

Artículo de Investigación

Avaliação dos estádios de maturação e qualidade pós-colheita de Goiabas ‘Tailandesa vermelha’

Assessment of the stage of maturity and post-harvest quality of ‘Thai red guavas’

Pâmela Santaguita Betin

Graduanda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, (11) 97592-1754, Brasil.

(Autor para correspondência).

pamelabetin.psb@gmail.com

Lucas Sacramoni Peixoto

Engenheiro Agrícola, Mestrando em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Brasil.

Juliana C. de Prado

Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Brasil.

Gisela Maiara Silva Pereira

Engenheira Agrícola, Prof. Doutora, Depto. De Tecnologia Pós-Colheita,

FEAGRI/UNICAMP, Brasil.

Juliana Aparecida Fracarolli

Engenheira Agrícola, Prof. Doutora, Depto. De Tecnologia Pós-Colheita,

FEAGRI/UNICAMP, Brasil

juliana.fracarolli@feagri.unicamp.br

Fecha de envío: 30/09/2018

Fecha de Revisión: 10/10/2018

Fecha de aprobación: 20/11/2018

DOI: 10.25054/22161325.1914

Resumen

Em goiabas, o processo de amadurecimento ocorre de forma acelerada após a colheita, o que gera mudanças rápidas na cor, textura entre outras características, fazendo com que ases mesmos apresentem um período curto de conservação, o que inviabiliza a sua comercialização para determinadas localidades. Para uma manutenção correta da qualidade pós colheita é necessário que a colheita seja feita em estádios adequados de maturação. A colheita precoce impede que o fruto se desenvolva por completo, não adquirindo as características desejadas, enquanto que na colheita tardia, o fruto apresentará uma rápida perda de qualidade, diminuindo assim o seu tempo de vida. Diante do apresentado, o presente trabalho visou avaliar a maturidade da goiaba através de técnicas convencionais e por meio do Biospeckle, que se apresenta como uma técnica de baixo custo e de fácil execução, consistindo na iluminação de um material biológico para obtenção de imagens a serem processadas, obtendo-se a partir das mesmas informações sobre a atividade biológica do material em análise. Foram utilizados frutos de goiabas da variedade vermelha da Tailândia, colhidos em quatro estádios de maturação e realizadas avaliações físico-químicas, de taxa respiratória e de cor da epiderme. Os valores de açúcares (°Brix), taxa respiratória, relação SST/ATT (sólidos solúveis totais/acidez total titulável) e índice de escurecimento aumentaram conforme avançava os estádios de maturação, enquanto a acidez total titulável diminuiu. As análises realizadas com Biospeckle não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos.

Palavras-chave: biospeckle; speckle dinâmico; taxa respiratória; laser; amadurecimento; goiabeira.fibra de coco; FTIR; compostos orgânicos; fibras naturais; embalagem

Abstract

In guavas, the ripening process happens fast after the harvest, which causes quick changes on the colour, texture, among other characteristics, making them have a short conservation period, which makes their trade impossible for certain locations. For a correct post-harvest quality maintenance, the harvest needs to be done at proper stages of maturity. The early harvest stops the fruit from fully developing, not acquiring the desired qualities, while with a late harvest, the fruit presents a fast quality loss, thus decreasing its life span. Considering what has been presented, this paper aimed to assess the maturity of guavas through conventional techniques and through Biospeckle, which is a low-cost, simple to implement technique, consisting of lighting a biological material in order to acquiring images to be processed, obtaining from them information about biological activity of the analysed material. Thai red guavas were used, harvested at four stages of maturity, and epidermis colour, respiratory rate, and physicochemical assessments were performed. The sugar levels ($^{\circ}$ Brix), respiratory rate, TSS/TTA ratio (total soluble solids/total titratable acidity), and darkening index increased as the stages of maturity advanced, while the total titratable acidity decreased. The analyses performed with Biospeckle did not present significant differences among the treatments.

