



Universidade Federal do Maranhão - UFMA
Centro de Ciências Sociais, Saúde e Tecnologia – CCSST
Curso de Engenharia de Alimentos
Discente: Hellen Barros Lopes Silva
Orientadora: Prof. Dra. Virlane Kelly Lima Hunaldo

Amadurecimento de mamão papaya utilizando lâmpadas de cultivo

Hellen Barros Lopes Silva

Amadurecimento de mamão papaya utilizando lâmpadas de cultivo

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof. Dra. Virlane Kelly Lima Hunaldo.

Imperatriz- MA
2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Silva, Hellen Barros Lopes.

Amadurecimento de mamão papaya utilizando lâmpadas de cultivo / Hellen Barros Lopes Silva. - 2022.

31 f.

Orientador(a): Virlane Kelly Lima Hunaldo.

Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, 2022.

1. Fonte de luz artificial. 2. LED. 3. Maturação. I. Hunaldo, Virlane Kelly Lima. II. Título.

Hellen Barros Lopes Silva

Amadurecimento de mamão papaya utilizando lâmpadas de cultivo

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof. Dra. Virlane Kelly Lima Hunaldo.

Aprovado em: 11/08/2022

Prof. Dr. Virlane Kelly Lima Hunaldo

(Orientadora)

Universidade Federal do Maranhão

(Curso de Engenharia de Alimentos)

Prof. Me. Otávio Cândido da Silva Neto

(Membro da banca)

Universidade Federal do Maranhão

(Programa de Pós Graduação em Ciências dos Materiais)

Prof. Me. Natacya Fontes Dantas

(Membro da banca)

Universidade Federal do Maranhão

(Programa de Pós Graduação em Ciências dos Materiais)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a nossa senhora primeiramente, pois em todos os momentos senti a presença deles me dando forças para alcançar meus objetivos.

Aos meus pais, Emanuel Correia e Irailde Barros por sempre me apoiarem e incentivarem durante minha trajetória, me trazendo forças em todos os momentos, sempre com muito amor e carinho.

Ao meu esposo, Hugo Renan que a todo momento esteve ao meu lado dando apoio, pelo amor e o carinho que teve comigo durante todos esses anos.

A minha orientadora Prof. Dr. Virlane Kelly Lima Hunaldo, por ter acreditado na ideia desde o princípio, pelos ensinamentos passados a mim, não só conhecimentos científicos, mas também palavras que levarei para a vida.

As minhas amigas, Ayslla Campos, Layara Fernanda e Larissa Bastos por cada palavra de apoio e das diversas maneiras que se fizeram presente em minha vida.

Aos colegas de laboratório LAPROVE e LEOF, por todo auxílio e troca de experiências durante a caminhada científica.

A professora Dr. Franciana Pedrochi e ao Me. Otávio Cândido pelas sugestões e apoio à pesquisa.

A todos os demais professores e colegas que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização da minha formação.

Muito obrigada a cada um!

SUMÁRIO

RESUMO	7
1 INTRODUÇÃO	9
2 MATERIAL E MÉTODOS	11
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4 CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS	25

Amadurecimento de mamão papaya utilizando lâmpadas de cultivo

Maturation of papaya using grow lamps

Hellen Barros Lopes Silva, Virlane Kelly Lima Hunaldo

Hellen Barros Lopes Silva, Discente, Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Maranhão, Maranhão, Brasil, (99) 99198-7356, hellen.barros@discente.ufma.br.

Resumo

Este trabalho, teve como objetivo avaliar a eficiência de lâmpadas de cultivo no amadurecimento de mamão. Foram utilizadas lâmpadas de cultivo *indoor* durante 72 horas de estudo, cada lâmpada contém 80 leds, sendo 64 leds vermelhos (638 nm) e 16 leds azuis (468 nm). Foram analisadas a perda de massa fresca, °Brix, pH, Acidez titulável e vitamina C. Os resultados mostraram que a exposição contínua dos mamões pelo período de 72 horas resultou em mamões maduros e saudáveis, este resultado foi comprovado a partir da mudança na coloração da casca e das análises físico-químicas realizadas nas amostras de mamão. Em todas as análises constatou-se que a utilização das lâmpadas de cultivo acelerou o processo de maturação dos mamões sem perder os nutrientes.

Palavras-chave: Fonte de luz Artificial. LED. Maturação.

Abstract

This work aimed to evaluate the efficiency of cultivation lamps on the ripening of papaya. Indoor cultivation lamps were used during 72 hours of study. Each lamp containing 80 leds, with 64 red leds (638 nm) and 16 blue leds (468 nm). Fresh mass loss, °Brix, pH, titratable acidity and vitamin c were analyzed. The results showed that the continuous exposure of papaya for the period of 72 hours resulted in ripe and healthy papaya, this result was proven from the change in peel coloration and the physicochemical analyses performed on the papaya samples. In all analyses it was found that the use of the cultivation lamps accelerated the maturation process of papaya without losing nutrients.

Keywords: Artificial light source. Led. Maturation.

INTRODUÇÃO

O mamão está entre as frutas tropicais mais produzidas mundialmente, possui nome científico de *Carica papaya* L., dividida entre seis gêneros, *Jacaratia*, *Vasconcella*, *Carica*, *Jarilla*, *Horovitzia* e *Cylicomorpha*. A espécie *Carica papaya* L., é nativa da América Latina, sendo cultivada geralmente em regiões tropicais e subtropicais, apresenta facilidade no seu desenvolvimento e também no cultivo do plantio, sendo bastante produzida em toda bacia amazônica superior (ROSÁRIO, 2019).

Em quase todo o território brasileiro é cultivado o mamão, os principais estados são o Espírito Santo, Ceará e Bahia. O Brasil é um dos maiores produtores de mamão do mundo, corresponde em torno de 1.517.689 toneladas por ano, cerca de um quarto da produção global, além de produzir para mercado interno, o Brasil também exporta essa fruta para diversos outros países. Um dos principais exportadores são os países europeus. No *ranking* de exportações de frutas, o mamão é a sétima fruta mais exportada pelo Brasil (IBRAF, 2022).

A ingestão do mamão papaya tem grande destaque devido seu valor nutritivo, visto que apresenta vitaminas do complexo A e C, potássio, niacina, folato, tiamina, riboflavina, ferro, cálcio, além de fibras e o aroma e sabor agradáveis ao paladar devido a presença de compostos voláteis (CODE, 2020).

O amadurecimento do mamão é uma fase muito importante, pois ocorre rapidamente após a colheita do fruto, este processo é provocado pela produção do etileno e aumento da taxa respiratória, isso o define como um fruto muito perecível logo após a colheita (DA SILVA FUNADA, 2022).

Além de possuir grande importância econômica, o mamão tem grande função social, uma vez que é uma das mais importantes atividades de fruticultura na América do Sul, sendo produzido durante o ano inteiro e necessita de renovação frequente destes cultivos. Dessa forma, os plantios de mamoeiros geram empregos pois necessitam de mão de obra constantemente (SOUZA, 2021).

