

Caracterización colorimétrica y clasificación del aceite de oliva virgen de la cuenca mediterránea hispano-marroquí

Por M.M. Pérez*(1), A.Yebra (1), M. Melgosa (1), N. Bououd (2), A. Asselman (2) y A. Boucetta (2)

- (1) Departamento de Óptica. Facultad de Ciencias. Campus Fuentenueva s/n. 18071. Universidad de Granada. Granada (España). Tfno: 958 246164 Fax: 958 248533 e-mail: mmperez@ugr.es
(2) Laboratoire d'Optique et Fotonique. Faculté des Sciences. Université Abdelmalek Essaadi. Tetuán (Marruecos).

RESUMEN

Caracterización colorimétrica y clasificación del aceite de oliva virgen de la cuenca mediterránea hispano-marroquí.

Se han realizado medidas por reflexión del color de 200 muestras de aceite de oliva virgen de las zonas de producción sur de España y zona norte de Marruecos. También se han realizado medidas del grado de acidez de los mismos y se emplea el análisis cluster para el estudio de su clasificación. Los resultados obtenidos muestran que, en general, los aceites marroquíes presentan con respecto a los españoles, tonalidades más verdosas (h° medio de 87,3° frente a 85,1°) y son menos saturados (C^* medio de 91,7 frente a 105,3). Por otra parte, el grado de acidez difiere notablemente para ambas zonas geográficas, con valores medios de 0,31 para los aceites españoles y 2,87 para los marroquíes. A partir de estas medidas experimentales el análisis cluster muestra que, es posible clasificar los aceites de oliva según su zona geográfica de producción (hispano-marroquí), en función del grado de acidez ó del ángulo de tono.

PALABRAS-CLAVE: Aceite de oliva – Acidez – Áreas de producción – Color.

SUMMARY

Colorimetric characterization and classification of the virgin olive oil from the spanish-moroccan mediterranean area.

Colour measurements by reflection of 200 virgin olive oil samples from the southern zone of Spain and the northern one of Morocco were made. Acidity measurements of these oils were made as well, and a cluster analysis was employed for their classification. Results show that, generally, Moroccan oils present a hue more greenish (h° average of 87.3°) than the Spanish ones (85.1°), and those are less saturated (C^* average of 91.7 and 105.3, respectively). On the other hand, acidity is remarkably different for these two geographic zones, having average values of 0.31 for Spanish oils and 2.87 for Moroccan ones. From these experimental measurements, the cluster analysis shows that it is possible to classify these oils according to their geographic production zones (Spanish-Moroccan area) depending on the acidity or the hue angle.

KEY-WORDS: Acidity – Colour – Olive oil – Production areas.

1. INTRODUCCIÓN

El color del aceite de oliva es un criterio básico de su calidad y, aunque su medida no es requerida por

la Regulación de la CEE (The Commission of the European Communities, Regulation No. 2568/91, 1991), en la determinación de las características del aceite de oliva, es un atributo fundamental en la valoración organoléptica y, parecer ser, un primer criterio del juicio sobre la calidad del mismo y sobre las preferencias del consumidor (Pagliarini et al., 1994).

Actualmente, el método ABT es el método oficial de medida del color del aceite en España (Gutiérrez y Gutiérrez, 1986; AENOR, 1997). Este método es un procedimiento para especificar el color del aceite de oliva y aceites de semilla mediante comparaciones visuales entre la muestra de aceite y un conjunto de soluciones estándar distribuidas en una escala bidimensional de color de $6 \times 10 = 60$ muestras. Recientes trabajos (Melgosa et al., 2000; Moyano et al., 1999) señalan la baja precisión y exactitud de este método y sugieren el uso del espacio de color CIE-1976 (L^*, a^*, b^*) (CIELAB) como más apropiado para la especificación del color y proponen una relación numérica entre los índices ABT y las coordenadas CIELAB.

El patrimonio oleícola mundial se estima en aproximadamente 960 millones de olivos, de los que el 98% se sitúa en los países de la Cuenca Mediterránea, ocupando una superficie de 9,4 millones de hectáreas (Civantos, 2001). España es el país con mayor número de olivos y de hectáreas dedicadas a su cultivo, con 308,7 millones de olivos en una superficie de 2.424.000 has, y el mayor productor de aceite de oliva con el 33% de la producción mundial. Marruecos es el séptimo país mundial en cuanto a la producción de aceite de oliva, con un 3% del total y un patrimonio oleícola de 51 millones de olivos en una superficie de 450.000 has, siendo el segundo productor de aceite de oliva en África detrás de Túnez. Sin embargo, no existe en Marruecos ninguna normativa oficial sobre la medida del color del aceite de oliva, ni tampoco estudios donde se realicen medidas para la caracterización colorimétrica del aceite de oliva marroquí.

