



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

LEANDERSON DE SOUSA COELHO

**COBERTURAS MITIGADORAS DO EXCESSO DE
LUMINOSIDADE EM FRUTOS DE MANGUEIRA NO VALE DO
SÃO FRANCISCO**

PETROLINA-PE

2022

LEANDERSON DE SOUSA COELHO

**COBERTURAS MITIGADORAS DO EXCESSO DE
LUMINOSIDADE EM FRUTOS DE MANGUEIRA NO VALE DO
SÃO FRANCISCO**

Trabalho apresentado a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Ciências Agrárias, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante

PETROLINA-PE

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

FOLHA DE APROVAÇÃO

LEANDERSON DE SOUSA COELHO

**COBERTURAS MITIGADORAS DO EXCESSO DE
LUMINOSIDADE EM FRUTOS DE MANGUEIRA NO VALE DO
SÃO FRANCISCO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovado em: 18 de agosto de 2022.

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 ITALO HERBERT LUCENA CAVALCANTE
Data: 05/09/2022 11:31:09-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

(Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante, UNIVASF)

Documento assinado digitalmente
 ACACIO FIGUEIREDO NETO
Data: 03/09/2022 21:35:24-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

(Prof. Dr. Acácio Figueirêdo Neto, UNIVASF)

Documento assinado digitalmente
 LUAN DOS SANTOS SILVA
Data: 02/09/2022 15:05:01-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

(M.Sc. Luan dos Santos Silva, UENF)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à Deus, pelo sopro da vida, por sua infinitabondade para conosco, pela saúde, pela força pra superar as adversidades, por me conceber a capacidade de aprender, pelas oportunidades e pessoas que ele colocou em minha vida, por ter me permitido sonhar e por fim realizar.

A minha família pelo apoio físico e emocional, em especial ao meu pai Francisco da Silva Coelho, minha mãe Luciene Ferreira de Sousa Coelho e minha irmã Lais Vanessa de Sousa Coelho.

A Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF pela oportunidade de cursar Engenharia Agrônoma.

Ao meu orientador, professor, líder, Ítalo Herbert Lucena Cavalcante, por todo conhecimento adquirido, tempo prestado, e toda orientação acadêmica e pessoal.

Ao grupo FRUTVASF, que me capacitou e lapidou para o futuro inerente do engenheiro agrônomo.

Ao grupo BSarid, que contribuiu diretamente na execução do projeto, em especial ao grande profissional Jefferson Queiroz, parceiro de campo, que deu todo o apoio para que os resultados fossem alcançados.

Ao grupo Special Fruit, em especial a Cassiano e Thais que abriram as portas e nos acompanharam para que o experimento fosse realizado.

Aos parceiros de corredor, RU, trabalhos, provas durante toda a graduação, especificamente Alicia Ribeiro, Pedro Paulo, Michelly Yumi, Mariana Siqueira e Lidiane. Em especial a Cicero Henrique e Laureniele Ferreira pela contribuição científica para com este trabalho.

Ao LAPA e Agroindústria, por disponibilizarem os laboratórios para a realização do presente trabalho.

Ao grupo de docentes da UNIVASF pelos conhecimentos transmitidos.

OBRIGADO!!

RESUMO

A queima solar em frutos de manga, principalmente no lado poente (oeste), devido a altas temperaturas e intensa luminosidade incidente sobre os frutos tem preocupado diversos produtores no Vale do São Francisco. Os frutos sofrem injúrias irreversíveis que demandam prática cultural específica para mitigação. Para proteção dos frutos com o objetivo de reduzir a incidência direta dos raios solares, o uso de filmes de partículas tem rendido resultados muito promissores. Desta forma, objetivou-se avaliar potenciais coberturas de frutos para redução de queimaduras em frutos de manga localizados na posição oeste (poente) da planta. O experimento foi desenvolvido em pomar comercial de mangueira (*Mangifera indica* L.) cv. Palmer, na Fazenda Aracê Agrícola, Special Fruit. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com dez blocos e dois frutos do poente por parcela. As variáveis analisadas foram a porcentagem de frutos queimados, dificuldade de limpeza, temperatura dos frutos, intensidade luminosa incidente nos frutos, uniformidade de maturação, quantificação de carotenoides, coloração da manga com o sistema CIE LAB, macronutrientes, micronutrientes e silício na casca da manga, qualidade de pós-colheita e resíduos orgânicos. Os dados foram submetidos a análise de variância e, de acordo com a significância do teste F ($p < 0,05$), as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey em até 5% de probabilidade de erro. O uso do Sungreen[®], mostrou-se eficiente contra o excesso de intensidade luminosa e diminuição da temperatura dos frutos, também contribuiu com a melhoria na coloração, além de um aporte maior de zinco nos frutos.

Palavras-chave: Queima solar de frutos, altas temperaturas, estresse luminoso vegetal, protetor solar de frutas, coloração de frutos.

ABSTRACT

The sunburn in mango fruits, mainly on the west side (west), due to high temperatures and intense luminosity incident on the fruits has worried several producers in the San Francisco Valley. The fruits suffer irreversible injuries that require specific cultural practice for mitigation. For fruit protection in order to reduce the direct incidence of sunlight, the use of particle films has yielded very promising results. Thus, the objective was to evaluate potential fruit cover to reduce burns in mango fruits located in the west (west) position of the plant. The experiment was carried out in a commercial orchard of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Palmer, Aracê Agricultural Farm, Special Fruit. The experimental design adopted was randomized blocks, with ten blocks and two fruits of the west per plot. The variables analyzed were the percentage of burned fruits, difficulty of cleaning, fruit temperature, incident light intensity in the fruits, uniformity of maturation, quantification of carotenoides, mango staining with the CIE LAB system, macronutrients, micronutrients and silicon in the mango shell, postharvest quality and organic residues. The data were submitted to variance analysis and, according to the significance of the F test ($p < 0.05$), the means of the treatments were compared by the Tukey test in up to 5% probability of error. The use of Sungreen[®], proved to be efficient against excess light intensity and decreased fruit temperature, also contributed to the improvement in staining, in addition to a greater supply of zinc in the fruits.

Keywords: Sun burning of fruits, high temperatures, vegetable light stress, fruit sunscreen, fruit coloring.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Valores mensais de precipitação, temperatura do ar, radiação global, umidade relativa do ar registrada antes e durante a condução do experimento (janeiro a maio de 2022), Petrolina, Pernambuco, Brasil.....	04
Figura 2 -	Aplicação do novo protetor solar nos frutos, via pulverizador costal.....	06
Figura 3 -	Frutos após a primeira aplicação dos protetores solares	06
Figura 4 -	Frutos dos tratamentos T4, T6, T8 e T10 após a segunda aplicação do novo protetor solar.....	07
Figura 5-	Determinação da umidade do solo através do Falker® medidor eletrônico de umidade de solo.....	08
Figura 6 -	Leitura de temperatura através de um termômetro laser (A), tamanho dos frutos com ajuda de um paquímetro (B), índice de DA-METER® de uniformidade de maturação (C), tamanho da espessura da casca nas mangas (D), registro de todos os tratamentos em ordem crescente (E), polpa processada pronta para análises (F), realização da titulação de acidez trocável (G), amostras submetidas a estufa para obtenção da massa seca (H)....	12
Figura 7 -	Porcentagem de frutos queimados, área total do fruto afetado por lesões de intensidade luminosa em função do uso de protetores solares.....	15
Figura 8 -	Relação da queima dos frutos em função do tempo (dias) em função do uso de protetores solares.....	16
Figura 9 -	Frutos lavados apenas com água logo após a colheita em função do uso de protetores solares.....	18
Figura 10 -	Relação da temperatura em função do tempo (dias) em função do uso de protetores solares.....	19
Figura 11 -	Relação da intensidade luminosa incidentes nos frutos (ILIF) ao logo do tempo (dias) em função do uso de protetores solares.....	21
Figura 12-	Determinação do índice de maturação DA em função do uso de	23

	protetores solares.....	
Figura 13 -	Determinação dos carotenoides totais em função do uso de protetores solares.....	24
Figura 14 -	Coloração da casca através do sistema CIE L*, a*, b* em função do uso de protetores solares.....	26
Figura 15 -	Distribuição de cores no círculo colorimétrico em função do uso de protetores solares.....	27
Figura 16 -	Análise de pós-colheita: Sólidos solúveis (A), Acidez titulável total (B), firmeza (C) e massa seca (D) em função do uso de protetores solares.....	31

LISTA DE TABELAS

- | | | |
|------------|--|----|
| Tabela 1 - | Caracterização da umidade do solo, densidade de frutos, intensidade luminosa das plantas que receberam os tratamentos. | 09 |
| Tabela 2 - | Porcentagem de frutos queimados, dificuldade de limpeza, área total e média do fruto afetada por lesões de intensidade luminosa em função de protetores solares. | 13 |
| Tabela 3 - | Caracterização dos macronutrientes, micronutrientes e silício na casca da manga na colheita em função de protetores solares. | 30 |
| Tabela 4 - | Resíduos orgânicos detectados nos frutos em função de protetores solares | 33 |
| Tabela 5 - | Resíduos metálicos detectados nos frutos em função de protetores solares | 34 |

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	01
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	03
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4.1	EFEITO DOS TRATAMENTOS NA PROTEÇÃO CONTRA LESÕES SOLARES.....	13
4.2	EFEITO DOS FILMES DE PARTÍCULAS NA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DOS FRUTOS.....	19
4.3	INTENSIDADE LUMINOSA INCIDENTE SOBRE OS FRUTOS.....	20
4.4	EFEITO DOS PROTETORES NA COLORAÇÃO, PIGMENTAÇÃO E MATURAÇÃO DOS FRUTOS.....	22
4.5	MACRONUTRIENTES, MICRONUTRIENTES E SILÍCIO NA CASCA DA MANGA.....	28
4.6	ANÁLISES DE PÓS-COLHEITA.....	31
4.7	ANÁLISES DE RESÍDUOS.....	33
5	CONCLUSÃO.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura no Vale do São Francisco é conhecida nacional e internacionalmente pela produção irrigada de frutas. Dentre as frutas produzidas, a manga é a que apresenta maior importância econômica e social. A mangicultura é uma atividade altamente intensiva em tecnologia e desenvolvida por pequenos, médios e grandes produtores. Com o uso de irrigação e a disponibilidade de sol, o Vale do São Francisco produz manga durante todos os meses do ano, abastecendo tanto o mercado brasileiro quanto o externo (VALEXPORT, 2016).

