

**UNIVERSIDAD DE GRANADA**



**TITULO DE LA TESIS**

**ACEITE DE OLIVA VIRGEN. CALIDAD NUTRICIONAL Y  
PROPIEDADES SALUDABLES**

**Memoria que presenta para aspirar al grado de Doctora en Farmacia la  
Licenciada AMELIA MARIA DE LA TORRE ROBLES**

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales  
Autora: Amelia de la Torre Robles  
ISBN: 978-84-9125-637-3  
URI: <http://hdl.handle.net/10481/43260>



**D<sup>a</sup>. MARÍA LUISA LORENZO TOVAR, Doctora en Farmacia, Profesora Titular del Departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Granada**

**CERTIFICA:**

Que **D<sup>a</sup>. AMELIA MARIA DE LA TORRE ROBLES**, Licenciada en Farmacia por la Universidad de Granada, ha realizado su memoria de **TESIS DOCTORAL** con el Título: **ACEITE DE OLIVA VIRGEN. CALIDAD NUTRICIONAL Y PROPIEDADES SALUDABLES**, bajo mi tutela y dirección para optar al grado de **DOCTORA EN FARMACIA** por la Universidad de Granada, dando mi conformidad para que sea presentada, leída y defendida ante el Tribunal que le sea asignado para su juicio crítico y calificación.

Granada, .....de .....de 2015

Fdo. Maria Luisa Lorenzo Tovar



**D<sup>a</sup>. FATIMA OLEA SERRANO, Doctora en Farmacia, Profesora Titular del Departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Granada**

**CERTIFICA:**

Que **D<sup>a</sup>. AMELIA MARIA DE LA TORRE ROBLES**, Licenciada en Farmacia por la Universidad de Granada, ha realizado su memoria de **TESIS DOCTORAL** con el Título: **ACEITE DE OLIVA VIRGEN. CALIDAD NUTRICIONAL Y PROPIEDADES SALUDABLES** , bajo mi tutela y dirección para optar al grado de **DOCTORA EN FARMACIA** por la Universidad de Granada, dando mi conformidad para que sea presentada, leída y defendida ante el Tribunal que le sea asignado para su juicio crítico y calificación.

Granada, .....de .....de 2015

Fdo. Fátima Olea Serrano



**D<sup>a</sup>. ANA MARIA RIVAS VELASCO, Doctora en Farmacia, Profesora Titular del Departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Granada**

**CERTIFICA:**

Que **D<sup>a</sup>. AMELIA MARIA DE LA TORRE ROBLES**, Licenciada en Farmacia por la Universidad de Granada, ha realizado su memoria de **TESIS DOCTORAL** con el Título: **ACEITE DE OLIVA VIRGEN. CALIDAD NUTRICIONAL Y PROPIEDADES SALUDABLES**, bajo mi tutela y dirección para optar al grado de **DOCTORA EN FARMACIA** por la Universidad de Granada, dando mi conformidad para que sea presentada, leída y defendida ante el Tribunal que le sea asignado para su juicio crítico y calificación.

Granada, .....de .....de 2015

Fdo. Ana Maria Rivas Velasco



**DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y BROMATOLOGIA  
FACULTAD DE FARMACIA  
UNIVERSIDAD DE GRANADA**

**D. MIGUEL NAVARRO ALARCON, Director del Departamento de  
Nutrición y Bromatología**

**CERTIFICA:**

Que el presente trabajo ha sido realizado por la Licenciada **D<sup>a</sup>.  
AMELIA MARIA DE LA TORRE ROBLES**, en el Departamento de  
Nutrición y Bromatología de la Facultad de Farmacia de la Universidad de  
Granada.

Granada, .....de .....de 2015

Fdo. Miguel Navarro Alarcón



La memoria de Tesis Doctoral que lleva por título: **ACEITE DE OLIVA VIRGEN. CALIDAD NUTRICIONAL Y PROPIEDADES SALUDABLES** ha sido presentada por la Lda. Amelia Maria de la Torre Robles para aspirar al grado de Doctora en Farmacia, habiendo sido dirigida por : Maria Luisa Lorenzo Tovar, Fátima Olea Serrano y Ana Maria Rivas Velasco.