Es bien conocido que la cantidad de ácidos grasos libres es un importante criterio objetivo de cali-

dad del aceite de oliva (The Commission of the European Communities, Regulation No. 2568/91, 1991), y ha sido muy utilizado como criterio para la clasificación del aceite de oliva en diferentes categorías comerciales (Commission of the Codex Alimentarius, 1993). Sin embargo, no existen referencias donde se pueda estimar el grado de acidez de los aceites de la producción oleícola de las zonas de producción marroquíes.

En el presente trabajo nos planteamos la medida del color del aceite de oliva virgen, para aceites de las zonas de producción del norte de Marruecos y del sur de España, con el objeto de caracterizar colorimétricamente los aceites de oliva virgen de ambas zonas y la discriminación de estas zonas de producción oleícola de acuerdo con parámetros de color y/o su grado de acidez.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Muestras

Se ha analizado un conjunto de 200 muestras filtradas de aceites de oliva virgen (128 españolas y 72 marroquíes), campaña 2000-2001, procedentes de diferentes provincias de Andalucía (Granada, Sevilla, Jaén, Málaga y Almería) y del norte de Marruecos (Tetouan, Chefchaouen, Wazan, Taza, Tawanet, Hocima, Sidi Kacen, Larache y Ouazzan). Los aceites proceden de diferentes variedades de aceituna: hojiblanca, lechín, lucio, picual, picudo, verdial y manzanilla, en el caso de los aceites españoles y picholine marroquine en los aceites marroquíes. En general, los aceites españoles proceden de una única variedad de aceituna, con sólo un 10 % de los aceites analizados obtenidos a partir de mezcla de variedades. El conjunto total de muestras incluye aceites procedentes de aceitunas con distinto grado de madurez. Ambos factores, variedad de aceituna y grado de maduración, influirán directamente en el color de los aceites (Alba et al., 1997).

El sistema de elaboración del aceite ha sido de centrifugación de dos y tres fases para los aceites españoles y por presión en prensas hidráulicas para los marroquíes. Las muestras de aceites fueron recogidas, con anterioridad a su envasado, directamente de las almazaras.

2.2. Métodos

2.2.1. Medida instrumental del color

Para la medida del color del aceite de oliva virgen se ha empleado un espectrorradiómetro Spectra-Scan PR-704 (Photo Research Inc., Chatsworth, CA, 1991) equipado con software adecuado. Las medidas se han hecho de acuerdo con el método llevado a cabo en trabajos previos de nuestro laborato-

rio (Melgosa et al., 2000). Cada una de las muestras de aceite se sitúa en viales cilíndricos de vidrio transparente de 10 ml (diámetro exterior de 22,00 mm, altura de 31,83 mm y grosor del vidrio de 1 mm). Para la medida, los viales se sitúan dentro de una cabina de iluminación/observación Verivide CAC 120 (Leslie Hubble Limited, UK), empleando para su iluminación una fuente simuladora D65. Puesto que el aceite es transparente, situamos detrás de la muestra, y sobre la pared frontal de la cabina Verivide, una máscara gris procedente del Munsell Book of Color. Esta máscara actúa como background de nuestra experiencia.

El espectrorradiómetro se focaliza a la primera superficie del vial y a una altura correspondiente al centro de éste. El instrumento se sitúa sobre un trípode y trabaja con campo de apertura circular de 1°, un ciclo de integración y el Observador Patrón CIE1964 (CIE Publication No. 15.2, 1986).

2.2.2. Medida del grado de acidez

La acidez fue determinada según el método empleado por García et al. (1996a). Una muestra de 20 gramos de aceite de oliva virgen se coloca en un matraz Erlenmeyer al que se le añaden 125 ml de una mezcla disolvente previamente neutralizada. Ésta consistía en una mezcla a partes iguales de etanol y éter dietílico, con fenoltaleína añadida como indicador (1 % en etanol). Cuando la muestra de aceite se disuelve completamente, se valora con una disolución de hidróxido de potasio en etanol (0,1 N) hasta el viraje del indicador coloreado (coloración rosácea persistente al menos durante 10 s). Los resultados se expresan en porcentajes de ácido oleico libre presente en el aceite.

