

## Elaboración del aceite de oliva virgen mediante sistema continuo en dos fases. Influencia de diferentes variables del proceso en algunos parámetros relacionados con la calidad del aceite.

Por A. Jiménez Márquez, M. Hermoso Fernández y M. Uceda Ojeda

Estación Experimental de Olivicultura y Elaiotécnica «Venta del Llano».  
Ctra. Bailén-Motril, Km. 18,4. Mengíbar (Jaén)

### RESUMEN

**Elaboración del aceite de oliva virgen mediante sistema continuo en dos fases. Influencia de diferentes variables del proceso en algunos parámetros relacionados con la calidad del aceite.**

Con la implantación, en el sector de la elaboración del aceite de oliva virgen, de nuevos avances tecnológicos, se hace necesario el conocimiento de cómo puede afectar a determinados parámetros del aceite obtenido las diferentes formas de conducir el proceso.

Se estudia la respuesta de los polifenoles totales, amargor y estabilidad frente a la oxidación, respecto a las variaciones de temperatura, tiempo de batido, ritmo de producción y lavado del aceite en centrifugas verticales, en un sistema de dos fases en el que no se emplea agua de dilución de masa en la inyección de ésta al decanter.

Se observa que batiendo la masa a temperaturas bajas, prolongando el batido, y en consecuencia a ritmos lentos, y cuanto mayor es la temperatura y cantidad de agua en el lavado, el aceite obtenido es de menor estabilidad, de contenido más bajo en polifenoles y menos amargo.

**PALABRAS-CLAVE:** *Aceite de oliva virgen (extracción) — Parámetro de calidad — Sistema continuo en dos fases — Variables del proceso (influencia de).*

### SUMMARY

**Extraction of virgin olive oil by two-phase continuous system. Influence of different variables of the process on certain parameters related to oil quality.**

The introduction of new technology for industrial extraction of olive oil requires a knowledge of how this could affect certain oil parameters in regulation of the extraction process.

The oil's total polyphenols content,  $K_{225}$  and autoxidation stability were related with variations in temperature, kneading time, paste injection flow rate and oil washing in vertical centrifuges in a two-phase decanter without addition of water to the olive paste.

Kneading the olive paste at low temperature, extended kneading at low paste injection rates, oil washing with hot water and high water:oil ratio, yielded oil of low stability, low polyphenols content and low bitterness.

**KEY-WORDS:** *Process variables (influence of) — Quality parameter — Two -phase continuous system — Virgin olive oil (extraction).*

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el proceso de elaboración del aceite de oliva virgen, se realiza mayoritariamente mediante sistemas denominados «continuos», en los que la separación de fases se efectúa por aplicación de la fuerza centrífuga a la masa inyectada al interior del sedimentador, produ-

ciéndose, de forma continua, la salida de los líquidos y sólidos separados.

Según el número de elementos separados que salen del bol, el sistema continuo se dice que es de «tres fases» o de «dos fases», éste último de reciente incorporación a la industria oleícola y que ha supuesto una importante innovación tecnológica en este sector por la disminución drástica en la producción de alpechín.

En el sistema de tres fases, se produce la separación del aceite, del alpechín y del orujo; mientras que en el sistema de dos fases se obtiene aceite y un orujo muy húmedo, de acuerdo con los diagramas presentados en la figura 1 (10). El sistema de dos fases se caracteriza, además, por no emplear cantidades importantes de agua en la inyección de masa al decanter, lo que origina un aumento en la cantidad de polifenoles, en comparación con el sistema de tres fases (14).

Los polifenoles constituyen un amplio conjunto de componentes de carácter fenólico presentes, de forma natural, en el aceite de oliva virgen, y que poseen una doble acción en el seno de éste, por un lado como antioxidantes naturales favoreciendo la estabilidad del producto (1)(2)(9)(11), y por otro lado, mantienen una estrecha relación con aspectos sensoriales, como es el amargor, atributo que es medido analíticamente mediante el  $K_{225}$ .

La estabilidad marca la vida útil de un aceite, es decir, la resistencia que ofrece a procesos de autooxidación y enranciamiento durante su almacenamiento, así como su resistencia en los tratamientos térmicos culinarios; es un parámetro que está altamente ligado a la composición acídica, en especial con la relación monoin-saturados/poliinsaturados (1), pero que puede verse influenciado por la presencia/ausencia de antioxidantes y prooxidantes.

