

ANÁLISE DA DIFERENÇA DE ESTÁDIO DE MATURAÇÃO DE FRUTOS DA MACAÚBA POR IMAGENS DIGITAIS

ANDERSON GOMIDE COSTA¹, FRANCISCO DE A. DE C. PINTO², SÉRGIO Y. MONTOIKE³, LUIS MANUEL N. GARCIA³

¹ Doutorando em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, (31) 38993463, andersongc7@gmail.com.

² Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, (31) 38991881, facpinto@ufv.br.

³ Professor Doutor, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, (31) 38991351, sergiomontoike@gmail.com.

⁴ Professor Doutor, Universidad Valladolid, (+34) 983-42-3598, lmnavas@iaf.uva.es.

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: A macaúba é uma cultura promissora para produção de biodiesel devido a alta produtividade de óleo em seus frutos. Elevados teores de óleo estão associados ao ponto de colheita. O monitoramento da maturação e a identificação do ponto ideal para colheita da macaúba tem sido foco de pesquisas para o cultivo racional da cultura. O uso de imagens digitais para obtenção de informações referentes à qualidade dos frutos permite o desenvolvimento de sistemas automatizados que relacionem a cor com o estágio de maturação do fruto. O objetivo deste trabalho foi diferenciar estádios de maturação de frutos de macaúba por meio de imagens digitais através da análise de intensidade de cor da banda vermelha. Foram utilizados 180 frutos divididos em três estádios de maturação diferentes. Os resultados demonstram que foi possível diferenciar os três estádios de maturação avaliados ao analisar apenas a banda vermelha das imagens.

PALAVRAS-CHAVE: Ponto de colheita; cor; banda vermelha.

MATURITY STAGE SORTING OF MACAUBA PALM FRUIT BY DIGITAL IMAGE ANALYSES

ABSTRACT: The macauba palm is a promising crop for biodiesel production due to their features such as high oil yield. High oil content is associated with the ideal harvesting. Monitoring of maturity and identifying the ideal point for harvest macaúba palm has been the focus of researches for the rational cultivation of culture. The use of digital images to acquire information regarding the quality of the fruit allows the development of automated systems that correlate the color with the maturation. The objective of this study was to differentiate maturation stages of macaw fruit to differentiate maturity stages by analyzing the color intensity of the red band of digital images. It was used 180 fruits sorted into three different maturation stages. The results showed that it was possible to differentiate the three maturity stages by analyzing only the red band images.

KEYWORDS: Harvesting; color; red band.

INTRODUÇÃO

A palmácea nativa das florestas tropicais conhecida como macaúba apresenta como uma das

principais características a alta produtividade de óleo em seus frutos. O grande potencial energético do fruto associado a demanda da matriz energética brasileira por fontes de energia renováveis e limpas, como a macaúba, vêm impulsionando pesquisas com o intuito de retirar o máximo do potencial bioenergético da cultura. Com a alteração da porcentagem de mistura compulsória do biodiesel no diesel mineral brasileiro de 5% de para 7% de adição, em 2015 a necessidade do aumento na matriz de biodiesel brasileira se torna ainda mais evidente, uma que a demanda compulsória anual se encontra em patamar similar com a produção anual de biodiesel (ANP, 2015).

Atualmente a colheita dos frutos de macaúba é realizada por meio da coleta dos frutos maduros que caem no chão, geralmente em sistemas extrativistas. O contato dos frutos com o solo, a carreta na perda quantitativa e qualitativa do óleo produzido, limitando o aproveitamento industrial do produto (SOUZA, 2013). O conhecimento do ponto ideal de colheita poderá resultar em um ganho para a etapa de pós-colheita dos frutos, uma vez que, por serem oleaginosos, a medida que vão se degradando a acidez do óleo aumenta comprometendo sua qualidade (HIANE et al. 2005).

A classificação automatizada de produtos agrícolas a partir de imagens digitais tem recebido atenção especial nos últimos tempos devido ao aumento na demanda por produtos com alto grau de qualidade dentro de um curto período de tempo (NJOROGÉ et al., 2002). A cor é uma das principais características utilizadas para a classificação de produtos agrícolas, por ser um indicador direto de qualidade, uma vez que os consumidores tendem a associar a cor com o sabor, valor nutritivo e a segurança alimentar (ABDULLAH et al., 2004).

O uso de imagens digitais associado ao desenvolvimento de sistemas automatizados que relacionem a cor e o estágio de maturação do fruto se apresenta como uma alternativa para atender a necessidade de tecnologias que possibilitem um controle mais eficiente das etapas do sistema de produção da cultura da macaúba.