Atualmente, alguns problemas relacionados a produção de manga têm incomodado diversos produtores no submédio do Vale do São Francisco. Como são submetidos a temperaturas, insolação e radiação solar elevados, os frutos sofrem injúrias como insolações e queimaduras que demandam prática cultural específica para mitigação. A queima solar, além de provocar alterações fisiológicas (SCHARDER, 2009), reduz o valor agregado do produto tornando-o menos atrativo aos consumidores e dificultando a sua comercialização ou até mesmo o descarte desse fruto.

A intensa exposição ao sol, principalmente em algumas épocas do ano, provoca amolecimento da polpa e coloração marrom na casca, que resulta em queimaduras na casca da manga. O problema atinge principalmente os frutos localizados no lado poente na periferia da copa da planta e expostos ao sol no período da tarde (CHOUDHURY et al, 2004), embora dependendo da orientação do pomar, também possa ocorrer no lado do sol nascente.

Abd-Allah et al., (2013) citam que as plantas utilizam vários mecanismos de proteção para evitar queimaduras. No entanto, a alta incidência de queimaduras solares em frutas aponta para uma inadequação de mecanismos de defesa para prevenir o dano. Por isso, os frutos são mais susceptíveis a queimaduras solares do que as folhas, visto que estas têm mecanismos mais eficientes, como o resfriamento da folha através da transpiração que acontecem neste órgão em maior quantidade (TAIZ et al., 2017).

Para proteção dos frutos com o objetivo de reduzir a incidência direta dos raios solares (GLEEN et al., 2002) muitas vezes não são utilizados materiais

adequados interferindo na qualidade final dos frutos (LOPES et al, 2014). No Vale do São Francisco a proteção dos frutos de manga principalmente localizados no poente da planta tem sido praticada em todas as épocas do ano, usando-se praticamente um produto, o Caulim®.

A aplicação de caulim direcionada para os frutos têm provado ser alternativa viável para mitigar efeitos estressores nos frutos causados especialmente pela radiação solar excessiva. A caracterização e o modo de ação, bem como uma visão geral dos efeitos do caulim no desempenho da cultura, são extensivamente revisados, discutindo os efeitos interativos nas respostas morfológicas, fisiológicas, bioquímicas, de crescimento, rendimento e qualidade de pós-colheita (BRITO et al, 2019).

Embora o caulim seja eficiente na proteção dos frutos aos efeitos agressivos do sol no semiárido, trata-se de uma prática de elevado custo, sobretudo relacionado a mão de obra e número de aplicações, além de difícil remoção na pós-colheita, bem como afeta negativamente a coloração da manga (MELENDEZ-MARTINEZ, 2006), característica importante na qualidade e comercialização da fruta.

Nos últimos anos tem-se estudado potenciais coberturas alternativas ao caulim, a exemplo de bloqueadores solares ou bioprotetores. O filme de partículas, propriamente dito, é uma camada microscópica de minerais que se liga à superfície da planta ou do fruto (SMEDT et al., 2015). O uso de cobertura de partículas sobre as plantas tem importante papel no combate a pragas, doenças e na fisiologia da planta (POLANCZYK et al., 2021).

Estes protetores solares proporcionam uma barreira física sobre a superfície da planta que reduz a irradiação que chega à folha, reduzindo a temperatura durante horas mais quentes do dia e previne o estresse fotooxidativo (FRANCESCHI, 2020).

A mais recente alternativa do mercado é o Sungreen®, um produto a base de resíduos de cana de açúcar contendo em sua composição nanopartículas incorporadas a um biopolímero derivado de celulose. Quando aplicado na superfície dos frutos, forma um nanofilme protetor que reflete a radiação solar, conferindo

proteção e resistência. Além de sua fácil remoção, sendo realizada somente com água, sem a necessidade da utilização de produtos químicos.

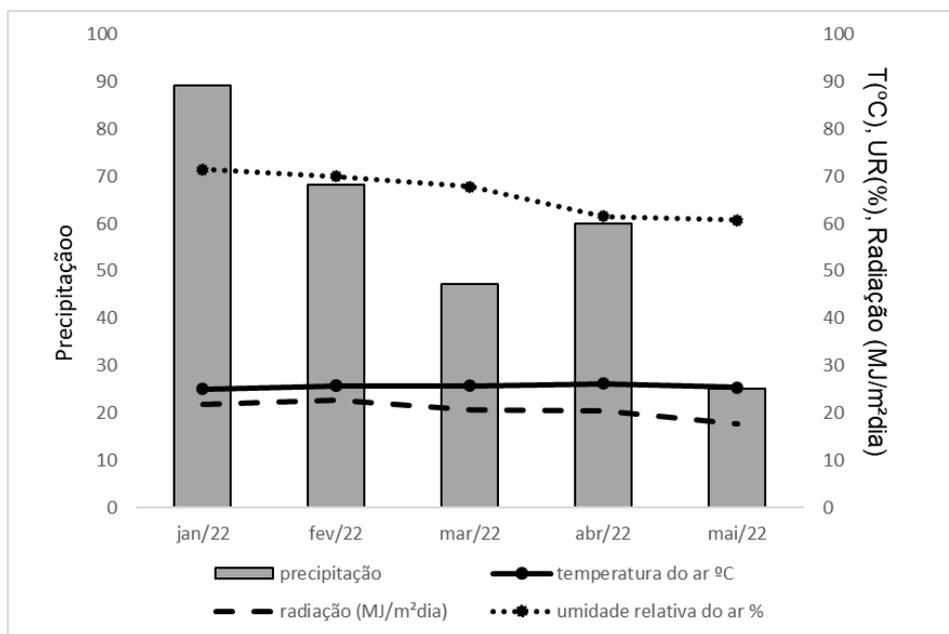
Portanto, a inadequação dos mecanismos de resistência (ABD-ALLAH et al.,2013) e a alta suscetibilidade de frutas a queimaduras, além de falta de opção no mercado de protetores de frutas, sugerem a necessidade de intervenção externa de novas coberturas mitigadoras para suprimir queimaduras solares em frutas e a dependência do caulim como filme protetor.

Em função do exposto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar potenciais coberturas de frutos para redução de queimaduras em frutos de manga localizados na posição oeste (poente) da planta.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em pomar comercial de mangueira (*Mangifera indica* L.) cv. Palmer, na Fazenda Aracê Agrícola, Special Fruit, situada no Distrito de Irrigação Senador Nilo Coelho (DINC) em Petrolina, Pernambuco, Brasil, entre março e junho de 2022. O clima da região é classificado como BswH, com temperatura média anual de 26,0 °C e precipitação média anual de 481,7 mm, na região do submédio do Vale do São Francisco. Durante a execução do experimento, os dados climáticos referentes à precipitação pluviométrica, insolação média, temperatura e umidade relativa do ar, e evaporação média foram registrados em estação meteorológica automática instalada no *Campus* de Ciências Agrárias da UNIVASF (Figura 1).

Figura 1. Valores mensais de precipitação, temperatura do ar, radiação global, umidade relativa do ar registrada antes e durante a condução do experimento, Petrolina, Pernambuco, Brasil.



Fonte: LabMet; T: Temperatura; UR: Umidade relativa do ar.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com dez blocos e dois frutos do poente (oeste) por parcela. Os tratamentos avaliados foram:

T1: Controle absoluto (sem cobertura dos frutos);

T2: Cobertura dos frutos tradicionalmente realizada pela fazenda;

T3: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação);

T4: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações);

T5: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação);

T6: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações);

T7: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação);

T8: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações);

T9: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); e,

T10: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações).

O experimento iniciou-se no dia 06/05/2022, a aplicação dos tratamentos T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9 e T10 simultaneamente e imediatamente após a poda toalete executada conforme o planejamento da fazenda, ou seja, para esses tratamentos os frutos estavam encobertos por folhas e, no mesmo dia em que foram expostos ao sol pela poda toalete, receberam aplicação dos respectivos tratamentos. Para os tratamentos com duas aplicações (T4, T6, T8, T10), a segunda aplicação foi realizada ao passar 50% dos dias para a previsão da colheita, no dia 23/05/2022, 18 dias após o início do experimento. Os tratamentos T3 a T10 foram definidos conforme ensaios preliminares.

O tratamento T2, habitual aos que a fazenda realiza, consistiu-se de cinco aplicações de caulim na concentração de 25 kg para 80 L de calda, e utilização de 450 ml de adjuvantes adesivos, durante todas as fases do crescimento do fruto com início logo após o pegamento, na fase de 'ovo', quando o fruto apresentou comprimento de 6,0 cm, aproximadamente, repetindo a aplicação de 15 em 15 dias, até o dia da colheita.

Na Figura 2 é possível verificar a aplicação dos tratamentos (T3 a T10), que foram aplicados com o uso de um pulverizador costal, enquanto nas Figuras 3 e 4, têm-se respectivamente a percepção visual dos frutos de cada tratamento no momento da aplicação dos tratamentos e dos tratamentos que receberam duas aplicações do novo protetor solar.

Figura 2. Aplicação do novo protetor solar nos frutos, via pulverizador costal.



Figura 3. Frutos após a primeira aplicação do novo protetor solar por tratamento.



T1: Controle absoluto (sem cobertura dos frutos); T2: Cobertura dos frutos tradicionalmente realizada pela fazenda; T3: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T4: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T5: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T6: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T7:

Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T8: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T9: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); e, T10: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações).

Figura 4. Frutos dos tratamentos T4, T6, T8 e T10 após a segunda aplicação do novo protetor solar.



T4: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T6: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T8: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); e, T10: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações).

O protetor solar alternativo estudado foi o Sungreen[®], um produto à base de nanopartículas derivadas de resíduos de cana-de-açúcar. Formado por um biopolímero derivado da celulose funcionalizado com zinco (2%), silício (5%) e pentóxido de difósforo (3,5%) e contendo ainda 1% de Ca e 5% de carbono orgânico total (COT). Quando aplicado na superfície dos frutos, forma um nanofilme protetor que reflete a radiação solar, conferindo proteção e resistência.

As plantas receberam irrigação pelo sistema localizado de gotejamento e foram submetidas às práticas culturais recomendadas para a cultura da manga nas condições regionais de cultivo quanto a podas, manejo nutricional via fertirrigação, controle de plantas invasoras, ponto de colheita e combate a pragas e doenças, seguindo as recomendações de Genú e Pinto (2002).

De forma a caracterizar o pomar experimental, antes da aplicação dos tratamentos e na colheita determinaram-se:

Umidade de solo (%) com um medidor eletrônico de umidade de solo (Falker®). Determinada em todas as plantas na qual estavam presentes os tratamentos. Realizada durante o período da manhã, entre às 9:00 e 11:00 h, na linha da irrigação de gotejamento, do lado oeste da planta (Figura 5).

