

ESPECTROSCOPIA DO VISÍVEL E INFRAVERMELHO PRÓXIMO (VIS/NIR), NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE CAQUIS 'FUYU'

ANDRESSA VIGHI SCHIAVON¹; PRISCILA ALVARIZA AMARAL², MARCOS ANTÔNIO GIOVANAZ²; ANA PAULA FERNANDES DE LIMA²; BRUNO CARRA; JOSÉ CARLOS FACHINELLO³

¹UFPel/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – andressa.vighi@gmail.com

²UFPel/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel –
prialvariza@gmail.com; giovanazmarcos@gmail.com; ear_ana@hotmail.com; brunocarro@hotmail.com

³UFPel/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – jfachi@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O caqui *Diospyros kaki* Thunb. pertence à família Ebenaceae, é um fruto nativo da China, onde foi cultivado por séculos, e existiam mais de duzentas cultivares diferentes. A cultura do caqui vem ganhando importância no Brasil, tanto pela área plantada quanto pelo aumento da produção, que tem propulsionado o aumento da oferta do produto para o mercado interno, e consequentemente, impulsionando os produtores para que parte da produção seja exportada (SILVA et al. 2011).

O interesse pela cultura do caquizeiro é justificado por uma extraordinária adaptação às condições edafó-climáticas de algumas regiões brasileiras e pelas características do fruto, que apresenta excelente sabor, aparência atraente e elevada qualidade nutricional, constituindo uma boa fonte de fibras, carboidratos (VASCONCELOS, 2000), vitaminas e sais minerais (WRIGHT; KADER, 1997).

O 'Fuyu' é a cultivar de caquizeiro mais plantada no Brasil (João et al., 2002), produz frutos sem sementes, de polpa branco amarelada, com sabor adocicado, sem adstringência, com baixa acidez e epiderme amarelo-avermelhada (Ferri et al., 2002).

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, 1990; POLDERDIK et. al., 1993). 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 qualidade comestível (MENDOZA et. al., 2004).

Para que o produtor obtenha um produto mais homogêneo e com maior garantia ao entregar ao consumidor, além de colher em um ponto adequado, o produtor acaba beneficiando-se de alguns métodos de análise, métodos estes, na sua maioria, convencionais e destrutivos. Ou seja, é necessário que aquela amostra a ser analisada, muitas vezes, seja destruída em prol de um resultado a respeito da qualidade daquele lote previamente selecionado.

No entanto, técnicas não destrutivas de frutas estão sendo pesquisadas e dentre estas, a espectroscopia na região do visível (VIS) e do infravermelho (NIR) apresenta-se como uma promissora e rápida tecnologia de avaliação das características internas de várias espécies de frutas. A espectroscopia explora as propriedades da luz, medindo a energia gerada pela interação com as moléculas da amostra em um espectro de comprimento variável (OSBORNE, 2000).

O desenvolvimento de um índice (IDA) que caracteriza as mudanças de maturação das frutas calculado com base na diferença de absorbância entre dois comprimentos de onda emitidos próximos ao do pico de absorção da clorofila-a (chl-a), foi relatado em estudo de Ziosi et al., (2008) sendo caracterizado como uma evolução do sistema acima citado, propondo detectar um valor sem o requerimento de calibrações. O índice IDA apresenta uma escala que varia de 0 (frutas muito maduros) a 5 (frutas extremamente verdes) e este índice permite monitorar as alterações fisiológicas que ocorrem durante a maturação.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as potencialidades da espectroscopia, através da separação das frutas em categorias de acordo com a maturação e as relações existentes entre os índice IDA, obtido com o equipamento DA-meter® e os parâmetros de maturação utilizados em caqui 'Fuyu'.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no LabAgro/Fruticultura, na Universidade Federal de Pelotas (UFPel) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM). As frutas de caqui da cultivar Fuyu que apresentavam diferentes graus de maturação foram adquiridas de um pomar comercial na região de Canguçu/RS na safra 2014/2015. Utilizou-se um total de 90 frutas, de cada fruta foi obtido o índice IDA através da utilização do espectrofotômetro portátil DA meter® (Turony/Itália), que gerou um índice de maturação, baseado na técnica da espectroscopia, relacionado com o real teor de clorofila no fruto, chamado índice DA (Diferença de Absorbância). As leituras foram realizadas de forma padronizada (totalizando 2 leituras por fruta) na região equatorial na qual através da média obtida entre as leituras, as frutas foram agrupadas em três categorias (figura 1) sendo estas:

