



## **ESPECTROSCOPIA DO VISÍVEL E INFRAVERMELHO PRÓXIMO (VIS/NIR), NA AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO E QUALIDADE DE MAMÕES 'PAPAYA'**

### ***VISIBLE AND INFRARED SPECTROSCOPY (VIS / NIR), IN THE EVALUATION OF MATURATION AND QUALITY OF 'PAPAYA' MAMMALS***

Priscila Alvariza Amaral<sup>1</sup>, Andressa Vighi Schiavon<sup>2</sup>, Marcos Antônio Giovanaz<sup>3</sup>, Ana Paula Fernandes de Lima<sup>4</sup>, Suélen Braga Andrade<sup>5</sup>, Carolina Goulart<sup>6</sup>, Marcelo Barbosa Malgarim<sup>7</sup>

#### **Resumo**

Técnicas convencionais podem ser usadas para avaliar parâmetros de qualidade, mas técnicas não convencionais têm sido pesquisadas, sendo a espectroscopia na região do visível (VIS) e do infravermelho (NIR) uma promissora e rápida tecnologia que avalia características internas de diversas espécies frutíferas. O DA-meter é um instrumento portátil desenvolvido a partir de Vis / NIR que mede o índice de diferença de absorvância correlacionado com o conteúdo de clorofila-a nas frutas. Objetivou-se neste trabalho avaliar a eficiência e as potencialidades da espectroscopia, utilizando o equipamento DA-meter® (índice I<sub>DA</sub>) para separação de frutas de mamão 'Papaya' em categorias de acordo com a sua maturação. Para isso, foram utilizadas frutas pertencentes a um mesmo lote comercial, apresentando diferentes graus de maturação. Foram realizadas análises convencionais dos parâmetros: acidez titulável, coloração de casca, firmeza de polpa e sólidos solúveis, além das medições utilizando o equipamento DA-Meter®. Foram obtidos resultados através do índice DA nos quais foi possível separar as frutas em classes de acordo com o grau de maturação, mostrando que visualmente a formação das categorias consistiu em frutas homogêneas dentro de cada classe. Houve diferença estatística nas análises físico-químicas dentro das diferentes classes formadas. Além disso, as relações dos índices I<sub>DA</sub> com os parâmetros de qualidade ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial, apresentando tendência linear em todos os parâmetros. Concluindo que o índice I<sub>DA</sub> pode ser um método eficiente no acompanhamento do amadurecimento de mamões 'Papaya', e ainda correlacionar os índices com os parâmetros de qualidade.

**Palavras-chave:** técnicas não destrutivas, pós-colheita, clorofila-a.

<sup>1,4</sup>Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Ciências Fruticultura – UFPel

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia – UFPel

<sup>3,5,6</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Agronomia – UFPel

<sup>7</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia – UFPel

## **Abstract**

*Conventional techniques can be used to assess these parameters, but conventional techniques have been researched and spectroscopy in the visible region (VIS) and infrared (NIR) a promising and rapid technology that measures internal features of several fruit species. The DA-Meter is a portable instrument developed from Vis / NIR measuring the absorbance difference index correlated with the chlorophyll-a content in the fruit. The aim of this study was to evaluate the efficiency and potential of spectroscopy using the DA-meter® equipment (IDA index) for separation of papaya in categories according to their maturation. For this, used were fruit belonging to the same business lot, with different degrees of ripeness. Conventional analysis of the parameters were performed: acidity, color, firmness and soluble solids, in addition to the measurements using the DA-Meter® equipment. Results were obtained through the DA index in which it was possible to separate the fruits in classes according to the degree of maturation, showing that visually the formation of the categories consisted of homogeneous fruits within each class. There was statistical difference in the physical-chemical analyzes within the different classes formed. In addition, the relationships of the  $I_{DA}$  indexes with the quality parameters adjusted adequately to the polynomial regression model, presenting a linear trend in all parameters. Concluding that the  $I_{DA}$  index, may be an efficient method in monitoring the maturation of papaya papaya, and also correlate the indices with the quality parameters.*

