

# SEPARACIÓN de ACEITUNAS SOBREMADURAS y ALAMBRADAS en LÍNEA MEDIANTE REBOTE

P. BARREIRO, A. MOYA, M. RUIZ-ALTISENT, A. C. AGULHEIRO<sup>1</sup>, F. J. GARCÍA-RAMOS<sup>1</sup>, I. HOMER<sup>1</sup>, MOREDA  
Laboratorio de Propiedades Físicas. Dpto. Ingeniería Rural. E.T.S.I. Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid  
(1) Dpto. de Fitotecnia. Universidad de Evora. Polo de Mitra.

## Resumen

La fermentación tradicional de aceitunas de mesa da lugar a la aparición de distintos tipos de defectos: alambrado, compactado y sobremaduración. En este estudio se han ensayado varios lotes que incluyen aceitunas sanas y defectuosas, caracterizándolas objetivamente por color, dureza y densidad. Se ha diseñado asimismo un dispositivo en línea consistente en un cilindro rotativo recubierto con un material amortiguador. Este elemento permite separar correctamente el 95% de las aceitunas blandas (alambradas y sobremaduras) respecto a las sanas. Las aceitunas compactas pueden separarse mediante densidad. En este artículo se presentan los resultados de un trabajo que será expuesto en el II Congreso Nacional de AgroIngeniería 2003 (Córdoba).

**Palabras Clave:** Aceitunas, Calidad interna, Color densidad, Dureza, Durofel.

## Abstract

**Separation of over-ripe and fish-eyed olives in-line by rebound.** Traditional table olive fermentation processing produces variable proportions of defect olives. Defects include fish-eyed ('alambradas'), compact ('compactas') and over-ripe olives. Several batches of olives gathering all type of normal and abnormal individuals have been characterized according to their hardness, density and color. Olives have also been tested using a specially designed prototype consisting of an on-line rotating drum covered with a commercial rubber material to avoid damage. A percentage of 95% well-classified individuals has been achieved when considering sound with respect to soft and over-ripe olives. All soft olives (over-ripe and fish-eyed) were segregated using the rebound drum. Hard compact olives can be separated by density sorting. This article summarises a study which will be presented at the 2<sup>nd</sup> National Congress on AgroIngeniería 2003 (Córdoba).

**Key words:** Color, Density, Durofel, Internal quality, Hardness, NIR, Robust models.

## Introducción

La producción de aceitunas de mesa en Portugal se atiene al empleo de una fermentación láctica tradicional, mientras que en España la producción de aceituna de mesa a gran escala se realiza mediante una fermentación controlada (REJANO, 1999). El estado de madurez de las aceitunas que se emplean en el procedimiento español tiene que ser controlado y homogeneizado estrictamente. Con este objetivo se ha desarrollado un procedimiento de clasificación empleando visión artificial (BLASCO *et al.*, 1999).

Actualmente, sin embargo, la fermentación del tipo tradicional tiene una gran aceptación entre los consumidores que

demandan alta calidad organoléptica y menor empleo de productos químicos. Este tipo de consumidor asocia la falta de homogeneidad del producto, por ej. variabilidad de color, con un sistema de producción más natural. Por este motivo los productores de aceitunas fermentadas al natural son reacios a reducir esta variabilidad inicial. Sin embargo, la fermentación tradicional favorece la aparición de alteraciones durante su

transcurso que derivan en un reblandecimiento anormal de las olivas (REJANO, 1999), especialmente cuando se parte de un producto heterogéneo.