2.2.3. Análisis Cluster

Empleamos el análisis cluster (Pérez López, 2001) para la evaluación de nuestros resultados. El análisis cluster es un método estadístico multivariante de clasificación automática de datos. A partir de un conjunto de casos-variables, trata de situar los casos (individuos) en grupos homogéneos, conglomerados o clusters, no conocidos a priori, pero sugeridos por la propia esencia de los datos, de manera que individuos que puedan ser considerados similares (de acuerdo con una propiedad de éste) sean asignados a un mismo cluster, mientras que individuos diferentes se localicen en clusters distintos. La diferencia con otros métodos estriba en que para el análisis cluster no es necesario especificar los grupos por caminos ajenos a la medida de las variables en la muestra, definiendo grupos tan distintos como sea posible en función de los propios datos. Para el desarrollo de dicho análisis empleamos el programa estadístico SPSS 9.0.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 1 muestra, a modo de ejemplo, la radiancia espectral obtenida para uno de los aceites de cada una de las zonas geográficas estudiadas. Los aceites de ambas zonas presentan valores máximos de la radiancia espectral para 546 nm y 578 nm, aunque los aceites españoles presentan, en general, valores superiores a los aceites marroquíes.

La figura 2 muestra las coordenadas de color en el espacio CIELAB (a^* , b^* , L^*) de los aceites de oliva virgen analizados. En general, los aceites marroquíes presentan diferentes coordenadas de cromaticidad a los españoles, aunque todos ellos se encuentran en el primer cuadrante, correspondiente a valores de a^* y b^* positivos y L^* superiores a 60, encontrándose las principales diferencias en la coordenada b^* . Las coordenadas de los centros de gravedad para cada zona de producción son de $a^*=8,89$, $b^*=104,86$, $L^*=75,24$ para los aceites españoles y $a^*=4,58$, $b^*=91,55$ y $L^*=77,51$ para los aceites marroquíes, con una diferencia de color en el sistema CIELAB (ΔE^*_{ab}) de 14,17 unidades, debida esencialmente a la coordenada b^* .

La figura 3, muestra el croma, C^* , frente al ángulo de tono, h° , según CIELAB, para cada uno de los aceites analizados. Como se observa, los aceites marroquíes presentan tonalidades ligeramente más verdosas que los aceites españoles (h° comprendidos entre 84° - 90° frente a 82° - 88° de los aceites españoles) y son, en general, menos saturados (C^* comprendidos entre 60-105 frente a 90-112 de los aceites españoles). Las coordenadas de los centros de gravedad para cada grupo son de $C^*=105,3$,

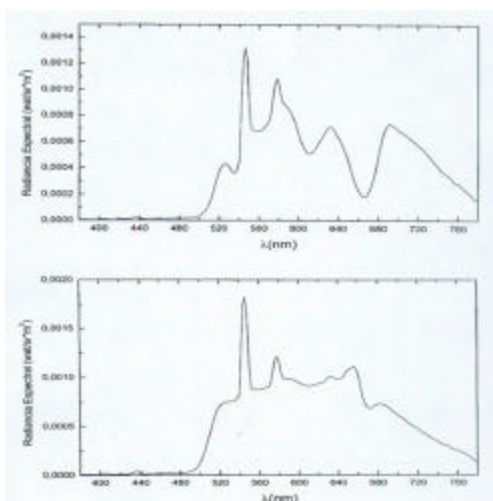


Figura 1

Radiancia espectral de las muestras de aceite marroquí M65 (parte superior) y de aceite español E74 (parte inferior).

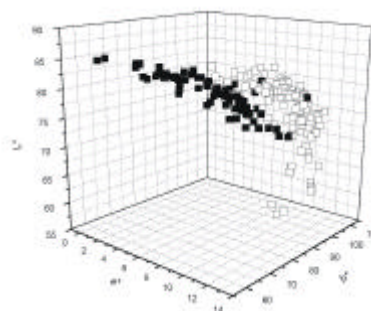


Figura 2

Coordenadas de color en el espacio CIELAB (L^* , a^* , b^*) de los aceites analizados. (□), Aceites españoles; (■), Aceites marroquíes.