Keywords: Biospeckle; dynamic speckle; respiratory rate; laser; ripening; guava tree

1. Introdução

Em goiabas, o processo de amadurecimento ocorre de forma mais rápida após a colheita, o que gera mudanças mais rápidas na coloração, textura, aroma, sabor entre outras características. Quando maduras, as goiabas colhidas apresentam período de conservação de um a dois dias (MANICA, *et al.*, 2000), inviabilizando a comercialização para determinadas localidades. Quanto mais avançado é o estágio de maturação mais intensas são as reações catabólicas que vão levar a deterioração do fruto, e essas reações vão aumentar a sensibilidade, tornando esses frutos mais susceptível a injúrias e contaminação por fungos e bactérias (CHEN, *et al.*, 1980).

Dependendo do tipo de cultivar as características físico-químicas dos frutos são diferentes, variando do mesmo modo em relação às práticas de plantio, seleção e colheita. Estas características também são influenciadas pelas condições climáticas, de solo, tratamentos culturais e conforme os estádios de maturação (GERHARDT, 1997).

Para uma boa manutenção da qualidade pós

colheita é necessário que a colheita seja feita em estádios adequados de maturação. A colheita precoce vai impedir que o fruto se desenvolva por completo, não adquirindo as características desejadas, enquanto que na colheita tardia, o fruto apresentará uma rápida perda de qualidade, diminuindo assim o seu tempo de vida (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Diante do apresentado, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência do estágio de maturação do fruto da goiabeira no que diz respeito aos aspectos de qualidade, através de técnicas convencionais e por meio do Biospeckle, que se apresenta como uma técnica de baixo custo e de fácil execução.

2. Material y métodos

Goiabas da variedade Vermelha da Tailândia foram obtidas de um produtor local (Campinas - SP) e levadas até o Laboratório de Pós-Colheita da Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI) e mantidas em ambiente a 10°C, sendo posteriormente sanitizadas, e separadas em quatro tratamentos, cada um representando um nível de maturação

diferente: A1: Verdes, A2: Verde-amarelado; A3: Amarelado e A4: Maduro.

As análises foram realizadas em dois dias, no primeiro foram os tratamentos A1 e A2, e no segundo dia A3 e A4, com 40 goiabas para cada, sendo as goiabas A1 colhidas entre 60-80 dias após a floração, e os estádios seguintes com diferença de 2-3 dias de um para o outro. Os frutos foram avaliados quanto a Taxa respiratória, cor da epiderme, teor de sólidos solúveis, Acidez total titulável, pH e Biospeckle.

As medições da taxa respiratória foram realizadas utilizando um Analisador de composição gasosa (CO₂ e O₂) Pac Check 325 da marca MOCON. Foram usadas 10 goiabas de cada estádio, cortadas em 2 partes e colocadas em um recipiente de vidro para acondicionamento em geladeira a 10 °C por 30 minutos, após este tempo foram obtidas as % de CO₂, para o cálculo das taxas em mg CO₂/kg h, segundo a equação 1.

$$P_{CO_2} = (\%CO_2/100) * (V_{vazios}/m_{produto}) * (1,98/t) \quad (1)$$

em que: %CO₂ = Produção de CO₂ pelo produto em %; vazios = Volume de vazios no recipiente, em mL; m produto = Massa de produto no recipiente, em kg; t [h] = Tempo em que os recipientes ficaram fechados.

Para avaliação da cor foi utilizado um colorímetro portátil do modelo mini Scan XE da marca Hunter e realizada a leitura direta dos parâmetros L*, a* e b*; onde L representa a luminosidade, que varia de 0 (preto) a 100 (branco), a e b são coordenadas de croma e variam de -60 a 60 (-a = verde, +a = vermelho, -b = azul e +b =

amarelo) (BIBLE & SINGHA, 1993). A avaliação foi feita com base no índice de escurecimento (IE), calculado de acordo com PALOU, *et al.*, (1999), equação 2.

$$IE = [100 * (X - 0,31)] / 0,172 \quad (2)$$

$$X = (a + 1,75L) / (5,645L + a - 3,02b) \quad (3)$$

A acidez total titulável foi determinada através do volume NaOH a 0,1 mol/L necessário para titular 10g da amostra triturada, diluída em 90 mL de água destilada (CARVALHO, *et al.*, 1990) e os resultados foram expressos em porcentagem de ácido (equação 4).

$$ATT(g/100g) = (n * N * Eq) / (10 * p) \quad (4)$$

em que: N = normalidade da solução de NaOH; n = volume da solução de NaOH gastos na titulação em mL; p = massa da amostra em gramas; V = volume da amostra em mL; Eq = equivalente-grama do ácido.