Este estudio se ha llevado a cabo en el contexto de una acción concertada Hispano-Lusa (AC 75/00) y está enfocado al desarrollo de un sistema en-línea de segregación de aceitunas anormalmente blandas basado en las diferencias de

CUADRO 1

Caracterización de las distintas clases de aceitunas ensayadas en el experimento 1

Clase	Calibre comercial 1	Calibre comercial 2	Calibre comercial 3	Destrío (d)
calibre (nº olivas/kg)	159 (19)	201 (17)	327 (32)	309 (129)
L*	49.3 (4.8)	50.7 (3.9)	50.9 (3.1)	41.9 (5.3)
a*	8 (3.6)	6.1 (2.5)	5.9 (1.8)	9.5 (3.4)
b*	25.3 (7.1)	27.4 (5.4)	28.1 (3.5)	16 (7.0)
unidades durofel 25	56 (14)	68 (11.7)	79 (6.6)	
densidad (g/l)	1054 (0.007)	1057 (0.007)	1064 (0.0095)	

Se presenta la media y desviación típica (entre paréntesis) para cada grupo

las trayectorias de rebote. Procedimiento que ya ha sido aplicado con éxito a la segregación de terrones y patatas (FELLER *et al*; 1985).

## Objetivo

Desarrollo de un procedimiento no supervisado de análisis de datos con el fin de detectar espectros anómalos debidos: a fallos de funcionamiento del equipo espectrofotométrico, a fallos de operación o a particularidades en las respuesta espectral de los especímenes.

## Material y Métodos

Se han analizado aceitunas de la variedad Azeiteiro equivalente a la denominada Cacereña en España. El material fue seleccionado en cuatro categorías: tres categorías comerciales y destrío, por personal experto de la empresa Agro Delta.

En una primera etapa (Evora) se realizó un ensayo de caracterización de 400 aceitunas (100 por clase) atendiendo al calibre, el color, la

### ECUACIÓN 1

$$i = \frac{4R_{635} + R_{590} - 2R_{560}}{3} \text{ [Ec. 1] índice de calidad de color en aceitunas}$$

dureza y la densidad. En este estudio, el **calibre** se expresa como número de aceitunas por kg; el **color** se determina mediante un colorímetro Minolta, expresándolo en término de coordenadas CIE L\*a\*b\* (dos repeticiones por aceituna); la **dureza** se evalúa con un instrumento tipo Durofel-25 y se expresa en unidades durofel (0-100; tres repeticiones por oliva); y la **densidad**

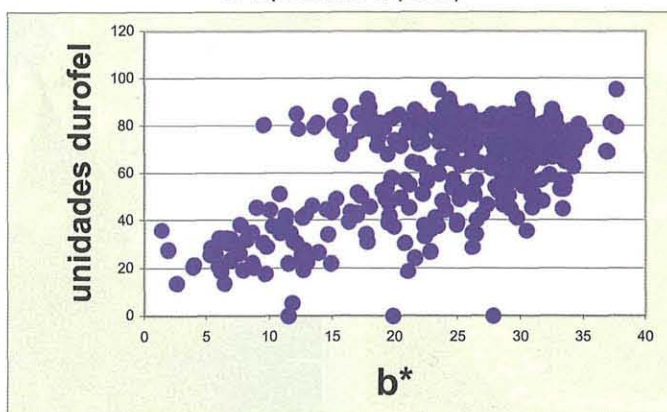
se acota por inmersión de las aceitunas en disoluciones de concentraciones crecientes de sal (0-3M de cloruro sódico).

Posteriormente a la caracterización objetiva de los tipos de aceitunas, se desarrolló un prototipo montado sobre una línea de clasificación del LPF, que consiste en un cilindro accionado (régimen de giro de 6.81 rad/s) recubierto con un material amortiguador. En este segundo experimento se ensayaron 360 aceitunas midiendo sus trayectorias de

rebote (dos repeticiones por aceituna). Las olivas ensayadas pertenecían a seis categorías distintas identificadas como: tres calibres comerciales y tres clases de destrío identificadas en el experimento llevado a cabo en la Universidad de Evora como: sobremaduras, alambradas y compactas. Junto con el análisis de la trayectoria de rebote, se efectuó una evaluación del calibre, del espectro visible, del color y de la dureza de forma análoga a la expresada para el experimento previo. A partir