Fdo. Amelia Maria de la Torre Robles



## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me han dado su apoyo y prestado su colaboración y experiencia para poder llevar a cabo este trabajo, y especialmente a:

Mis Directoras de Tesis, María Luisa, Fátima y Ana María, por todas las enseñanzas y orientaciones que me han dado, por transmitirme ilusión y promover nuevas inquietudes que han contribuido a complementar mi formación científica y profesional.

Mis compañeros y amigos del Departamento, del Grupo de Investigación y del SEGE.

Eduardo Ortega, Profesor de esta Facultad, por su apoyo y generosidad.

A Mario, por su interés y colaboración, trasmitiéndome fuerza e ilusión, y

A mi familia, especialmente a mi madre Amelia Elvira y a mi padre Antonio que han vivido siempre muy de cerca la *Cultura del aceite de oliva* y que desde mi niñez supieron inculcarme el interés por el Aceite de Oliva Virgen, por ser un alimento saludable y que nunca debía faltar en nuestra cocina.





**Yo quisiera estar siempre como tú, viejo olivo,  
enhiesto bajo el cielo azul de Andalucía,  
como un dios que se siente eternamente vivo,  
heraldo de una tierra que anuncia la alegría.**

*Antonio Casares*



A mi familia  
A Mario



# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCION</b>	1
1. EL OLIVO Y EL ACEITE DE OLIVA, SIMBOLOS DE LA CIVILIZACION Y LA CULTURA MEDITERRÁNEA	3
2. EL USO DEL ACEITE DE OLIVA EN LAS CIVILIZACIONES ANTIGUAS	5
3. DIFUSION DE LA CULTURA DEL OLIVAR	10
4. CONSIDERACIONES BOTANICAS SOBRE EL OLIVO	13
5. PRINCIPALES VARIEDADES DE ACEITUNAS EN ESPAÑA	18
<b>II. ANTECEDENTES</b>	27
1. PRODUCCION Y CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA	29
1.1 PRODUCCION Y CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA EN EL MUNDO	29
1.2 PRODUCCION Y CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA EN ESPAÑA Y ANDALUCIA	33
2. IMPORTANCIA DE LA NUTRICION EN EL TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES. INTERES MUNDIAL POR EL CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA	43
3. LOS LIPIDOS EN LA NUTRICION HUMANA. IMPORTANCIA NUTRICIONAL Y PROPIEDADES SALUDABLES DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN	48
4. CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN	61
4.1 CONSIDERACIONES GENERALES	61
4.2 CALIDAD REGLAMENTADA DEL ACEITE DE OLIVA. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS Y ORGANOLEPTICAS	64
4.3 CALIDAD COMERCIAL. NORMAS DE COMERCIALIZACION DEL ACEITE DE OLIVA	67
4.4 CALIDAD CULINARIA DEL ACEITE DE OLIVA	71
5. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LOS ACEITES DE OLIVA VIRGENES	73
6. ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA CON PROTECCION DE CALIDAD	88
7. PROCESO DE OBTENCION DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN	98

7.1 EVOLUCION TECNICA DE LOS SISTEMAS DE ELABORACION DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN	98
7.2 EL SISTEMA DE DOS FASES	98
8. EL ALMACENAMIENTO DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN	105
9. ENVASADO, ETIQUETADO Y TRANSPORTE DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN	108
9.1 ENVASADO	108
9.2 ETIQUETADO	115
9.3 TRANSPORTE	117
10. APLICACIÓN DEL SISTEMA APPCC EN EL PROCESO DE OBTENCION DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN	118
11. COMPOSICION Y CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE DE OLIVA	123
11.1 LA AUTENTICIDAD DEL ACEITE DE OLIVA	123
11.2 COMPOSICION DE ACEITE DE OLIVA	124
11.2.1 TRIGLICERIDOS Y ACIDOS GRASOS	125
11.2.2 COMPONENTES MENORES	127
11.2.3 COMPUESTOS RESPONSABLES DEL AROMA	136
11.2.4 CONTAMINANTES DEL ACEITE DE OLIVA	138
12 CLASIFICACION DE LOS ACEITES DE OLIVA VIRGENES	139
<b>III. OBJETIVOS</b>	141
<b>IV. MATERIAL Y METODOS</b>	145
1. MUSTREO	147
2. MATERIAL Y REACTIVOS	149
3. METODOS	152
4. PROGRAMAS USADOS PARA EL TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS Y TESTS ESTADÍSTICOS EMPLEADOS	176
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	177
1. VALIDACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO DE ANÁLISIS DE COMPUESTOS FENÓLICOS	179