O mamão é consumido normalmente, *in natura*, no entanto a polpa do fruto maduro é muito utilizada na indústria de alimentos para produção de geleias, néctares, conservas e sucos. As perdas contabilizadas deste fruto no Brasil, apresentam faixas de variação que partem de 10% até cerca de 40% devido à refrigeração não adequada. Durante o processamento do mamão, cerca de 50% da fruta é descartada. (ROSÁRIO, 2019).

A aparência é uma das características sensoriais mais atribuídas ao alimento, dentro deste quesito entram os parâmetros de cor, brilho, tamanho e forma do fruto. A cor da casca é um dos mais importantes predicados de qualidade que determina o valor comercial de diversos

frutos, pois a cor é uma das responsáveis pelo impacto visual mais marcante na hora da compra (PINHEIRO, 2020).

Normalmente, para o mamão ser considerado atrativo, deve apresentar epiderme lisa e com coloração amarela-viva ou amarelo-alaranjado brilhante e uniforme, esses aspectos são mais aceitos quando comparados aos frutos com a casca verde e a polpa esbranquiçada (DANTAS, 2013).

Em algumas literaturas que utilizam de diferentes espectros luminosos com uso da tecnologia LED, observa-se que em determinadas plantas e frutos, o direcionamento de distintas combinações espectrais alteram suas características morfológicas, como o crescimento foliar, pigmentação e concentração de nutrientes (DE FRANÇA, 2022).

Os diodos emissores de luz (LEDs), são vistos como uma ótima opção, visto que apresentam características interessantes se comparadas às lâmpadas fluorescentes. Os LEDs apresentam alta eficiência na emissão de luz com baixa emissão de calor, podendo controlar a sua intensidade e composição espectral (STEFFANEL, 2020).

Muitos pesquisadores têm investido em melhorias genéticas ou até mesmo no desenvolvimento de técnicas visando estender a vida útil de vários alimentos. O uso de iluminação artificial em pequenos ou grandes cultivos não é novidade. Entretanto, anos atrás não era algo tão vantajoso, visto que as lâmpadas utilizadas além de superaquecer o ambiente, também apresentavam baixa eficiência e muito gasto de energia. (GUEDES, 2021).

Os LEDs, correspondem a uma inovação que avançou bastante no decorrer dos anos e apresentam ótimos resultados no dia a dia, visto que, possuem características significativas, pois não emitem altas taxas de calor, se comparada com às lâmpadas incandescentes, que a alguns anos atrás eram convencionalmente usadas em laboratórios de micropropagação (GUEDES, 2021).

Os LEDs são considerados tão promissores pois apresentam alta eficiência na geração de luz com baixa emissão de calor, podem ter sua intensidade e composição espectral controladas e, principalmente, são mais econômicos se comparado com outras lâmpadas (LAZZARINI, 2017).

Os LEDs para os produtores a possibilidade de controlar totalmente a sua produção, afinal é possível aplicar uma luz específica sobre o fruto, com a possibilidade de utilizar os equipamentos necessários apenas quando necessário, a utilização da luz correta no momento ideal, pode gerar frutas e verduras mais crocantes ou mais macias. A extensa vida útil dos LEDs, garante maior economia com equipamentos e menos custo de mão de obra e manutenção (GUEDES, 2021).

A fotossíntese é responsável pelo crescimento das plantas, esse processo necessita da absorção de energia luminosa que varia entre 400nm e 700nm, região é conhecida como Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA). Alguns fótons são mais eficientes para o processo fotossintético, entre eles estão o espectro vermelho (600nm – 700nm) e azul (400nm – 500nm), que resultam em uma melhor taxa de absorção de CO₂ (DE FRANÇA, 2022).

A utilização das lâmpadas de cultivo tem crescido bastante nos últimos anos, e uma de suas principais funções é a de radiação de luz no cultivo de plantas. Isso tem despertado consideravelmente o interesse de cultivadores de diversas plantas, nos últimos anos, pois apresentam um vasto potencial para a aplicação comercial (LAZZARINI, 2017).

Algumas literaturas mostram que o uso de suplementação de luz na faixa fotossintetizante pode agregar benefícios durante o processo de maturação de frutas climatéricas após a colheita. Segundo Hasan *et al.* (2017), o uso de exposição aos comprimentos de onda específicos pode levar ao aumento da síntese de compostos bioativos e de nutrientes de diversos frutos (HASAN *et al.* 2017).

Este entendimento pode ser empregado para a melhoria da qualidade e do conteúdo nutricional dos frutos no decorrer do período de estocagem que ocorre após a colheita. Segundo Yahia e Carrillo-López (2019), as alterações de cor, textura e aroma que caracterizam o amadurecimento das frutas são assimiladas pelos consumidores como atributos de qualidade, estimulando a compra desses produtos. (YANIA, 2019).

Alguns autores têm utilizado de iluminação LED para testar o amadurecimento de frutos, como Sarra, 2021 que utilizou de lâmpadas LED para testar no amadurecimento de peras após a colheita.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da utilização de lâmpadas leds de cultivo, no amadurecimento de mamão papaya durante três dias de exposição, a fim de obter frutos com aspectos de maduros a partir das análises físico químicas analisadas.

MATERIAL E MÉTODOS

A matéria prima utilizada na pesquisa foi o mamão papaya, adquirido em um supermercado local de Imperatriz- MA. Os frutos foram selecionados quanto aos atributos de qualidade baseados no ponto de maturação, incluindo uniformidade da cor da casca, tamanho e isenção de defeitos.

As lâmpadas de cultivo *indoor* utilizadas na pesquisa foram adquiridas por meio de um site de compras internacional (shopee.com.br), sendo ambas as lâmpadas de origem chinesa identificadas como Lâmpada *Led Grow* contendo 80 LEDs cada. A caracterização da lâmpada

foi realizada no laboratório de Espectroscopia Óptica e Fototérmica I (LEOF I) por meio da medida de Luminescência.

Segundo Prates, 2005, o percentual da coloração amarela na casca dos mamões de acordo com os seguintes estádios de maturação definem seu grau de maturação: estágio 0 - fruto totalmente verde (frutos crescidos e desenvolvidos com 100% de sua casca verde); estágio 1 - fruto amadurecendo (início da mudança de cor da casca com 15% amarelecida); estágio 2 - mamão 1/4 maduro (fruto com até 25% da superfície da casca amarela); estágio 3 - mamão 1/2 maduro (fruto com até 50% da superfície da casca amarela); estágio 4 - mamão 3/4 maduro (fruto com 50% - 75% da superfície da casca amarela) e estágio 5 - mamão maduro (fruto a partir de 76% - 100% da superfície da casca amarela).

Para este estudo, foram escolhidos frutos no estágio 1 de maturação, ou seja, com 15% da casca amarelecida, perfeita integridade física, isenção de doenças, tamanho e pesos próximos para todos os frutos.