Cualquiera que sea el sistema de elaboración del aceite, el ritmo de molturación, el tiempo de batido y las temperaturas que se alcanzan durante todo el proceso, constituyen variables de regulación de gran importancia en su control, no sólo desde el punto de vista del rendimiento industrial, sino también en lo que se refiere a las características del aceite obtenido (3)(4)(5)(12)(13).

Durante la campaña 93/94, se han realizado en la almazara experimental de la Estación de Olivicultura y Elaiotécnica «Venta del Llano», una serie de ensayos ten-

dentes a conocer cómo puede influir el sistema de elaboración en dos fases, y en concreto distintas condiciones de

trabajo, sobre el contenido en componentes fenólicos, en el amargor y en la estabilidad del aceite obtenido.

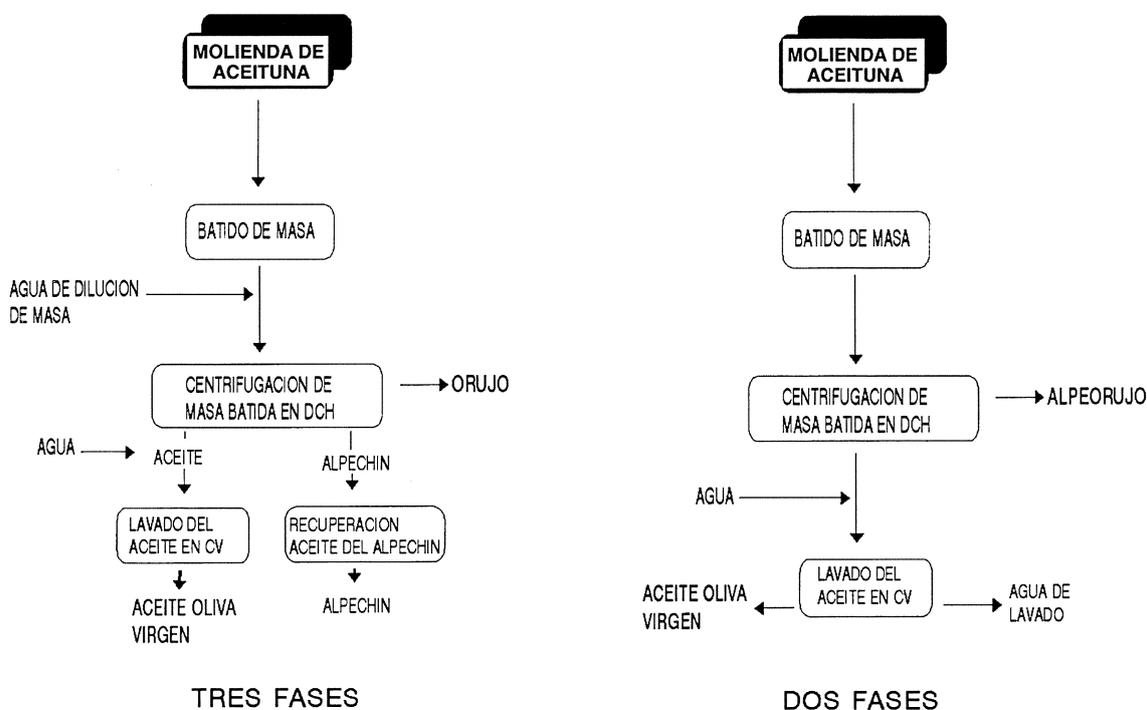


Figura 1

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Material.

Para los distintos ensayos efectuados, la aceituna molidura fue de la variedad Picual, procedente de la explotación que posee la Estación de Olivicultura y Elaiotécnica «Venta del Llano», situada en el término municipal de Mengíbar (Jaén).

La extracción del aceite se ha efectuado utilizando la instalación del sistema continuo Peralisis SC-30, existente en la almazara experimental de la Estación, adaptada para la elaboración en dos fases y con una capacidad teórica de 30 t/día.