2. RECUPERACIONES DEL MÉTODO DE EXTRACCIÓN PARA LOS COMPUESTOS FENÓLICOS	182
3. ANÁLISIS DE COMPUESTOS FENÓLICOS INDIVIDUALES EN MUESTRAS DE ACEITE EN DIFERENTES ENVASES EN CONDICIONES DE OSCURIDAD Y LUZ NATURAL	184
4. ANÁLISIS DE COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES EN MUESTRAS DE ACEITE EN DIFERENTES ENVASES EN CONDICIONES DE OSCURIDAD Y LUZ NATURAL	196
5..ESTIMACIÓN DE LA INGESTA DE COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES POR POBLACIÓN ESPAÑOLA. ANÁLISIS DE ACEITES DE OLIVA VIRGEN	204
6. ESTIMACIÓN DE LA INGESTA DE COMPUESTOS FENÓLICOS INDIVIDUALES POR POBLACIÓN ESPAÑOLA. ANÁLISIS DE ACEITES DE OLIVA VIRGEN	206
7. ESTIMACION DE LA INGESTA DE COMPUESTOS FENOLICOS EN POBLACIÓN ESPAÑOLA	210
8. FACTORES ASOCIADOS DE LA DIETA A LA INGESTA DE COMPUESTOS FENÓLICOS DEL ACEITE	217
9. PARAMETROS DE CALIDAD FISICO-QUÍMICOS DE LOS ACEITES ESTUDIADOS	218
10. ANÁLISIS INFERENCIAL	241
11. EVOLUCIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL	250
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	265
<b>VII. BIBLIOGRAFIA</b>	271
<b>ANEXO</b>	295



## **I. INTRODUCCION**



## **I. INTRODUCCION**

### **1. EL OLIVO Y EL ACEITE DE OLIVA, SIMBOLOS DE LA CIVILIZACION Y LA CULTURA MEDITERRÁNEA.**

El olivo es uno de los árboles más antiguos que se cultivan en el mundo y ha estado siempre vinculado a la historia de todas los pueblos que se han desarrollado en la cuenca mediterránea, siendo un símbolo de esta civilización multicultural. El aceite de oliva ha sido utilizado por el hombre desde tiempo inmemorial, no solo en ritos religiosos, sino para usos cotidianos como la preparación de alimentos, cosmética, masajes, farmacopea, etc., lo que demuestra la gran importancia histórica de este árbol y del aceite procedente de sus frutos. Actualmente el 98.7% del cultivo del olivo se localiza en los países ribereños de la cuenca mediterránea, fundamentalmente en España (la mayoría localizado en el centro y sur del país), Italia, Grecia, Portugal, Turquía, Siria, Túnez, Marruecos y Argelia. En menor cantidad el olivo se cultiva hoy día también en otros países como Argentina y Estados Unidos (Fernández y Segura, 2009)

El jugo de su fruto es el aceite de oliva virgen, conocido desde hace tiempo por numerosas generaciones de los pueblos del mediterráneo por ser un elemento fundamental para su salud y su alimentación. Este árbol típico del Mediterráneo, del que se obtenía lo que los árabes llamaron *az-zaít*, que significa “jugo de la oliva”, ha sido inspirador de creencias, relatos mitológicos, iconografías pictóricas y poemas contemporáneos, muchos de ellos presentes en la memoria colectiva. Por ejemplo en la mitología griega y en la Biblia se recogen datos históricos y relatos que denotan la consideración especial que en la cultura mediterránea se daba al olivo y a su fruto. Todos los pueblos de la Antigüedad veneraron el aceite de oliva, y el olivo y el aceite de oliva han estado en nuestra civilización profundamente arraigados en sus raíces religiosas y culturales y presentes en el inconsciente colectivo occidental. El olivo también ha sido referente iconográfico en la historia del arte y fuente de inspiración poética entre nuestros literatos. Poetas del siglo XX como Antonio Machado o Miguel Hernández se inspiraron en el olivo para crear algunos de sus poemas.