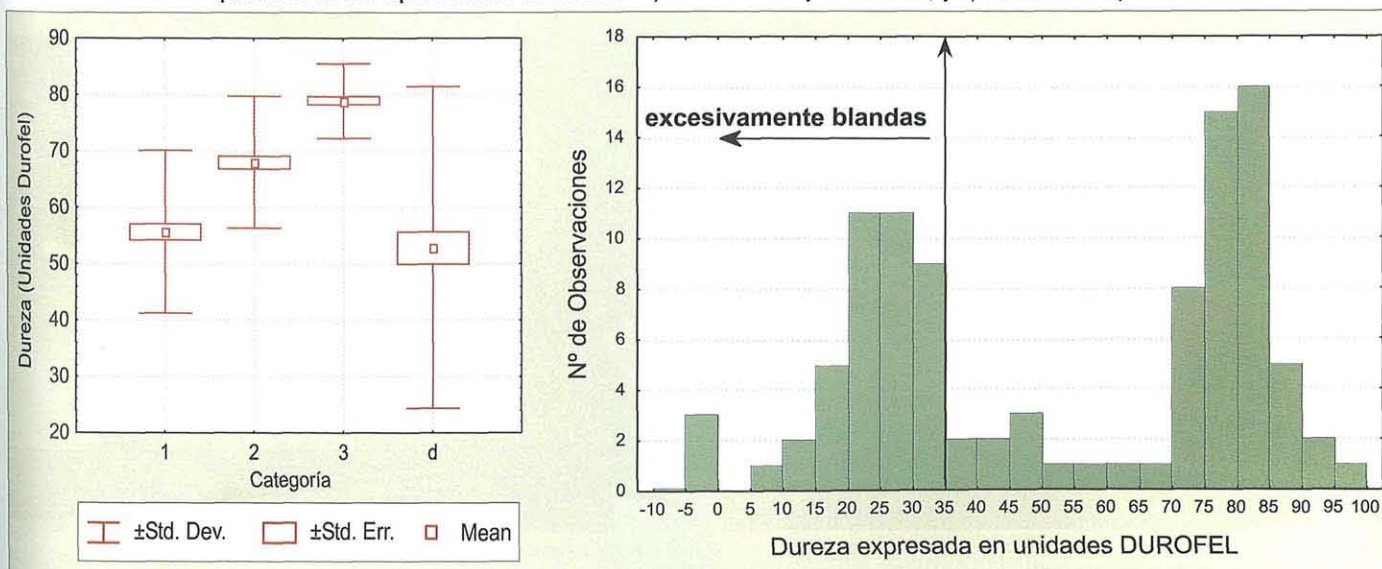
### GRÁFICO 2

Representación de los valores medios por aceituna correspondientes a las variables dureza (unidades Durofel 25) y de color (b\*) obtenidos en el Experimento 1. (Evora)



### GRÁFICO 1

Caracterización de las aceitunas por su dureza, expresada en unidades Durofel (0-100). La enorme variabilidad en la clase de destrío es debida a la presencia de dos tipos distintos de defectos: 1) sobremaduras y alambradas, y 2) aceitunas compactas





1.- Vista de los depósitos aéreos de salmuera, de los fermentadores (enterrados) y bidones plásticos para la recogida de muestras. Empresa AGRODELTA (Portugal).



2.- Dispositivo utilizado para obtener una muestra del perfil vertical de un fermentador.



3.- Extracción del contenido del fermentador mediante bombeo.



4.- Tolva de descarga de las olivas desde el fermentador a través de un conducto de bombeo.



5.- Mesa de tria manual para la eliminación de olivas de baja calidad (sobremaduras, alambradas, compactas).



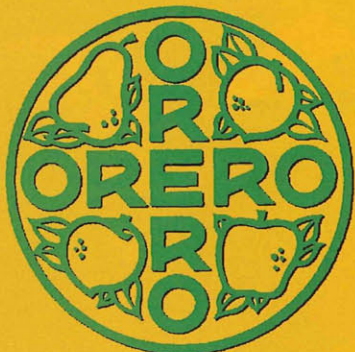
6.- Vista superior de un calibrador de hilos divergentes.