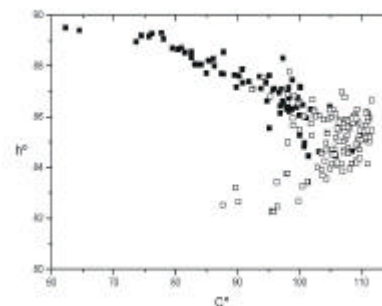


Figura 3

Croma (C^*) versus ángulo de tono (h°) de los aceites analizados. (□), Aceites españoles; (■), Aceites marroquíes.

$h^\circ=85,1^\circ$ y $L^*=75,2$, en los aceites españoles y $C^*=91,7$, $h^\circ=87,3^\circ$ y $L^*=77,5$, en los correspondientes marroquíes. Se encuentra que los aceites difieren esencialmente en croma.

En cuanto a la acidez, la figura 4 muestra la distribución de las muestras de aceites según su grado de acidez. La mayoría de los aceites españoles presentan valores de acidez entre 0° - $0,5^\circ$ y son siempre inferiores a 2° ; sin embargo, los aceites marroquíes presentan una acidez muy superior a los españoles con valores iguales o superiores a 2° .

Esta elevada diferencia, puede ser debida entre otros factores, a una característica propia de la variedad de la oliva (Alba et al., 1997) que en el caso del aceite marroquí es únicamente picholine marroquíne. También, al tipo de recolección y almacenamiento de la aceituna, mucho más rudimentario en Marruecos, o al estado de maduración y/o alteración de los frutos, ya que es bien conocido (García et al., 1996 b) el ligero aumento de la acidez del aceite conforme avanza la maduración del fruto. No obstante,

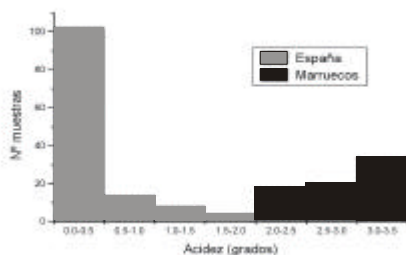


Figura 4
Distribución de las muestras de aceites según el grado de acidez.

te, creemos que además de todos estos factores, la variación tan elevada puede ser debida fundamentalmente a la diferencia en los métodos de extracción del aceite, que en Marruecos, como hemos señalado en la Parte Experimental, es por presión frente al centrifugado en dos y tres fases de los aceites españoles.

Por otro lado, como era de esperar (Moyano Pérez, 2002), entre el grado de acidez y las coordenadas de cromaticidad según CIELAB, C^* , h° , L^* , se encontraron bajas correlaciones, inferiores a 0,35, tanto en los aceites españoles como en los marroquíes.

3.1. Análisis de Clasificación

Con el fin de estudiar si es posible caracterizar el aceite de ambas zonas geográficas a partir de los parámetros de color o el grado de acidez, aplicamos un análisis cluster a nuestros resultados. Para este análisis, se han considerado como parámetros de agrupamiento: i) el grado de acidez, ii) las coordenadas de cromaticidad, L^* , C^* , h° , individualmente, iii) las coordenadas anteriores de forma conjunta, iv) el grupo anterior (L^* , C^* , h°) más el grado de acidez. Este último conjunto de parámetros de agrupamiento, es posible considerarlo debido a la baja correlación existente entre el grado de acidez y los atributos cromáticos.

La tabla I muestra para cada conjunto de parámetros de agrupamiento, los centros de los clusters (G1 y G2) o conglomerados obtenidos en el análisis. En las dos últimas columnas aparece el número calculado de casos (en %) que de cada zona de producción correspondían a uno u otro cluster (G1 o G2). Para la discusión de los datos, también se incluye una columna que indica la zona de producción del aceite.

La mejor clasificación se obtiene empleando como parámetro de agrupamiento, únicamente, el grado de acidez, con un 100% de aceites marroquíes asignados en el grupo G2 y un 93% de los españoles en G1, es decir, sólo 7% de los aceites españoles se clasificarían en G2. Este buen resultado era de esperar, si consideramos la gran diferencia que presenta el grado de acidez de ambas zonas.