Los orígenes del complejo *Olea europea* son inciertos. Para algunos autores, el olivo parece ser originario de Asia Menor, otros lo consideran originario de las

## ***Introducción***

costas de Siria y Palestina, aunque parece que llegó a Europa con los fenicios, que llegaron a Chipre, Creta y las Islas del Egeo, desde donde pasaría a Grecia y posteriormente a Italia, siendo los romanos los que introdujeron el olivo a gran escala en la Península Ibérica. Tanto los fenicios como los griegos contribuyeron al desarrollo de la olivicultura y oleicultura en el Mediterráneo occidental, hecho fundamental para que posteriormente fuera posible la gran expansión oleícola que se experimentaría durante la época romana. Roma trasplantó a Hispania vigorosos olivos y se transportaron en vasijas desde la Bética a Roma los mejores aceites andaluces. Cuando los árabes invaden el sur de la Península Ibérica, con su política agraria se fomenta el cultivo del olivar convirtiéndose *Alandalus* en el primer productor del mundo de aceite de oliva. Las carabelas españolas llevaron a América plantas de olivo. Actualmente todos los países que tienen una climatología apropiada (entre 25° y 45° de latitud) desde el Perú al Japón y de México a Australia cultivan el olivo (Mataix et al., 2009).



**Figura 1.1. Difusión del olivo. Fuente: Mataix y Barbancho, 2008**

## **2. EL USO DEL ACEITE DE OLIVA EN LAS CIVILIZACIONES ANTIGUAS**

La existencia del olivo silvestre (subespecie *Olea europea var. Silvestris*) se remonta al menos 12 milenios, según testimonios encontrados en yacimientos arqueológicos de países del Mediterráneo. El olivo cultivado (subespecie *Olea europea var. Sativa*) puede referirse a unos 6000 años atrás. Se admite que el olivo procede de la domesticación del acebuche u olivo silvestre y dicha domesticación se efectuó en el Neolítico en el Mediterráneo oriental (región de Siria y Palestina) y según la teoría clásica, el olivo se difundiría desde esta zona a los países del Mediterráneo occidental con el cultivo de los cereales y las leguminosas.

A mediados del III milenio a. C. en el norte de la actual Siria, en la región de Canaán, surgen los primeros documentos que prueban que una comunidad producía excedentes de aceite con fines comerciales. Existen datos sobre el precio del aceite de oliva, que era cinco veces superior al del vino, y bastante más caro, dos veces y media, que el de las otras grasas vegetales con las que competía (aceite de sésamo y de lino). El aceite de oliva era un artículo muy apreciado como demuestra el hecho de que se utilizaba para pagar tributos. El pago en aceite formaba parte de las recompensas y de los salarios.

El uso del aceite de oliva en las grandes civilizaciones (Mesopotamia, Egipto, Israel, Palestina, Fenicia, las islas del Egeo, Micenas, etc.) se conoce por los numerosos documentos y piezas arqueológicas halladas. Se sabe del gran valor del aceite de oliva como combustible en Egipto, pero además del uso en iluminación, formaba parte del rito litúrgico y funerario y era considerado un artículo de lujo. Como en Mesopotamia, se empleaba en la farmacopea y en la cosmética para la elaboración de aceites esenciales y ungüentos. Entre los usos médicos se sabe que se empleaba en el tratamiento de quemaduras y grietas de la piel. En los territorios judeo palestinos el cultivo del olivo alcanzó gran desarrollo, y tanto el árbol como su aceite fueron elementos de gran simbolismo cultural, siendo además el aceite de oliva una de las bases de la alimentación de la población, junto con los cereales, el vino y las legumbres, principales componentes de la dieta mediterránea. Los usos no alimentarios del aceite de oliva eran muchos, por ejemplo en la elaboración de aceites aromáticos y óleos que tenían un papel privilegiado en los ritos religiosos y también se

## ***Introducción***

usaba en la iluminación de los templos. El zumo de la oliva era la base para la fabricación de los cosméticos y perfumes que se consideraban tan valiosos que se guardaban junto a otros tesoros. Tanto el aceite de oliva como los aceites aromáticos que se elaboraban con él tenían un amplio uso en el campo de la salud sobre todo por sus propiedades analgésicas y reparadoras y era muy empleado para tratar el dolor de garganta y las heridas. Los restos del prensado de las aceitunas también se usaban con fines terapéuticos y como combustible.

La importante actividad comercial del pueblo fenicio favoreció el desarrollo del cultivo del olivo y del consumo de su aceite a lo largo del Mediterráneo. En España, el contacto comercial con los fenicios se arraigó y se expandió el cultivo del olivo. Adoptaron la costumbre fenicia de depositar ánforas con aceite de oliva en las tumbas de sus necrópolis.

