

# ACTAS DE HORTICULTURA

## XIV CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS HORTÍCOLAS

*Retos de la Nueva  
Agricultura  
Mediterránea*



**Editores:**  
**María Serrano**  
**Daniel Valero**

# **ACTAS DE HORTICULTURA**

## **XIV CONGRESO NACIONAL DE CIENCIAS HORTÍCOLAS**

*Retos de la Nueva  
Agricultura  
Mediterránea*



**Editores:  
María Serrano  
Daniel Valero**

**ORIHUELA 3-5 Junio de  
2015**

## **Comité Organizador**

### **PRESIDENTE**

**Daniel Valero Garrido**

**Dept. Tecnología Agroalimentaria - UMH**

### **SECRETARÍA**

**María Serrano Mula**

**Dept. Biología Aplicada - UMH**

### **VOCALES**

**Domingo Martínez Romero, Dept. Tecnología Agroalimentaria - UMH**

**Salvador Castillo García, Dept. Tecnología Agroalimentaria - UMH**

**Fabián Guillén Arco, Dept. Tecnología Agroalimentaria - UMH**

**Pedro J. Zapata Coll, Dept. Tecnología Agroalimentaria - UMH**

**Huertas M. Díaz Mula, Dept. Tecnología Agroalimentaria - UMH**

**Juan Miguel Valverde Veracruz, Dept. Tecnología Agroalimentaria - UMH**

**Ricardo Abadía Sánchez, Dept. Ingeniería Agroforestal - UMH**

**Carmen Rocamora Osorio, Dept. Ingeniería Agroforestal - UMH**

### **COLABORADORES**

**Alejandra Martínez Esplá**

**Diego Paladines Quezada**

**M<sup>a</sup> José Giménez Torres**

## **Comité Científico**

### **PRESIDENTE**

**Dra. María Serrano -**

**Dept. Biología Aplicada - UMH**

**Dr. Manuel Agustí - UPV Valencia**

**Dr. Jesús Alonso - ICTAN CSIC Madrid**

**Dr. Francisco Artés - ETSIA UPCT Cartagena**

**Dr. Ángel Carbonell - EPSO UMH Orihuela**

**Dr. Santiago García Martínez - EPSO UMH Orihuela**

**Dra. Teresa García - EPSO UMH Orihuela**

**Dra. Cristina García Viguera - CEBAS CSIC Murcia**

**Dra. M<sup>a</sup> Isabel Gil - CEBAS CSIC Murcia**

**Dr. Luis Gonzaga Santesteban - ETSIA UPN Navarra**

**Dr. Manuel Jamilena - EPS UAL Almería**

**Dra. Inmaculada Lahoz - ITGA Navarra**

**Dr. Juan Ignacio Macua - ITGA Navarra**

**Dr. Juan Jesús Medina - IFAPA Huelva**

**Dr. Pablo Melgarejo Moreno - EPSO UMH Orihuela**

**Dr. José Miguel Molina - ETSIA UPCT Cartagena**

**Dra. Ana M<sup>a</sup> Morales - ETSIA US Sevilla**

**Dra. Rosa Oria - UNIZAR Zaragoza**

**Dr. Lluís Palou - IVIA Valencia**

**Dra. M<sup>a</sup> Bernardita Pérez - IVIA Valencia**

**Dra. M<sup>a</sup> Teresa Pretel - EPSO UMH Orihuela**

**Dr. Jaime Prohens - UPV Valencia**

**Dra. M<sup>a</sup> Dolores Raigón - UPV Valencia**

**Dr. Francisco Javier Ribal - UPV Valencia**

**Dr. Juan José Ruiz - EPSO UMH Orihuela**

**Dra. M<sup>a</sup> José Rubio - CITA Zaragoza**

**Dr. Manuel Serradilla - CICYTEX Extremadura**

**Dra. Elisa María Suárez - IFAPA Granada**

**Dr. Francisco A. Tomás - CEBAS CSIC Murcia**

**Dra. Esperanza Torija - UCM Madrid**

**Dr. Jesús Val - EEAD CSIC Zaragoza**

**Dr. Juan Luis Valenzuela - EPS UAL Almería**

**Dr. Daniel Valero Garrido - EPSO UMH Orihuela**

**Dr. Lorenzo Zacarías - IATA CSIC Valencia**

**Sociedad Española de Ciencias Hortícolas.**

**XIV Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. SECH 2015. Retos de la Nueva Agricultura Mediterránea. Comunicaciones.**

**580 pp. (Actas de Horticultura/Sociedad Española de Ciencias Hortícolas; 71)**

**ISBN 978-84-606-8547-0**

**Actas del XIV Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. SECH 2015. Retos de la Nueva Agricultura Mediterránea, celebrado en Orihuela del 3- al 5 de Junio de 2015.**

**Primera Edición: Mayo 2015**

**Tirada: 180**

**© Texto, de los Autores**

**ISBN 978-84-606-8547-0**

**Ninguna parte de esta publicación, incluyendo el diseño general y el de la cubierta, puede ser copiado, reproducido, almacenado o transmitido de ninguna manera ni por ningún medio, sin la autorización previa por escrito de los titulares del copyright.**

## **PREFACIO**

En este volumen de Actas de Horticultura (Nº 71) se recogen las comunicaciones presentadas en el XIV Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas celebrado en Orihuela durante los días 3-5 de Junio de 2015.