CAT01 – Índice DA > 0,5; CAT02 - Índice DA entre 0,2 e 0,5; CAT03 - Índice DA < 0,2

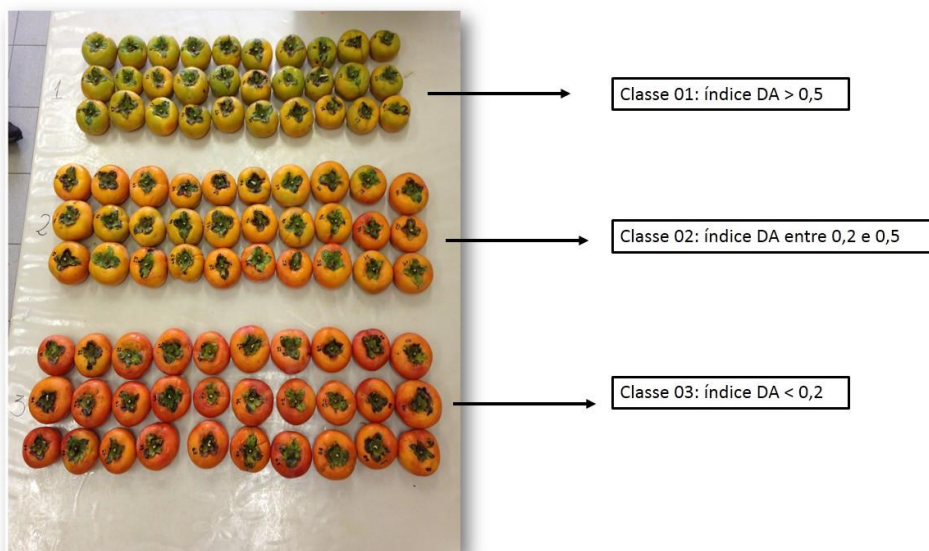


Figura 1 Diferentes categorias formadas de acordo com o índice DA obtidos em caqui 'Fuyu' Pelotas, 2015

Além do índice IDA, foram obtidos os parâmetros físico-químicos (métodos destrutivos) das frutas de forma individualmente e colorimétrica com a finalidade de caracterizar as categorias e correlacionar estes valores com os índices IDA obtidos.

As análises foram: Cor da casca - realizado com 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 $h^{\circ} = \tan^{-1} b^*/a^*$; firmeza da polpa (FP) com um penetrômetro digital com ponteira de 8mm de diâmetro (modelo 53205, TR, Forli, Italy), , sendo os resultados expressos em Newtons (N); conteúdo de sólidos solúveis (SS) com refratômetro digital (Atago PR32), os resultados expressos em °Brix.

O delineamento do experimento consistiu em um mono fatorial (classes) com três repetições de 10 frutas por cada classe, para análise dos resultados foi usado teste de comparação de médias (Tukey, $P < 0,05$). A análise estatística dos dados constitui também, na construção regressões polinomiais entre as médias dos parâmetros destrutivos (físico-químicos) e os índices DA obtidos, através do uso do programa WinStat ver. 2.0 (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com as médias do índice DA obtidas das frutas, foi possível distribuí-las em três categorias de acordo com o estágio de maturação. Observa-se que houve diferença estatística significativa em todos os parâmetros avaliados.

O índice DA é obtido através da resposta emitida pela fruta à emissão de luz em comprimentos de onda próximos ao pico da clorofila-a, com isto a sua correlação com a concentração de clorofila presente na casca das frutas é alta (ZIOSI et al., 2008).

No caso dos resultados observados na tabela 1, para a variável índice DA, as três classes diferiram entre si, sendo a classe 1 a que apresentou maior valor, ou seja, fruto mais verde e a classe 3 menor valor, fruto mais maduro. O mesmo foi encontrado em trabalhos realizados em pêssegos (ZIOSI et al., 2008), maçãs (MCGLONE et al., 2002 e ANDREETA et al., 2012) e mangas (BETEMPS et al., 2011), que também reportaram a separação de frutas baseadas nos índices apresentando diferenças nos parâmetros de qualidade tanto no momento da colheita, quanto na vida de prateleira.