Os frutos foram levados a uma primeira lavagem por imersão com detergente e água corrente, para remoção de sujeiras grosseiras. Posteriormente foram sanitizados em água clorada (50 mg de cloro·L⁻¹) seguidas de enxágue com água potável, em seguida foram secos, identificados e pesados um por um.

As amostras foram divididas entre amostras controle e amostras para a caixa, onde quinze mamões pré-selecionados foram distribuídos em três bandejas, cada bandeja continha cinco mamões, outros quinze mamões foram posicionados dentro de uma caixa de papelão com as lâmpadas de cultivo previamente instaladas com cerca de dez centímetros de distância dos frutos, a parte interna da caixa foi envolta por papel laminado visando a reflexão dos LEDs em todo o interior da caixa.

Após os frutos serem retirados nos tempos pré-determinados de 24, 48 e 72 horas, foram realizadas as análises visuais. Em seguida os frutos foram, descascados, cortados e triturados com auxílio de um liquidificador doméstico para obtenção de uma polpa, que foi utilizada para todas as análises físico-químicas.

As análises físico-químicas realizadas foram: pH e Acidez total titulável conforme o Instituto Adolfo Lutz (2008) e as análises de sólidos solúveis e vitamina C, segundo a AOAC, 1995.

Todos os resultados adquiridos foram armazenados em um banco de dados criado no planilhas do google, utilizando os Modelos de Equações de Estimção Generalizadas (GEE) foram calculados para avaliar as amostras (controle e caixa) ao longo do tempo (0, 24, 48 e 72h) quanto à perda de massa. Quanto ao °Brix, pH, acidez e vitamina C, avaliou-se tanto as amostras

nos tempos 24, 48 e 72h, como comparou-se as amostras em cada um dos tempos. As comparações significativamente diferentes a 5% seguiram para o teste de Bonferroni. O modelo GEE foi proposto por Zeger e Liang (1986), sendo adequado para respostas contínuas e medidas repetidas, refletindo a relação entre respostas variáveis e independentes, considerando a correlação entre as medidas em cada momento de tempo (COSTA et al., 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta o espectro de emissão da lâmpada de cultivo. Neste espectro é possível observar duas bandas de emissão situadas em 468,38 nm (que emite a cor azul) e 638,39 nm (que emite a cor vermelha). Nota-se que o pico centrado em 638,39 é o que apresenta maior intensidade de emissão, visto que a lâmpada contém mais LEDs vermelhos que azuis, essa emissão equivale a região vermelha de acordo com a literatura (GARCIA, 2018), (LIMA, 2017).

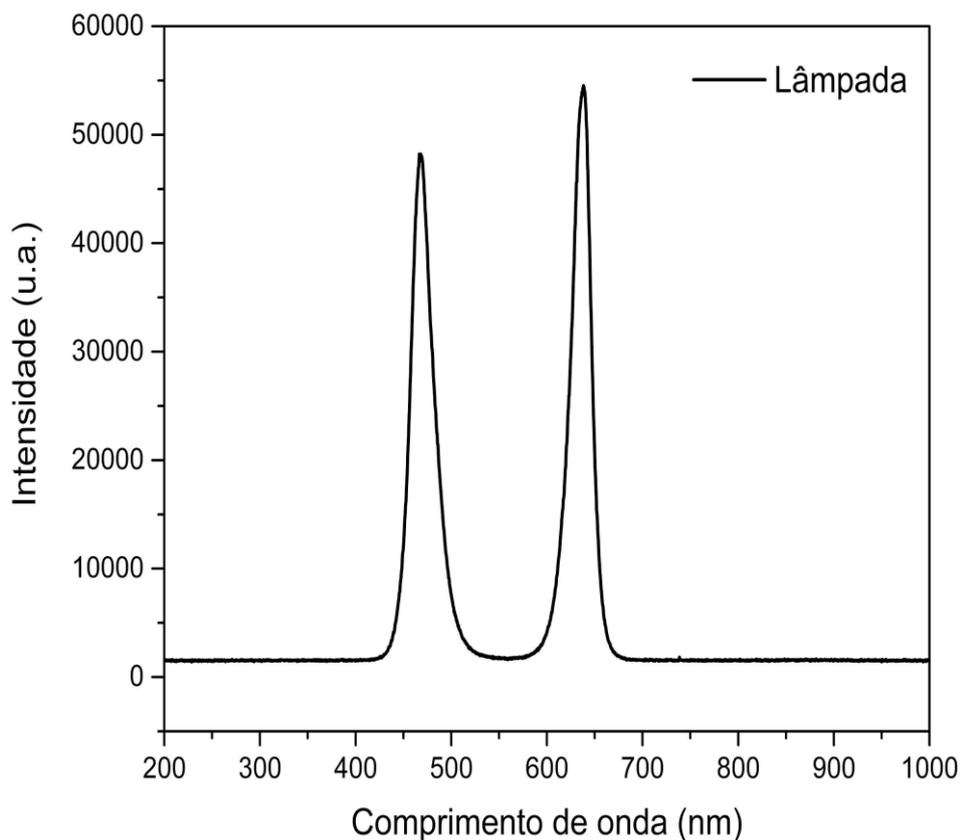


Figura 1 - Espectro de emissão da lâmpada de cultivo. Fonte: Autoria própria (2022).

Cada lâmpada contém 80 LEDs sendo eles divididos entre 16 LEDs azuis e 64 LEDs vermelhos. Esses comprimentos de onda oferecidos pela lâmpada abrangem tanto para os pigmentos da clorofila A, quanto para a clorofila B, que são degradados por enzimas. Com essa

degradação, ocorre a síntese de outros pigmentos, como os carotenoides (GROWLEDS, 2022) (ALÓS et al. 2019).

Sabe-se que o amadurecimento das frutas é um processo que envolve reações estruturais, bioquímicas e fisiológicas que trazem as mudanças de aroma, coloração, teor de nutrientes, sabor e textura. Além de propiciar um sabor mais agradável, acompanhado de aromas característicos e textura mais macia, as reações bioquímicas que ocorrem durante o amadurecimento também podem aumentar o teor de substâncias antioxidantes e de vitaminas. (LI et al. 2012)

Desde o início do processo de observação até a última retirada dos mamões, nenhuma amostra apresentou alguma avaria na casca. As amostras retiradas da caixa em que estavam expostas as lâmpadas de cultivo, apresentaram pequenas manchas na superfície, que podem ser provenientes de um fungo conhecido como *Asperisporium caricae*, que não atingem a polpa do fruto (DANTAS, 2013).

O quadro 1 apresenta alguns resultados obtidos em literaturas que utilizaram suplementação de luz em diferentes intensidades e tempos de exposição, para o amadurecimento de variadas frutas após a colheita.

Quadro 1 - Resultados de pesquisas de iluminação com LEDs após a colheita de frutas e vegetais.