En total se recogen 134 comunicaciones distribuidas en 15 Sesiones Científicas de acuerdo con el programa científico. Todos los trabajos han sido revisados por pares por parte de los miembros del comité científico y por evaluadores externos.

Los retos de la nueva agricultura mediterránea son conseguir productos de calidad y garantizar un futuro rentable y sostenible para el sector hortofrutícola español, aprovechando las ventajas geográficas y climáticas que han llevado al éxito de nuestra agricultura en los mercados nacionales e internacionales. En este sentido, en las comunicaciones presentadas se reflejan las últimas investigaciones realizadas en España y Portugal sobre diferentes aspectos fisiológicos, genéticos, técnicas agronómicas y de conservación encaminadas a incrementar la producción de frutas y hortalizas, así como sus atributos de calidad y propiedades nutritivas, con especial énfasis en sus propiedades antioxidantes con beneficios para la salud de los consumidores. Para conseguir estos retos es necesario realizar estudios genéticos enfocados a la obtención de variedades mejor adaptadas a las condiciones edafoclimáticas y más resistentes a plagas y enfermedades, estudios fisiológicos para conocer los factores que determinan el crecimiento óptimo de las plantas y desarrollar tecnologías agrarias que permitan obtener altos rendimientos y productos de calidad a precios competitivos. Finalmente, aplicar tecnologías de conservación posrecolección y de industrialización apropiadas para mantener la calidad de los productos vegetales.

Finalmente queremos agradecer el esfuerzo de los autores en la redacción y revisión de los trabajos de acuerdo con las normas de la SECH.

María Serrano  
Daniel Valero  
Editores

(En Orihuela, su pueblo y el mío, se  
me ha muerto como del rayo Ramón Sijé,  
con quien tanto quería).

Yo quiero ser llorando el hortelano  
de la tierra que ocupas y estercolas,  
compañero del alma, tan temprano.

Alimentando lluvias, caracolas  
y órganos mí dolor sin instrumento.

a las desalentadas amapolas  
daré tu corazón por alimento.

Tanto dolor se agrupa en mí costado,  
que por doler me duele hasta el aliento.

.....

Quiero escarbar la tierra con los dientes,  
quiero apartar la tierra parte a parte  
a dentelladas secas y calientes.

Quiero minar la tierra hasta encontrarte  
y besarte la noble calavera

y desamordazarte y regresarte.

Volverás a mí huerto y a mí higuera:

por los altos andamios de las flores

pajareará tu alma colmenera

de angelicales ceras y labores.

Volverás al arrullo de las réjas

de los enamorados labradores.

Alegrarás la sombra de mis cejas,

y tu sangre se irán a cada lado

dísputando tu novia y las abejas.

Tu corazón, ya terciopelo ajado,

llama a un campo de almendras espumosas

mí avariciosa voz de enamorado.

A las aladas almas de las rosas

del almendro de nata te requiero,

que tenemos que hablar de muchas cosas,

compañero del alma, compañero.

10 de enero de 1936

Miguel Hernández

## **Non-destructive Measurement of Mandarin Orange Quality Parameters with Visible -Near Infrared Spectroscopy**

L. Paulo, M. Resende, A. Nunes, C. Miguel Pintado and P Antunes

CATAA - Associação Centro de Apoio Tecnológico Agro-Alimentar de Castelo Branco, Zona Industrial de Castelo Branco, Rua A, 6000-459 Castelo Branco, Portugal.

**Keywords:** maturation, Vis/NIRS, chemometrics

### **ABSTRACT**

The development of sensors to measure fruit internal quality variables is one of the challenges of post-harvest technology. Visible-near infrared spectroscopy (Vis/NIRS) has been a promise technique for nondestructive fruit quality assessment. This study was focused to evaluate the use of Vis/NIRS in measuring the quality parameters of intact mandarin orange fruit (*Citrus clementina*). The parameters studied were: firmness, color (CIEL\*a\*b\*), peel thickness, soluble solids content (SSC), pH and total acidity (TA). A total of 120 mandarin fruit with different maturation were sampled. Reflectance NIR spectra were collected in four points of each fruit and the fruits were posteriorly analyzed for the physico-chemical parameters. Prediction models were selected based on the highest  $r^2$ , lowest standard error of calibration (RMSEC) and lower number of factors used in the calculation. For color parameters ( $L^*$ ,  $a^*$ , and  $b^*$ ) model had a mean square error of calibration (RMSEC) of 0.877, 1.780 and 1.589 and coefficient determination ( $r^2$ ) of 0.923, 0.963 and 0.852, respectively. The proposed model for the SSC had a RMSEC of 0.314 and  $r^2$  of 0.749. The results indicate that Vis/NIRS technique could provide an accurate, reliable and nondestructive method for assessing the internal quality indices.

