. Abiótico: Características Gerais. *Revista digital Cultura Mix*, 2012. Disponível em: <https://meioambiente.culturamix.com/ecologia/abiotico-caracteristicas-gerais>. Acessado em: 23/08 de 2019.

PHAVAPHUTANON, L.; KRISANAPOOK, K.; PICHAKUM, A.; JUTAMANE, K. Changes of total non-structural carbohydrates within shoots of „Nam Dok Mai“ mango after paclobutrazol application, In: VI International Symposium on Mango 509, 1999, p. 559-566.

PRADO, R.M. Nutrição de plantas. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

QUEVAL, A. M. G.; VANDERAUWERA, S. C. S.; Breusegem, F. V.; NOCTOR, G. Função da catalase em plantas: um foco em mutantes de *Arabidopsis* como modelos imitadores de estresse, *Journal of Experimental Botany*, Volume 61, Edição 61, Edição 15, outubro de 2010, Páginas 4197-4220, <https://doi.org/10.1093/jxb/erq282>.

PRASAD, S. R. S.; REDDY, Y. T. N.; UPRETI, K. K.; RAJESHWARA, A. N. Studies on changes in carbohydrate metabolism in regular bearing and “off” season bearing cultivars of mango (*Mangifera indica* L.) during flowering. *International Journal of Fruit Science*, v. 14, p. 437-459, 2014.

RAMOS, M. R. et al. Produção de hortaliças no sistema orgânico: efeito nos atributos físicos do solo. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, v. 58, n. 1, p. 45-51, jan./mar. 2015.

RAPACZ, M.; KOŚCIELNIAK, J.; JURCZYK, B.; ADAMSKA, A.; WÓJCIK, M. Diferentes padrões de resposta fisiológica e molecular à seca em mudas de cevadas de malte e ração (*Hordeum vulgare*). *Revista de Agronomia e Ciência das Culturas*, v. 196, p. 9-19, 2010.

RIBEIRO, G.; PIMENTE, A.J.B; SOUZA, M.A. de; ROCHA, J.R.A.S.C.; FONSECA, W.B. Estresse por altas temperaturas em trigo: impacto no desenvolvimento e mecanismos de tolerância. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas-RS, v.18, n.2-4, p.133-142, 2012.

R CORE TEAM. R. A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2018.

RUIZ, R.; GARCIA-LUIS, A.; MONERRI, C.; GUARDIOLA, J.L. Carbohydrate availability in relation to fruitlet abscission in Citrus. *Annals of Botany*, v. 87, n. 6, p. 805-812, 2001.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. *Fisiologia das Plantas*. 4ª Ed., São Paulo: Cengage Learning, 2013, 792p.

SANTOS FILHO, H. P.; TAVARES, S. C. C. de H.; MATOS, A. P. de; COSTA, V. S. de O.; MOREIRA, W. A.; SANTOS, C. C. F. dos. Doenças, monitoramento e controle. IN: GENU, P. J. de C.; PINTO, A. C. de Q. *A cultura da mangueira*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.301-352.

SANTOS-SEREJO, J. A. Classificação e descrição botânica. In: PEREIRA, M.E. C.; FONSECA, N; SOUZA, F. V. D. (Eds.) *Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. 1. Ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. Cap.1, p. 15- 17

SAVITA GANGWAR. J. N. M. in *Emerging Technologies and Management of Crop Stress Tolerance*, Volume 2, 2014.

SCALOPPI, E. J. Critérios básicos para seleção de sistemas de irrigação. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.12, nº 139, p.54-62, 1986.

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. *Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*, v.1, p.161-180, 2010.

SOUZA, J. S.; ALMEIDA, C. O.; ARAÚJO, J. L. P.; CARDOSO, C. E. L. Aspectos Socioeconômicos. In: GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. (eds.). *A cultura da mangueira*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p.21- 29. TAPIA, V.L.M. e VEJA, A. Adelanto de la cosecha de mango Haden mediante manejo de agua en el Valle de Apatzingán. *Terra*, v12, p.304-310.