**Keywords:** *non-destructive techniques, postharvest, chlorophyll-a.*

## **INTRODUÇÃO**

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) produz uma das frutas mais cultivadas no mundo, oriundo da América tropical, está presente em diferentes regiões do planeta. Sendo em 2013, o Brasil o segundo maior produtor, perdendo apenas para a Índia e tendo a região do nordeste como a principal produtora do país (FAO, 2013). Devido as suas características sensoriais, nutricionais e propriedades funcionais, o mamão uma fruta muito aceita entre os consumidores (JIANG et. al., 2003; SOUZA, 1998). Dentre as principais características sensoriais das frutas está a aparência, constituída de cor, brilho, tamanho e forma. A coloração da casca é um importante atributo de qualidade e determina o valor comercial das frutas. Para a seleção dos consumidores este é o principal parâmetro utilizado como critério, seguido de firmeza e teor de açúcar (CHITARRA e CHITARRA, 2005; POLDERDIK et. al., 1993).

<sup>1,4</sup>Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Ciências Fruticultura – UFPel

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia – UFPel

<sup>3,5,6</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Agronomia – UFPel

<sup>7</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia – UFPel

Para a classificação das frutas no processo de amadurecimento é utilizado o parâmetro coloração da casca, em que são observados os estádios de maturação, ponto de colheita e análise sensorial (MENDOZA et. al., 2004). O percentual de cor amarela na casca das frutas de mamoeiro é classificado por Prates (2005) nos seguintes estágios de maturação: 0 – verde (frutas crescidas e desenvolvidas com 100% da casca verde); estágio 1 – amadurecendo (início da mudança de cor da casca com 15% amarelecida); estágio 2 – ¼ madura (fruta com até 25% da superfície da casca amarela); estágio 3 -1/2 madura (fruta com até 50% da superfície da casca amarela); estágio 4 – ¾ madura (fruta com 50%-75% da superfície da casca amarela) e estágio 5 – maduro (fruta com 76% - 100% da superfície da casca amarela e adequado para consumo).

O ponto de colheita adequado é importante para atingir a máxima qualidade pós-colheita, máxima resistência aos procedimentos de manuseio e transporte, e está relacionado com o destino que se deseja dar à fruta colhida. As frutas colhidas em estágio menos avançado de maturação preservam a firmeza de polpa, mas apresentam uma baixa qualidade sensorial. Por outro lado, frutas colhidas tardiamente, melhoram a qualidade sensorial (gosto e aroma), porém, reduzem o período de conservação (GIRARDI et al., 2003; LIMA et al., 2009).

Além da coloração da casca, a firmeza de polpa (FP), os sólidos solúveis (SS) e a acidez titulável (AT) são comumente utilizados para avaliar a maturação e a qualidade das frutas. Esses tipos de análises requerem a destruição e são feitos com uma amostra que representa o lote. Com isso, as análises podem não fornecer todas as informações necessárias para identificar com precisão o estágio de maturação e a qualidade de todas as frutas (COSTA et al., 2006; NOFERINI et al., 2009).

Técnicas que diferem das convencionais têm sido pesquisadas, sendo a espectroscopia na região do visível (VIS) e do infravermelho (NIR) uma promissora e rápida tecnologia que avalia características internas de diversas espécies frutícolas. O princípio da espectroscopia consiste em explorar as propriedades da luz, sendo

<sup>1,4</sup>Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Ciências Fruticultura – UFPel

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia – UFPel

<sup>3,5,6</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Agronomia – UFPel

<sup>7</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia – UFPel

capaz de medir a interação de energia gerada pelas moléculas de uma amostra dentro de um espectro de comprimento variável (OSBORNE, 2000). É possível desenvolver um índice ( $I_{DA}$ ) capaz de caracterizar as mudanças de maturação das frutas, fazendo um cálculo com base na diferença de absorbância entre dois comprimentos de onda emitidos próximos ao pico de absorção da clorofila-a (chl-a). Sendo que em frutas climatéricas, esta diferença de absorbância pode ser relacionada com o real teor de clorofila no mesocarpo das frutas (ZIOZI et al., 2008).

O conteúdo de clorofila sendo um indicativo do ponto de maturação, através do índice DA, permite o conhecimento do estágio de maturação de uma fruta independente do andamento climático. O índice apresenta uma escala que varia de 0 (frutas muito maduras) a 5 (frutas muito verdes) (NOFERINI et al., 2009).