Fonte: SARRA, 2021.

FRUTAS E FRUTOS	AUTOR (ANO)	Intensidade (mol m ⁻² s ⁻¹) Cor: R (vermelho.), B (azul) G (verde) FR (Far Red) W (branca) Y (amarela)	RESULTADOS
Laranja	Ma et al. (2012)	50 mol m ⁻² s ⁻¹ R por 6 dias	Aumento de β-Criptoxantina
Laranja	Ma et al. (2012)	50 mol m ⁻² s ⁻¹ B por 6 dias	Aumento de β-Caroteno
Banana	Huang et al. (2018)	3920 mol m ⁻² s ⁻¹ B por 8 dias	Acelera amadurecimento e aumenta teor de vitamina C, açúcar e fenóis
Morango	Xu et al. (2014)	40 mol m ⁻² s ⁻¹ B por 12 dias	Aumento de antioxidantes
Tomate	Nájera, et al. (2018)	60 a 100 m ⁻² s ⁻¹ R/FR= 7 por 6 dias	Aumento da concentração de

			licopeno e aumento da cor
Tomate	Panjai et al. (2017)	113 mol m ⁻² s ⁻¹ R por 20 dias	Aumento da concentração de licopeno
Tomate	Dhakal & Back (2014)	85 mol m ⁻² s ⁻¹ B por 3 dias	Aumento de aminoácidos e ácido γ -aminobutírico
Pessêgo	Gong et al. (2015)	40 mol m ⁻² s ⁻¹ B por 15 dias	Acelera o amadurecimento e aumenta a coloração
Maçã	Arakawa et al. (2016)	78 mol m ⁻² s ⁻¹ B ou B/R 2/1 ou 6/1 por 96 horas	Aumento da coloração e da concentração de antocianina
Maçã	Kokalj, et al. (2016)	8,3 mol m ⁻² s ⁻¹ (=1,81 W/m ²) A (faixa de 580 nm) por 7 dias	Aumento de β -caroteno e luteína

Observa-se no quadro 1, que algumas das cores que são emitidas pelos LEDs e o tempo de exposição em alguns destes trabalhos são iguais aos utilizados em nossa pesquisa. Nota-se que as intensidades luminosas para cada fruto, o tempo de exposição e os resultados de cada pesquisa são diferentes, entretanto todos os resultados encontrados sugerem ser positivos para o processo de maturação dos frutos, ou seja, a utilização de LEDs para o amadurecimento de frutas não afeta de maneira negativa a qualidade deles.

No primeiro processo de retirada, após 24 horas notou-se que as amostras de controle apresentaram evolução no estágio de maturação, com aproximadamente 20% da superfície da casca amarela, essa quantificação foi realizada de maneira visual, tratando de valores estimados. Já as amostras que estavam expostas às lâmpadas de cultivo, não progrediram no estágio de maturação, pois ainda apresentavam aproximadamente 15% da superfície da casca amarela, a cor da polpa desses frutos era esbranquiçada.

As mudanças na coloração da casca dos frutos são provenientes das reações ativadas pelo etileno, onde as enzimas degradam a clorofila e promovem a síntese de outros pigmentos como os carotenoides (ALÓS, 2019).

Na segunda etapa de retirada dos mamões após 48 horas, as amostras de controle progrediram no estágio de maturação, avançando a aproximadamente 50% da superfície da

casca amarela, com a cor da polpa amarelo-alaranjada. As amostras que estavam em exposição à lâmpada de cultivo, evoluíram acentuadamente no seu estágio de maturação, pois apresentaram mais de 75% da superfície da casca amarela e a coloração da polpa é amarelo-alaranjada de maneira uniforme.

Na terceira e última retirada das amostras, após 72 horas, as amostras de controle estavam no estágio 4 de maturação com 75% da superfície da casca amarela, a coloração da polpa era brilhante e uniformemente amarelo-alaranjada.

As amostras que estavam em exposição à lâmpada de cultivo, avançaram para o estágio 5 de maturação, onde as amostras apresentavam mais de 76% da superfície da casca amarela, a coloração da polpa é uniformemente amarelo-alaranjada, ou seja, assim como ocorreu a mudança na tonalidade da cor da casca das amostras controle, os frutos que estiveram expostos as lâmpadas de cultivo também apresentaram mudanças.

Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Sarra, (2021), no qual foi avaliado o uso de *LED GROW UP* para o amadurecimento de peras, onde os frutos que foram expostos pelo período de três dias apresentaram amadurecimento mais rápido e intenso, perdendo a tonalidade verde da casca e adquirindo a cor amarela com aspecto de fruto maduro.

Os resultados obtidos durante a avaliação do amadurecimento de mamão papaya utilizando lâmpadas de cultivo estão apresentados nas tabelas a seguir, enquanto avaliados os parâmetros físico-químicos das amostras controle e caixa ao longo do tempo de exposição a lâmpada de 0, 24, 48 e 72 horas, sendo analisados a perda de massa fresca, Brix, pH, vitamina C e acidez titulável.

Nota-se que para todas as análises realizadas, as amostras controle e da caixa diferiram significativamente com o decorrer do tempo.

Tabela 2 - Média das características de perda de massa fresca de acordo com o tempo.

Perda de massa fresca	Tempo				p-valor
	0h	24h	48h	72h	
Controle	0,45a	0,46a	0,40b	0,44ab	0,04
Caixa	0,36b	0,39a	0,31c	0,34b	0,02

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si, pelo teste Bonferroni a 5% de significância. Fonte: Autoria própria (2022).

Percebe-se que a perda de massa fresca dos mamões tanto controle quanto caixa não apresentaram variações, apesar de diferirem estatisticamente entre si.

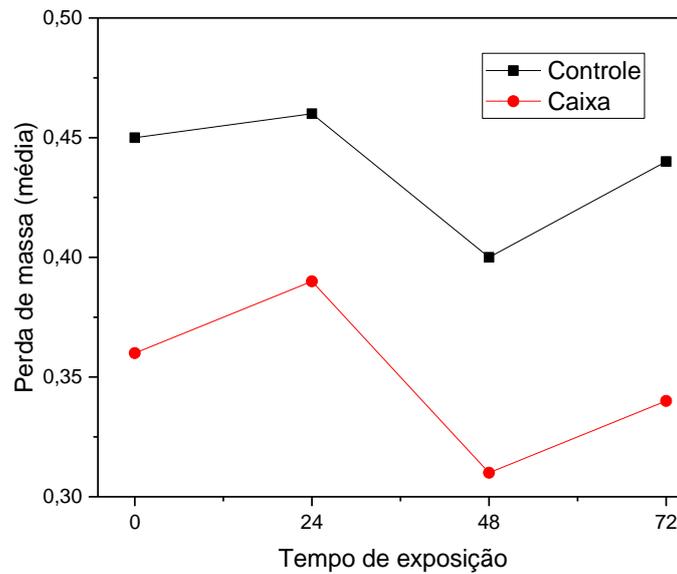


Figura 2 - Características de perda de massa fresca de acordo com o tempo. Fonte: Autoria própria (2022).