Figura 5. Determinação da umidade do solo através do Falker® medidor eletrônico de umidade de solo.



Foi realizada a contagem de número de frutos por metro quadrado para obter-se a densidade de frutos (número de frutos por m²) e intensidade luminosa (lux) incidente nos frutos.

Tabela 1. Caracterização da umidade do solo, densidade de frutos e intensidade luminosa incidente as plantas que receberam os tratamentos.

Umidade do solo	Densidade de frutos	Intensidade luminosa
----- % -----	frutos por m ²	----- lux -----
9,0	49	657,2
8,8	28	675,6
7,9	30	707,4
10,2	25	699,3
10,8	36	721,6
10,1	42	737,9
10,9	30	741,2
12,2	37	754,6
8,8	44	746,1

Logo após a colheita, foi realizada a qualidade pós-colheita dos frutos: sólidos solúveis, acidez titulável, firmeza, massa seca, colorimetria (L^* , a^* , b^*), teores de carotenoides totais (IAL, 2008), índice DA-METER[®] de uniformidade de maturação e espessura de casca (mm). O aspecto visual dos frutos foi registrado em estúdio fotográfico de frutos em laboratório.

Os sólidos solúveis (SS) foram determinados a partir do suco da polpa, utilizando um refratômetro digital (Hanna – HI 96804), sendo os resultados expressos em °Brix (IAL, 2008). A acidez titulável (AT) foi obtida titulando-se a amostra com solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1M), tendo como indicador fenolftaleína a 1% (IAL, 2008). Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico. A firmeza dos frutos foi determinada com o auxílio de um penetrômetro digital, com ponteira de 12 mm de diâmetro. Foi realizada uma leitura, em um lado do fruto. O resultado foi expresso em quilogramas-força por centímetro quadrado (kgf/cm²).

Para a obtenção da massa seca, os frutos foram seccionados em pequenos pedaços e colocados para secar em uma estufa com circulação forçada de ar sob temperatura de 65 °C ± 5 °C. Os frutos foram mantidos em estufa até atingirem peso constante. O tempo de secagem variou de 24 a 72 horas, conforme o tamanho do fruto compondo a amostra. O teor de água do fruto foi determinado por

simples subtração entre a massa fresca (MF) e a massa seca (MS). A percentagem de água presente no fruto foi determinada com base na massa fresca do fruto ($\% = 100 \times \text{peso de água}/\text{MF}$). Os dados foram apresentados como a massa da água em gramas (g) e percentagem de água no fruto expresso em %.

A cor da casca foi avaliada através da leitura da superfície do fruto, utilizando-se um colorímetro digital, por meio do espaço de cores definido pela Comissão Internacional de Iluminação (Sistema CIE LAB), avaliando-se os seguintes parâmetros: L^* , luminosidade; a^* , que indica a cromaticidade no eixo da cor verde (-) para vermelha (+); e b^* , que indica a cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarela (+).

Os carotenoides presentes na casca da manga foram extraídos segundo o método de Lichtenthaler (1987), com algumas modificações. Cerca de 0,3 g de casca de manga picotados foi pesada em balança analítica e extraída com 10 mL de mistura de metanol (8:2, v/v) por 72 horas. O conteúdo de carotenoides totais da casca da manga foi determinado a partir da leitura da solução em espectrofotômetro em comprimento de onda de 470.

O índice DA foi obtido através de espectrofotômetro portátil (DA-meter®) estimado pela diferença entre os valores de absorbância medidos em 670 e 720 nm (ZIOSI et al., 2008), próximos do pico de absorção da clorofila *a*.

Ao longo do experimento, antes e depois, da aplicação dos tratamentos foram determinadas, no período da manhã, a intensidade luminosa (lux) incidente na superfície dos frutos, bem como as respectivas temperaturas usando um termômetro laser infravermelho.

O estado de queimadura solar dos frutos foi estimado visualmente e relacionado com o número de frutos queimados por tratamento, para cálculo do percentual de frutos queimados pelo sol.

Na colheita foi calculado a área do fruto afetada por lesões de intensidade luminosa (cm^2) com a utilização de um paquímetro, e foi a quantificado a dificuldade de limpeza em pós-colheita (adimensional), que foi realizado assim que os frutos chegaram no laboratório, na qual foi definido que os frutos que foram lavados

apenas com água, foi considerado como uma maior facilidade de limpeza, e para os frutos que foi necessário a utilização de outros aditivos como o detergente para a limpeza total do fruto, apresentavam uma dificuldade maior. A limpeza foi realizada de forma igual para todos os tratamentos, seguindo o protocolo: limpeza superficial com tecido úmido, limpeza com água corrente e esfoliação do fruto, limpeza com uso de aditivos como detergente, se necessário. A codificação para a dificuldade da limpeza adotada foi Sim e Não.

Também foi realizada caracterização dos teores de macro, micronutrientes e silício nas cascas dos frutos de cada tratamento no momento da colheita, seguindo a metodologia de Tedesco et al. (1995).

A colheita foi realizada no dia 08 de junho de 2022, quando os frutos se encontravam no estágio 2 caracterizado pela coloração da polpa creme amarelada (FILGUEIRAS et al., 2000), aproximadamente 32 dias após a primeira aplicação do novo protetor solar. Foram coletados também 5 frutos de cada tratamento para realização das análises pós-colheita, os frutos foram conduzidos ao Laboratório de Armazenamento de Produtos Agrícolas (LAPA) para determinar as qualidades físicas dos frutos e o de Laboratório de Agroindústria da UNIVASF/Petrolina-PE para determinar a qualidade química dos frutos.

Na Figura 6 há registros visuais da realização as análises do trabalho.

Figura 6. Leitura de temperatura através de um termômetro laser (A), tamanho dos frutos com ajuda de um paquímetro (B), índice de DA-METER® de uniformidade de maturação (C), tamanho da espessura da casca nas mangas (D), registro de todos os tratamentos em ordem crescente (E), polpa processada pronta para análises (F), realização da titulação de acidez trocável (G), amostras submetidas a estufa para obtenção da massa seca (H).



Fonte: autor.

Os frutos que receberam o protetor solar alternativo, assim como o Caulim, foram submetidos a uma análise de resíduos orgânicos e metálicos afim de detectar possíveis moléculas indesejáveis. A análise foi realizada no laboratório do Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP), reconhecido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliação dos efeitos significativos pelo teste F, os tratamentos foram comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software – Sisvar versão 5.8.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EFEITO DOS TRATAMENTOS NA PROTEÇÃO CONTRA LESÕES SOLARES O

uso de coberturas mitigadoras como o caulim e o protetor solar alternativo, mesmo em concentrações baixas, apresentou uma redução significativa no número de frutos queimados em comparação a testemunha absoluta (Tabela 2). Os frutos do T1 (controle absoluto), que não receberam nenhuma cobertura mitigadora/protetora, apresentaram uma máxima porcentagem de frutos queimados (100%) o que demonstra que as condições do experimento eram agressivas à queimadura dos frutos.

Tabela 2. Porcentagem de frutos queimados, dificuldade de limpeza, área total e média do fruto afetada por lesões de intensidade luminosa em função de protetores solares.

Tratamentos	Porcentagem de queima (%)	Dificuldade de limpeza	Área total (cm ²)	Média (cm ²)
T1	100	Não	74,3	12,4
T2	0	Sim	-	-
T3	0	Não	-	-
T4	27	Não	9,7	4,9
T5	16,6	Não	37,0	18,5
T6	20	Não	11,3	11,3
T7	0	Não	-	-
T8	0	Não	-	-
T9	20	Não	5,2	5,2
T10	40	Não	7,0	2,3

T1: Controle absoluto (sem cobertura dos frutos); T2: Cobertura dos frutos tradicionalmente realizada pela fazenda; T3: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T4: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T5: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T6: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T7: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T8: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T9: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); e, T10: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações).

A alta radiação solar durante o ciclo fenológico resulta em excesso de luz e carga de calor nas plantas e principalmente nos frutos. Embora a contribuição

relativa do calor e da luz para a injúria solar não esteja claramente estabelecida, ela é causada extensivamente pela interação de alta temperatura e luz (GLENN et al., 2002; POSPÍŠIL, 2016).

O presente estudo avaliou, o efeito de diferentes tipos de protetores para o excesso de luminosidade e reitera a necessidade crucial de uma cobertura mitigadora de efeitos estressantes nos frutos de manga no Vale do São Francisco, para a proteção de efeitos como injúrias por queimaduras solares.

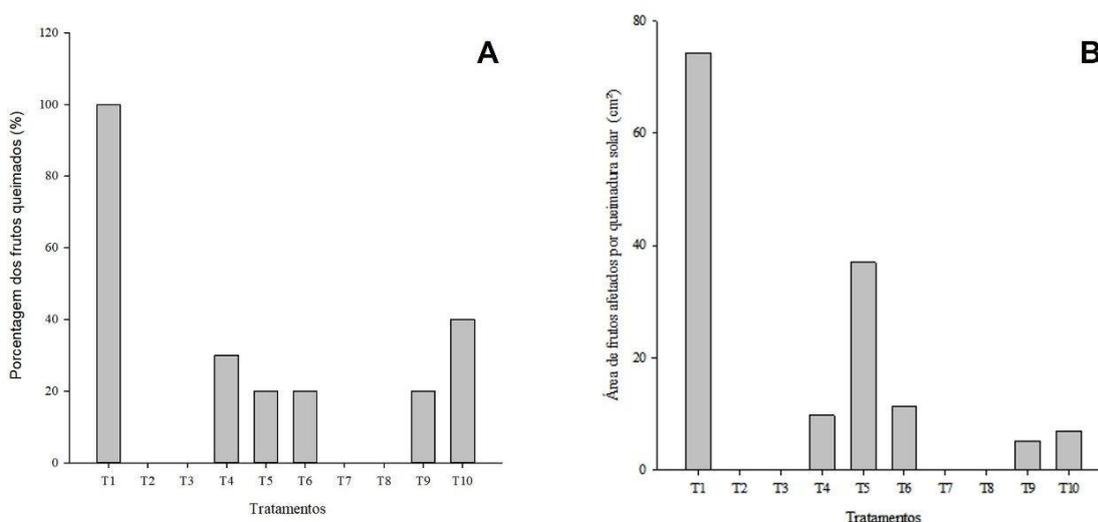
Por outro lado, todos os outros tratamentos, tiveram um efeito positivo na redução de porcentagem de frutos queimados, seja na diminuição significativa, ou na proteção total dos frutos (Tabela 2). Como se pode observar no T2, realizado pela fazenda com o uso de cinco pulverizações de caulim e o T7 e T8, realizados com a maior concentração do princípio ativo do protetor solar alternativo, com uma aplicação e com duas aplicações, respectivamente, registraram o menor ou nenhum percentual de frutos queimados durante a execução do experimento. Os dados corroboram com o estudo realizado por Sharma et al. (2018), que utilizaram o caulim como filme de partículas protetor e registraram redução significativa na porcentagem de queimaduras solares de até 81%.