### 2.2. Metodología analítica.

Las muestras de aceite se han tomado por triplicado, respondiendo a un diseño de bloques aleatorizados, y almacenadas en frigorífico a 4°C hasta el momento de su análisis. Las determinaciones analíticas efectuadas, sobre las muestras libres de impurezas, han sido:

- Contenido total en polifenoles, mediante extracción de éstos con metanol acuoso al 60% y medida fotométrica a 725 nm del color desarrollado en medio básico con el reactivo de Folling-Denis; expresando los resultados en ppm de ácido caféico(6).
- Medida de absorbancia en el ultravioleta a 225 nm,  $K_{225}$ , del extracto hidroalcohólico obtenido mediante

SPE en columna C18, previo acondicionamiento con metanol y elución de los componentes retenidos con metanol acuoso al 50% (3).

- Medida de la estabilidad frente a la autoxidación, empleando el sistema Rancimat a 100°C. Resultados expresados en horas (7)(8).

### 2.3. Metodología específica.

#### 2.3.1. Tiempo de batido.

Este ensayo se realizó en dos épocas de maduración diferentes: 20 de Diciembre 1993 y 7 de Febrero de 1994; y los tratamientos analizados fueron de: 50 minutos, 75 minutos y 105 minutos. La temperatura durante el ensayo fue de 30°C.

#### 2.3.2. Temperatura de batido.

El ensayo se efectuó en dos épocas: 10 de Febrero y 24 de Febrero de 1994; siendo los tratamientos de 30 y 40°C de temperatura de la masa al final del proceso del batido (último cuerpo de batidora).

#### 2.3.3. Caudal másico de trabajo.

Para el estudio del efecto del ritmo de inyección de masa al decanter, se realizaron tres ensayos. En dos de ellos (15 de Diciembre 1993 y 20 de Enero 1994) se comparan los ritmos del 65% y 80% de la capacidad teórica del decanter. En el tercero, efectuado el 24 de Enero de 1994, se comparan los ritmos del 70% y 85%.

### 2.3.4. Lavado del aceite en la centrifuga vertical.

Se realizan dos ensayos con distintas relaciones agua aceite, para conocer el efecto de la cantidad de agua de lavado; y en cada uno de los ensayos se trata el aceite con agua a tres temperaturas distintas: 30, 40 y 50°C, para estudiar este factor.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 3.1. Batido.

El objetivo principal del batido de la masa de aceituna, es la de agrupar las pequeñas gotas de aceite, contenidas en el interior de las células disgregadas por efecto de la molienda, en una fase oleosa continua. Durante este proceso hay dos parámetros de control y regulación importantes que son: el tiempo de duración del batido, que es el que va a permitir que se produzca más o menos contacto entre las múltiples gotas de aceite; y la temperatura del batido, la cual contribuye a disminuir la viscosidad de los líqui-

dos y por tanto a facilitar el movimiento de partícula en su seno y de la separación centrifuga por consiguiente (5)(12).

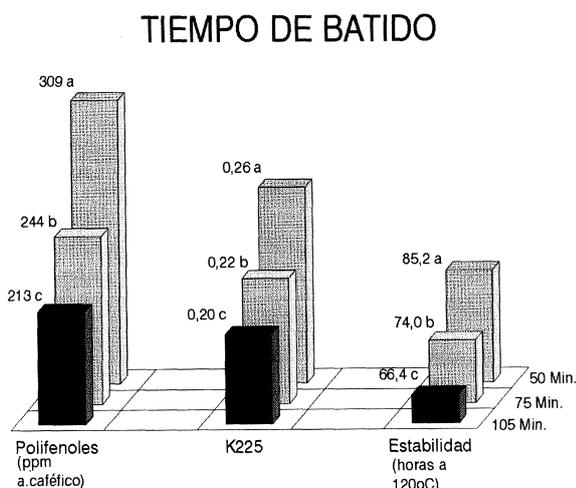
a) *Tiempo de batido.* Como puede observarse en el cuadro n°1, el contenido en polifenoles totales de los aceites obtenidos, muestra una variación estadísticamente significativa (letras diferentes) con el tiempo de batido, dicho contenido se hace máximo cuando el tiempo de batido es de 50 minutos, mientras que el mínimo se obtiene con tiempos de batido prolongados.

El  $K_{225}$ , o amargor, también muestra diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, disminuyendo conforme se prolonga el batido.

En cuanto a la resistencia al enranciamiento, ésta evoluciona de forma paralela a como lo hacen los polifenoles y el  $K_{225}$ , es decir, se obtienen aceites menos estables cuando el tiempo que permanece la masa en batidora es mayor.

