



IX  
CONGRESO NACIONAL  
DEL COLOR  
ALICANTE 2010

ALICANTE, 29 Y 30 DE JUNIO,  
1 Y 2 DE JULIO DE 2010  
UNIVERSIDAD DE ALICANTE



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante



**SEDOPTICA**  
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ÓPTICA  
COMITÉ ESPAÑOL DE COLOR

PUBLICACIONES  
UNIVERSIDAD DE ALICANTE

Este libro ha sido debidamente examinado y valorado por evaluadores ajenos a la Universidad de Alicante,  
con el fin de garantizar la calidad científica del mismo.

Publicaciones de la Universidad de Alicante  
Campus de San Vicente s/n  
03690 San Vicente del Raspeig  
Publicaciones@ua.es  
<http://publicaciones.ua.es>  
Teléfono: 965903480  
Fax: 965909445

© Varios autores, 2010  
© de la presente edición: Universidad de Alicante

ISBN: 978-84-9717-144-1

Diseño de portada: candelaInk

Reservados todos los derechos. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

El IX Congreso Nacional de Color cuenta con el apoyo de las siguientes entidades:



**IX CONGRESO NACIONAL DE COLOR  
ALICANTE,  
29 Y 30 DE JUNIO, 1 Y 2 DE JULIO  
UNIVERSIDAD DE ALICANTE**

Departamento de Óptica, Farmacología y Anatomía  
Facultad de Ciencias

Instituto Universitario de Física Aplicada a las Ciencias y las Tecnologías (IUFACyT)  
Universidad de Alicante

## COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente	<b>Francisco M. Martínez Verdú</b>	<i>Universidad de Alicante</i>
Vicepresidente I	<b>Eduardo Gilabert Pérez</b>	<i>Universidad Politécnica de Valencia</i>
Vicepresidente II	<b>Joaquín Campos Acosta</b>	<i>IFA-CSIC</i>
Secretaria Científica	<b>Esther Perales Romero</b>	<i>Universidad de Alicante</i>
Secretaria Administrativa	<b>Olimpia Mas Martínez</b>	<i>Universidad de Alicante</i>
Secretaria Técnica	<b>Sabrina Dal Pont</b>	<i>Universidad de Alicante</i>
Tesorero	<b>Valentín Viqueira Pérez</b>	<i>Universidad de Alicante</i>
Vocal	<b>Elísabet Chorro Calderón</b>	<i>Universidad de Alicante</i>
Vocal	<b>Verónica Marchante</b>	<i>Universidad de Alicante</i>
Vocal	<b>Bárbara Micó Vicent</b>	<i>Universidad de Alicante</i>
Vocal	<b>Elena Marchante</b>	<i>Universidad de Alicante</i>
Vocal	<b>Ernesto R. Baena Murillo</b>	<i>Universidad de Alicante</i>

## COMITÉ CIENTÍFICO

<b>Natividad Alcón Gargallo</b>	<i>Instituto de Óptica, Color e Imagen, AIDO</i>
<b>Joaquín Campos Acosta</b>	<i>Instituto de Física Aplicada CSIC</i>
<b>Pascual Capilla Perea</b>	<i>Universidad de Valencia</i>
<b>Ángela García Codoner</b>	<i>Universidad Politécnica de Valencia</i>
<b>Eduardo Gilabert Pérez</b>	<i>Universidad Politécnica de Valencia</i>
<b>José M<sup>a</sup> González Cuasante</b>	<i>Universidad Complutense de Madrid</i>
<b>Francisco José Heredia Mira</b>	<i>Universidad de Sevilla</i>
<b>Enrique Hita Villaverde</b>	<i>Universidad de Granada</i>
<b>Luis Jiménez del Barco Jaldo</b>	<i>Universidad de Granada</i>
<b>Julio Antonio Lillo Jover</b>	<i>Universidad Complutense de Madrid</i>
<b>Francisco M. Martínez Verdú</b>	<i>Universidad de Alicante</i>
<b>Manuel Melgosa Latorre</b>	<i>Universidad de Granada</i>
<b>Ángel Ignacio Negueruela</b>	<i>Universidad de Zaragoza</i>
<b>Susana Otero Belmar</b>	<i>Instituto de Óptica, Color e Imagen, AIDO</i>
<b>Jaume Pujol Ramo</b>	<i>Universidad Politécnica de Cataluña</i>
<b>Javier Romero Mora</b>	<i>Universidad de Granada</i>
<b>M<sup>a</sup> Isabel Suero López</b>	<i>Universidad de Extremadura</i>
<b>Meritxell Vilaseca Ricart</b>	<i>Universidad Politécnica de Cataluña</i>