Com auxílio da figura 2 nota-se que tanto para as amostras controle quanto caixa, a perda de massa fresca é bem próxima em ambos os tempos de retirada, sendo os frutos retirados após 48 horas, os que apresentaram maior variação de perda, comparada aos outros dias.

De acordo com Kechinski, (2007), o Déficit de Pressão de Vapor (DPV) existente entre o produto armazenado e o meio circundante, responde pela variação do conteúdo aquoso, por conseguinte qualquer variação de pressão de vapor da atmosfera circundante, poderá provocar a variação no teor hídrico do tecido vegetal.

O mamão durante o processo de maturação pode perder seu conteúdo aquoso através do processo de evaporação, perdendo água da superfície do fruto, ou seja, ocorrendo a liberação de vapor d'água dos espaços intercelulares para atmosfera. Essa transpiração ocorre devido ao DPV, pois a umidade relativa interna do mamão é cerca de 99%, enquanto na parte externa ao fruto, é menor. Dessa forma acontece a transferência do vapor d'água do meio de maior pressão para o de menor pressão (KECHINSKI, 2007).

Segundo Floriano et al. (2004), fatores ambientais são decisivos quanto a perda de água das frutas e vegetais alterando a taxa de transpiração, onde a temperatura e a umidade são os principais fatores que influenciam. A taxa de água situa-se para alguns frutos entre 80- 95%, logo, o controle do murchamento é imprescindível, uma vez que o mamão geralmente é comercializado por quilo. Associando tudo isso, o consumidor costuma sempre comprar frutos pela aparência (FISCHER et al., 2007).

De acordo com os resultados obtidos, o uso da lâmpada de cultivo pode ter retardado a liberação de vapor d'água entre os frutos e o meio externo, visto que a perda de massa fresca das frutas foi mínima.

Tabela 3 - Média das características de °Brix de acordo com o tempo.

°Brix	Tempo			<i>p</i> -valor
	24h	48h	72h	
Controle	11,61ab	11,10b	12,03a	0,04
Caixa	11,56b	12,23a	12,40a	<0,001
<i>p</i> -valor	0,84	0,01	0,04	

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si, pelo teste Bonferroni a 5% de significância. Fonte: Autoria própria (2022).

O teor de sólidos solúveis variou com o tempo de armazenamento para os dois tratamentos, caixa e controle, todavia essa variação foi bem pequena em relação aos valores, 11,61 no tempo 24h para 12,03 no tempo 72h nas amostras controle, e de 11,56 para 12,40 nas amostras expostas às lâmpadas de LED. Esse ligeiro aumento do teor de sólidos solúveis é esperado na evolução da maturação, uma vez que os açúcares complexos são hidrolisados em açúcares simples (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

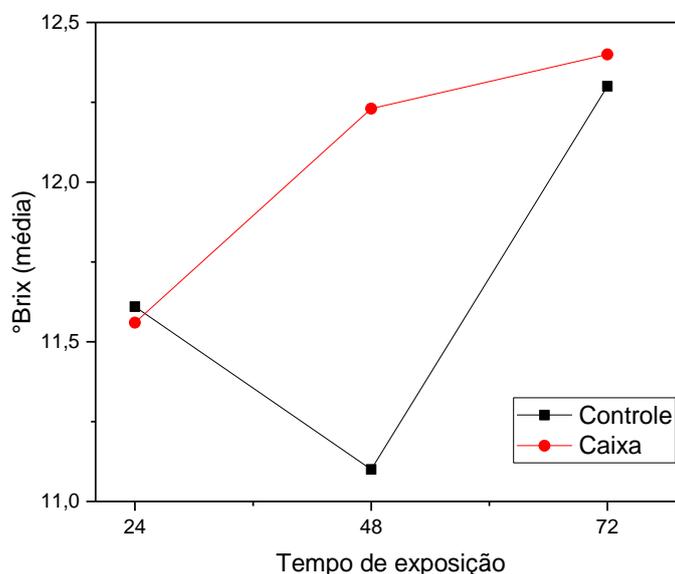


Figura 3 - Características de °Brix para as amostras controle e caixa de acordo com o tempo. Fonte: Autoria própria (2022).

Vale ressaltar que os sólidos solúveis totais indicam o teor de açúcar presente no alimento, segundo Valsechi (1954), o mamão apresenta o °Brix próximo de 12,5, com estes dados verificados na figura 3, aliados às mudanças observadas na coloração externa e interna dos mamões que foram retirados da caixa e os dados obtidos na tabela 2, é possível indicar que

houve um processo de amadurecimento mais acelerado aos frutos que estiveram expostos a lâmpada de cultivo.

Os valores de sólidos solúveis (°Brix), foram próximos aos encontrados por Kechinski (2007) que avaliou o uso de ozônio e tratamentos alternativos para a conservação de mamão Carica papaya, onde seus resultados variaram entre 11,5 e 12,7 °Brix. Segundo Draetta et al. (1975), o aumento de sólidos solúveis indica a maturação dos frutos.

A tabela 4 apresenta os resultados obtidos para a análise de pH das amostras estudadas.

Tabela 4 - Média das características de pH de acordo com o tempo.

pH	Tempo			p-valor
	24h	48h	72h	
Controle	6,46	6,34	6,21	0,12
Caixa	6,89 ^a	6,18 ^b	5,90 ^b	0,04
	p-valor 0,03	0,12	0,04	

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si, pelo teste Bonferroni a 5% de significância. Fonte: Autoria própria (2022).

Os dados apresentados na tabela 4, indicam que o pH não diferiu nas amostras controle entre os tempos, já as amostras caixa diferem entre 24 e 48h.

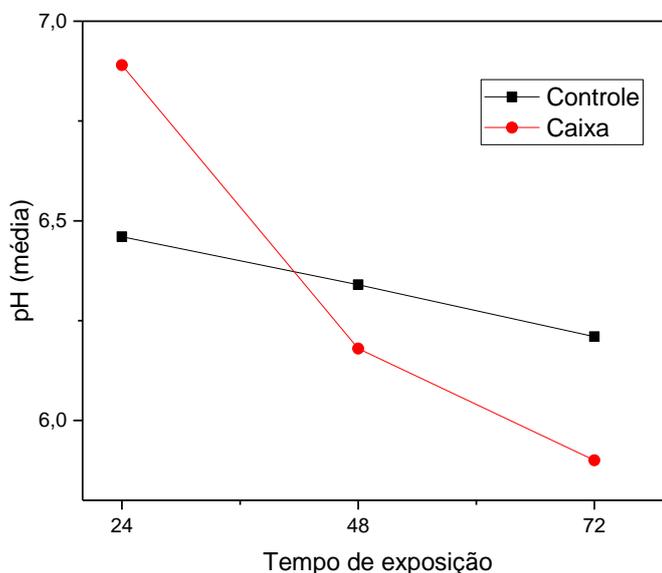


Figura 4 - Características de pH das amostras controle e caixa de acordo com o tempo. Fonte: Autoria Própria (2022).