En el gráfico que acompaña al cuadro n°1, puede apreciarse con más detalle cómo los tres parámetros varían de forma paralela, como corresponde a la estrecha relación que existe entre ellos. Esta disminución, paralela, de los tres parámetros con el aumento del tiempo de batido, puede justificarse por el hecho de que a mayor tiempo de batido, las fases líquidas: aceite y agua de vegetación, están más tiempo en contacto entre sí a través de la interfase de separación, con lo que la difusión de los componentes polares que constituyen los polifenoles y los responsables del  $K_{225}$  hacia la fase acuosa se favorece, originando una disminución de la estabilidad del aceite de oliva por la pérdida de estos antioxidantes naturales.

b) *Temperatura de batido.* En el cuadro n°2 quedan reflejados los valores de los parámetros analizados, observándose como polifenoles,  $K_{225}$  y estabilidad aumentan de forma significativa, y en ambos ensayos, al elevarse la temperatura de la masa. A las temperaturas ensayadas, un incremento de ésta produce una disminución de la viscosidad de la masa, en general, y del aceite en particular, con lo que se favorece, por un lado, el paso de componentes fenólicos desde la materia sólida a las fases líquidas, y, por otro lado, la cte de difusión entre estas fases líquidas. En el gráfico que acompaña al cuadro, puede visualizarse de forma más clara la evolución de estos parámetros.



Parámetros	50 minutos	75 minutos	105 minutos
Polifenoles (ppm a. caféico)	309 a*	244 b	213 c
k225	0,26 a	0,22 b	0,20 c
Estabilidad (h a 100°C)	85,2 a	74,0 b	66,4 c

\* Letras iguales significan que no hay diferencias significativas al 95%

Cuadro 1

### 3.2. Ritmo de inyección de masa al decanter.

La cantidad de masa que, por unidad de tiempo, se introduce en un DCH (decanter centrifugo horizontal), en relación con la capacidad teórica, constituye un parámetro de control y regulación, estrechamente relacionado con la eficacia del DCH, de gran importancia para conseguir una buena separación centrifuga, y por tanto buenos rendimientos de elaboración.

Manteniendo constante las características geométricas del DCH, las variaciones del caudal inyectado afectan al tiempo de residencia de la masa en el interior del decanter, de forma que un incremento de ritmo conduce a un paso más rápido por el separador centrifugo. Como puede observarse en el cuadro n°3, las diferencias encontradas en los tratamientos son estadísticamente significativas; un aumento del ritmo de inyección produjo un incremento en

el contenido en polifenoles, dió lugar a aceites más amargos, y en consecuencia se produjo un aumento de la estabilidad frente a la oxidación. En las condiciones del ensayo, este comportamiento puede justificarse por el hecho de que un aumento del caudal de masa origina una reducción del tiempo de batido de ésta en la termobatidora, produciéndose el efecto comentado en el ensayo del tiempo de batido.