Apesar das pesquisas e o interesse pelos métodos não destrutivos ter aumentado nos últimos anos, ainda existe muito a ser estudado e consolidado. Visando diminuir a demora, o custo e principalmente a redução na geração de resíduos que os métodos convencionais causam, objetivou-se neste trabalho avaliar a eficiência da espectroscopia, utilizando o equipamento DA-meter® (índice  $I_{DA}$ ) para separação de frutas de mamão 'Papaya' em categorias de acordo com a maturação.

## MATERIAL E MÉTODOS

No Centro de distribuição de Frutas de Pelotas/RS, foram adquiridas frutas de mamão 'Papaya', no ano de 2013, apresentando diferentes graus de maturação. Obteve-se três caixas da mesma procedência, totalizando 120 frutas.

Através da utilização do espectrofotômetro portátil, DA-Meter®, o índice  $I_{DA}$  foi alcançado. Foram realizadas leituras padronizadas na zona equatorial da fruta, totalizando duas leituras por amostra. Através da média obtida entre as leituras de cada fruta agruparam-se as amostras em quatro classes, sendo estas:

C01 – Índice DA >1,5

C02 - Índice DA entre 1,0 e 1,5

C03 - Índice DA entre 0,5 e 1,0

<sup>1,4</sup>Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Ciências Fruticultura – UFPel

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia – UFPel

<sup>3,5,6</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Agronomia – UFPel

<sup>7</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia – UFPel

#### C04 - Índice DA < 0,5

Além do índice  $I_{DA}$ , foram obtidos os parâmetros físico-químicos (através dos métodos convencionais destrutivos) das frutas de forma individual com o intuito de caracterizar as categorias e correlacionar os valores com os índices  $I_{DA}$  obtidos. As análises realizadas foram: Cor da casca – utilizando-se o colorímetro Minolta 450, com iluminante D65, e abertura de 8 mm, no sistema registrado pela Commission Internationale de l'Eclairage  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  (CIE-Lab), expressos em graus, pela fórmula  $\text{hue}^\circ = \tan^{-1} b^*/a^*$ , onde  $L^*$  indica luminosidade,  $a^*$  indica cromaticidade num eixo verde (-) para vermelho (+) e  $b^*$  cromaticidade num azul (-) para amarelo (+).; firmeza da polpa (FP) utilizando-se penetrômetro digital com ponteira de 8mm de diâmetro (modelo 53205, TR, Forli, Itália) , com resultados expressos em Newtons (N); conteúdo de sólidos solúveis (SS) através de refratômetro digital (Atago PR32), sendo os resultados expressos em °Brix; e acidez titulável, através do método baseado na neutralização dos ácidos presentes no suco das frutas com uma solução base (NaOH 0,1N) e os valores expressos em meq NaOH/100mL. Com exceção da acidez titulável que foi realizada com a extração do suco de toda fruta, as demais análises físico-químicas foram realizadas nas regiões basais e dorsais das frutas.

#### **Índice IDA**

O índice DA é obtido através do espectrofotômetro portátil DA-meter marca Turoni-Itália. Seu funcionamento consiste em feixes de luz que são emitidos nos comprimentos de onda de 670 nanômetros (visível) e 720 nanômetros (infravermelho). A partir daí o equipamento obtém os sinais de interactância (I) e absorbância (A) das frutas e o cálculo dos índices é baseado, segundo Noferini et al. (2009), na lei de Lambert Beer ( $A = \log_{10} I_0/I$ ) sendo calculado como:

$$I_{DA} = A_{670} - A_{720}$$

No qual,  $A_{670}$  e  $A_{720}$ , foram os valores da Absorbância das frutas nos comprimentos de onda de 670 e 720 nanômetros, respectivamente. O índice  $I_{DA}$  é uma patente pertencente à Universidade de Bologna/Itália (2005). A constituição do aparelho baseia-se em uma fonte luminosa composta de seis LEDs de diodo,

<sup>1,4</sup>Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Ciências Fruticultura – UFPel

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia – UFPel

<sup>3,5,6</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Agronomia – UFPel

<sup>7</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia – UFPel

posicionados ao redor de um fotodiodo. Três LEDs de diodo emitem comprimentos de onda de 670nm e outros três em comprimento de 720nm.