### **RESUMEN**

El desarrollo de sensores para medir las variables internas de la calidad la de fruta es uno de los retos de la tecnología post-cosecha. La espectroscopía de infrarrojo cercano / visible (Vis/NIRS) ha mostrado ser una técnica no destructiva mui prometedora. Este estudio se centró en evaluar el uso de Vis/NIRS en la medición de los parámetros de calidad de mandarina (*Citrus clementina*) intacta. Los parámetros estudiados fueron: firmeza, color (CIEL\*a\*b\*), espesor de la cáscara, contenido de sólidos solubles (SSC), el pH y la acidez total (TA). Un total de 120 mandarinas con diferente maduración fueron muestreados. Se recogieron espectros de reflectancia Vis/NIR en cuatro puntos de cada fruta con una sonda de contacto (ASD Labspec 4.0 NIR) y los frutos se analizaron posteriormente para los parámetros fisico-químicos. Se seleccionaron los modelos de predicción basado en el más alto determinación coeficiente ( $r^2$ ), más bajo error estándar de calibración (RMSEC) y menor número de factores utilizados en el cálculo. Para los parámetros de color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) el modelo tiene un error cuadrado medio de la calibración (RMSEC) de 0,877, 1,780 y 1,589 y  $r^2$  de 0,923, 0,963 y 0,852, respectivamente. El modelo propuesto para SSC tenía una RMSEC de 0,314, y  $r^2$  de 0,749. Los resultados indican que la técnica Vis / NIRS podría proporcionar un método preciso, fiable y no destructiva para evaluar los índices de calidad internos.

## INTRODUCTION

Nondestructive NIR technics are applied in agricultural applications since 1964 (Nicolai et al., 2007). Since then the importance of Vis/NIR spectroscopy in postharvest technology increased significantly, including the fact that many manufacturers of on-line grading lines have now implemented VIS/NIR systems to measure various quality attributes. Still, this technology has a great potential of new applications in horticultural production. This work intended to evaluate the application of Vis/NIR to quantify quality parameters of intact mandarin orange fruit (*Citrus clementina*).

## MATERIAL AND METHODS

Samples were collected from the tree the same day of analysis, in two orchards. Fruits were collected randomly in order to obtain the greater variability of maturation parameters.

Vis/NIRS - Spectra were collected with a contact probe (ASD Labspec 4.0 NIR) from 350 to 2500 nm in four point of mandarin. Color was measured using a Minolta Chroma Meter CR-400, in the CIE  $L^*a^*b^*$  space, and it was expressed as  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . A white reference plate, a D65 illuminant, a viewing angle of  $2^\circ$  and a measurement area of 8 mm were used. Firmness was measured using a Texture Analyzer TA.XT Plus (Stable Microsystems). Fruits were individually compressed with a flat steel probe to a 5 % deformation, at a rate of  $1 \text{ mm s}^{-1}$ . Maximum force (N) was recorded by Exponent 5.1.1.0 software. SSC was determined with an Atago PR32 $\alpha$  refractometer. TA was measured by titration of 2 g of juice with 0.1 N NaOH to a pH of 8.1, with a Titromatic 2S (Crison). Prediction models were developed (Unscrambler X software) using the average spectra of each fruit, five selected preprocessing, and external calibration with 30% of samples.

## RESULTS AND DISCUSSION

The samples used in this study presented a considerable variability of the analyzed parameters (Table 1), with exception of pH, this allowed to perform valid calibrations. Most of the fruits presented SSC and pH values corresponding to commercial fruits (Gómez, et al., 2006). However not all the fruits were of commercial interest in order to get a higher range of results, and allowing classification of the fruits by maturation stage.

The main challenge for developing this methodology was the color variability of mandarin fruits. Spectra were collected in four points rotating the fruit  $90^\circ$  and moving the probe from the top to the bottom of the fruit. Correlating the spectra with quality parameters measured in the juice, naturally, resulted in disperse values during component analysis and consequently in bad prediction models. For this the average spectra of each fruit were used to compute prediction models. The collection of one spectra in equatorial region was used for some authors with good results (Cayuela and Weiland, 2010). The collection of one equatorial spectra can produce good results, but it requires a selection of the point by the operator, and may produce erroneous results. Acquisition of multiple spectra reduces this error and it is simply performed by any operator.