A avaliação de sólidos solúveis totais foi realizada por leitura direta em refratômetro digital Reichert automático ABBE MARK III e os resultados foram expressos em °Brix. Nos ensaios ópticos (Figura 1) foram utilizados: um laser vermelho de diodo de 632 nm de comprimento de onda e 10mW de potência, um celular smartphone com câmera filmadora digital, um computador com softwares para o processamento das imagens e tratamento estatístico. Para o processamento das imagens foram utilizados os softwares Matlab e ImageJ.

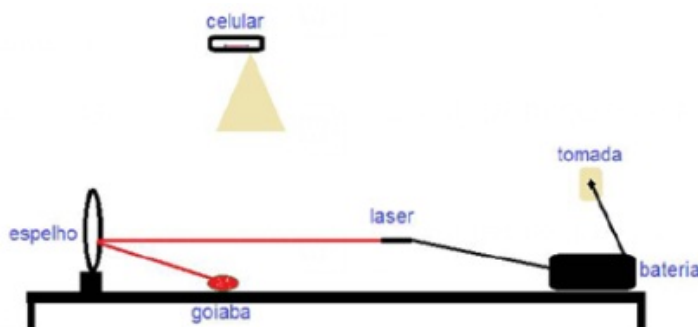


Figura 1. Configuração experimental para avaliação através do Biospeckle

3. Resultados e discussão

Dentre os parâmetros químico-físicos avaliados, não foram verificadas diferenças significativas entre os valores de sólidos solúveis totais para os diferentes estádios de maturação (Tabela 1 e Figura 1A), resultados semelhantes foram obtidos por AZZOLINI, *et al.*, (2004) para goiabas 'Pedro Sato' colhidas em três estádios de maturação.

Os valores para pH obtidos foram crescentes conforme o estágio de maturação (Figura 1B), com valores entre 2,83 a 4,00, indicando a diminuição de acidez do fruto conforme este amadurece, sendo o mesmo observado por GOUVEIA *et al.* (2003), porém com valores de pH variando de 3,82 a 4,40 para goiabas Paluma (Tabela 1). O aumento do pH está diretamente ligado com o decréscimo da acidez total titulável ocorrida com o avanço da maturação (Tabela 1 e Figura 1C) (NOGUEIRA, *et al.*, 2002). CAVALINI, *et al.*, (2006) e AZZOLINI, *et al.*, (2004), verificaram que conforme as goiabas 'Pedro Sato' e 'Paluma' amadureceram, seus valores de ATT diminuíram, atribuindo isto ao fato de os ácidos serem um dos principais substratos utilizados nos processos respiratórios que ocorrem durante o amadurecimento dos frutos.

Com o decréscimo ocorrido dos ácidos orgânicos durante o amadurecimento, a relação SST/ATT aumenta (Tabela 1), conforme observado por GOUVEIA, *et al.*, (2003) e AZZOLINI, *et al.*, (2004), sendo ela a relação açúcar/ácido responsável pelo sabor, e quanto maior, mais 'doce' e agradável é ao paladar (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Frutos climatéricos sofrem aumento da

produção de CO₂ e neles o etileno é necessário para complementar e coordenar os processos de amadurecimento, diferentemente dos frutos não-climatéricos. Sobre a goiaba, alguns estudos a classificam como climatérica e outros como não (CAVALINI, 2008). Assim como BROWN & WILLS (1983), na avaliação de 6 cultivares, neste presente trabalho a goiaba apresentou valores crescentes de taxa respiratória conforme o avanço do estágio de maturação (Tabela 1 e Figura 1E).

Na análise por Biospeckle, sabe-se que quanto maior é a atividade biológica, maior será a agitação das partículas e assim, maior serão os momentos de inércia (MI) obtidos no processamento das imagens, sendo observado por PEIXOTO, *et al.*, (2016) ao aplicar o método do Biospeckle em maçãs, entretanto, para as goiabas analisadas não houve diferença significativa entre os tratamentos nos valores de MI (Tabela 1).