# ÁRBOLES FRUTALES

Producimos material  
certificado en:

**Árboles, Patrones y  
Semillas**

**DISPONEMOS DE LAS  
MEJORES VARIEDADES  
Y NOVEDADES  
DEL MOMENTO**



## VIVEROS ORERO

Vivero con categoría de  
**"Productor-Seleccionador"**

41318 VILLAVERDE DEL RIO (Sevilla)  
Tel. 95.573.67.62 - 95.573.71.66  
Fax 95.573.71.56  
Avda. de Brenes, s/n

12400 SEGORBE (Castellón)  
Tel. 964.71.00.50 (3 líneas)  
Fax 964.71.34.84  
Avda. Navarro Reverter, 1 Apartado 9

INTERNET: [www.viveros-orero.com](http://www.viveros-orero.com)

E-mail: [viveros-orero@viveros-orero.com](mailto:viveros-orero@viveros-orero.com)

GRÁFICO 3A

Densidad de las aceitunas establecida a partir de la flotación en soluciones de salmuera. Concentraciones 1M y 3 M equivalen respectivamente a 1,042 g/l y 1,124 g/l a 25°C. Categorías 1, 2 y 3 corresponden a calibres de 150, 200 y 325 olivas por kilo respectivamente

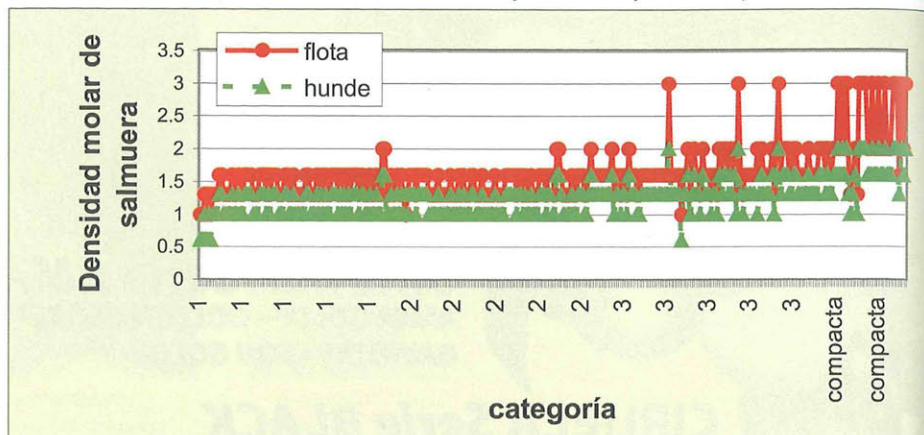
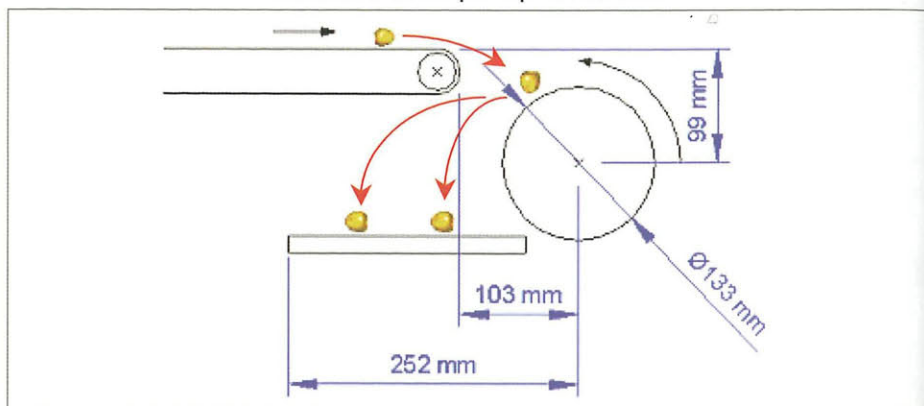