## UTILIDAD DEL COLOR PARA CLASIFICAR LOS ZUMOS DE NARANJA SEGÚN SU ELABORACIÓN

**Rocío Fernandez-Vázquez**, Carla C. Stinco, M<sup>a</sup> L. Escudero-Gilete, Antonio J. Melendez-Martínez, Emilia Bejines Mejías, Francisco J. Heredia, Isabel M. Vicario  
Laboratorio de Color y Calidad de Alimentos, Universidad de Sevilla  
www.color.us.es, rociofernandezv@us.es

### Resumen

En este trabajo se caracteriza el color de los zumos de naranja comerciales y se explora la utilidad de las coordenadas cromáticas para diferenciarlos según su proceso de elaboración. Se concluye que es posible la discriminación de los zumos elaborados a base de concentrado de los procedentes de naranjas exprimidas, a partir de los parámetros  $L^*$  y  $C^*_{ab}$ .

**Palabras clave:** Zumo de naranja, color, zumo concentrado, zumo pasteurizado.

### INTRODUCCION

Entre los atributos de calidad apreciados por el consumidor en el zumo de naranja se encuentra el color. Además del estado de madurez de las naranjas, otros muchos factores como la especie, la variedad o el clima influyen en él [1]. El tratamiento térmico provoca cambios en el color del zumo [2] por lo que se ha propuesto su medida como un indicador de la degradación durante el proceso térmico de algunas frutas [3]. Actualmente existe en el mercado una amplia oferta de zumos de naranja, que en todos los casos han sufrido un tratamiento térmico más o menos severo. Así, según su elaboración se encuentran dos grandes grupos, los zumos procedentes de concentrado (ZC) y los zumos procedentes de naranjas exprimidas (ZE). Dentro de este último grupo podemos distinguir, a su vez, los de conservación a temperatura ambiente (ZEA) o en refrigeración (ZER). Los objetivos de este trabajo han sido:

- caracterizar colorimétricamente los zumos comercializados en España
- explorar la utilidad del color para diferenciarlos según el tratamiento tecnológico al que han sido sometidos y, finalmente,
- proponer funciones que discriminen entre grupos previamente establecidos, con el fin de aplicarlas posteriormente a casos no clasificados originalmente.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este estudio se utilizaron 41 muestras de zumos de naranja comerciales, 15 de ellos procedentes de zumo a base de concentrado (ZC) y 26 procedentes de naranjas exprimidas (ZE). En este último grupo, 11 muestras eran de conservación a temperatura ambiente (ZEA) y 15 muestras de conservación en refrigeración (ZER). Como grupo test se emplearon 25 muestras de distinta procedencia, 15 de ZC y 10 ZE (5 ZEA y 5 ZER).

El color de los zumos se midió en un espectrorradiómetro CAS 140 B (Instrument System, Munich, Alemania) equipado con una sonda Top 100 (Instrument System, Munich, Alemania) y un zoom Tamron mod. SP23 (Commack, Estados Unidos) con un iluminante D65, y observador 10° como referencia. Se realizaron tres medidas consecutivas y se calcularon los parámetros CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*_{ab}$  y  $h_{ab}$ ) y las diferencias de color ( $\Delta E^*_{ab}$ ) entre muestras [4].

Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de la varianza (ANOVA) y Análisis Lineal Discriminantes (SDA) con el programa Statistica 8 [5].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1(a) se muestra la distribución de los zumos en el diagrama de color ( $a^*b^*$ ). Se observa que todos los zumos se localizan en el primer cuadrante, correspondiente a valores positivos de  $a^*$  y  $b^*$ , en la zona de los amarillos anaranjados. Los dos grupos, aparecen bien diferenciados. Tanto los valores de  $a^*$ , como los de  $b^*$  son significativamente más bajos para ZC ( $7.28 \pm 2.21$  y  $63.32 \pm 2.44$ , respectivamente) que para ZE ( $11.61 \pm 2.20$ ,  $72.15 \pm 2.57$ ), lo que indica que los ZC presentan menos colorido que los ZE.