Observando a figura 4, percebe-se que o pH de ambas as amostras diminuiu ao longo do tempo, sendo que o maior valor de pH foi verificado nas amostras da caixa que foram

retiradas ainda em 24 horas. Estes valores situam-se na mesma faixa encontrada por Draetta et al. (1975). Analisando este resultado juntamente com as análises visuais, os frutos retirados em 24 horas ainda apresentavam aspectos de mamão verde.

Já o menor valor de pH encontrado foi nas amostras caixa em 72 horas, valores próximos foram obtidos para a variedade Solo por De Martin et al. (1977). Segundo Silva et al (2015), o valor do pH da polpa do mamão maduro deve ser aproximadamente 5,78. Associando este resultado retirado da literatura com o que foi observado na figura 4, é possível indicar que os mamões expostos pelo período de 72 horas as lâmpadas de cultivo estavam maduros.

Tabela 5 - Média das características de acidez de acordo com o tempo.

Acidez	Tempo			<i>p-valor</i>
	24h	48h	72h	
Controle	0,23	0,26	0,26	0,51
Caixa	0,24c	0,29b	0,35 ^a	0,03
	<i>p-valor</i> 0,72	0,16	0,02	

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si, pelo teste Bonferroni a 5% de significância. Fonte: Autoria própria (2022).

Identifica-se na tabela 5 que as amostras controle não diferem entre si de acordo com o tempo, entretanto as amostras da caixa apresentam diferenças significativas entre os tempos, ocorrendo um aumento significativo da acidez nas amostras caixa de acordo com o tempo. Nas amostras retiradas da caixa, nota-se que houve aumento significativo da acidez entre os tempos de retirada.

Analisando entre as amostras controle e caixa nos tempos de 24 e 48 horas, nota-se que não ocorreu diferenças entre si, entretanto em 72 horas as amostras caixa diferem significativamente com as amostras controle.

A acidez titulável (AT) é um parâmetro que assim como os anteriores apresentados, também pode indicar o ponto de colheita do mamão, pois existe uma relação entre a acidez e o estágio de maturação do fruto.

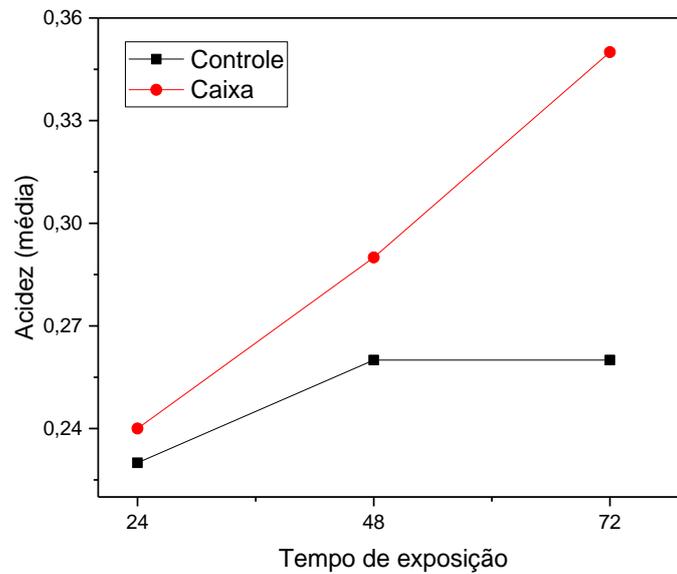


Figura 5 - Características de acidez das amostras controle e caixa de acordo com o tempo. Fonte: Autoria própria (2022).

Durante o amadurecimento dos frutos a solubilização dos ácidos orgânicos pode influenciar na acidez da polpa. A propensão de aumento da acidez até o terceiro dia após o início da avaliação de maturação dos frutos, pode estar relacionada à elevação da respiração climatérica, que ocorreu em todas as amostras.

Segundo Castricini, (2009), no climatério respiratório as reações relacionadas ao processo de amadurecimento e senescência são aceleradas, com isso, a liberação de ácidos orgânicos provenientes destas reações poderá aumentar a acidez do meio do fruto.

No trabalho de Castricini, (2009), a acidez total titulável também estava maior no último dia de tratamento e, segunda ela, a acidez do mamão pode aumentar com o amadurecimento, possivelmente devido à formação de ácido galacturônico, oriundo da degradação das pectinas ou pelos seus valores reduzidos em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares.

Draetta et al. (1975) em sua pesquisa, observou que a medida em que o fruto foi amadurecendo, a acidez aumenta gradativamente, conseqüentemente ocorre a diminuição do pH, devido à formação de ácido galacturônico, proveniente da degradação das pectinas.

Pode-se inferir que o uso da lâmpada de cultivo no amadurecimento de mamão, aumentou a atividade enzimática dos mamões durante o período de exposição, indicando a ocorrência da degradação da parede celular. Este processo pode ter ajudado o aumento da acidez

nos dias de exposição à lâmpada de cultivo, por meio da liberação de ácidos oriundos das reações enzimáticas.

. **Tabela 6** – Média das características de vitamina C de acordo com o tempo.

Vitamina C	Tempo			<i>p</i> -valor
	24h	48h	72h	
Controle	7,37b	6,76c	8,18a	0,01
Caixa	8,29a	6,27c	7,47b	0,02
<i>p</i> -valor	0,01	0,03	0,02	

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem estatisticamente entre si, pelo teste Bonferroni a 5% de significância. Fonte: Autorial própria (2022).

Em relação à vitamina C na tabela 6 verificou-se que as amostras controle diferem entre si. Nota-se que entre 24 e 48 horas ocorreu uma queda significativa da vitamina C das amostras, onde em 48 horas apresentaram o menor valor de vitamina C e as amostras retiradas em 72 horas apresentaram o maior valor de vitamina C das amostras controle.

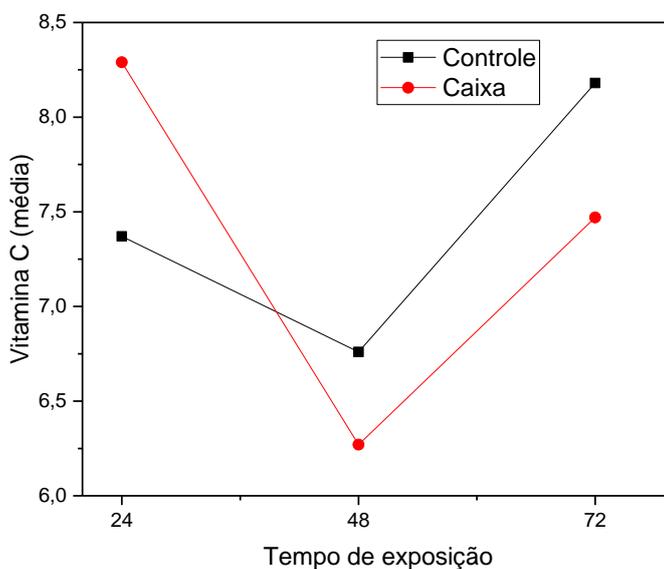


Figura 6 - Características de vitamina C das amostras caixa e controle de acordo com o tempo. Fonte: Autorial própria (2022).