GRÁFICO 3B

Características del prototipo desarrollado

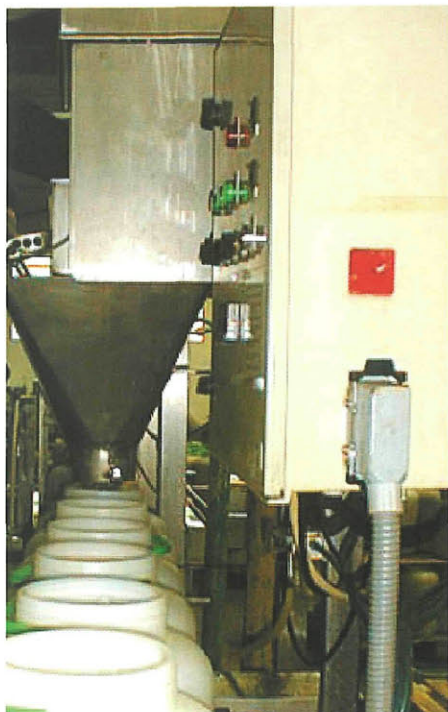


del espectro visible: reflectancia a 635nm, 590nm y 560nm, se determinó el índice de calidad definido por REJANO en 1999 (ver Ecuación 1).

### Resultados y discusión

El Cuadro 1 muestra la caracterización de las aceitunas ensayadas en el experimento 1 (Evora), en el que el objetivo principal fue establecer las medidas de referencia y sus valores umbral. El calibre mayor (Calibre 1) muestra, de acuerdo con los distintos parámetros de calidad (dureza, color y densidad), un estado de madurez medio más avanzado respecto al calibre 3, es decir, menor dureza y densidad, menor contenido en color amarillo ( $b^*$ ) e incremento en la componente roja del color ( $a^*$ ).

El Gráfico 1 muestra el valor medio y la desviación típica de la dureza para las tres categorías comerciales (1 a 3) y la de destrío (d), expresada en unidades de Durofel-25. En este gráfico se observa una enorme variabilidad en la dureza dentro de la categoría denominada destrío, aparte de un ligero descenso de la dureza de los calibres comerciales de menor a los de mayor tamaño: 280-350 y 140-178 aceitunas/kg respectivamente. El histograma bimodal observado para la dureza en la categoría de desecho apunta la presencia de dos tipos distintos de defectos, que fue posteriormente confirmado por el productor. De acuerdo con el histograma de dureza de la categoría de destrío se estableció un umbral de rechazo de 35 unidades Durofel-25 que también fue corroborado por el productor.



7.- Envasadora.