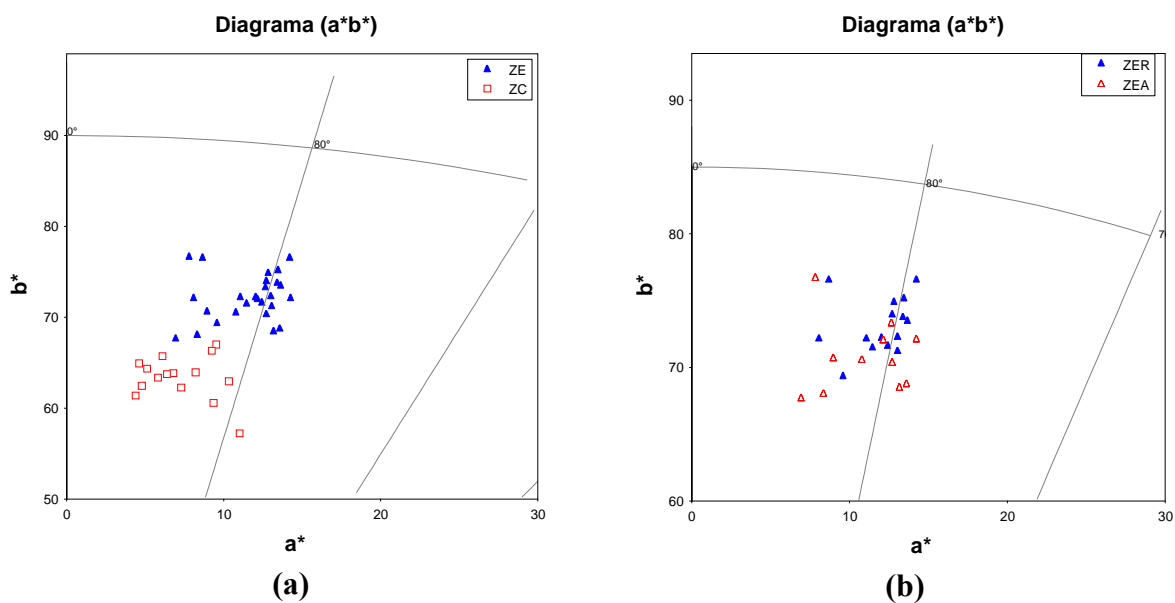


Figura 1. Diagrama de color ( $a^*, b^*$ ) para los zumos (a) ZC y ZE y (b) ZEA y ZER

En la Tabla 1 se muestra el valor medio de las coordenadas cromáticas de los zumos, y sus desviaciones estándar. Se observan diferencias significativas en todos los parámetros ( $p < 0.05$ ) excepto para la coordenada  $L^*$ . Los ZC presentan valores significativamente ( $p < 0.05$ ) más bajos para el croma ( $C^*_{ab}$ ), es decir, son más pardos que las muestra de ZE. Las diferencias de color entre estos zumos sería visualmente apreciable por cualquier consumidor, ya que tienen un valor medio de  $\Delta E^*_{ab} = 9.87$  unidades de CIELAB, muy superior a las 5,6 consideradas el límite para una tolerancia normal [6].

Tabla 1. Parámetros cromáticos de los ZE y ZC. (Media  $\pm$  Desv. Est).

	ZE	ZC
$L^*$	$79.62 \pm 2.38^a$	$80.54 \pm 2.36^a$
$C^*_{ab}$	$73.11 \pm 2.62^a$	$63.78 \pm 2.36^b$
$h_{ab}$	$80.87 \pm 1.68^a$	$83.42 \pm 2.10^b$

Valores con distinto superíndice en la misma fila difieren significativamente ( $p < 0.05$ ).

Al objeto de comprobar si es posible diferenciar los zumos ZE según sus condiciones de conservación, se representan las muestras ZEA y ZER en el diagrama de color ( $a^*b^*$ ) (Figura 1b). En este caso, las muestras no aparecen tan claramente agrupadas como en el caso anterior. Las muestras de ZEA presentan valores ligeramente más bajos para las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$  que las ZER, aunque la diferencia sólo es significativa para la coordenada  $b^*$  ( $11.06 \pm 2.59$  vs  $12.00 \pm 1.87$ ,  $70.80 \pm 2.67$  vs.  $73.15 \pm 2.04$ , respectivamente).

En la Tabla 2 se muestran las coordenadas de color para estos dos grupos. Los zumos presentan diferencias significativas para las coordenadas  $L^*$  y  $C^*_{ab}$ . Las muestras de ZEA son

más oscuras y más apagadas que las muestras ZER, lo que puede relacionarse con un tratamiento térmico más intenso en las primeras [2]. En este caso la diferencia de color estaría dentro del rango establecido para un observador con una tolerancia normal (2,8-5,6), ya que presenta un  $\Delta E^*_{ab} = 3.88$  unidades CIELAB [6]

**Tabla 2.** Parámetros cromáticos de los ZER y ZEA. (Media  $\pm$  Desv. Est).

	ZE	
	ZER	ZEA
L*	80.87 $\pm$ 2.12 <sup>a</sup>	77.92 $\pm$ 1.55 <sup>b</sup>
C* <sub>ab</sub>	74.15 $\pm$ 2.12 <sup>a</sup>	71.70 $\pm$ 2.67 <sup>b</sup>
h <sub>ab</sub>	80.69 $\pm$ 1.37 <sup>a</sup>	81.12 $\pm$ 2.07 <sup>a</sup>

Valores con distinta letra<sup>a-b</sup> en la misma fila difieren significativamente ( $p < 0.05$ ).

