

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATES CALINE IPA-06 POR MEIO DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS**LUIZ DIEGO VIDAL SANTOS¹, ADILSON MACHADO ENES², JOSÉ IGOR REINAN SANTOS³, FRANCISCO SANDRO RODRIGUES HOLANDA⁴, TAIZE CALVACANTE SANTANA⁵, WELINGTON GONZAGA DO VALE⁶**¹ Graduando Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe-UFS, 79-9606-3350, vidal.center@academico.ufs.br² Professor Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe-UFS, 79-998822-4381, adilsonenes@ufs.br³ Graduando Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe – UFS, 79-9896-9779, igorsantos.pt107@gmail.com⁴ Professor Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe-UFS, 79-98877-1030, fholanda@infonet.com.br⁵ Mestranda Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco -UFRPE, 79-98620180, taizehaes@gmail.com.⁶ Professor Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Sergipe-UFS, 79-98118-0573, valewg@gmail.com.

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: Parâmetros fisiológicos como perda de massa, firmeza e cor destacam-se como indicadores de maturação em uma grande diversidade de frutos, incluindo tomates. Contudo, tais parâmetros exigem muito tempo e trabalho para medições e análise dos dados. A possibilidade de usar o processamento digital de imagens (PDI) associado aos sistemas de previsão destas variáveis auxiliam na predição e manutenção da qualidade dos tomates após a colheita. Este artigo descreve a utilização do método *biospeckle* para avaliação de maturação em tomates do Caline IPA-06, delineados experimentalmente ao acaso utilizando cinco repetições durante cinco períodos de maturação (0, 3, 6, 9 e 12 dias). Foram avaliadas as variáveis: acidez titulável, pH, sólidos solúveis, massa fresca e cor. Para análise da atividade biológica através do *biospeckle*, foram utilizadas as técnicas de Momento de Inércia (MI) e Diferença Generalizada (DG). As amostras apresentaram mudanças significativas para sólidos solúveis, cor e pH. O modelo de simulação proposto mostrou evidenciada correlação entre a diminuição na taxa da atividade biológica e a perda de massa fresca. Conclui-se que *biospeckle* se mostra eficiente para análise de maturação do tomate pelo parâmetro Perda de massa fresca.

PALAVRAS-CHAVE: *Lycopersicon esculentum*, Pós-colheita, Biospeckle Laser

QUALITY POST-HARVEST OF TOMATO CALINE IPA-06 THROUGH DIGITAL IMAGE PROCESSING

ABSTRACT: Physiological parameters such as loss of mass, firmness and color stand out as indicators of ripeness in a wide variety of fruits, including tomatoes. However, such parameters require a lot of time and work for measurements and data analysis. The possibility of using digital image processing (PDI) associated with the prediction systems for these variables helps in predicting and maintaining the quality of tomatoes after harvest. This article describes the use of the biospeckle method to evaluate ripeness in tomatoes from Caline IPA-06, experimentally designed at random using five replicates during five ripening periods (0, 3, 6, 9 and 12 days). The variables were evaluated: titratable acidity, pH, soluble solids, fresh mass and color. For the analysis of biological activity through the biospeckle, the Moment of Inertia (MI) and Generalized Difference (DG) techniques were used. The samples showed significant changes for soluble solids, color and pH. The proposed simulation model showed an evident correlation between the decrease in the rate of biological activity and the loss of fresh weight.

It is concluded that biospeckle is efficient for the analysis of tomato ripeness by the parameter Loss of fresh weight.