Segundo Santana et al. (2004), a variação nos valores de vitamina C encontrados provavelmente se deve ao efeito das diferentes condições climáticas e nutrição do solo, além das características do próprio genótipo do mamão papaia.

Nota-se na figura 6 que, assim como nas amostras controle, entre 24 e 48 horas houve uma queda da vitamina C das amostras, entretanto em 72 horas ocorreu um leve aumento da

vitamina C. Mesmo assim o maior valor encontrado ainda foi o das amostras retiradas em 24 horas da caixa. Resultados aproximados foram encontrados no trabalho de NUNES et al (2017), onde os valores de vitamina C variam com o decorrer do tempo, também ocorre um aumento gradual entretanto não sendo superior aos primeiros dias.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos na pesquisa, tanto na aparência quanto nas análises físico-químicas, pode-se concluir que a utilização das lâmpadas de cultivo foi capaz de acelerar o processo de amadurecimento do mamão papaia, visto que os frutos expostos chegaram mais rápido aos aspectos de maduro que os frutos que não foram expostos, em conformidade a algumas referências presentes na literatura.

A utilização de lâmpadas de LED tem muitas vantagens em relação às demais lâmpadas, pois podem oferecer precisão na seleção do comprimento de onda a ser utilizado, pela alta eficiência energética e baixo aquecimento, com isso pode-se indicar o uso das lâmpadas de cultivo para o aceleração da maturação e melhoria nutritiva do mamão.

REFERÊNCIAS

- ALÓS, E.; RODRIGO, M. J.; ZACARIAS, L. Ripening and Senescence. In: YAHIA, E. M.; CARRILLO-LÓPEZ, A. Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables. Cambridge: Woodhead Publishing, 2019, Chapter 7.
- AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 1995. Official methods of analysis. 16 ed., Arlington, 1141p
- CODE, Selo Hon. 10 benefícios do mamão. 2020.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Póscolheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.
- CASTRICINI, Ariane et al. Aplicação de Revestimentos comestíveis para conservação de mamões (*Carica papaya* L.) Golden. 2009.
- DANTAS, J. L. L.; JUNGHANS, D. T.; DE LIMA, J. F. Mamão: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2013, 2013.
- DA SILVA FUNADA, Cláudia Aparecida et al. Pesquisa e análise sobre o grau de conhecimento da população sobre o uso e os benefícios do mamão (*Carica Papaya* L.). *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 1, p. 3344-3352, 2022.
- DE MARTIN, Z.J.; OLIVEIRA, N. de; KATO, K.; GALEB, S.E.A.; SILVA, S.D.; LAZZARINE, V. Descascamento mecânico do mamão e processamento do purê asséptico. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 8, n. 1, p. 409 – 436, 1977.
- DRAETTA, I.S.; SHIMOKOMAKI, M.; YOKOMIZO, Y., FUJITA, J.T.; MENEZES, H.C. de; BLEINROTH, E.W. Transformações bioquímicas do mamão (*Carica papaya*) durante a maturação. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 6, n. 1, p. 395-408, 1975.
- EI-AQUAR, A. A.; MURR, F. E. X. Estudo e modelagem de cinética de desidratação osmótica do mamão formosa (*Carica papaya* L.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 23, n. 1, p. 69-75, 2003.
- FARIA, A. R. N. et al. A cultura do mamão. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009., 2009.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION STATISTICAL DATABASES (FAOSTAT). 2006. Disponível em: <<http://fa-ostat.fao.org/default.aspx>>. Acesso em: 18 jun. 2022.
- FIORAVANÇO, João Caetano et al. Características do mamão Formosa comercializado em Porto Alegre de outubro/91 a junho/92. *Ciência Rural*, v. 24, p. 519-522, 1994.

FISCHER, I. H.; ALVES, S. A. M.; ALMEIDA, A. M. de; ARRUDA, M. C. de; ALMEIDA, A. M. de; BERTANI, R. N.; GRACIA, M. J. de M. Elaboração de escala diagramática para a quantificação de severidade da antracnose em frutos de maracujá amarelo. *SummaPhytopathol*, Botucatu, v. 35, n. 3, p. 226-228, 2009.

FLORIANO, C. M.; Conservação pós-colheita de frutos do maracujazeiro-doce irradiados. 2004. 41 f. (Mestrado em Fitotecnia) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2004.

GUEDES, Philip Tavares. Desenvolvimento de um sistema supervisor e montagem de um protótipo de cultivo indoor automatizado. 2021.

GARCIA, J. Augusto M.; Kassab, Luciana RP; Onmori, Roberto K. Estudo da eficiência de células solares cobertas com vidros de TeO₂-ZnO-Na₂O dopados com európio e nanopartículas de prata. *literatura*, v. 14, p. 15, 2018.

GROWLEDS - Evolução do cultivo indoor Disponível em: <<https://greenpower.net.br/blog/leds-evolucao-do-cultivo-indoor/#:~:text=Um%20cultivo%20indoor%20bem%20sucedido,nm%20e%20todos%20os%20intermedi%C3%A1rios.>> Acesso em: 28 de junho de 2022.

HASAN, M. M.; BASHIR, T.; GHOSH, R.; LEE, S. K.; BAE, H. An Overview of LEDs' Effects on the Production of Bioactive Compounds and Crop Quality. *Molecules*, V. 22(9), 1420, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS (IBRAF). Disponível em:<<http://www.ibraf.org.br/>> . Acesso em: 18 jun. 2022.

IBM Corp. Released 2016. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp.

JACOMINO, Angelo Pedro et al. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. *Scientia Agricola*, v. 59, p. 303-308, 2002.

LAZZARINI, L. E. S. et al. Uso de diodos emissores de luz (LED) na fisiologia de plantas cultivadas: revisão. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 16, n. 2, p. 137-144, 2017. <https://doi.org/10.18188/1983-1471/sap.v16n1p137-144>.

LIMA, K. S. C. et al. Efeito de baixas doses de irradiação nos carotenóides majoritários em cenouras prontas para o consumo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 24, n. 2, p. 183-193, abr./jun. 2004.

LIMA, Bismarck C. et al. Plasmon-Assisted Efficiency Enhancement of Eu³⁺ Doped Tellurite Glass Covered Solar Cells. *Journal of Electronic Materials*, v. 46, n. 12, p. 6750-6755, 2017.