As frutas são submetidas à iluminação de curta duração com as duas fontes monocromáticas e no âmbito de cada um deles, a quantidade de luz reemitida a partir da fruta é captada e medida pelo fotodiodo central. A luz recebida é então convertida em um *Adc converter* e elaborada por um micro-controlador para o cálculo do índice DA (COSTA et al., 2010).

O delineamento experimental foi completamente casualizado, com três repetições de 10 frutas, totalizando 30 frutas por classe. O experimento foi arranjado em esquema unifatorial (classes). Os dados foram analisados pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Além disso, as médias dos parâmetros destrutivos e os índices  $I_{DA}$  foram submetidos a regressões polinomiais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

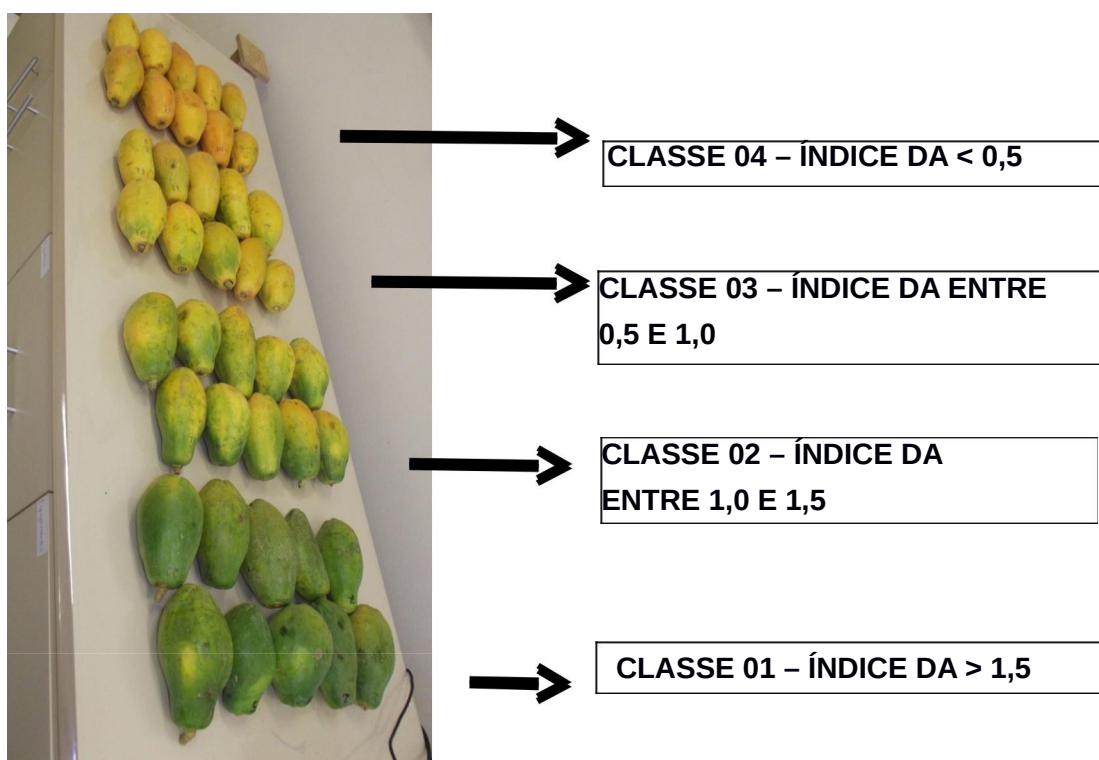
As frutas puderam ser distribuídas em quatro classes, levando em conta seu estágio de maturação, sendo as mais maduras pertencentes a classe 04 e as menos maduras pertencentes a classe 01, mostrando que visualmente a formação das categorias consistiu em frutas homogêneas dentro de cada classe (Figura 1).