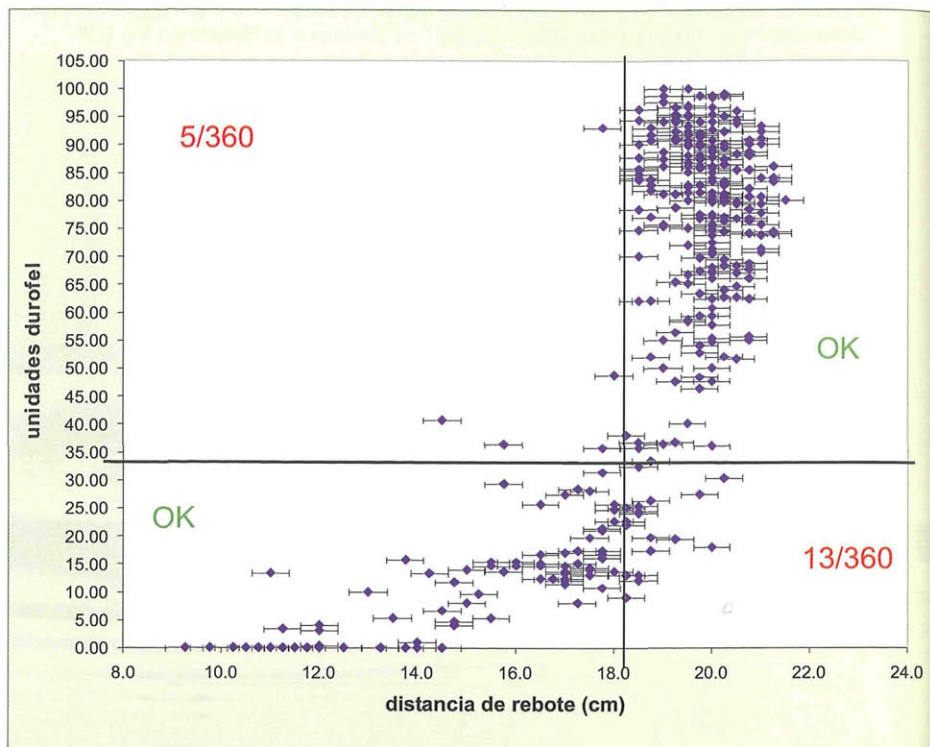
El Gráfico 2 muestra los valores promedio por aceituna en dureza (unidades Durofel-25) y en color ( $b^*$ ) obtenidos en el experimento 1. Se observa claramente dos tipos de evolución. En uno de los casos la disminución de la coordenada  $b^*$  está asociada a un reblandecimiento de las aceitunas, mientras que en otros casos se produce el viraje de color sin pérdida de dureza.

El Gráfico 3 compara la densidad de aceitunas de tres calibres comerciales respecto a las aceitunas compactas, resultados obtenidos en el experimento 1. La densidad es determinada a partir de la flotación en salmueras con distinta concentración de sal. Concentraciones 1M y 3 M equivalen respectivamente a 1,042 g/l y 1,124 g/l a 25°C.

El Cuadro 2 muestra la caracterización de las aceitunas ensayadas en el experimento 2 (Madrid). En este

GRÁFICO 4

Segregación de aceitunas mediante diferencias en las trayectorias de rebote



caso las aceitunas de destrío se agruparon en distintas tipologías: sobremaduras, alambradas y compactas. Se observan ligeras, aunque consistentes, diferencias entre los calibres comerciales de ambos experimentos, ligeramente más duras en el experimento 2. El índice de calidad de color permite segregar todos los lotes comerciales de los lotes de destrío (sobremaduras alambradas y compactas).

Los Gráficos 3 y 4 muestran respectivamente un esquema del prototipo y una comparación del método de referencia para la determinación de dureza (Durofel-25) con la distancia alcanzada longitudinalmente durante el rebote. En este Gráfico 4 se observa una enorme capacidad de segregación (95% de aceitunas bien clasificadas) fijando el umbral de rebote

**10% descuento a suscriptores**

**BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA**

**BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA**

**AG AGRICULTURA**

**Suelos, abonos y materia orgánica**

**Los frutales**

**Defensa de las plantas cultivadas**

**Técnicas agrícolas en cultivos extensivos**

**Horicultura**

**Cultivo en invernadero**

**Para pedidos rellene el boletín de suscripción de esta revista, o acceda a nuestra web: [www.agrolatino.com](http://www.agrolatino.com)**

**FORMA DE PAGO:**  
**Contra reembolso**  
**o bien en 2 recibos domiciliados de 50% cada uno.**

**P.V.P. 169 euros**

Más información: [pedidos@agrolatino.com](mailto:pedidos@agrolatino.com)