En Creta y otras islas del Egeo el aceite de oliva se almacenaba en grandes jarras (*pithoi*) del tamaño de un hombre. Servía para el alumbrado, elaboración de ungüentos, perfumes, aceites aromáticos. El aceite de oliva era el principal producto de exportación de Creta. El aceite destinado a alimentación se transportaba en ánforas y *pithoi* decorados con motivos ornamentales, y el destinado a los valiosos aceites aromáticos y óleos se presentaba de forma más refinada, en vasijas ricamente adornadas (redomas). En la civilización micénica, primera gran cultura europea y base de la civilización griega, el cultivo del olivo lo atestiguan los hallazgos arqueológicos que se remontan al siglo XIII a. C. El comercio de aceite de oliva parece ser importante y se exportaba en recipientes de cerámica característicos (*jarras de estribo*). Entre los productos que ofrecían a sus dioses están el aceite de oliva y los perfumes elaborados con él. La plantación del olivo se incrementó de forma notable entre los siglos VIII y VII a.C. y a partir del siglo V a. C. se convirtió en el árbol por excelencia del mundo heleno adquiriendo un carácter sagrado o divino, pues se consagra a la diosa Atenea. Al igual que los fenicios, tenían la costumbre de depositar frascos con aceites perfumados en las tumbas, costumbre que se prolonga al menos hasta el siglo IV de nuestra era. La exportación de aceite de oliva les reportaba grandes beneficios económicos a los antiguos griegos. Según los textos clásicos fuera del entorno del Egeo, no se conocía el olivo y desde Grecia se expandió por el Mediterráneo. En Italia se introduce desde las ciudades griegas del sur y Sicilia.

## **Introducción**

Los romanos conscientes del beneficio que podían extraer del aceite, extendieron su cultivo por Italia y en los países conquistados, y el olivo se convierte en el símbolo del Mediterráneo y el aceite de oliva en la principal grasa culinaria, lo que ha permanecido así durante milenios. Según el sistema y el momento de la recogida de la aceituna y el procedimiento de elaboración seguido existían diferentes tipos de aceite en la Grecia y Roma Antiguas. El aceite de primera calidad (*omphákinon, oleum acerbum*), obtenido de la primera prensa y que no sufría mezcla alguna, procedente de diferentes tipos de aceitunas y cada uno de ellos tenía sus propiedades específicas, pudiendo usarse en perfumería, medicina, en alimentación. El aceite común, de calidad inferior y menor precio que el anterior (*élaion koinón, oleum*), procedente de los frutos demasiado maduros, muy macerados, dañados y no cuidadosamente recolectados era el más habitual y usado por las clases populares para cocinar y conservar alimentos. El aceite ordinario (*khydaion, olei cibaria*) que se obtenía remojando los orujos y se recuperaba aun alguna cantidad de aceite no comestible para otros usos. De forma paralela a lo que sucede hoy día existía los aceites con “denominación de origen”, muy valorados por los gastrónomos romanos por su aroma y su sabor y se consumían en crudo. Los recetarios romanos indican que el aceite de España se utilizaba en la cocina y que era abundante y asequible en Roma. En España se aclimató muy bien el olivo y el apreciado aceite obtenido de sus olivares, abastecieron durante mucho tiempo las despensas romanas. El tipo de ánfora que se usaba para el aceite bético y hasta el siglo III d.C. tiene una forma característica globular, de 70-80 cm de altura, unos 60 cm de diámetro, y unos 30 kg de peso. Su capacidad era de uso 70 kg de aceite (denominada *Dressel 20*).