<sup>1,4</sup>Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Ciências Fruticultura – UFPel

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia – UFPel

<sup>3,5,6</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Agronomia – UFPel

<sup>7</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia – UFPel



**Figura 1.** Categorias formadas a partir do índice DA obtidos em mamões 'Papaya'- (AUTOR, 2013).

De acordo com Ziozi et al. (2008), existe uma correlação alta entre o índice DA e a concentração de clorofila presente na casca das frutas devido à resposta emitida pela fruta à emissão de luz em comprimentos de onda próximos ao pico da clorofila-a. Caracterizando uma diminuição do  $I_{DA}$  durante o processo de amadurecimento em resposta à degradação da clorofila no mesocarpo da fruta. Estes resultados estão de acordo com estudos anteriores realizados com maçãs (MCGLONE et al., 2002), ameixas (INFANTE et al., 2011) mangas (BETEMPS et al., 2011), e pêssegos (ZIOZI et al., 2008; NOFERINI et al., 2009; SPADONI et al., 2016) que também relataram a separação das frutas de acordo com o índice  $I_{DA}$  apresentando diferença nos parâmetros de qualidade.

Durante o processo de amadurecimento, vários fatores que atuam isoladamente ou em conjunto influenciam na decomposição estrutural do pigmento

<sup>1,4</sup>Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Ciências Fruticultura – UFPel

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia – UFPel

<sup>3,5,6</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Agronomia – UFPel

<sup>7</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia – UFPel

da clorofila, sendo alguns deles: mudanças no pH, ativação da enzima clorofilase e presença de sistemas oxidantes (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Na Tabela 1 observa-se que houve diferença estatística nas análises físico-químicas dentro das diferentes classes formadas. O primeiro parâmetro descrito, acidez titulável, apesar de ter havido diferença estatística, apresentou valores muito semelhantes ao longo das classes, possivelmente estando associado à baixa acidez que frutas de mamão apresentam naturalmente, e também à pouca variação que esta variável tem ao longo do amadurecimento (valores entre 4,3 e 4,8 meq de NaOH/100mL), concordando com trabalhos anteriores de Alves et al. (2003) e Silva et al. (2015) .

Para o parâmetro cor, em que se avalia a coloração da epiderme, houve diferença estatística entre todas as classes, confirmada pelo sistema CIEL\*a\*b\*, no qual se calcula o ângulo Hue. Percebe-se que na classe 01 (DA>1,5), em que as frutas estavam menos maduras, o ângulo Hue teve média de 114,99° confirmando o que o sistema ilustra, ou seja, ângulos próximos a 180° correspondem a tonalidades entre amarelo e verde. Assim, com o decorrer das classes e do amadurecimento, os ângulos foram diminuindo, sendo 74,47° o ângulo correspondente à classe 04 (DA<0,5), que de acordo com o sistema, obedece a tonalidades entre o amarelo e o laranja, como nas observações visuais. Estas mudanças no ângulo Hue confirmam as diferenças de cor entre as frutas mais e menos maduras (JAI et al., 2006).

Para firmeza de polpa foi observado um comportamento semelhante, em que ao longo das classes, os valores, em Newton, foram diminuindo, mostrando menor resistência ao penetrômetro conforme aumentava o estágio de maturação. As frutas classificadas na classe 01 diferiram estatisticamente das demais classes, por apresentarem valores maiores de firmeza, caracterizando frutas mais firmes.

Durante o amadurecimento a firmeza das frutas tende a decrescer, resultado predominantemente da desestruturação da parede celular (TUCKER, 1993), reações que envolvem uma complexa interação entre as atividades de diversas enzimas tendo resultado na parede, provocando o amolecimento das frutas.

<sup>1,4</sup>Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Ciências Fruticultura – UFPel

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia – UFPel

<sup>3,5,6</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Agronomia – UFPel

<sup>7</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia – UFPel



O último parâmetro descrito na Tabela 1, sólidos solúveis, apresentou uma tendência crescente ao longo das classes, com valores semelhantes aos observados por Fagundes e Yamanishi (2001) também em mamões com graus variados de maturação, havendo diferença estatística entre a classe 01 e 02 em relação às demais. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), conforme ocorre o amadurecimento, o teor de sólidos solúveis aumenta, principalmente devido à biossíntese ou degradação de polissacarídeos de reserva.