SOUZA, M. A.; PIMENTEL, A. J. B.; RIBEIRO, G. Melhoramento para tolerância ao calor. In: FRITSCHENETO, R.; BORÉM, A. (Eds.). *Melhoramento de plantas para condições de estresses abióticos*. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. p.199-226.

SOUZA, M. G.; BARBOSA, A. M. Fatores de estresse no milho são diversos e exigem monitoramento constante. *Revista de Fisiologia e Produtividade, Visão Agrícola* n13. 2015.

SHARMA, R. R.; DATTA, S. C.; VARGHESE, E. Effect of Surround WP®, a kaolin- based particle film on sunburn, fruit cracking and postharvest quality of „Kandhari“ pomegranates. *Crop Protection* v.114, p.18–22, 2018.

STIRBET, A.; RIZNICHENKO, G. Y.; RUBIN, A. B.; GOVINDJEE. Modeling chlorophyll a fluorescence transient: relation to photosynthesis. *Biochemistry*, v. 79, n. 4, p. 291–323, 2014.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. *J. Análises de solo, plantas e outros materiais*. 2ª ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995, 174p.

TORRES, A. P. Ácidos orgânicos na nutrição, produtividade e qualidade de frutos de mangueira cv. palmer no Vale do São Francisco. 2019. 83 f. Dissertação (Mestrado em

Agronomia – (Produção Vegetal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2019.

UNECE STANDARD FFV-45 Concerning the marketing and commercial quality control of mangoes. 2012. Disponível em: <

https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/standard/fresh/FFV-Std/English/45Mangoes_2012.pdf> Acesso em: 21 Nov. 2019.

URBAN, L.; LU, P.; THIBAUD, R. Inhibitory effect of flowering and early fruit growth on leaf photosynthesis in mango. *Tree Physiology*, v. 24, p. 387-399, 2004.

VAN HEERDEN, P. D. R.; SWANEPOEL, J. W.; KRÜGER, G. H. J. Modulação da fotossíntese por seca em duas espécies de vegetação desértica que apresentam assimilação de CO₂ no modo C3. *Environmental and Experimental Botany*, v. 61, p. 124-136, 2007.

VAZ-DE-MELO, A.; SANTOS, L. D. T.; FINOTO, E. L.; DIAS, D. C. F. S.; AVARENGA, E. M. Germinação e vigor de sementes de milho-pipoca submetidas ao estresse térmico e hídrico. *Bioscience Journal*, Uberlândia-MG, v.28, n.5, p.687-695, 2012.

VON CAEMMERER, S.; FARQUHAR, G. D. Algumas relações entre a bioquímica da fotossíntese e as trocas gasosas de folhas. *Planta*, v. 153, p. 376-387, 1981.

XAVIER, T. M. T.; PEZZOPANE, J. E. M.; PENCHEL, R. M.; PEZZOPANE, J. R.M. Leaf water potential and gas exchange of eucalypt clonal seedlings to leaf solar protectant. *Journal of Forestry Research*, v.30 , p.57 – 63, 2019.

XIE, X. L.; XIA, X. J.; KUANG, S. “A novel ethylene responsive factor CitERF13 plays a role in photosynthesis regulation,” *Journal of Plant Sciences*, vol. 256, pp. 112– 119, 2017.

WAHID, A.; GELANI, S.; ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Tolerância ao calor nas plantas: uma visão geral. *Botânica Ambiental e Experimental*, Elmsford, n.61, p.199- 223, 2007.

WALLER, M. Seca, doença, desfolha e morte: patógenos florestais como agentes da mudança da vegetação do passado. *Jornal da Ciência Quaternária*. 28(4), 336-342, 2013.

ZAMBOLIM, L.; JUNQUEIRA, N. T. V. Manejo integrado de doenças da mangueira. In: ROZANE, D. E.; DAREZZO, R. J.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. Manga: produção integrada, industrialização e comercialização. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004, p.604.

ZUCOLOTO, M.; SCHMILDT, E. R.; COELHO, R. I. Fruticultura Tropical: Diversificação e Consolidação. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. Caufes, 2015.