**CUADRO 2**

**Caracterización de las distintas clases de aceitunas ensayadas en el experimento 2 (Madrid)**

	Calibre comercial 1	Calibre comercial 2	Calibre comercial 3	Sobremaduras	Compactas	Alambradas
calibre (nº olivas/kg)	149 (15)	209 (17)	336 (48)	201 (90)	436 (99)	322 (103)
L*	45.5 (3.4)	47.5 (2.8)	44.6 (3.9)	32.4 (3.2)	36.8 (3.7)	41.2 (5.2)
a*	8.3 (0.8)	8.1 (0.6)	7.6 (0.7)	7.6 (1.5)	6.7 (1.1)	6.2 (1.4)
b*	25.4 (4.6)	27.6 (3.7)	25.1 (3.7)	7.0 (3.2)	15.7 (2.7)	19.7 (5.5)
unidades durofel 25	64 (14)	75 (11)	88 (6)	19 (8)	89 (8)	8 (14)
distancia de rebote (cm)	20.1 (0.7)	20.2 (0.5)	19.7 (0.7)	17.4 (1.2)	19.4 (0.6)	13.2 (2.7)
índice de calidad 'i'	30.2 (3.0)	32.1 (3.1)	28.6 (4.2)	16.5 (4.4)	18.6 (4.6)	21.6 (5.4)

Se presenta la media y desviación típica (entre paréntesis) para cada grupo. En este experimento se introdujeron como nuevas medidas la distancia de rebote (expresada en cm) y el índice de calidad 'i'

entre 18 y 18,5 cm. Las dimensiones del esquema están expresadas en mm.

### Conclusiones

Se ha caracterizado objetivamente la calidad de aceitunas sometidas a fermentación tradicional.

Se ha fijado en 35 unidades Durofel 25 el valor umbral de destrío de las aceitunas excesivamente reblandecidas durante la fermentación láctica tradicional.

Se ha comprobado que no es posible emplear el color como parámetro de segregación dado que hay aceitunas que a pesar de haber comenzado el viraje de color mantienen su dureza.

El índice de calidad de color, basado en la combinación de varias longitudes de onda del espectro visible, permite segregar los valores medios de los tres tipos de destrío (incluido las compactas) respecto a las aceitunas con valor comercial.

Las diferencias en la distancia de rebote pueden ser explotadas para separar individualmente aceitunas reblandecidas: sobremaduras y alambradas, del resto.

Para poder segregar las aceitunas compactas, la densidad parece ser el parámetro más interesante.

### Agradecimientos

A la empresa AGRODELTA por su colaboración en el estudio y al MYCT por la financiación de la acción concertada Hispano-Lusa (AC 75/00).

### Bibliografía

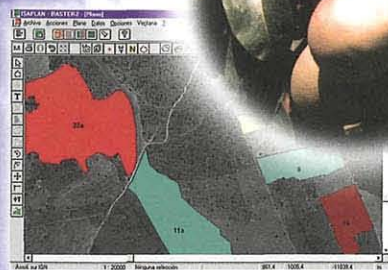
- BLASCO J; ALEXIOS N; MOLTÓ E. (1999). Clasificación de aceitunas mediante visión artificial. Actas de Horticultura Vol. 27 pp: 151- 156. ISBN: 84-00-07800-4.
- FELLER R; MARGOLIN E; ZACHARIN A; PASTERNAK H. (1985). Development of a clod separator for potato packing houses. Transactions of the ASAE Vol.28(4) pp: 1019-1023.
- REJANO L. (1999). La manzanilla fina sevillana. Grasas y Aceites. Vol. 50 (1) pp: 60-66.

## ISAMARGEN : GESTIÓN INFORMATIZADA PARA EXPLOTACIONES AGRARIAS



Formación,  
actualizaciones,  
asistencia

Visítenos en  
Fira de Sant Miquel  
Pabellón 3 Stand 361



- Costes de producción por parcela cultivo, pie
- Gestión de la Producción Integrada : Trazabilidad
- Control del almacén : compras, consumos, stocks
- Recogida directa de datos en campo : AGRI-POCKET
- Enlace : planos, contabilidad, facturación



Lider en informática de gestión agrícola desde hace 18 años

C/Espinosa, 8-410 - 46008 Valencia  
Tfno : 902 170 570 - Fax : 902 170 569