**Tabela 1.** Teor de acidez titulável (meq de NaOH/100mL), cor (ângulo Hue), Firmeza de polpa (N) e sólidos solúveis (°Brix) de mamões 'Papaya'. Pelotas, 2016.

Classes	Acidez (meq de NaOH/100mL)	Cor (Ângulo Hue)	FP (Newtons)	SS (°brix)
1(verdes)	4,3BC*	114,992A	22,34A	9,31C
2	4,2C	95,476B	6,27B	10,11BC
3	4,67AB	83,936C	0,56B	10,56B
4 (maduros)	4,79A	74,476D	0B	11,75A

\*Médias acompanhadas por mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Na Figura 2, observa-se que as quatro Figuras: A ( $p=0,0024$ ,  $F=16,29$ ), B ( $p<0,0001$ ,  $F=556,093$ ), C ( $p=0,001$ ,  $F=21,13$ ) e D ( $p<0,0001$ ,  $F=3854$ ) ajustaram-se adequadamente ao modelo de regressão polinomial, apresentando uma tendência linear dos parâmetros de qualidade destrutivos em função dos índices DA. As Figuras 3B e 3C apresentam tendência crescente, conforme os índices DA vão aumentando, aumentam os valores do ângulo Hue e dos sólidos solúveis. Já no caso da Figura 3C, o aumento no índice DA acarreta um aumento nos valores de firmeza, sendo assim, as três Figuras concordam com resultados obtidos com mangas por Betemps et al. (2011). Somente a Figura 3A não obedece à performance esperada e presente em muitos estudos, que consiste em diminuir a acidez ao longo da maturação. No entanto, os valores de acidez foram muito próximos em todas as quatro classes, sugerindo que provavelmente possa ter havido algum erro de instrumentação, operação, ou até mesmo que essa acidez permaneceu constante ao longo desse intervalo de maturação avaliado, desconsiderando a pequena diferença entre os valores.

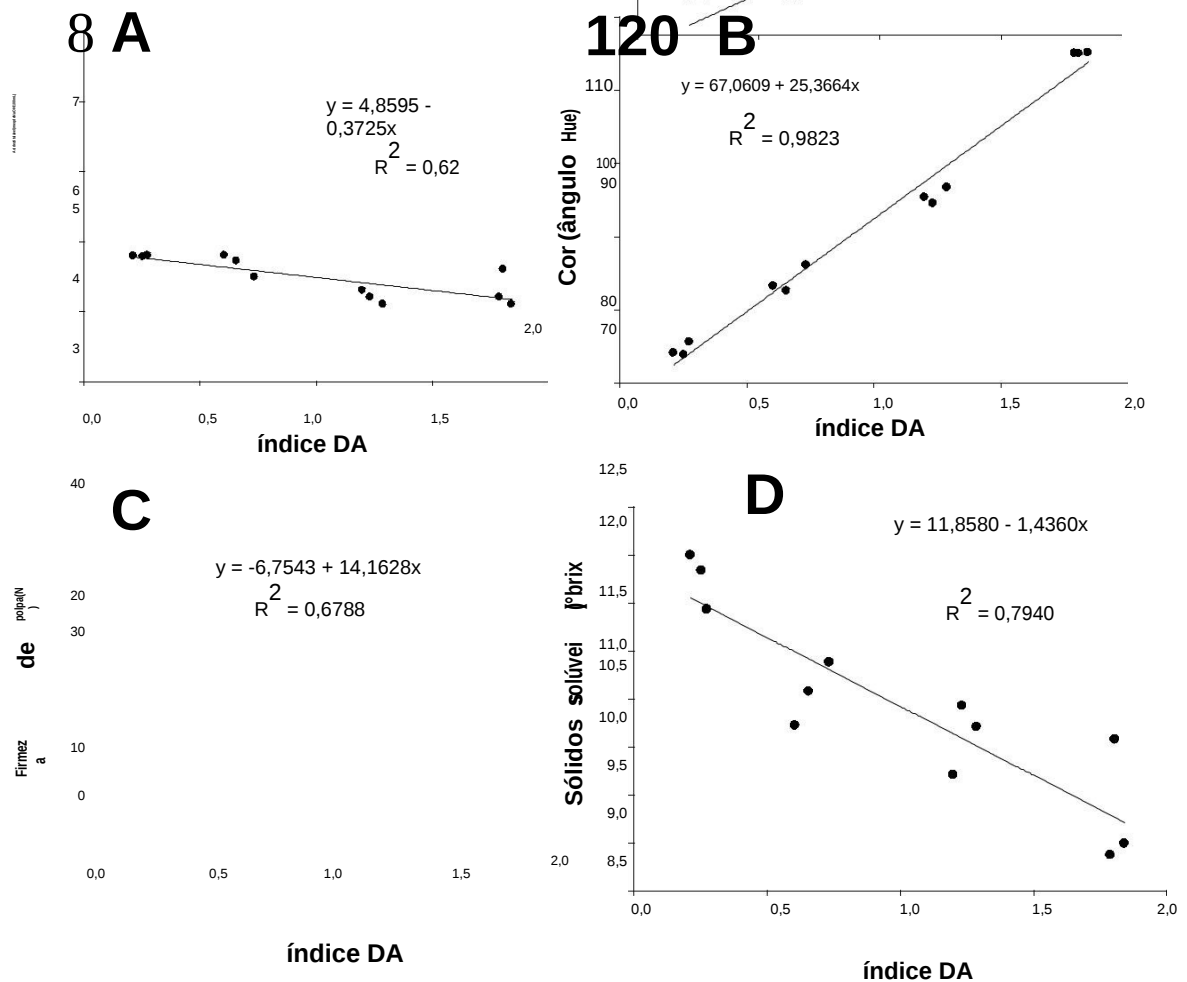
<sup>1,4</sup>Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Ciências Fruticultura – UFPel