NUNES, Ana Cláudia D. et al. Armazenamento de mamão 'formosa' revestido à base de fécula de mandioca. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 40, n. 1, p. 254-263, 2017.

NHUT, D.T.; TAKAMURA, T.; WATANABE, H.; OKAMOTO, K.; TANAKA, M. Responses of strawberry plantlets cultured in vitro under superbright red and blue lightemitting diodes (LEDs). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, Tanamatsu, v.73, p.43- 52, 2003.

PINHEIRO, DÉBORA FERNANDES. QUALIDADE PÓS-COLHEITA E ACEITAÇÃO SENSORIAL DE MORANGOS DE CULTIVARES DE MINAS GERAIS. 2020.

PRATES, R. S. Aspectos operacionais do programa de exportação do mamão brasileiro para os Estados Unidos. In: MARTINS, D. S. *Papaya Brasil: mercado e inovações tecnológicas para o mamão*. Vitória, ES: Incaper, 2005. p. 57-68.

PAULL, R.E. Pineapple and papaya. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (Ed.) *Biochemistry of fruit ripening*. London: Chapman & Hall, 1993. p.291-323.

POLDERDIK, J. J. et al. Predictive model of keeping quality of tomatoes. *Postharvest Biology and Technology*, New York, v. 2, p. 179-185, 1993.

QUINTAL, S. S. R. Caracterização e avaliação de um banco de germoplasma de mamoeiro para estudo dos parâmetros genéticos e diversidades genéticas. Tese (Programa de Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo dos Goytacazes, 2009.

ROSÁRIO, Henrique Fiegenbaum do. Caracterização de farinhas de sementes de mamão papaia e formosa. 2019.

SARRA, Sheila Regina et al. Iluminação com LEDS para amadurecimento de peras após a colheita. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 4, p. 40482-40500, 2021.

SANTANA, Ligia RR; MATSUURA, Fernando CAU; CARDOSO, Ricardo L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya L.*): avaliação sensorial e físico-química dos frutos. *Food Science and Technology*, v. 24, p. 217-222, 2004.

SOUZA, Quesia Costa; NOGUEIRA, Carlos Henrique. Manejo das principais doenças do mamoeiro (*Carica papaya L.*). 2021.

STEFANEL, Charlene Moro et al. Diodos emissores de luz (LEDS) no cultivo in vitro de *Eugenia involucrata*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 40, 2020.

SILVA, Geralda Gillian; DINIZ, Renata Garcia; SILVA, Marcelo Eustáquio. Avaliação química do mamão papaia (*Carica papaya L.*) em diferentes estádios de maturação. *Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia*, v. 3, p. 1-7, 2007.

SKOOG, Douglas A., F. James Holler, and Stanley R. Crouch. *Principles of instrumental analysis*. Cengage learning, 2017.

SOLÉ, Jose, Luisa Bausa, and Daniel Jaque. An introduction to the optical spectroscopy of inorganic solids. John Wiley & Sons, 2005.

SOLER, M.P.; DE MARTIN, Z.J.; FERNANDES, M.H.C.; MORI, E.E.M.; FERREIRA, V.L.P. Influência dos processos de descascamento na qualidade do purê de mamão da variedade Solo. Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 22, n. 1, p. 107- 123, 1985.

SILVA, Polyanna Alves et al. Avaliação da qualidade de mamões (*Carica papaya* L.). Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 13, n. 2, p. 465-474, 2015.

VALSECHI, Otávio; MITIDIARI, José. O brix na determinação da riqueza em açúcares do mamão como auxiliar no melhoramento do mamoeiro (*Carica papaya* L.). Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz , v. 11, p. 85-92, 1954.

YAHIA, E. M.; CARRILLO-LÓPEZ, A. Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables. Cambridge: Woodhead Publishing, 2019.

ZEGER S, Liang K. Longitudinal data analysis for discrete and continuous outcomes. Biometrics. 1986 Mar; 42(1):121-30.

Diretrizes para Autores



Brazilian Journal of Development

O BJD aceita apenas artigos originais, não publicados em outros periódicos. Aceitamos desde artigos apresentados em eventos que são disponibilizados pelos autores.

As normas para formatação e preparação de originais são:

- Máximo de 20 páginas;
- Máximo de 8 autores;
- Fonte Times New Roman tamanho 12, espaçamento entre linhas 1,5;
- Figuras, Tabelas e Tabelas devem aparecer junto ao texto, editáveis, em fonte 10, tanto para o conteúdo quanto para o título (que deve vir logo acima dos elementos) e fonte (que deve vir logo abaixo do elemento gráfico).
- Título em português e inglês, no início do arquivo, com fonte 14;
- Resumo e resumo do título, com palavras-chave e palavras-chave, com espaçamento, logo abaixo do título;
- O arquivo seguro não deve conter uma identificação dos autores

Esta revista adota como política editorial como diretrizes de boas práticas de publicação científica da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Administração (ANPAD), disponível em: http://www.anpad.org.br/diversos/boas_praticas.pdf.

Como processo de submissão, os autores devem controlar a submissão em relação a todos os itens de cumprimento da parte. As submissões que não estão de acordo com as normas de volvidas aos autores.

- A contribuição é original e publicada por outro periódico; Caso contrário, deverá ser justificado em "Comentários ao editor".
- O arquivo de submissão não está no formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF.
- Os URLs para referências foram informados quando possível.
- O texto está em espaço simples; Usa uma fonte de 12 pontos; Usa itálico de sublinhado (exceto cuidados em vez de URL); As figuras e tabelas são anexadas no texto, não do documento na forma de anexos.
- O texto segue os padrões de requisitos e requisitos bibliográficos descritos em Diretrizes de estilo, na página Sobre a Revista.
- No caso de submissão a uma seção revisada por pares (por exemplo, artigos), conforme as instruções de submissão em Assegurar avaliação pares foram seguidas.

Taxa de publicação:

- Esta revista não cobra taxa de submissão;

- Esta revista cobra a publicação de artigos, no valor de:

R\$ 590,00 por artigo a ser publicado - Brasileiros.

\$ 150,00 (dólares americanos) por artigo a ser publicado - Outras nacionalidades.

Declaração de privacidade

- O conteúdo dos artigos é de responsabilidade exclusiva dos autores.
- É permitida a reprodução total ou parcial do conteúdo dos artigos, desde que citada a fonte.
- Artigos com plágio serão recusados, e o autor do plágio perderá o direito de publicar nesta revista.
- Os nomes e endereços informados nesta revista serão utilizados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação e não estão disponíveis para outros fins ou para terceiros.
- Depois de enviar os artigos, os autores cedem os direitos autorais de seus artigos ao BJD. Caso se arrependa da submissão, o autor tem o direito de solicitar ao BJD que

não publique seu artigo. No entanto, essa solicitação deve ocorrer em até dois meses antes da divulgação do número em que o artigo será publicado.

- O BJD usa a licença Creative Commons CC BY. Informações sobre esta licença podem ser encontradas em: <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/br/>