Tabla I
Resultados del Análisis Cluster de los aceites analizados empleando diferentes parámetros de agrupamiento

Parámetros de agrupamiento	Centros de Grupos	Número de casos por grupo (%)				
		G1	G2	Zona de producción	G1	G2
Acidez	Acidez	0,31	2,87	España	93	7
				Marruecos	0	100
(L^*)	(L^*)	70,6	78,2	España	32	68
				Marruecos	22	78
C^*	C^*	104,2	84,1	España	83	17
				Marruecos	13	87
h°	h°	84,9	87,3	España	97	3
				Marruecos	53	47
L^* , C^* , h°	L^*	75,1	80,7	España	98	2
	C^*	104,0	83,5	Marruecos	56	44
	h°	85,4	88,1			
L^* , C^* , h° , Acidez.	L^*	80,7	75,3	España	2	98
	C^*	83,1	104,1	Marruecos	68	32
	h°	88,3	85,4			
	Acidez	2,90	0,95			

Si empleamos los parámetros de color como parámetros de agrupamiento, el tono (h°) es la coordenada cromática para la que se obtiene la mejor clasificación, 83 % de aceites españoles en G1 y 87 % de marroquíes en G2, empeorando considerablemente para L^* y C^* . Si consideramos conjuntamente L^* , C^* , h° , como parámetros de agrupamiento, los resultados empeoran con respecto a los obtenidos empleando únicamente h° . Al primer grupo, G1, se asignan la casi totalidad de los aceites españoles, 98%, pero también se asignan a este cluster más del 50% de los aceites marroquíes. Este resultado mejora ligeramente cuando incluimos en este grupo el grado de acidez (última fila); ahora sólo un 32 % de aceites marroquíes se clasifican en G2.

A la vista de estos resultados, podemos concluir la idoneidad, principalmente, de grado de acidez y también del ángulo de tono, como parámetros que permiten caracterizar los aceites de las zonas de producción analizadas.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo ha sido realizado gracias al Proyecto 17PRO/00 financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI).

BIBLIOGRAFÍA

- AENOR (1997). Índice de Color ABT, Norma UNE 55021, Asociación Española de Normalización y Certificación, Madrid.
- Alba, J., Izquierdo, J.R. y Gutiérrez, F. (1997). Aceite de oliva virgen. Análisis sensorial. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid.
- CIE Publication No. 15.2, (1986). Colorimetry (Technical Report), CIE Central Bureau, Vienna.

- Civantos, L. (2001). La Olivicultura en el Mundo y en España; El cultivo del olivo 4ª ed., Mundi-Prensa, Consejería de Agricultura y Pesca (Junta de Andalucía), Madrid.
- Commission of the Codex Alimentarius (1993). Norme revise pour les huiles d'olive. CL 1993/15-FO.
- García, J.M., Gutiérrez, F., Castellano, J.M., Perdiguero, S. y Albi, M. A. (1996a). Influence of store temperature on fruit ripening and olive oil quality. *J. Agric. Food Chem.*, **44**, 264-267.
- García, J.M., Sellar, S. y Pérez, M.C. (1996b). Influence of fruit ripening on olive oil quality. *J. Agric. Food Chem.*, **44**, 3516-3520.
- Gutiérrez, R. y Gutiérrez, F. (1986). Método rápido para definir el color de los aceites de oliva vírgenes. *Grasas Aceites*, **37**, 282-284.
- Melgosa, M., Pérez, M.M., Hita, E., Moyano, M.J., Alba, J. y Heredia, F.J. (2000). Precision and accuracy in the color specification of virgin olive oils from the bromthymol blue method., *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **77**, 1093-1099.
- Moyano Pérez, M.J. (2002). Estudio del color de aceites de oliva vírgenes de Andalucía. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- Moyano, M.J., Melgosa, M., Alba, J., Hita, E. y Heredia, F.J. (1999). Reliability of the bromthymol method for color in virgin olive oils. *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **76**, 687-692.
- Pagliarini, E., Stramba, P. y Semeria, L. (1994). Study of the subjective affective meaning and motivational aspects towards extra virgin olive oil. *Grasas Aceites*, **45**, 65-67.
- Pérez López, C. (2001). Técnicas Estadísticas con SPSS. Prentice Hall. Madrid
- The Commission of the European Communities, Regulation No. 2568/91, (1991). On the characteristics of olive oil and olive-residue oil and the relevant methods of analysis: Official Journal of the European Communities. No. L248.

Recibido: Julio 2002
Aceptado: Febrero 2003