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia – UFPel

<sup>3,5,6</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Agronomia – UFPel

<sup>7</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia – UFPel

Nas quatro figuras, os coeficientes de determinação foram satisfatórios: acidez titulável ( $R^2=0,62$ ); cor ( $R^2=0,98$ ); firmeza de polpa ( $R^2=0,68$ ); e sólidos solúveis ( $R^2=0,79$ ), concordando com trabalhos realizados com ameixas (INFANTE et al., 2011) e mangas (BETEMPS et al., 2011) que também obtiveram coeficientes de determinação próximos ou maiores que 0,70.



**Figura 2.** Teor de acidez titulável (meq de NaOH/100mL), cor (ângulo Hue), Firmeza de polpa (N) e sólidos solúveis (°Brix) em função de diferentes índices DA de mamões 'Papaya'. Pelotas, 2016.

<sup>1,4</sup>Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Ciências Fruticultura – UFPel

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia – UFPel

<sup>3,5,6</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Agronomia – UFPel

<sup>7</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia – UFPel

## CONCLUSÃO

O índice não destrutivo (índice DA - I<sub>DA</sub>) obtido por espectroscopia Vis/NIR pode ser considerado um método eficiente no acompanhamento do amadurecimento de mamões 'Papaya', sendo capaz de possibilitar a separação destas frutas em diferentes classes de maturação, e ainda relacionar de forma satisfatória, com exceção da acidez, os índices I<sub>DA</sub> com os parâmetros de qualidade das frutas.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas e a CAPES, pelo fomento a pesquisa e financiamento de bolsas de estudo e ao Prof. orientador Dr. José Carlos Fachinello (*in memoriam*).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, F.L.; BALBINO, J. M. S.; BARRETO, F. C. A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. **Incaper**, Vitória, n. 1, p.497, 2003.
- BETEMPS, D. L.; FACHINELLO, J. C.; GALARCA, S. P. Visible spectroscopy and near infrared (VIS/NIR), in assessing the quality of mangoes Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 306-313, 2011.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. **ESAL/FAEPE**, Lavras, p. 735, 2005.
- COSTA, G.; NOFERINI, M.; FIORI, G.; ZIOSI, V. Internal fruit quality: how to influence it, how to define it. **Acta Horticulture**, Peniche, v. 712, n. 800, p. 339–346, 2006.
- COSTA G., NOFERINI, M., BONORA, E. Metodi innovativi di gestione dei frutti nella fase post-raccolta - Metodi non distruttivi per valutare la qualità dei frutti. **Edito da Regione Emilia-Romagna Servizio Sviluppo del Sistema Agroalimentare Assessorato Agricoltura**, Bologna, v. 200, p.17-38, 2010.
- FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo 'solo' comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 541-545, 2001.
- FAO. **FAOSTAT: Production-crops**. 2013.