KEYWORDS: *Lycopersicon esculentum*, Postharvest, Biospeckle Laser

INTRODUÇÃO: A tomaticultura apresenta altas perdas da qualidade, as quais ocorrem do plantio até o consumo final. Muito deve-se aos processos metabólicos, em junção com eventuais danos de natureza mecânica além de atividades advindas de micro-organismos, como bactérias e fungos, ou até mesmo por desordens fisiológicas (OLIVEIRA, Emanuel Neto Alves De; SANTOS, 2015). O tomateiro por ser uma planta de ciclo curto, do tipo climatérico, sofre com diversas alterações em sua característica quanto à cor (COSTA, Anderson Gomide, 2015), firmeza, aroma, e sabor (KOVAČEC *et al.*, 2017) ao longo de sua vida útil. A firmeza dos frutos climatéricos é uma característica indicadora da maturação, a qual apresenta tendência semelhante em diferentes cultivares, com redução acentuada até cerca de quatro dias após a colheita e estabilização nos estádios finais da maturação (BRAGA DE ANDRADE *et al.*, 2015). Empresas se empenham na criação de equipamentos capazes de predizer a qualidade, o tempo do fruto e a durabilidade, trazendo mais eficiência ao meio rural e mantendo os melhores padrões (MIRANDA, 2016). Dentre os possíveis métodos não invasivos para análise da qualidade do tomate, um fenômeno desponta como possibilidade de base para elaboração de sensores: o *biospeckle*. Este fenômeno baseia-se na ocorrência de um comportamento óptico atípico, o *speckle* dinâmico. Alves Braga Junior *et al.* (2007) descreve o fenômeno como uma atividade física capaz de ler as atividades biológicas de forma não destrutiva e transcrever esta atividade usando saídas gráficas e numéricas, com base no emprego e características do material iluminado. Em frutos de tomates, os níveis de atividade biológica estão diretamente relacionados com fatores modificantes durante a maturação de um fruto climatérico. Diante dos fatos apresentados, este trabalho teve por objetivo classificar os níveis de maturação do tomate Caline IPA-06 por meio do PDI, utilizando o método *biospeckle laser*.

MATERIAL E MÉTODOS: As etapas experimentais foram divididas em:

Análises físico-químicas: Para determinação da acidez total titulável e sólidos solúveis totais foram utilizadas as metodologias descritas por Cardoso (2011) (CARDOSO *et al.*, 2011). Quanto a Firmeza e cor das amostras foram utilizados métodos descritos por Kovačec (2017) (KOVAČEC *et al.*, 2017) levando em consideração que para firmeza foi utilizada a ponteira de prova com 8mm de diâmetro e para coloração do sistema $L^*a^*b^*$.

Delineamento Experimental: O delineamento experimental foi inteiramente casualizado contando com cinco intervalos para análise, 0, 3, 6, 9 e 12 dias, com cinco repetições. As amostras foram selecionadas conforme a cor da casca (verde).

Metodologia de captura das imagens: Foi utilizado o Laser HeNe de 632 nm incidindo nas amostras de solo Figura 1a, foram coletadas imagens através de método direto. Utilizou-se uma câmera que captura 32 frames por segundo, registrando os vídeos no formato AVI, após a aquisição, os vídeos foram separados por frames, Figura 1 b.

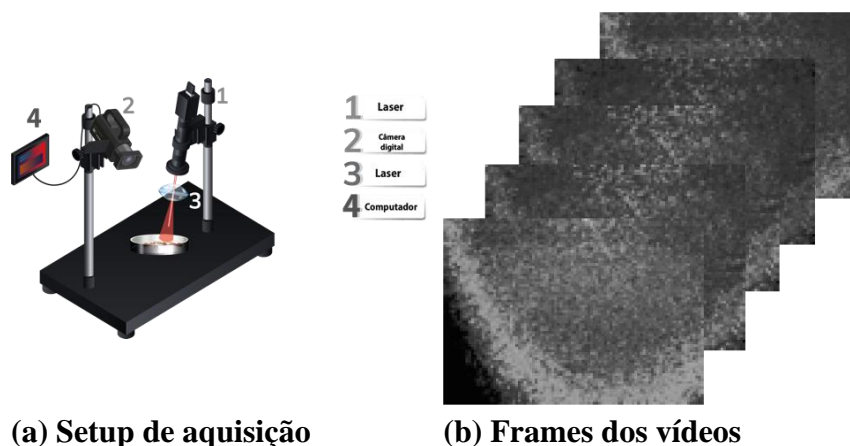


FIGURA 1. Esquema para aquisição das imagens: (a) Setup para aquisição de imagens e (b) exemplo de frames após separação

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

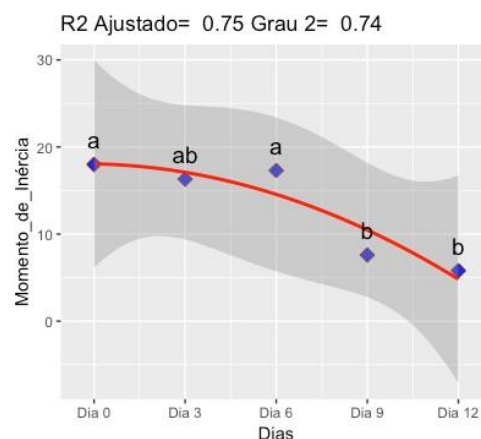
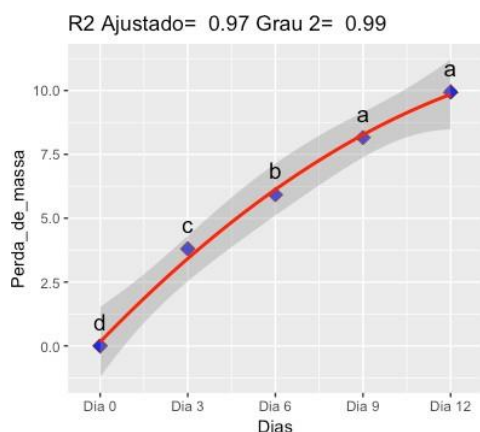
Resultados da análise dos estádios de maturação: Os frutos, no estágio de maturação 1a, apresentaram uma perda significativamente menor, quando comparada com a massa dos frutos nos estádios 4 e 5, que se apresentaram mais pesados Tabela 1, comportamento também observado por Rissi *et al.*, (2017) (RISSI *et al.*, 2017) em tomates do tipo cereja.