Na tabela 2 pode-se observar a evolução da cor conforme o estágio de maturação, em que o índice de escurecimento (IE) e os demais parâmetros de cor evidenciam a mudança de cor da casca, que passa de verde para tons mais amarelados. O mesmo foi destacado por MOTTA, *et al.*, (2015) analisando a correlação da cor com parâmetros físicos químicos para goiaba. Não houve diferença significativa entre os estádios 2 e 3, possivelmente pela proximidade entre o recolhimento das amostras, além do fato de que na goiabeira não há uniformidade entre todos os frutos quanto à maturação, sendo difícil caracterizar exatamente todas as goiabas na mesma fase de amadurecimento.

Tabla 1. Características físico-químicas médias e momento de inércia pelo Biospeckle para diferentes estádios de maturação de goiabas

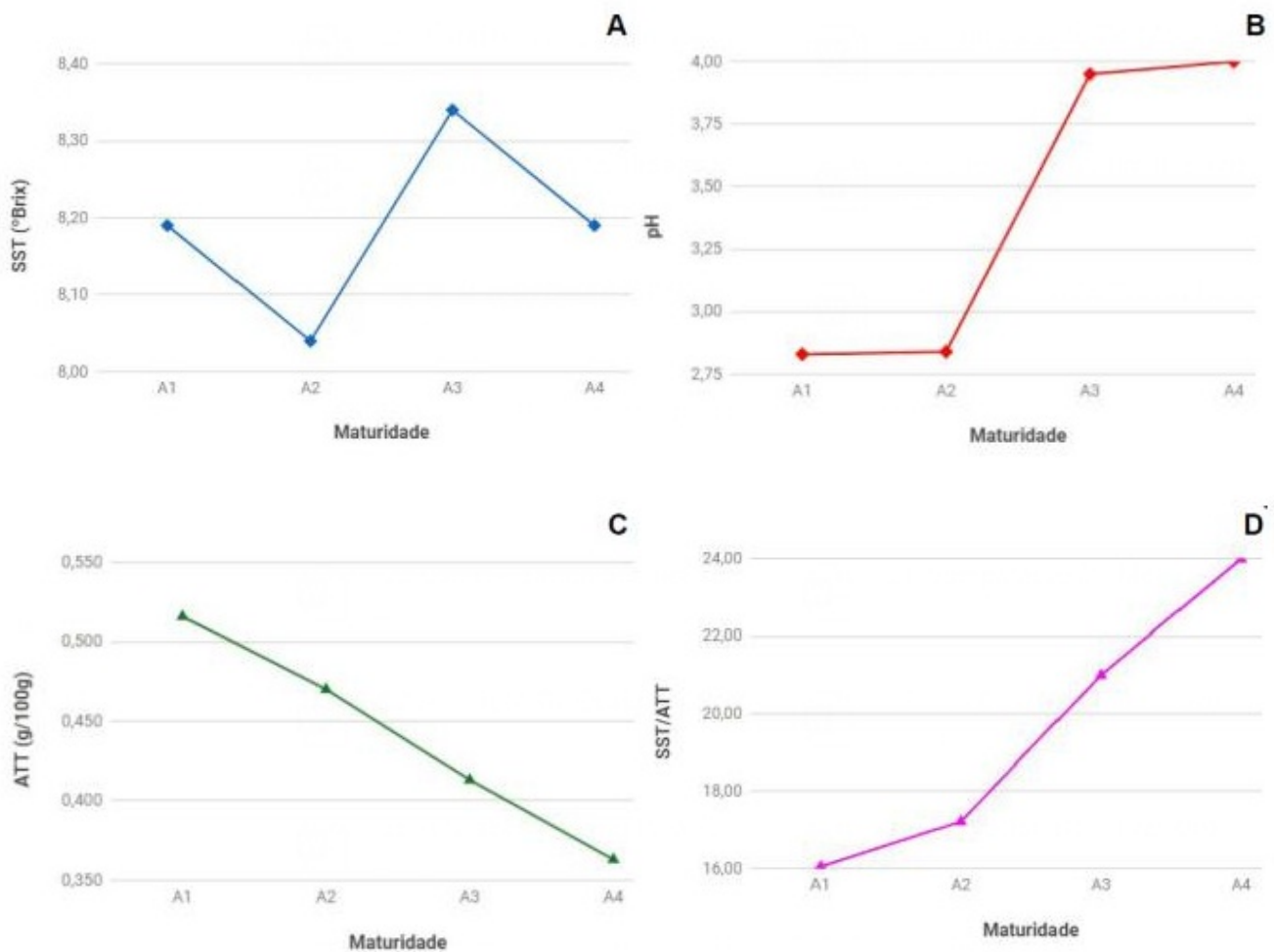
Maturidade	SST(°Brix)	pH	ATT(g/100g)	SST/ATT	Respiração (mg CO ₂ /Kg h)	MI
A1	8,19 a1	2,83 a1	0,516 a2	16,05 a1	146,04 a1	15,69 a1
A2	8,04 a1	2,84 a1	0,470 a2	17,22 a1	216,26 a2	16,68 a1
A3	8,34 a1	3,95 a2	0,413 a1	20,99 a2	234,67 a2	15,32 a1
A4	8,19 a1	4,00 a2	0,363 a1	23,99 a2	303,19 a3	13,57 a1