**3.3. Lavado del aceite en la centrifuga vertical.**

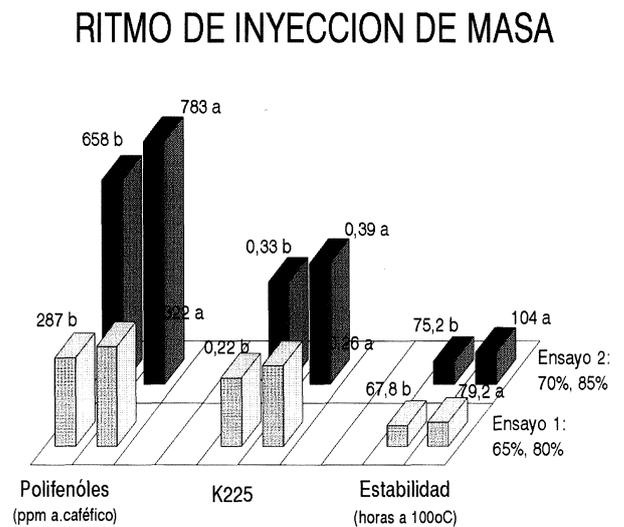
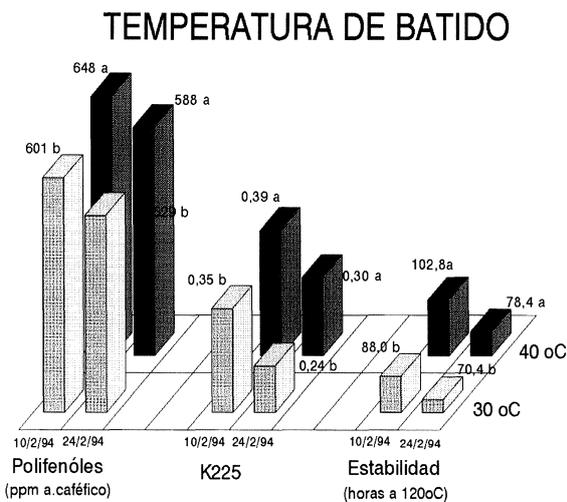
El aceite separado en el DCH, no sale completamente limpio, sino que lleva en suspensión partículas de masa, y agua que no han podido separarse. Su eliminación es necesaria para evitar que durante el almacenamiento se produzcan alteraciones del aceite: incremento de la acidez, oxidación del aceite, etc.; dicha eliminación se efectúa en centrífugas verticales de platos en las que la fuerza separadora aplicada es mayor que en los DCH y diluyendo el aceite con agua para poder efectuar la separación. La cantidad y temperatura del agua empleada influye de

manera notable en los valores de los parámetros analíticos estudiados, como puede apreciarse en el cuadro nº4. Se observa una disminución importante en los tres parámetros, en comparación con el aceite testigo, obtenido a la salida del DCH e inmediatamente antes de la entrada a la centrifuga vertical. Cuanto más alta es la relación agua:aceite, se produce un lavado del aceite más intenso, obteniéndose, en consecuencia, aceites menos amargos y menos estables.

Respecto a la temperatura del agua, se aprecian diferencias significativas cuando éstas se hacen muy extremas, produciéndose los valores más bajos a la temperatura menos elevada.

**4. CONCLUSIONES**

En las condiciones en que se han efectuado los ensayos y para las variables analizadas, los parámetros de control del proceso: Temperatura, Tiempo de batido, Ritmo de molturación y Lavado del aceite en centrifuga vertical, se constituyen en factores determinantes de la calidad del



Parámetros	Ensayo 10/2/94		Ensayo 24/2/94	
	30 oC	40oC	30 oC	40oC
Polifenoles (ppm a.Caféico)	601 b	648 a *	529 b	588 a
K225	0,35 b	0,39 a	0,24 b	0,30 a
Estabilidad (h 100oC)	88,0 b	102,8 a	70,4 b	78,4 a

\* Letras iguales significan que no hay diferencias significativas al 95%

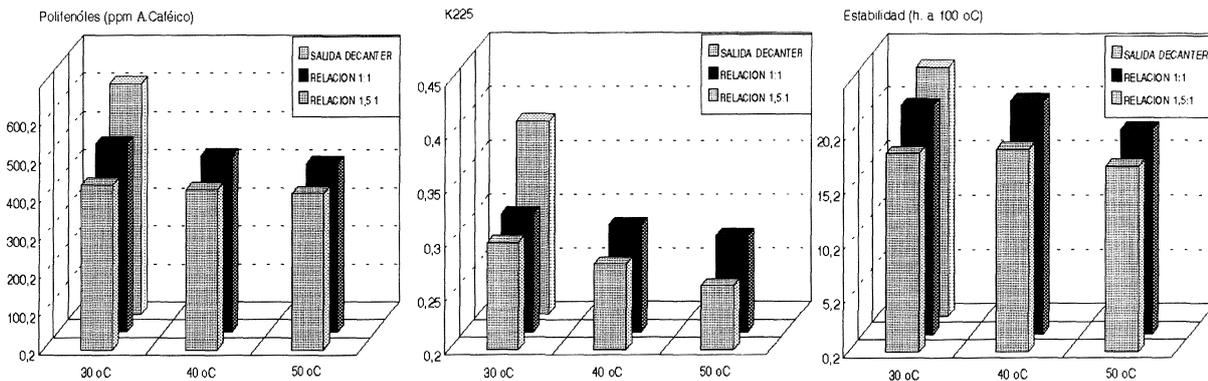
Cuadro 2

Parámetros	Ensayo 1		Ensayo 2	
	65 %	80%	70%	85%
Polifenoles (ppm a.caféico)	287 b	322 a *	658 b	783 a
K225	0,22 b	0,26 a	0,33 b	0,39 a
Estabilidad (h a 100oC)	67,8 b	79,2 a	75,2 b	104 a