O objetivo deste trabalho foi diferenciar estádios de maturação de frutos de macaúba por meio de imagens digitais através da análise de intensidade de cor da banda vermelha.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos utilizados no experimento foram coletados no período entre os meses de Setembro de 2013 a Fevereiro de 2014 em uma área localizada no município de Acaiaca, situado na Zona Mata Mineira. As árvores de macaúba avaliadas foram da espécie *Acrocomia aculeata*, com mais de 10 anos, em estágio reprodutivo, sendo cultivadas em sistema extrativista, sem fins comerciais e sem nenhum tratamento prévio do solo.

Para a execução do experimento, foram utilizados 12 cachos de árvores distintas, sendo coletados cinco frutos por cacho em três estádios de maturação, resultando em um universo amostral de 180 frutos. Os estádios de maturação foram associados à época de florescência dos cachos, sendo contados em semanas após a florada (SAF).

O estágio de maturação I foi composto por 50 frutos colhidos na 45° SAF. O estágio de maturação II foi composto por 50 frutos colhidos na 55° SAF. Por fim, o estágio de maturação III foi composto por 50 frutos colhidos na 60° SAF, os quais se encontraram próximo do ponto de maturação fisiológica.

Para a aquisição das imagens, foi utilizado um computador para armazenamento e processamento das imagens, 2 lâmpadas halógenas de 100W cada e uma câmera CCD multiespectral, marca Fluxdata, modelo PELICAN 1300 CASE com resolução de 640x512 pixels. A câmera digital foi posicionada a 25 cm de altura em relação ao fruto. As imagens foram coletadas no espaço de cor RGB.

Na etapa de pré-processamento, foi realizada uma limiarização de cada imagem por meio de um valor de limiar escolhido automaticamente pelo método de Otsu (Otsu, 1975), o qual divide o histograma em duas classes, gerando uma imagem binarizada. A segmentação do fruto foi efetuada realizando o somatório entre a imagem original e a imagem binarizada. Na Figura 1 é demonstrado o processo aplicado para o pré-processamento das imagens.

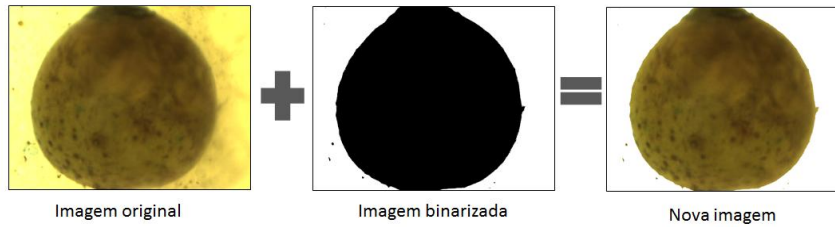


Figura 1: Pré-processamento: aplicação da limiarização e segmentação na imagem original.

As imagens RGB foram decompostas e analisada a intensidade de cor na banda do vermelho (R) em cada fruto. A distribuição dos valores de vermelho em cada estágio de maturação foi verificada por meio da análise do diagrama de caixas.

A avaliação da diferença estatística para os estádios de maturação em cada canal das imagens foi realizada a partir da análise da variância (ANOVA), seguido da aplicação do teste de média de Tukey a 0,05 de significância. Para esta análise, foi considerado um delineamento inteiramente casualizado, onde os três estádios de maturação foram considerados os tratamentos, e os 10 valores médios de RGB de cacho foram considerados como repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, é apresentada a intensidade de cor da banda vermelha para os cachos em diferentes estádios de maturação. Os cachos no estágio III, próximos ao ponto de maturação fisiológica, apresentaram maior intensidade de cor, com um valor médio de 158 e variando entre 147 e 163, em uma escala entre 0 a 255. Já os cachos no estágio de maturação inicial, estágio I, apresentaram um valor médio de 155 variando entre 134 e 155, enquanto que os cachos no estágio de maturação intermediário, estágio 2, apresentaram um valor médio de 145 variando entre 134 e 155.