No entanto, verificou-se queimas por intensidade luminosa nos frutos de manga presentes no lado poente(oeste) da planta em alguns tratamentos com concentrações do protetor solar alternativo inferiores (T4, T5, T6, T9 e T10). O T7 e T8 apresentaram resultados superiores aos demais tratamentos, e coincidiu com o T2, tratamento aplicado pela fazenda com uso do caulim. Indicando a sua eficiência como protetores e mitigadores do excesso de intensidade luminosa nos frutos da mangueira.

Também foi quantificada a área dos frutos afetada por lesões solares, no T1 foi registrado a maior área total dos frutos afetados por lesões de intensidade luminosa (74,3 cm²) devido ao maior número de frutos queimados presentes no tratamento, o T5 também registrou um número significativamente alto (37 cm²), mesmo com uma porcentagem inferior de frutos queimados, apresentando lesões maiores e mais profundas causadas pelo excesso da intensidade luminosa incidente sobre o fruto, inviabilizando-o. Nos demais tratamentos que apresentaram queima solar (T4, T6, T9), a área afetada de lesões por excesso de intensidade luminosa foi

menor, causando apenas algumas insolações, como no T10 que mesmo tendo uma porcentagem maior de frutos queimados (40), sua área afetada foi de apenas 6,9 cm².

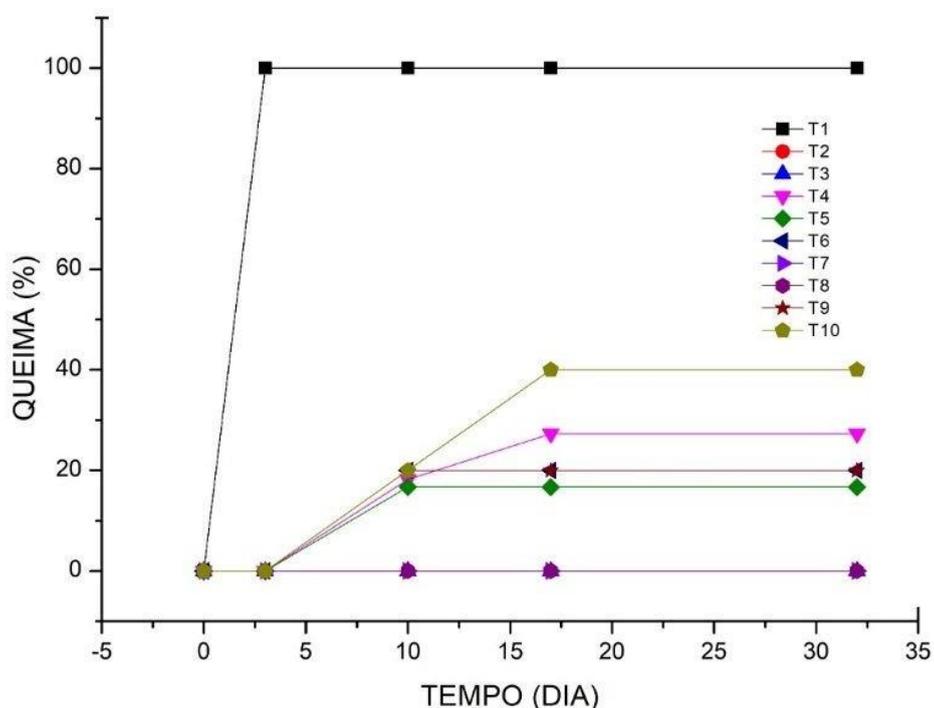
Figura 7. Porcentagem de frutos queimados e área total do fruto afetado por lesões de intensidade luminosa, por tratamento.



T1: Controle absoluto (sem cobertura dos frutos); T2: Cobertura dos frutos tradicionalmente realizada pela fazenda; T3: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T4: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T5: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T6: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T7: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T8: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T9: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); e, T10: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações).

Foi levado em consideração a relação de número de frutos queimados em função do tempo (dias) (Figura 8), na qual verificou-se que após dez dias da primeira aplicação dos tratamentos foi registrada os primeiros sintomas visuais de queimas por excesso de luminosidade solar em alguns tratamentos. Conforme o decorrer dos dias, apenas alguns frutos sofreram insolações, não registrando nenhum aumento significativo após 17 dias.

Figura 8. Relação da queima dos frutos em função do tempo decorrido após a aplicação dos tratamentos (dias).



T1: Controle absoluto (sem cobertura dos frutos); T2: Cobertura dos frutos tradicionalmente realizada pela fazenda; T3: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T4: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T5: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T6: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T7: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T8: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T9: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); e, T10: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações).

Rabinowitch et al. (1983) citam que os frutos verdes são mais sensíveis à injúria solar do que frutos vermelhos ou amarelos, pois a clorofila sofre foto-oxidação, que é um processo essencial para o desenvolvimento de injúria solar. Devido a prática da toaleta ou desfolha na cultura da mangueira, os frutos verdes que antes estavam protegidos pela sombra das folhas subitamente recebem uma exposição à radiação muito intensa, e ficaram mais suscetíveis à queima do que os frutos que já estavam expostos, necessitando mais atenção quanto ao manejo de cobertura dos frutos, onde o intervalo de queima é maior nos primeiros dias de exposição intensa, de três a sete dias após os tratamentos culturais como toaleta e desfolha. A aplicação dos tratamentos T3 a T10 no presente estudo se deu

imediatamente após a poda toailete, quando os frutos estavam com maíos susceptibilidade à queima solar.

Também foi comparada a eficiência dos tratamentos com uma e com duas aplicações (Figura 8), onde foi observado que uma segunda aplicação após 18 dias, se mostrou ineficiente, visto que o intervalo de queima é maior entre os primeiros dez dias após a toailete e/ou desfolha, quando os frutos estão mais sensíveis ao excesso de intensidade luminosa. Ou seja, o ideal seria, se necessário, uma segunda aplicação, após sete dias da primeira aplicação do protetor solar.

Os filmes de partículas são projetados para ter adesão controlada às superfícies das frutas (SHARMA et al., 2015). O revestimento com filme de partículas nas superfícies das frutas pode ser considerado desagradável para o comércio e para os consumidores. Assim, a lavagem dos frutos é necessária imediatamente após a colheita. A depender do protetor utilizado, das dosagens e do número de aplicações, apenas uma lavagem é necessária para remover o resíduo de partículas nas partes comestíveis da planta tratadas.

Tendo isso em vista, foi quantificado a dificuldade de limpeza dos frutos na pós colheita (Tabela 2), onde o tratamento habitual da fazenda, com o uso caulim na cobertura dos frutos (T2), apresentou maior dificuldade de limpeza, não sendo possível a remoção total dos filmes de partículas somente com água, sendo necessário a presença de outros aditivos como o detergente, para a limpeza completa dos frutos. Destacando a sua dificuldade de limpeza em comparação aos outros (Figura 9). Os demais tratamentos, apresentaram menor dificuldade, sendo possível a remoção dos filmes de partículas protetores, somente com água corrente.

Figura 9. Frutos lavados apenas com água logo após a colheita por tratamento.



T1: Controle absoluto (sem cobertura dos frutos); T2: Cobertura dos frutos tradicionalmente realizada pela fazenda; T3: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T4: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T5: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T6: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T7: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T8: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T9: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); e, T10: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações).

Alguns produtores utilizam técnicas e implementos para garantir a remoção completa, como tanques de despejo, escovas e sistemas de enxágue existentes até que removam totalmente o filme de partículas de forma satisfatória. Um detergente de limpeza aprovado pode ser adicionado ao tanque de despejo para melhorar a eficiência da limpeza. Alguns produtores aumentaram o tempo no tanque de despejo, mudaram o comprimento ou a forma das escovas e aumentaram a pressão nos enxágues para melhorar o processo de remoção do filme (GLENN e PUTERKA, 2004).

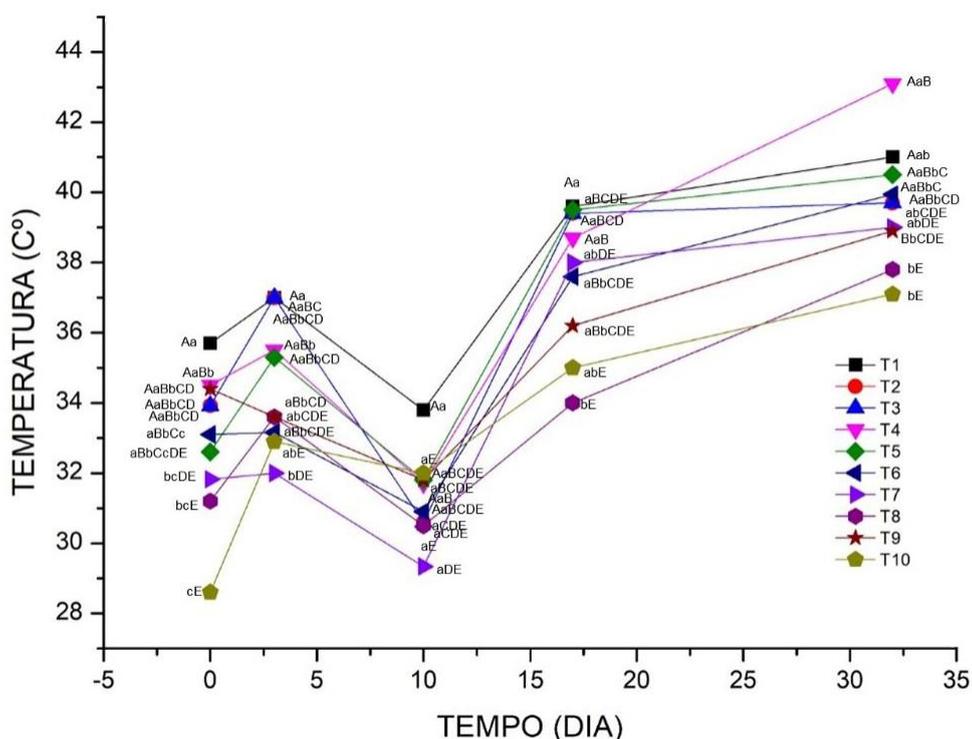
Traços de filmes de partículas não afetam a qualidade do fruto processado (GLENN et al., 2002), mas os filmes de partículas não devem ser

usados em culturas destinadas ao mercado fresco ou em culturas embaladas no campo, a menos que haja disposição para lavar o filme do produto.