\* Letras iguales significan que no hay diferencias significativas al 95%

Cuadro 3

# Lavado del aceite en centrifuga vertical



A la salida de la Centrifuga

Parametros	A la Salida del decanter	Agua/Aceite 1:1			Agua/Aceite 1,5:1		
		30oC	40oC	50oC	30oC	40oC	50oC
Polifenoles (ppm a.Caféico)	605	495a *	463ab	443b	434a	422ab	411 ac
K225	0,38	0,31a	0,30ab	0,29b	0.30a	0.28ab	0.26b
Estabilidad (100oC)	23.10	21,25b	21,70a	19,05c	18.5b	18.85a	17.30c

\* Letras iguales indican que no existe diferencias significativas al 95%.

Cuadro 4

aceite producido, siempre y cuando se parta de aceitunas en buen estado sanitario y en un correcto estado de madurez.

### BIBLIOGRAFIA

- Uceda Ojeda, M; Hermoso Fernández, M; Fría Ruíz, L.(1989).- "Cultivar influence on oil quality-related parameters".- Olea **20**,145.
- Gutiérrez González-Quijano, R; Janer del Valle, C; Janer del Valle, M.L.; Gutiérrez Rosales, F. (1977).- "Relación entre Polifenoles y Calidad y Estabilidad del aceite de oliva virgen".- Grasas y Aceites **28** 101-106.
- Gutiérrez González-Quijano, R. (1987).- III Simposium del aceite de oliva, Jaén.
- Humanes Guillén, J; Uceda Ojeda, M; Hermoso Fernández, M. (1987).- III Simposium del aceite de oliva, Jaén.
- Solinas, M; Guiovacchino, L; Mascola, A. (1978).- "I polifenoli delle olive a dell'olio d'oliva. Nota III: Influenza della temperatura e della durata de la gramolatura sul contenuto in polifenoli degli oli".- Riv. Ital. Sost. Grasse **LV**, 19-23.
- Vázquez Roncero, A; Janer del Valle, C; Janer del Valle, M.L. (1973).- "Determinación de Polifenoles totales del aceite de oliva".- Grasas y Aceites **24**, 350-357.
- Gutiérrez Rosales, F. (1989).- "Determinación de la estabilidad oxidativa de aceites de oliva virgen. Comparación entre el método A.O.M. y el método Rancimat".- Grasas y Aceites **40**, 1-5.
- Markus W. Läubli; Peter A. Brittol. (1986).- "Determination of the oxidative stability of fats and oils: Comparison between the active Oxygen Method (AOCS cd 12-57) and the Rancimat method".- J.A.O.C.S. **63**, 792-795.
- Giovacchino, L; Solinas, M; Miccoli, M. (1994).- "Effect of extraction system on the quality of virgin olive oil".- J.A.O.C.S. **71**, 1189-1194.
- Uceda Ojeda, M; Hermoso Fernández, M; González Delgado, J. (1995).- "Evolución de la tecnología de extracción del aceite de oliva".- Alimentación, Equipos y Tecnología. Abril, 75-80.
- Vázquez Roncero, A; Janer del Valle, C; Janer del Valle, M.L. (1975).- "Polifenoles naturales y estabilidad del aceite de oliva".- Grasas y Aceites **26**, 14-18.
- Hermoso Fernández, M; Uceda Ojeda, M; Llaverro del Pozo, M.P.; Jiménez Márquez, A; Ruano Ayuso, M.T. (1991).- "Influencia del tiempo y la temperatura en el batido de la pasta de aceituna".- Olea **21**, 59.
- Hermoso Fernández, M; Uceda Ojeda, M; González Delgado, J. (1994).- "Influence of the paste flow rate injected to an olive decanter working under the two-and three-way system".- Acta Horticulturae **356**, 337-340.
- Hermoso Fernández, M; Uceda Ojeda, M; González Delgado, J. (1994).- "Influence of water addition on the performance of the two-way olive paste decanters".- Acta Horticulturae **356**, 341-346.

Recibido: Julio 1995  
Aceptado: Julio 1995