<sup>1,4</sup>Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Ciências Fruticultura – UFPel

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia – UFPel

<sup>3,5,6</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Agronomia – UFPel

<sup>7</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia – UFPel

GIRARDI, C. L.; PARRUSOLO, A.; DANIELI, R.; CORRENT, R.; ROMBALDI, C. V. Conservação de caqui (*Diospyros kaki*, L.) cv. Fuyu, pela aplicação de 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 54 – 56, 2003.

INFANTE, R., CONTADOR, L., RUBIO, P., MESA, K., MENESES, C. Non-destructive monitoring of flesh softening in the black-skinned Japanese plums Angeleno 'and Autumn beaut' on-tree and postharvest. **Postharvest Biology and Technology**, New York, v. 61, p. 35–40, 2011.

JIANG, C. M. et al. Pectinesterase and polygalacturonase activities and textural properties of rubbery papaya (*Carica papaya* Linn.). **Journal of Food Science**, New York, v. 68, n. 5, p. 1590-1594, 2003.

LIMA, M. A. C. D.; SILVA, A. L. S.; AZEVEDO, S. S. N., Evolução de indicadores do ponto de colheita em manga 'Tommy Atkins' durante o crescimento e a maturação, nas condições do Vale do São Francisco, Brasil, **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 432-439, 2009.

MCGLONE, V.A., JORDAN, R.B., MARTINSEN, P.J., Vis/Nir estimation at harvest of pre and post-storage quality indices for 'Royal Gala' apple. **Postharvest Biology and Technology**, New York, v. 25, p. 135-144, 2002.

MENDOZA, F.; AGUILERA, J. M. Application of image analysis for classification of ripening bananas. **Journal of Food Science**, New York, v. 69, n. 2, p. 471 – 477, 2004.

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

NOFERINI, M., FIORI, G., COSTA, G. Un nuovo índice di maturazione per stabilire la raccolta Ed orientare Il consumatore verso la qualità. **Revista Frutticoltura**, Milano, v. 7, n. 8, p. 30-37, 2009.

OSBORNE, B.G. Near infrared spectroscopy in food analysis. BRI Australia Ltd, **North Ryde**, Australia, v. 1, p.1-14, 2000.

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. **Incaper**, Vitória, p. 57-68. 2005.

SILVA, P. A.; CANDIDO DA S., JULIANA, A.; COELHO, P. de O. ; MACHADO, J. S.; SOUZA, ELLEN A. Avaliação da qualidade de mamões (*Carica papaya* L.) **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Rio Verde, v.13, n. 2, p.465-474, 2015.

<sup>1,4</sup>Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Ciências Fruticultura – UFPel

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia – UFPel

<sup>3,5,6</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Agronomia – UFPel

<sup>7</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia – UFPel

SOUZA, G. Características físicas, químicas e sensoriais do fruto de cinco cultivares de mamoeiro (*Carica papaya* L.) produzidas em Macaé – RJ. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pósgraduação em Produção Vegetal, Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos dos Goitacazes, RJ, 68 f., 1998.

SPADONI, A; CAMELDI, I; NOFERINI, M.; BONORA, E.; COSTA, G.; MARI, M. An innovative use of DA-meter for peach fruit postharvest Management. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 201 p. 140–144, 2016.

TUCKER G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B., TAYLOR, J. E., TUCKER, G. A. **Biochemistry of Fruit Ripening**, Cambridge, p. 3-43, 1993.

WILLS, R. H. H. et al. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. Wallingford, v. 6, p. 262, 1998.

ZIOZI, 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**, New York, v. 49, p. 319-329, 2008.

<sup>1,4</sup>Engenheira Agrônoma, Mestre e Doutora em Ciências Fruticultura – UFPel

<sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia – UFPel

<sup>3,5,6</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutorando em Agronomia – UFPel

<sup>7</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor na Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Departamento de Fitotecnia – UFPel