Para o parâmetro firmeza de polpa, a medida que a fruta amadureceu, os valores decresceram, havendo diferença estatística nas três classes as alterações na firmeza durante o amadurecimento resultam, predominantemente, da desestruturação da parede celular (TUCKER, 1993).

No caso dos sólidos solúveis, a classe 1 diferiu-se da classe 2 e 3, sendo crescente o comportamento ao longo da maturação. Fato ocorrido, provavelmente, devido à biossíntese ou degradação de polissacarídeos de reserva (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Para a coloração da epiderme, a categoria de maior índice DA ($>0,5$)(classe 1), foi observado um ângulo médio de $79,31^{\circ}$ (próximo ao verde), enquanto na categoria de menor índice ($<0,2$)(Classe 3) o valor encontrado foi de $53,25^{\circ}$ (laranja). Mudanças no ângulo hue asseguram diferenças de cor em frutas imaturas e maduras (LUCENA, 2006).

Tabela 1: Médias dos valores encontrados para índice DA, sólidos solúveis (°Brix), firmeza de polpa (N) e cor (ângulo hue), das frutas de caquidentro das diferentes classes formadas.

Classes	Índice DA	Firmeza de polpa	Sólidos solúveis	° Hue
---------	-----------	------------------	------------------	-------

1	0,82 a	32,95 a	15,55 b	79,31 a
2	0,31 b	23,34 b	17,30 a	64,23 b
3	0,03 c	2,35 c	16,94 a	53,25 c
C.V%	12,52	14,58	2,36	2,34

4. CONCLUSÕES

Através do índice IDA é possível separar caquis em diferentes categorias de maturação. Bem como, é satisfatória a correlação do IDA com os atributos de qualidade relacionados e utilizados para estimar maturação de caquis 'Fuyu'.

A espectroscopia Vis/NIR, através do equipamento DA-meter®, pode ser utilizada como uma ferramenta na definição da maturação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREETA, G. M.; PRETTO, A.; AMARAL, P. A.; GALARÇA, S. P.; BETEMPS, D. L.; FACHINELLO, J.C. Índice-DA na separação de classes de maturação de maçã 'Eva' In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 22., 2012, Bento Gonçalves. Anais... Jaboticabal: SBF, 2012. CD-ROM.
- BETEMPS, D. L.; FACHINELLO, J. C.; GALARÇA, S. P. Visible spectroscopy and near infrared (VIS/NIR), in assessing the quality of mangoes Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.33, n.1, 2011.
- CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. D. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE. p. 293. 1990.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 735 p. 2005.
- FERRI, V.C.; RINALDI, M.M.; LUCHETA, L.; ROMBALDI, C.V. Qualidade de caquis *Fuyu* tratados com cálcio em pré-colheita e armazenados sob atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n.2, p. 385 -388, 2002.
- JOÃO, P.L.; ROSA, J.I. da; FERRI, V.C.; MARTINELLO, M.D.; **Levantamento da Fruticultura Comercial do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2002. (Série Realidade Rural, 28).
- LUCENA, E.M. P. de. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga 'Tommy Atkins' no Vale do São Francisco**. 2006. 152 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Ceará.
- MACHADO, A.; CONCEIÇÃO, A. R. **Programa estatístico WinStat Sistema de Análise Estatístico para Windows**. Versão 2.0. Pelotas: UFPel, 2002.
- 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** 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.
- OSBORNE, B.G.. Near infrared spectroscopy in food analysis. **BRI Australia Ltd, North Ryde, Australia**. New York Chapter 1, p.1-14. 2000.
- POLDERDIK, J. J. et al. Predictive model of keeping quality of tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, New York, v. 2, p. 179-185, 1993.

- TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, p.1-51. 1993.
- SILVA, M. D., Atarassi, M. E., Ferreira, M. D., & Mosca, M. A. Qualidade pós-colheita de caqui 'Fuyu' com utilização de diferentes concentrações de cobertura comestível. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.1, p.144-151, 2011.
- VASCONCELOS, A. R. D. **Utilização de cloreto de cálcio e atmosfera modificada na conservação de caqui cv. Fuyu**. 2000. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras (UFLA)).
- WRIGHT, K. P.; KADER, A. A. Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. **Postharvest Biology and Technology**, v. 10, n. 1, p. 39-48, 1997.
- ZIOSI, 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** 49 319–329. 2008.