4.2 EFEITO DOS FILMES DE PARTÍCULAS NA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DOS FRUTOS

Para avaliar a eficiência dos protetores solares, avaliou-se também a temperatura dos frutos (Figura 10).

Figura 10. Relação da temperatura em função do tempo (dias).



T1: Controle absoluto (sem cobertura dos frutos); T2: Cobertura dos frutos tradicionalmente realizada pela fazenda; T3: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T4: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T5: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T6: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T7: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T8: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T9: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T10: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações).

Letras maiúsculas comparam a média entre os tratamentos, letras minúsculas comparam os tratamentos dentro de cada data de avaliação.

Os resultados de temperatura de fruto (Figura 10) indicam grandes variações desses valores em função dos dias após a aplicação dos tratamentos e tendências semelhantes com o passar do tempo, indicando que as condições climáticas foram bastante incisivas na temperatura dos frutos e os tratamentos, embora com diferenças quantitativas nas diferentes datas, de uma forma geral houve semelhança entre os tratamentos. Esses resultados indicam que não necessariamente, a temperatura do fruto está direta e exclusivamente relacionada com o processo de queima causado pela incidência solar.

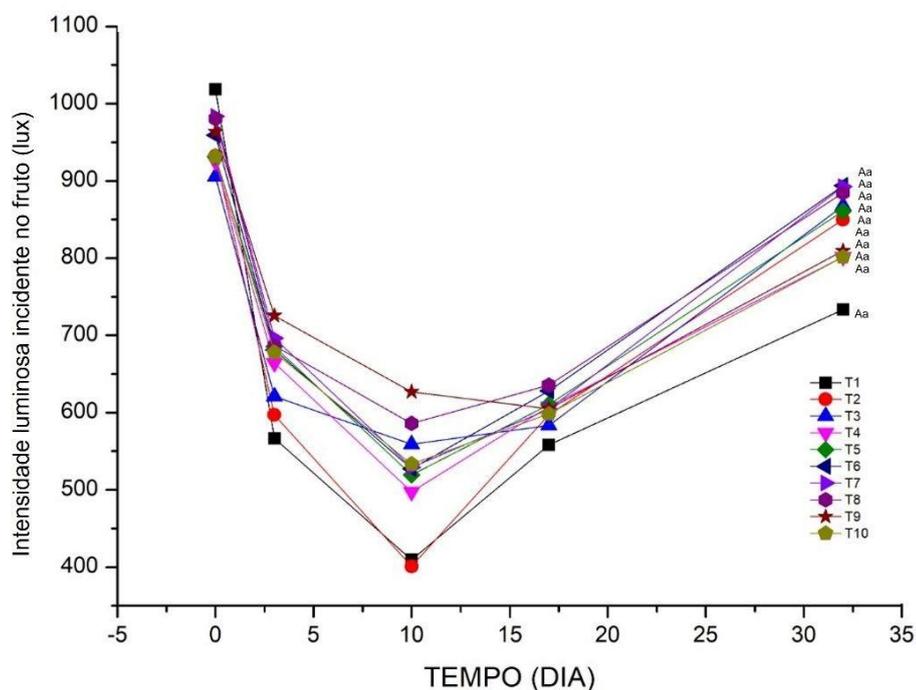
Altas temperaturas e uma intensa radiação solar no fruto durante um longo período de tempo é um dos principais fatores para que ocorra insolações e posteriormente a queima dos frutos (CHOUDHURY et al., 2004). Alguns autores como Drake et al. (1993), citam que uma das principais causas da insolação solar em frutas é o dano por calor excessivo.

Lipton e Matoba (1971) utilizaram o caulim como filme de partícula para reduzir a temperatura e suprimir os danos da insolação solar e também observaram que filmes de partículas reduziam o ganho de calor líquido de frutas grandes diariamente.

4.3 INTENSIDADE LUMINOSA INCIDENTE SOBRE OS FRUTOS

Durante a execução do experimento, a intensidade luminosa incidente nos frutos (ILIF) teve um pico nos primeiros dias entre o dia 0 ao dia 10, como mostra na Figura 11, o que explica o aumento da porcentagem no número de frutos queimados nos primeiros 9 dias após a aplicação dos tratamentos (Figura 8). Logo após, aos 10 dias, houve uma redução significativa na ILIF, que foi aumentando a cada 5 dias, conforme os valores registrados. Isto confirma que altos valores de ILIF aumentam a incidência de frutos queimados pelo sol, na cultura da mangueira.

Figura 11. Intensidade luminosa incidente nos frutos (ILIF) ao longo do tempo após a aplicação dos tratamentos (dias).



T1: Controle absoluto (sem cobertura dos frutos); T2: Cobertura dos frutos tradicionalmente realizada pela fazenda; T3: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T4: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T5: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T6: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T7: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T8: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T9: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); e, T10: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações).

A radiação ultravioleta danifica as plantas pela formação de dímeros de DNA, inibição do fotossistema II e atividade da Rubisco (Sharma et al., 2015). Os filmes de partículas como o protetor solar alternativo e o caulim podem ter sido refletivos a radiação UV, assim, o principal princípio por trás da redução do dano UV por filmes de partículas é a reflexão da luz por tais filmes.

De fato, todos os tratamentos aumentaram a reflexão de UV, entretanto, relacionando-os com a porcentagem de frutos queimados o T2, T7 E T8 foram os tratamentos que refletiam mais energia radiante em comparação aos outros, essa discrepância pode ser explicada pela quantidade reduzida de resíduos de filmes de partícula nos demais tratamentos com uma concentração menor de princípios ativos.

Embora não tenha sido estabelecida uma relação direta entre a radiação UV e a injúria solar em mangas, demonstramos que esses filmes de partículas reduziram a penetração de UV na superfície da planta e, portanto, poderia reduzir os danos causados por UV em outros tecidos vegetais (CALDWELL, 1981; PEDROSA et al, 2022).

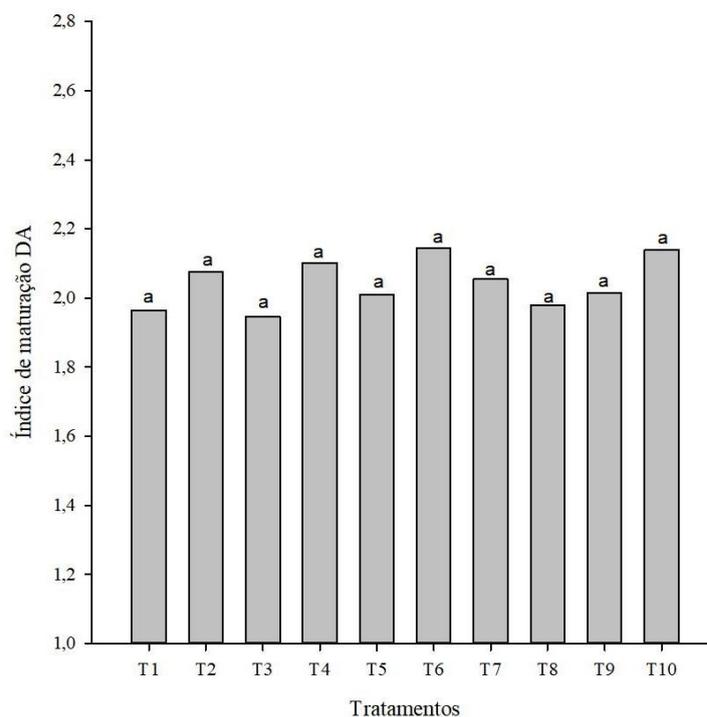
A luz, por ser fonte primária de energia relacionada à fotossíntese e fenômenos morfogenéticos é um dos principais fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas (TAIZ et al., 2017). Holt (1995) cita que todas as plantas têm habilidade para modificar o seu modelo de desenvolvimento em resposta ao ambiente luminoso. Todavia, a natureza da resposta morfogênica pode variar consideravelmente entre espécies de acordo com a capacidade de aclimação e a dependência da quantidade ou qualidade da luz.

Porto (2018) cita que quando a luz solar está em excesso ou falta torna-se prejudicial para os frutos, ocasionando prejuízos em todos os aspectos de crescimento, desenvolvimento e produção. Na literatura é evidente que maiores radiações solares durante as estações do ano, principalmente no verão, são as principais responsáveis pelas queimaduras solares em frutos (SHARMA & KRISHNA, 2014).

4.4 EFEITO DOS PROTETORES NA COLORAÇÃO, PIGMENTAÇÃO E MATURAÇÃO DOS FRUTOS

Com o processo de maturação dos frutos o índice de diferença de absorbância (índice DA) pode ser relacionado com a perda da coloração verde, resultante da degradação da clorofila, um dos principais processos responsáveis por alterações na casca dos frutos (YANG et al., 2009). Os valores médios para o índice DA não variaram muito (Figura 12), e, portanto, não houve significância estatística. A maturação dos frutos foi determinada baseada na classificação de Assis (2004), onde frutos com índice DA > 1,5, são equivalentes as categorias 1, 2 e 3 e na classificação de Betemps (2011), onde são equivalentes a categorias 1 e 2.

Figura 12. Determinação do índice de maturação DA por tratamento.

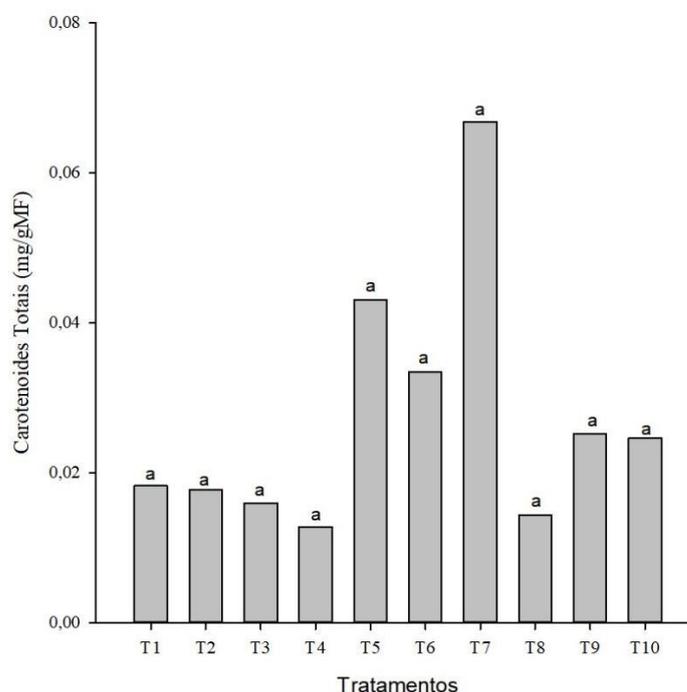


T1: Controle absoluto (sem cobertura dos frutos); T2: Cobertura dos frutos tradicionalmente realizada pela fazenda; T3: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T4: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T5: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T6: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T7: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T8: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T9: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); e, T10: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações).