Utilizando las coordenadas cromáticas como variables independientes se realizó un análisis discriminante, con inclusión de variables (método *forward*). Se realizó una primera clasificación entre todos los zumos (ZC, ZEA y ZER) considerando “a priori” igual probabilidad de que una muestra pueda pertenecer a un grupo u otro. Se estableció una tolerancia de 0,001 para eliminar variables que proporcionan información redundante. Las variables seleccionadas e incluidas en el modelo fueron L\* (F = 17.92; lambda de Wilks =  $4 \times 10^{-6}$ ) y C\*<sub>ab</sub> (F = 115.45, lambda de Wilks = 0.00). Las ecuaciones de clasificación obtenidas fueron las siguientes:

$$\begin{aligned} z_{(ZC)} &= -770.054 + 16.450 L^* + 3.342 C^*_{ab} \\ z_{(ZER)} &= -823.584 + 14.855 L^* + 5.984 C^*_{ab} \\ z_{(ZEA)} &= -766.216 + 14.271 L^* + 5.833 C^*_{ab} \end{aligned} \quad (\text{Ec. 1})$$

Como se observa en la Tabla 3, los porcentajes de clasificación correcta en el caso de ZC y ZEA son del 100%, pero para las muestras de zumos exprimidos ZER, el porcentaje de clasificación disminuye al 73.33%. Finalmente el porcentaje de clasificación global es del 90.24%, por lo que podemos considerar esta clasificación como fiable (porcentajes de acierto superiores al 60%). La peor clasificación de los zumos ZER era previsible, ya que este grupo tiene un proceso de fabricación similar al ZEA, que hace que sean cromáticamente muy parecidos entre sí.

**Tabla 3.** Matriz de clasificación de los casos. En las filas las clasificaciones observadas y en las columnas las predichas.

	Porcentaje	ZEA	ZER	ZC
ZER	73	4.00	11.00	0.00
ZEA	100	11.00	0.00	0.00
ZC	100	0.00	0.00	15.00
Total	90	15.00	11.00	15.00

Al objeto de comprobar si es posible una mejor discriminación, realizamos un nuevo análisis, considerando sólo dos grupos ZC y ZE. En este caso las variables incluidas en el modelo fueron las mismas que en el caso anterior L\* (F = 27.36, lambda de Wilks =  $1 \times 10^{-6}$ ) y C\*<sub>ab</sub> (F = 234.17, lambda de Wilks = 0.00). Las ecuaciones de clasificación obtenidas fueron las siguientes:

$$\begin{aligned} z_{(ZC)} &= -770.054 + 16.450 L^* + 3.342 C^*_{ab} \\ z_{(ZE)} &= -823.584 + 14.855 L^* + 5.984 C^*_{ab} \end{aligned} \quad (\text{Ec. 2})$$



En este supuesto, la totalidad de las muestras se clasificó correctamente (100% de aciertos para ambos grupos).

Para comprobar la validez de los dos modelos, se ensayaron 25 muestras de zumos comerciales, distintos de los usados para la obtención de los modelos. En el caso de ZC se obtuvo una clasificación correcta en el 100% de los casos aplicando ambos modelos. Para los zumos exprimidos, se comprobó que la clasificación es total (100%) cuando no se pretende diferenciar entre ZEA y ZER. Cuando se intenta diferenciar entre estos dos tipos de zumos los porcentajes de acierto descienden a un 50%.

## CONCLUSIÓN

Existen diferencias significativas y visualmente apreciables en el color de los zumos comerciales según sean exprimidos (ZE) o elaborados a partir de concentrado (ZC). Es posible la discriminación entre ambos grupos considerando las variables colorimétricas  $L^*$  y  $C^*_{ab}$ .

## AGRADECIMIENTOS

A la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía por la concesión del proyecto P08- AGR-03784

## REFERENCIAS

- [1] A. Casas, D. Mallent. "El color de los frutos cítricos. I. Generalidades. II. Factores que influyen en el color. Influencia de la especie, de la variedad y de la temperatura". *Rev Agroquim Tecnol Aliment* 28:184–202 (1988).
- [2] Lee H.S. and Coates GA. "Effect of thermal pasteurization on Valencia orange juice color and pigments". *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 36:153–156. (2003).
- [3] Ávila, I.M.L.B. and Siva, C.L. "Modeling kinetics of thermal degradation of colour in peach puree". *J. Food Eng.* 39, 161-166 (1999).
- [4] Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), Colorimetry, Publication CIE 15:2004 (CIE: Vienna, 2004)
- [5] StatSoft Inc. (2007). *STATISTICA (data analysis software system)*. version 8. <[www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)>.
- [6] A. J. Meléndez-Martínez, I.M.Vicario, F.J. Heredia. "Correlation between visual and instrumental colour measurements of orange juice dilutions: effect of the background" *Food Quality and Preference* 16:471–478 (2005)