SST - Sólidos solúveis totais; ATT - Acidez total titulável; SST/ATT - Relação sólidos solúveis por acidez total titulável; MI - Momento de inércia. *Médias seguidas pela mesma letra e número, dentro de cada tratamento, não diferem entre si, estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabla 2. Resultados dos valores médios dos parâmetros para análise de cor e índice de escurecimento (IE) calculado para diferentes estádios de maturação de goiabas

Maturidade	L	a	b	X	IX
A1	60,28 a1	-7,22 a1	24,21 a1	0,378 a1	39,524 a1
A2	64,22 a2	-6,94 a1 a2	27,07 a2	0,385 a2	43,615 a2
A3	76,38 a3	-5,84 a2	30,74 a3	0,384 a2	43,263 a2
A4	79,30 a4	-0,83 a3	32,03 a3	0,394 a3	48,936 a3

*Médias seguidas pela mesma letra e número, dentro de cada tratamento, não diferem entre si, estatisticamente, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



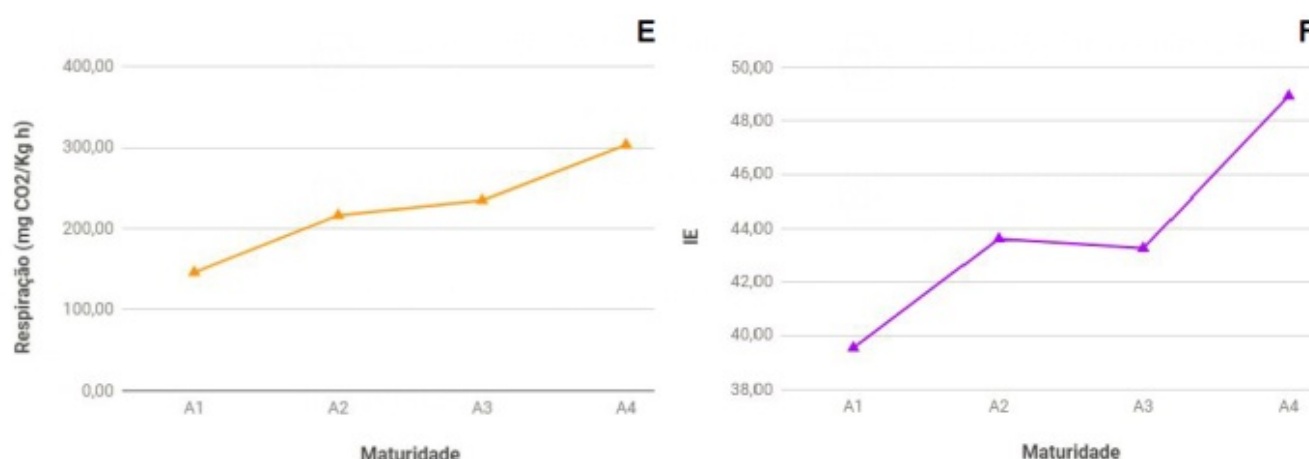


Figura 2. Resultados de SST (A), pH (B), ATT (C), relação SST/ATT (D), taxa respiratória (E) e Índice de Escurecimento (F) para goiabas em diferentes estádios de maturação.