O amadurecimento dos frutos está associado à degradação das clorofilas e acúmulo de carotenoides e antocianinas. O cloroplasto é transformado em cromoplasto resultando em coloração amarela ou vermelha. Os níveis de carotenóides aumentam durante o amadurecimento (RANGANATH et al., 2018).

De acordo com a Figura 13, os valores de carotenoides totais não diferiram significativamente, no entanto os tratamentos mostraram valores médios diferentes, de modo que a aplicação do protetor solar alternativo apresentou um número maior de pigmentos em seus tratamentos (T5, T6, T7, T9, T10), apresentando uma coloração mais atraente que os demais frutos.

Figura 13. Determinação dos carotenoides totais por tratamento.



T1: Controle absoluto (sem cobertura dos frutos); T2: Cobertura dos frutos tradicionalmente realizada pela fazenda; T3: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T4: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T5: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T6: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T7: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T8: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T9: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T10: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações).

Uma possível explicação para a T1 (controle absoluto) apresentar valores numericamente inferiores a alguns tratamentos, pode ter sido pela degradação dos pigmentos da casa por causa do excesso de ILIF. Carotenoides são compostos facilmente degradados pela ação do calor, baixo pH ou exposição à luz e ao oxigênio, devido à sua estrutura formada por uma longa cadeia de ligações duplas conjugadas, responsáveis pelo cromóforo. A redução caracterizada nas clorofilas a e b, assim como os carotenoides totais deve-se ao fotobranqueamento e ao aumento das concentrações de ácido clorogênico e caroteno, que serve como um possível mecanismo de proteção para as plantas (WUNSCHE et al., 2001).

Os carotenoides são os pigmentos naturais lipossolúveis responsáveis pela cor amarela, laranja ou vermelha da manga e outras frutas. São diretamente

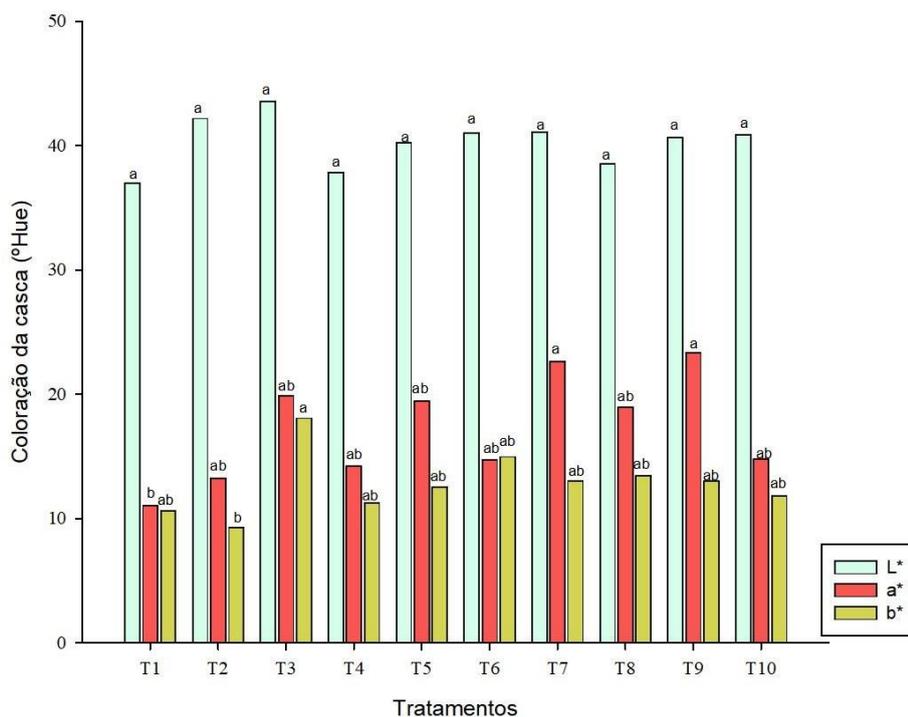
relacionados com a percepção de sua qualidade, como a cor que influencia a preferência pelos consumidores. O excesso de ILIF pode contribuir com a degradação desses pigmentos, o que desfavorece a coloração dos frutos (MELENDEZ-MARTINEZ, 2006).

A cor é uma propriedade tecnológica de grande importância, já que é um dos atributos que tem mais influência na aceitação dos alimentos. As cultivares de manga são amplamente categorizadas em tipos verde, amarelo e vermelho com base em suas cores de casca (RANGANATH et al., 2018). Preferencialmente, as cores vermelhas são mais atrativas para o mercado brasileiro e internacional.

Possivelmente, a tecnologia de filme de partículas demonstrou que uma redução na luz infravermelha e ultravioleta bem como a redistribuição da radiação fotossinteticamente ativa resulta em melhor desenvolvimento da cor vermelha em mangueiras (MELENDEZ-MARTINEZ, 2008). Segundo Sharma et al. (2015) os filmes de partículas melhoraram a cor em frutas, principalmente nas variedades de difícil coloração e no lado não exposto a luz. E justifica que essa melhoria na coloração, resulta do aumento da dispersão da luz dentro do dossel causado pela reflexão dos filmes de partículas depositados nos frutos.

Como se pode observar na Figura (14), para o parâmetro L^* , que representa a luminosidade, não houve diferença estatística entre os tratamentos. Para o parâmetro a^* , que representa a cor avermelhada do fruto, os tratamentos que receberam o protetor solar alternativo (T7 e T9) apresentaram valores superiores à testemunha absoluta (T1), apresentando uma cor mais avermelhada. E ao T1 (controle absoluto) que apresentou o menor valor do parâmetro a^* , conseqüentemente uma coloração mais verde.

Figura 14. Coloração da casca através do sistema CIE L*a*b*



T1: Controle absoluto (sem cobertura dos frutos); T2: Cobertura dos frutos tradicionalmente realizada pela fazenda; T3: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T4: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T5: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T6: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T7: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T8: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T9: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); e, T10: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações).

O sistema de cores CIE L*a*b* é constituído pelos seguintes parâmetros que definem a cor: L*, a* e b*. São três coordenadas, onde L* é referente à luminosidade do objeto a ser avaliado, podendo variar do preto ao branco, a* é a medida do croma no eixo vermelho-verde e b* é a medida do croma no eixo amarelo-azul. Assim, as informações poderão estar disponíveis como L*a*b*, valor, croma e matiz (TAKATSUI, 2011).

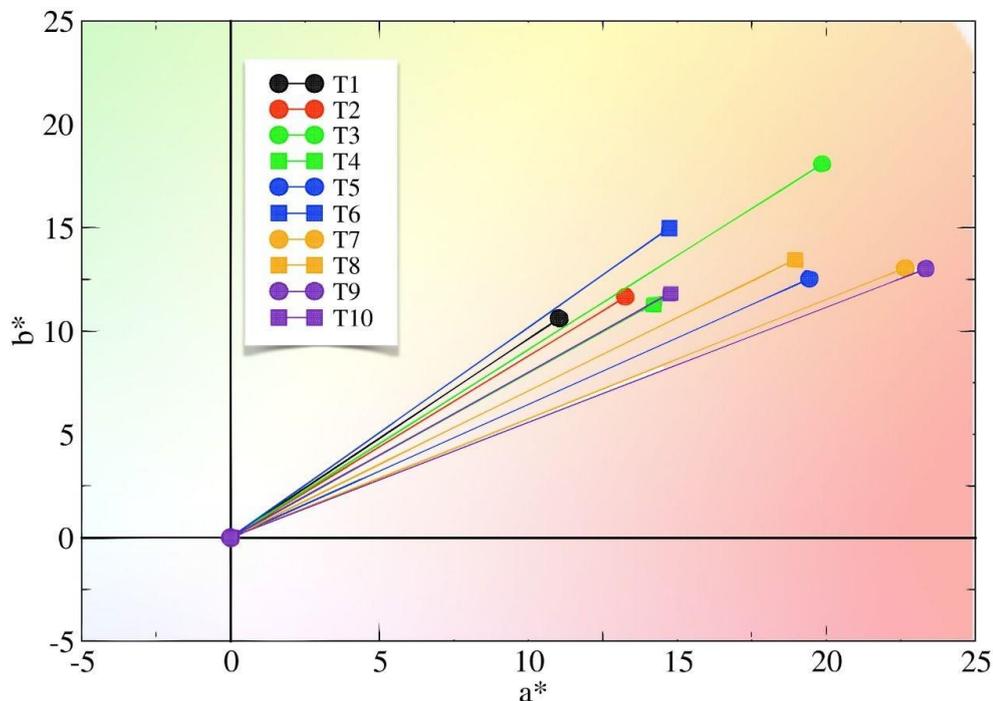
O valor de L* será igual a zero para denotar o preto, enquanto o branco total tem um valor de L* igual a 100. O eixo a* é medido do avermelhado (a* positivo) ao esverdeado (a* negativo). O eixo b* é medido de amarelado (b* positivo) ao azulado (b* negativo). As cascas de manga de todos os tratamentos apresentam valores positivos para os parâmetros L*, a* e b* da escala CIELAB de cor. O

parâmetro colorimétrico ângulo de tonalidade (hab) classifica a cor de acordo com o que ela é tradicionalmente definida e é determinado utilizando os parâmetros a^* e b^* .

Para parâmetro b^* , destaca-se apenas o T3 que apresentou o maior valor de média comparado ao T2.

Na Figura 15 usou-se um esquema para distribuir as cores do círculo colorimétrico associando os valores encontrados às cores do plano, onde se pode observar com clareza, as diferenças de cores entre os tratamentos. Fica em evidência os tratamentos que receberam o protetor solar alternativo, pois resultaram nos melhores valores para a coloração vermelha, que é desejável na manga, como podemos destacar o T5, T7, T8 e T9. Em contraste, o T2, realizado habitualmente pela fazenda com uso do caulim, apresentou dificuldade para atingir esse ponto de coloração, bem como a testemunha absoluta (T1).

Figura 15. Distribuição de cores no círculo colorimétrico



T1: Controle absoluto (sem cobertura dos frutos); T2: Cobertura dos frutos tradicionalmente realizada pela fazenda; T3: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T4: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T5: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T6: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T7: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T8:

Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T9: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); e,T10: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações).