Resultados da análise da colorimetria dos tomates: Por meio dos valores dos ângulos *hue*, os frutos apresentaram cor presente no quadrante do verde seguindo ao avermelhado nos últimos estádios de maturação.

TABELA 1 - Valores médios e diferença significativa a 5% de (TSS) Total Sólidos Solúveis, (AT) Acidez Titulável, (COMP) Comprimento, (PMF) Perda de Massa Fresca, (FIR) Firmeza, (MI) Momento de Inércia, (DI) Diâmetro e (pH).

Métodos Físico e Químicos								
Tratamento	TSS	AT	COMP (mm)	PMF(g)	FIR(N)	MI	DI (mm)	pH
Dia 0	3,74a	2,5a	64,098a	0,00d	23,56a	18a	45,888b	4,67a
Dia 3	4,02abc	3,4a	68,538a	3,8c	23,56a	16,3ab	48,882b	4,44a
Dia 6	4,48a	2,64a	66,102a	5,92b	24,09a	17,3a	52,102b	4,59a
Dia 9	3,88bc	2,08a	50,038b	8,16a	21,69a	7,6ab	67,15a	4,74a
Dia 12	4,44ab	2,18a	70,562a	9,94a	19,30a	5,8b	46,046b	4,62a

Utilizando a Análise de Variância por meio do teste de Tukey com o nível de significância a 5%, é possível afirmar que houve diferença significativa entre os diferentes níveis de massa durante os estádios 1, 2 e 3 de maturação, como pode ser observado na figura 2a.



(a) Diagrama de Dispersão para perda de massa fresca

(b) Diagrama de Dispersão para perda de MI

FIGURA 2 - Diagramas de Dispersão para (a) Perda de massa fresca, (b) Regressão MI.

CONCLUSÕES: A partir dos dados obtidos, pode se afirmar que os atributos físico-químicos dos frutos de Tomate Caline IPA-06 variaram em relação ao tempo de pós colheita, sendo essas alterações fontes de interferência observados pelo método *biospeckle* laser. Dessa forma, o método se mostra viável para avaliação dos diferentes estádios de maturação, apresentando potencial para ser usado em comparação aos métodos tradicionais, principalmente para mudanças de Volume e Firmeza.

REFERÊNCIAS:

ALVES BRAGA JUNIOR, R. *et al.* Reliability of biospeckle image analysis. **Optics and Lasers in Engineering**, v. 45, n. 3, p. 390–395, 2007. DOI 10.1016/j.optlaseng.2006.07.002.

BRAGA DE ANDRADE, S. *et al.* Qualidade de pêssegos das cultivares Chimarrita e Maciel sob armazenamento refrigerado em diferentes estádios de maturação de colheita. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 16, n. 1, 2015. Disponível em: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=81339864014>. Acesso em: 17 mar. 2019

COSTA, Anderson Gomide. **Identificação da maturação de frutos da macaúba por meio de características óticas**. 2015. 140 f. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2015.

KOVAČEC, E. *et al.* Biotransformation of copper oxide nanoparticles by the pathogenic fungus *Botrytis cinerea*. **Chemosphere**, v. 180, p. 178–185, 2017. DOI 10.1016/j.chemosphere.2017.04.022.

MIRANDA, V. C. **Produtividade e tempo de prateleira do quiabo em função da adubação nitrogenada e época de cultivo**. 2016. Tese – Universidade Federal do Tocantins Campus de Gurupi Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, 2016.

OLIVEIRA, E. N. A. D.; SANTOS, D. D. C. **Tecnologia e Processamento de Frutos e Hortaliças**. [s.l.]: Instituto Federal do Rio Grande do Norte, 2015.