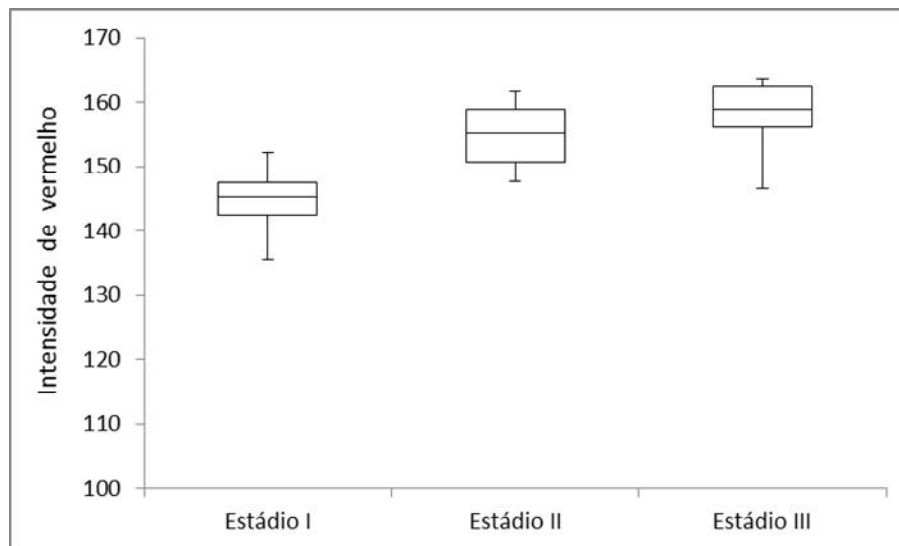


Figura 2: Distribuição da intensidade de vermelho para os cachos nos 3 estádios de maturação.

Os frutos mais próximos da maturação fisiológica apresentaram maiores intensidades na banda do vermelho, indicando que a cor vermelha apresenta uma tendência de ser uma propriedade ótica com potencial para classificar frutos de macaúba quanto ao seu estágio de maturação.

A análise da variância (ANOVA) permitiu constatar diferença significativa entre os estádios de maturação a um nível de 0,05 de significância. Por meio da comparação entre as médias, verificou-se que a partir da análise da intensidade de vermelho foi possível distinguir os três estádios de maturação analisados (Tabela 1).

TABELA 1 – Comparação das médias dos valores de AB dos três estádios de maturação proposto por meio do Teste de Tukey a 0,05 de significância.

Estádio de maturação	Intensidade de vermelho
Estádio I	147,25 a
Estádio II	156,83 b
Estádio III	160,67 c

Estes resultados vão de encontro aos trabalhos de ALFANI et al. (2008) e MAKKY e SONI (2013) que também demonstraram que o a banda do vermelho é capaz de identificar diferentes estádios de maturação de palmáceas *Elaeis guineenses*.

CONCLUSÕES

A análise da intensidade de vermelho foi capaz de identificar diferentes estádios de maturação de frutos de macaúba, o que abre perspectiva para a utilização desta banda para classificação automatizada dos frutos em campo.

REFERÊNCIAS

ABDULLAH, M. Z.; GUAN, L. C.; LIM, K. C.; KARIM, A. A. The applications of computer vision system and tomographic radar imaging for assessing physical properties of food. **Journal of Food Engineering**, v. 61, n. 1, p. 125-135, 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Boletim mensal do biodiesel: Fevereiro de 2015. Ministério de Minas e Energia. **Boletim Eletrônico**, p.252, 2015.

ALFATNI, M. S. M.; SHARIFF, A. R. M.; SHAFRI, H. Z. M.; SAAED, O. M. B.; ESHANTA, O. M.. Oil palm fruit bunch grading system using red, green and blue digital number. **Journal of Applied Sciences**, v. 8, n. 8, p. 1444-1452, 2008.

HIANE P.A.; RAMOS FILHO M.M.; RAMOS M.I.L.; MACEDO M.L.R. Bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd., Pulp and Kernel Oils; characterization and Fatty acid Composition. **Braz. Journal Food and Technology**. v.8, p.256-259, 2005.

MAKKY, M; SONI, P. Development of an automatic grading machine for oil palm fresh fruits bunches (FFBs) based on machine vision. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 93, p. 129-139, 2013.

NJOROGE, J. B.; NINOMIYA, K.; KONDO, N.; TOITA, H. Automated fruit grading system using image processing. SICE 2002. **Proceedings of the 41st SICE Annual Conference**. v.2, p.1346-1351, 2002.

OTSU, N. A threshold selection method from gray-level histograms. **Automatica**, v. 11, n. 285-296, p. 23-27, 1975.

SOUZA, C.T.F. Desenvolvimento, maturação e sistemas de colheita de frutos da macaúba (*Acrocomia aculeata*). **Dissertação**. Universidade Católica Dom Bosco. Campo Grande, MS. p.75, 2013.