As alterações nos parâmetros colorimétricos da casca da manga estão relacionadas diretamente com à sua composição. A degradação dos carotenoides presentes em uma matriz provoca alterações na sua coloração, especialmente a diminuição do parâmetro colorimétrico b^* , descrito como a diminuição do amarelo da amostra (MELENDEZ-MARTINEZ, 2006).

A aplicação de calor devido a intensa exposição de intensidade luminosa na casca da manga também provocou a degradação dos compostos fenólicos (RANGANATH, 2018) que pode ser observada a partir de alterações na coloração da amostra analisada, especialmente do parâmetro colorimétrico L^* . Sant'Anna et al. (2013) avaliando a coloração do pericarpo de mangas observou uma diminuição nos valores de L^* conforme a aplicação de calor, devido às reações dos compostos fenólicos produzindo compostos escuros como melanoidinas.

Esses resultados sugerem que uma redução na luz infravermelha e/ou ultravioleta pelo protetor solar e a redistribuição da radiação fotossinteticamente ativa pode ter resultado no desenvolvimento de uma cor vermelha atrativa (Glenn et al., 1999) nos frutos de manga pulverizados com o protetor solar alternativo.

Em contrapartida, alguns trabalhos relatam que o desenvolvimento da cor vermelha em frutos foi reduzido após a utilização do caulim (Schupp et al., 2002). Devido sua espessa camada de minerais como a caulinita, que bloqueia os raios solares impedindo a coloração completa do fruto. Schupp et al. (2002) também afirmaram que em temperaturas inferiores a 30 °C, a utilização de caulim poderia reduzir a penetração da luz na superfície do fruto, o que pode afetar adversamente o desenvolvimento na cor do fruto.

4.5 MACRONUTRIENTES, MICRONUTRIENTES E SILÍCIO NA CASCA DA MANGA

No presente estudo também se avaliou se havia alguma relação da aplicação do protetor solar alternativo com o fornecimento de nutrientes e silício para os frutos (Tabela 3).

Para o zinco (Tabela 3), houve um aumento nos tratamentos que receberam o protetor solar alternativo, uma diferença de quase $0,85 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, se comparado com a testemunha absoluta. O zinco é um micronutriente limitante em todas as plantas, está associado ao ferro e ao manganês na formação da clorofila e é essencial para a síntese de proteínas (KACHINSKI, 2020). O zinco também é muito importante na alimentação humana, principalmente durante o crescimento e desenvolvimento de crianças (MAFRA, 2004).

Para o silício (Tabela 3), houve um leve aumento em alguns tratamentos, mas esse resultado não foi hegemônico em todos os tratamentos, pode não ter nenhuma relação com aplicação do protetor solar alternativo ou caulim. Contudo, o silício vem ganhando muito destaque ultimamente por sua capacidade de aumentar os mecanismos de defesa das plantas (SANTOS, 2021).

Os demais nutrientes aparentemente mantiveram-se indiferentes a aplicação de coberturas protetoras, como o protetor solar alternativo e o caulim.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	Si	Fe	Cu	Mn	Zn	B	Na
	mg 100g ⁻¹												
Macronutrientes, micronutrientes e silício da casca													
T1	93,65	10,78	183,09	42,31	22,25	7,35	16,87	0,34	0,39	0,72	0,28	0,31	2,25
T2	81,79	8,03	175,30	46,74	19,32	5,00	17,23	0,43	1,38	1,02	0,40	0,27	2,25
T3	81,12	8,25	130,17	37,84	17,19	6,37	15,10	0,52	0,26	0,42	0,80	0,23	2,00
T4	95,86	11,59	139,88	38,83	18,51	6,82	14,47	0,36	0,89	0,69	1,06	0,26	1,54
T5	91,45	10,68	165,40	41,00	19,03	7,15	15,24	0,36	0,56	1,11	0,74	0,28	1,40
T6	104,46	12,39	158,25	58,19	20,79	7,44	16,88	0,43	0,20	1,07	0,96	0,34	1,09
T7	92,01	10,11	179,10	51,77	19,55	6,55	23,84	0,39	1,24	1,14	0,72	0,31	1,20
T8	87,89	8,50	156,01	45,36	19,24	6,26	13,55	0,53	0,70	0,82	1,13	0,24	1,93
T9	78,70	6,89	178,38	51,77	16,81	4,75	15,25	0,28	0,93	0,96	0,46	0,25	1,18
T10	108,58	12,24	190,27	37,58	20,79	7,84	26,08	0,40	0,33	0,56	0,90	0,29	1,67

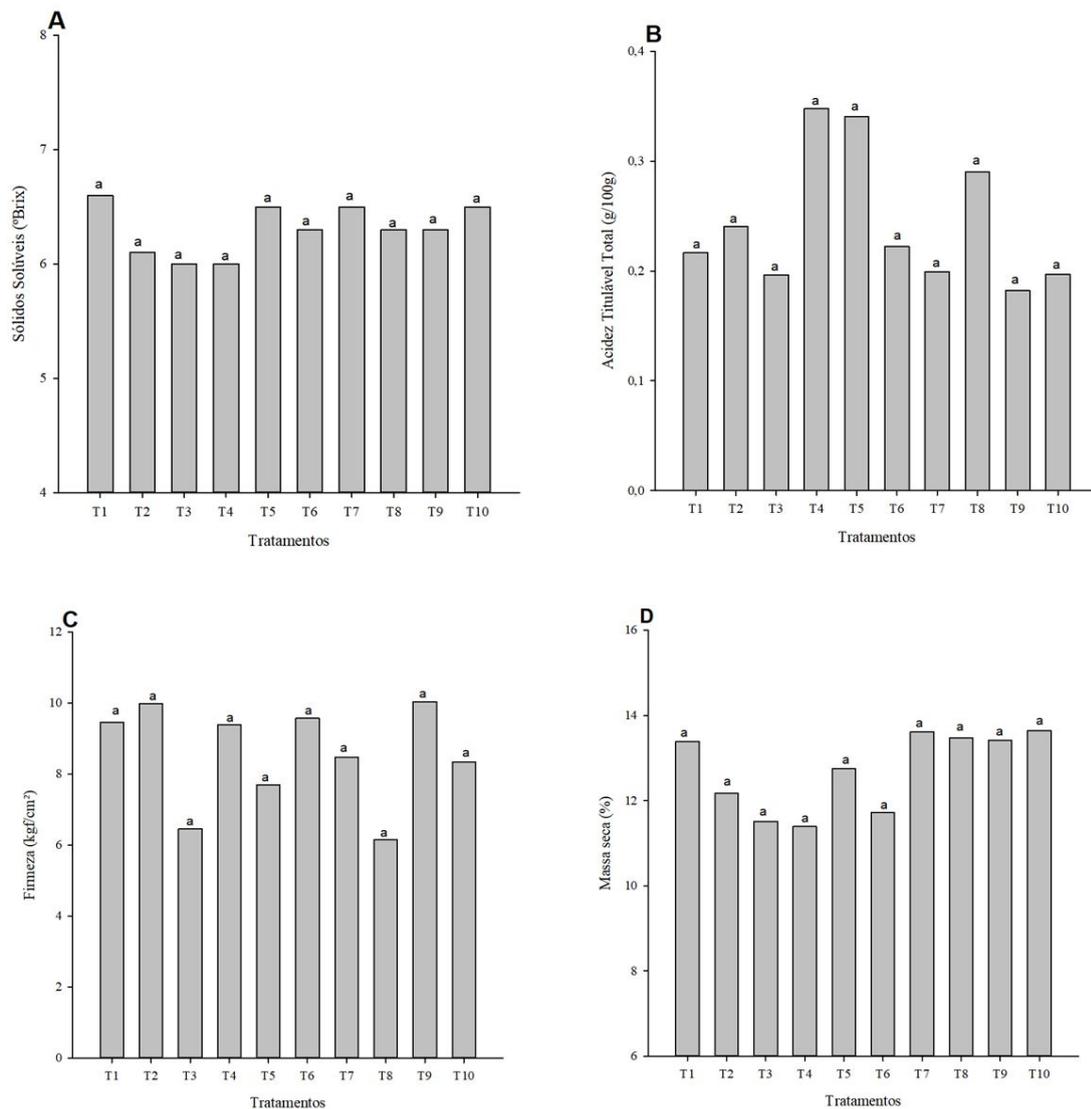
Tabela 3. Caracterização dos macronutrientes, micronutrientes e silício na casca da manga na colheita em função de protetores solares.

T1: Controle absoluto (sem cobertura dos frutos); T2: Cobertura dos frutos tradicionalmente realizada pela fazenda; T3: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T4: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T5: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T6: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T7: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T8: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T9: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); e, T10: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações).

4.6 ANÁLISES DE QUALIDADE PÓS-COLHEITA

De acordo com os resultados para as características físico-químicas dos frutos presentes na Figura 16, o uso do protetor alternativo para o excesso de intensidade luminosa não exerceu efeito significativo na qualidade do fruto nas variáveis de sólidos solúveis, acidez titulável, firmeza e massa seca.

Figura 16. Análise de pós-colheita: sólidos solúveis (A), acidez titulável (B), firmeza (C) e massa seca (D).



T1: Controle absoluto (sem cobertura dos frutos); T2: Cobertura dos frutos tradicionalmente realizada pela fazenda; T3: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T4: Concentração BS08B (12,5% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T5: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); T6: Concentração BS06B (17% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T7: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (uma

aplicação); T8: Concentração BS04B (25% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações); T9: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (uma aplicação); e, T10: Concentração BS08A (10% do concentrado) do novo protetor solar (duas aplicações).

As queimaduras solares provenientes da intensa exposição do fruto a radiação, causam uma grande perda na produção de frutíferas no Vale do São Francisco. Além disso, a qualidade do fruto também é muito influenciada pela lesão por queimadura solar (SCHRADER et al., 2003), embora no presente trabalho esses efeitos não tenham se confirmado.

O teor médio de sólidos solúveis totais verificado foi 6,3 °Brix (Figura 16A), sendo equivalentes ao estágio 1 ou 2 de maturação, no ponto que foi colhido (ASSIS, 2004).

Os valores de acidez titulável (Figura 15B), não diferiram significativamente entre os tratamentos, entretanto os tratamentos que receberam o protetor solar alternativo apresentaram um aumento na acidez titulável conforme observa-se no T4, T5 e T8.

Os valores referentes a firmeza presente na figura 15C, não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, houve muita variação para os valores, no entanto o T9 apresentou frutos mais firmes. Os resultados diferiram com o trabalho de Abd-Allah (2013) que mostrou que todos os tratamentos com filmes de partículas, dentre elas o caulim, aumentou a firmeza do fruto.