4. Conclusões

O estágio de maturação influencia diretamente a qualidade dos frutos de goiabeira, fazendo com que estes sofram aumento nos valores de pH, relação SST/ATT, taxas respiratórias e índice de escurecimento, e diminuição da acidez total titulável.

Não foram obtidas diferenças estatísticas significativas com o Biospeckle para diferenciar os estádios de maturação da goiaba. Assim, necessário um espaço amostral maior para verificar uma possível diferença estatística entre os resultados de maturação. Enquanto que a análise por cor (método não-destrutivo) se mostra como uma boa alternativa na avaliação da qualidade da goiaba.

5. Referências bibliográficas

Azzolini, M.; Jacomino, A. P.; Spoto, M. H. F. 2004. Estádios de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato'. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1. <https://doi.org/10.1590/s0100-29452004000100009>

Bible, B. B.; Singha, S. 1993. Canopy position influences CIELAB coordinates of peach color. *HortScience*, v. 28, n. 10, p. 992-993. <https://doi.org/10.21273/hortsci.28.10.992>

Brown, B. I.; Wills, R.B.H. 1983. Post-harvest

changes in guava fruit of different maturity. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 19, n. 3/4, p. 237-243, Apr. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(83\)90069-9](https://doi.org/10.1016/0304-4238(83)90069-9)

Carvalho, C.R.L.; Mantovani, D.M.B.; Carvalho, P.R.N.; Moraes, R.M.M. 1990. Análises químicas de alimentos. Campinas: ITAL. 121p.

Cavalini, F.C.; Jacomino, A.P.; Lochoski, M.A.; Kluge, R.A.; Ortega, E.M.M. 2006. Maturity indexes for 'Kumagai' and 'Paluma' guavas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.28. <https://doi.org/10.1590/s0100-29452006000200005>

Cavalini, F.C. 2008. Fisiologia do amadurecimento, senescência e comportamento respiratório de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato'. ESALQ/USP. Piracicaba, 90p.

Chen, P. M.; Mellenthin, W. M.; Richardson, D.G. A 1980. Comparative study of "d" and "Bosc" pears in relation to maturity and postharvest life. *HortScience*, Alexandria, v.15, n.1.

Chitarra, M. I. F.; Chitarra, A. B. 2005. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/ FAEPE.

Gerhardt, L.B. de A.; Manica, I.; Kist, H.; Sieler, R.L. 1997. Características físico-químicas dos frutos

de quatro cultivares e três clones de goiabeira em Porto Lucena, RS. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 32, p. 185-192. <https://doi.org/10.1590/s0103-84781995000200005>

Gouveia, J. P. G.; Almeida, F. A. C.; Medeiros, B. G. S.; Ribeiro, C. F. A.; Silva, M. M. 2003. Maturação da goiaba mediante parâmetros físico-químicos. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, Especial, n.1, p.85-94. <https://doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v5nespeci alp85-94>

Manica, I.; Icuma, I. M.; Junqueira, N.T.V.; Salvador, J.O.; Moreira, A.; Malavolta, E. Fruticultura Tropical-Goiaba. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 373p.

Motta, J. D.; Queiroz, A. J. M.; Figueirêdo, R. M. F.; Souza, K.S.M. 2015. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. Com. Sci., Bom Jesus,

v.6, n.1, p.74-82, Jan./Mar.

Nogueira, R. J. M. C.; Moraes, J. A. P.; Burity, H. A.; Silva Júnior, J. F., 2002. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 37, n. 4, p. 463-470, abr. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2002000400006>

Palou, E.; López-Malo, A.; Barbosa-Cánovas, G. V.; Welti-Chanes, J.; Swanson, B. G., 1999. Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. Journal of Food Science, v. 64, n. 1, p. 42-45. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1999.tb09857.x>

Peixoto, L. S.; Fracarolli, J. A.; Aguiar, R. H., 2016. Evaluation of Minimally Processed Apples with Application of Edible Films through Biospeckle. Journal of Agricultural Science and Technology B 6. <https://doi.org/10.17265/2161-6264/2016.03.008>

La Revista Ingeniería y Región cuenta con la Licencia **Creative Commons**
Atribución (BY), No Comercial (NC) y Compartir Igual (SA)