Table 2 presents the results obtained for calibration models of the analyzed parameters and the pretreatments that better fitted the results. Prediction models were selected based on the highest  $r^2$ , lowest standard error of calibration (RMSEC) and lower number of factors used in the calculation. In general normalization produced be best results (Minimum- maximum normalization, for  $L^*$ ,  $a^*$ , pH, and SNV normalization, for  $b^*$ , peel thickness and SSC). Derivatives produced better results for TA and firmness. Other authors also presented good correlations for this parameters using spectra normalization (Cayuela and Weiland, 2010;

Gómez *et al.*, 2006; Liu, *et al.*, 2010) most of the cases MSC normalization. Selected models presented root mean square error of prediction (RMSEP) in the same order of previous studies with Mandarin orange (Cayuela and Weiland, 2010; Gómez *et al.*, 2006; Liu, *et al.*, 2010) The parameters more directly related with fruit peel presented better results, and SSC, firmness and TA also presented good correlations. pH presented lower RMSEP due to the low variability in calibration samples.

The models presented a good prediction for color parameters, peel thickness, and SSC. pH and acidity showed low variability in the samples reducing the correlation and accuracy of the model.

## ACKNOWLEDGEMENT

This research was supported by MITTIC. The MITTIC Project, Technological Modernisation and Innovation based on ICT in strategic and traditional sectors, is financed jointly by the European Regional Development Fund (ERDF), through the Operational Programme of Cross-border Cooperation Spain - Portugal (POCTEP) 2007-2013

## LITERATURE CITED

- Cayuela, J. A., and Weiland, C. 2010. Intact orange quality prediction with two portable NIR spectrometers. *Postharvest Biol. Tec.* 58:113–120.
- Gómez, H., He, Y., and Pereira, A. G. 2006. Non-destructive measurement of acidity, soluble solids and firmness of Satsuma mandarin using Vis/NIR-spectroscopy techniques. *J. Food Eng.* 77:313–319.
- Liu, Y., Sun, X., and Ouyang, A. 2010. Nondestructive measurement of soluble solid content of navel orange fruit by visible-NIR spectrometric technique with PLSR and PCA-BPNN. *LWT - Food Sci. Technol.* 43(4):602–607.
- Nicolaï, B. M., Beullens, K., Bobelyn, E., Peirs, A., Saeys, W., Theron, K. I., and Lammertyn, J. 2007. Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: A review. *Postharvest Biol. Tec.* 46:99–118.

Table 1. Range of calibrated quality parameters, of the Mandarin used in this study.

Parameter	$L^*$	$a^*$	$b^*$	peel thickness (mm)	SSC (%)	pH	TA (mEq.100 g <sup>-1</sup> )	Firmness (N)
Minimum	45.77	-10.24	33.62	1.6	8.20	3.2	9.47	4.84
Maximum	71.82	41.99	69.74	5.8	11.6	3.9	17.5	14.29

Table 2. Results from calibration and validation set obtained during the prediction of sample quality parameters.

Parameter	Calibration				
	preprocess	Rank	$r^2$	RMSEC	Bias
$L^*$	Min-max	3	0.923	0.876	-4.54e-8
$a^*$	Min-max	4	0.963	1.780	8.51e-7
$b^*$	SNV	4	0.852	1.580	-4.09e-7
peel thickness	SNV	7	0.909	0.382	-1.56e-8
SSC	SNV	7	0.749	0.314	-2.72e-7

<b>pH</b>	Min-max	7	0.535	0.095	-7.95e-8
<b>TA</b>	1der+SNV	7	0.629	1.101	-4.77e-7
<b>Firmness</b>	2der	5	0.650	1.030	1.14e-7
	<b>Validation</b>				
	preprocess	rank	$r^2$	RMSEP	Bias
<b>L*</b>	Min-max	3	0.939	0.871	-0.066
<b>a*</b>	Min-max	4	0.971	1.803	0.192
<b>b*</b>	SNV	4	0.893	1.536	-0.218
<b>peel thickness</b>	SNV	7	0.791	0.625	0.082
<b>SSC</b>	SNV	7	0.747	0.312	-0.019
<b>TA</b>	1der+SNV	7	0.648	1.073	0.044
<b>pH</b>	Min-max	7	0.517	0.094	0.016
<b>Firmness</b>	2der	5	0.516	1.536	-0.136

Rank, number of factors used in prediction models;  $r^2$ , coefficient of determination; RMSEC, root mean square error of calibration; RMSEP, root mean square error of prediction; Bias, estimate of the test error at that same value of the tuning parameter; 1der, first derivative; 2der, second derivative; SNV, vector normalization; Min-max, minimum-maximum normalization.