Para os valores de massa seca, apesar de não ter diferenças estatísticas significativas, houve um aumento da massa seca nos tratamentos que receberam o protetor solar alternativo (Figura 16A). Conferindo maior teor de sólidos e aumento na sua perecibilidade. Demonstrando que as mangas tratadas com o protetor solar alternativo podem ter uma permanência mais longa (maior vida útil) no mercado (CELESTINO, 2010).

4.7 ANÁLISES DE RESÍDUOS

Para caracterização de resíduos orgânicos (Tabela 4), nos frutos revestidos com caulim foram identificados resíduos de Azoxystrobin, que é o fungicida sistêmico que é comumente utilizado nos pomares comerciais de manga no vale do São Francisco. Destaca-se que a quantidade encontrada é permitida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) de acordo com a RESOLUÇÃO-RDC Nº 347, de 16 de dezembro de 2002 (ANVISA, 2002). A presença desse composto apenas no tratamento com caulim (T2) se explica pela aplicação dessa molécula junto com o T2.

Tabela 4. Resíduos orgânicos detectados nos frutos em função de protetores solares.

Resíduos orgânicos		
Amostra	Componente	Resultado (mg/kg)
Frutos revestidos com o caulim	Azoxystrobin	0,1
Frutos revestidos com o protetor solar alternativo	-	-

Quanto aos resíduos metálicos (Tabela 5), não houve muita diferença entre frutos revestidos com caulim ou com o novo protetor solar, exceto na quantidade de zinco, que apresentou aumento quantitativo de 1,26 mg kg⁻¹ devido à concentração desse nutriente no protetor solar ser elevada e, conseqüentemente, proporcionou incremento na casca dos frutos.

Tabela 5. Resíduos metálicos detectados nos frutos em de protetores solares.

Resíduos metálicos		
Amostra	Componente	Resultado (mg/kg)
Frutos revestidos com o caulim	Cádmio total	<0,01
	Chumbo total	<0,12
	Cobre total	0,89
	Silício	-
	Zinco total	0,83
Frutos revestidos com o protetor solar alternativo	Cádmio total	<0,01
	Chumbo total	0,12
	Cobre total	0,7
	Silício	-
	Zinco total	2,09

Os resultados da Tabela 5 estão em conformidade com as recomendações da ANVISA que se encontra na RESOLUÇÃO - RDC Nº 42, de 29 de agosto de 2013 (ANVISA, 2013).

5 CONCLUSÃO

As concentrações BS04 (T7 E T8), assim como o caulim, são eficientes contra o excesso de intensidade luminosa incidente nos frutos;

Uma segunda aplicação após 18 dias não é eficiente contra a queima, o momento correto seria após 7 dias, quando o fruto ainda está suscetível;

A temperatura do fruto não apresenta relação direta com a queima dos mesmos no campo;

Há melhoria na coloração dos frutos, especialmente nos tratamentos T3, T7, e T9 devido a maior concentração de pigmentos e ângulos colorimétricos;

Houve aporte de Zn na casca dos frutos tratados com o novo protetor solar, independentemente da concentração, bem como não há aporte de resíduos nos frutos.

6 REFERÊNCIAS

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

ANVISA. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. RESOLUÇÃO - RDC Nº 42, DE 29 DE AGOSTO DE 2013. Disponível em <<http://antigo.anvisa.gov.br/>> Acesso em: 14 de jun. 2022.

ANVISA. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. RESOLUÇÃO - RESOLUÇÃO-RDC Nº 347, de 16 de dezembro de 2002. Disponível em <<http://antigo.anvisa.gov.br/>> Acesso em: 14 de jun. 2022.

ASSIS, J.I.S. Cultivo da mangueira. Petrolina: **Embrapa Semiárido**,2004.

BETEMPS, D.L.; FACHINELLO, J.C.; GALARÇA. Espectroscopia do visível e infravermelho próximo (vis/nir) na avaliação da qualidade de mangas Tommy Atkins. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, SP, Vol. Especial, 306-313, 2011.

BRITO, Cátia. Kaolin, an emerging tool to alleviate the effects of abiotic stresses on crop performance. **Scientia Horticulturae**, vol.250, 310-316,2019.

CALDWELL, M.M. Plant response to solar ultraviolet radiation. In: Physiological plant ecology I: responses to physical environment. Berlin: **Springer**, p.169-197, 1981.

CAMARA, Fabiane. Aspectos qualitativos da manga 'Palmer' comercializada na CEAGESP. Tese de doutorado, **ESALQ**, Piracicaba, 2017.

CHOUDHURY, Mohammad. Perdas na Cadeia de Comercialização da Manga. **Embrapa Semi-árido**. Petrolina-PE, 2004.

FILGUEIRAS, H. A. C. Colheita e manuseio pós-colheita. **Frutas do Brasil: Manga Pós-colheita**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 22-25, 2000.

FRANCESCHI, Isabela. Uso de protetor solar para minimizar os efeitos do excesso de luminosidade e aumento na temperatura do ar sobre a fotossíntese e pegamento de frutos em citros. Monografia de conclusão de curso, **UFSCAR**, Araras, 2020

GENÚ, P. J. de C.; PINTO, A. C. de Q. (Ed.). A cultura da mangueira. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, p. 259-276, 2002.

GLENN, D.M.. Particle film mechanisms of action that reduce the effect of environmental stress in Empire apple. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.** 134, 314–32, 2009.

GLENN, D.M., PRADO, E., EREZ, A., MCFERSON, J.R., PUTERKA, G.J. A reflective, processed kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection, and solar injury in apple. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.** 127, 188–193, 2002.

GLENN, D.M., PUTERKA, G.J. Particle film technology: an overview of history, concepts and impact in horticulture. **Acta Hortic.** 636, 509–511, 2004.

Holt, J.S. Plant response to light: a potencial tool for weed management. **Weed Science**, 43: 474-482, 1995.

INSTITUTO ADOLF LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Ed. IV. **Instituto Adolfo Lutz**: São Paulo, 1020p, 2008.

Lichtenthaler, H.K. Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes. **Methods in Enzymology**, 148, 350-382, 1987.

LOPES, Osdnéia. Protection against sunburn of pineapple fruits submitted to different irrigation levels. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 36, n. 3, p. 748- 754, 2004.

KACHINSKI, W. D.; VIDIGAL, J. C. B.; ÁVILA, F. W. Zinc in soil, plant and human health: a review. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 7, p. e827973544, 2020.

MAFRA, Denise. The importance of zinc in human nutrition. **Rev. Nutr.**, Campinas, 79-87, 2004.

MELENDEZ-MARTINEZ, Antonio. Relationship between the colour and the chemical structure of carotenoid pigments. **Food Chemistry** 101, 1145–1115, 2006.

PEDROSA VM, SANCHES AG, DA SILVA MB, GRATÃO PL, ISAAC VL, GINDRI M, TEIXEIRA GH. Production of mycosporine-like amino acid (MAA)-loaded emulsions as chemical barriers to control sunscald in fruits and vegetables. **J Sci Food Agric**. 30;102(2):801-812, 2022

POLANCZYK, Ricardo. O impacto do filme de partículas caulim associado ao fungo *Beauveria bassiana* sobre a seleção hospedeira de *Hypothenemus hampei* em café. Trabalho de conclusão de curso, **UNESP**, 2021.

PORTO, Alexandre. Intensidade luminosa no crescimento, produção e qualidade do fruto de jaboticabeira híbrida em condição de pomar. Dissertação de mestrado, **UTFPR**, Pato Branco, 2018.

POSPÍŠIL P. Production of reactive oxygen species by photosystem II as a response to light and temperature stress. **Frontiers in plant science**, 7:1950, 2016.

RABINOWITCH, Haim. Sunscald damage in attached and detached pepper and cucumber fruits at various stages of maturity. **Scientia Horticulturae**, Vol.19, 9-18, 1983.

RANGANATH, Karanjalker. Profiling of anthocyanins and carotenoids in fruit peels from different colored mango cultivars. **J Food Sci Technol**, 4566-4577, 2018.

SANTOS, L. C. dos. The role of silicon in plants. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, 2021.

SANT'ANNA, VOLTAIRE, POLIANA DEYSE GURAK, LIGIA DAMASCENO FERREIRA MARCZAK E ISABEL CRISTINA TESSARO. "Tracking Bioactive Compounds with Colour Changes in Foods - A Review." **Dyes and Pigments** 98(3): 601–8. 2013.

SCHRADER, L., J. ZHANG and J. SUN. Environmental stresses that cause sunburn of apple. **Acta Hort.**, 397-405, 2003.

SCHRADER, L.E., KAHN, C., ELFVING, D.C. Sunburn browning decreases at-harvest internal fruit quality of apples (*Malus domestica* Borkh.). *Int. Fruit Sci.* 9, 425–437, 2009.

SCHUPP, J., E. FALLAHI and I.J. CHUN. Effect of surround particle film on fruit sunburn, maturity and quality of 'Fuji' and 'Honeycrisp' apples. **New York Fruit Quarterly**. 87-90, 2002.

SHARMA, R.R. Particle films and their applications in horticultural crops. **Applied Clay Science**. Vol. 116–117, 54-68, 2015.

SELESTINO, Sonia. Princípios de secagem de alimentos. **Embrapa cerrados**. Platináta, DF, 2010

SMEDT, C.; SOMEUS, E.; SPANOGHE, P. Potential and actual uses of zeolites in crop protection. **Pest Management Science**, v. 71, n. 10, p. 1355- 1367, 2015.

TAKATSUI, Fabiana, 2011. Sistema CIE LAB: análise computacional de fotografias. Dissertação de mestrado, **UNESP**, Araraquara, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Porto Alegre: **Artmed**, p. 858, 2017.

TEDESCO, M.J. et al. Análise do solo, plantas e outros materiais. 2. Ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, **UFRGS**, p.174, 1995. (Boletim Técnico de Solos, 5).

VALEXPORT. Vale do São Francisco: Potencial frutícola do Vale do São Francisco. Petrolina, 2016. Disponível em: <http://www.valexport.org.br>. Acesso em: 10/08/2022.

WÜNSCHE, J. N., GREER, D. H., PALMER, J. W., LANG, A. AND MCGHIE, T.
Sunburn – the cost of a high light environment. ***Acta Horticulturae***, 557, 349–
356, 2001.

YANG, X., ZHANG, Z., JOYCE, D., HUANG, X., XU, L., PANG, X.
Characterization of chlorophyll degradation in banana and plantain during
ripening at high temperature. ***Food Chemistry***, 114: 383-390, 2009.

Ziosi, V., Noferini, M., Fiori, G., Tadiello, A., Trainotti, L., Casadoro, G., Costa,
G. A new index based on vis spectroscopy to characterize the progression of
ripening in peach fruit. ***Postharvest Biology and Technology***, 49: 319-329,
2008.