**Figura 2.1. Dressel 20. Fuente: Mataix y Barbancho, 2008**

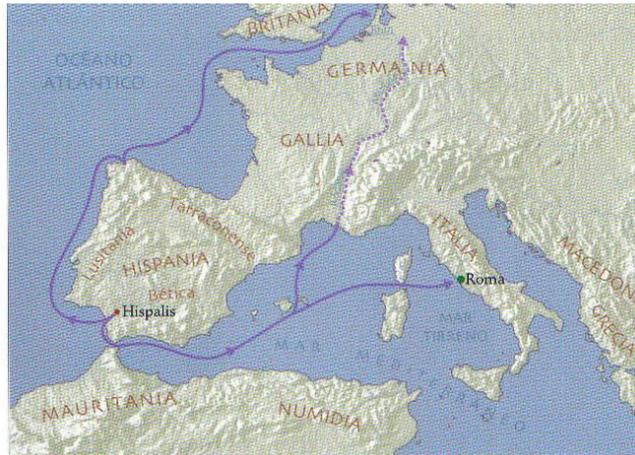
## **Introducción**

Después se sustituyeron por otros tipos de ánforas de menor tamaño (*Dressel 23, Tejarillo I*). Estas típicas ánforas andaluzas han permitido a los arqueólogos la reconstrucción del itinerario del aceite desde la Bética hasta sus destinos. Cuando se llenaba el ánfora de aceite se imprimía también mediante un sello el nombre del propietario del aceite. También se hacía constar la fecha completa de fabricación y los nombres de los controladores oficiales del producto. Mediante un pincel mojado en tinta se pintaba en el envase el denominado *titulus pictus* que contenía información sobre el peso vacío del ánfora, el nombre del comerciante o transportista, el peso neto del producto y el lugar donde se efectuó el control fiscal y el nombre del funcionario que lo realizó. Cuando las ánforas estaban etiquetadas correctamente se embarcaban en naves y siguiendo el curso del Guadalquivir llegaban hasta el puerto de Híspalis (Sevilla), desde donde partían a sus lugares de destino.



**Figura 2.2. Ánforas olearias s. II d.C. Museo Nacional Arqueología Marítima. Cartagena. Fuente: Mataix y Barbancho, 2008**

La ruta del aceite más importante se dirigía a Roma, pero había otra ruta del Mediterráneo que llevaba el aceite hasta Germania y Britania.



**Figura 2.3. Rutas de exportación del aceite de oliva bético**  
**Fuente: Mataix y Barbancho, 2008**

Los tipos de aceites descritos anteriormente los usaban de forma diferente. El de primera calidad se usaba en la mesa para rociar los alimentos y se colocaba en una aceitera (*lagoena*). Se usaba el aceite virgen para aliñar ensaladas de verduras y hortalizas crudas. El aceite de calidad era usado para la preparación de platos y salsas refinadas, para verterlo sobre el pan y esta costumbre ha llegado hasta nuestros días en los países mediterráneos. También se usaba en la preparación de alimentos hervidos y para rociar carnes y pescados, la elaboración de dulces y pasteles y en fritura. Entre los usos no alimentarios del aceite de oliva se incluían los higiénicos, los corporales, los religiosos, sobre todo los terapéuticos y usos industriales. La civilización grecorromana supo valorar el aceite de oliva mejor que ninguna otra cultura de la Antigüedad. Ha jugado un importante papel nutricional, dietético y por sus propiedades terapéuticas, desde la antigüedad en todos los países del Mediterráneo y figura como elemento más característico del modelo de alimentación mediterránea. Este legado ha sido conservado a lo largo de milenios, constituyendo un símbolo cultural en los pueblos del Mediterráneo (Mataix y Barbancho, 2008).

## ***Introducción***

### **3. DIFUSION DE LA CULTURA DEL OLIVAR**

No solo en la mitología griega y la Biblia se muestra la veneración que se daba al olivo y al aceite de oliva, ya que de forma general esta *Cultura* ha estado profundamente arraigada en los pueblos de la Antigüedad. Los romanos extendieron el olivar por toda la cuenca mediterránea e impulsaron el comercio del aceite de oliva. Los musulmanes contribuyeron a la expansión del cultivo del olivar en la Bética y a su difusión aumentando las exportaciones de aceite de oliva desde *Al-Andalus*, dada su enorme producción y apertura del comercio por las rutas mediterráneas. En el Corán el olivo aparece citado en numerosas ocasiones pues es el árbol por excelencia en la tradición islámica por estar asociado a la luz (con su aceite alimentaban sus lámparas en mezquitas y hogares). Son numerosas las palabras de origen árabe usadas actualmente relacionadas con el lenguaje de la almazara (alcuza, aceite, aceituna, etc.). También introdujeron importantes mejoras en el cultivo del olivo y en la obtención del aceite y contribuyen a la difusión de numerosos usos gastronómicos, medicinales, algunos de los cuales permanecen en la actualidad.

Durante la Edad Media, el olivar europeo sufrió un retroceso como consecuencia de las numerosas guerras. En la Edad Moderna, se produce un incremento en la superficie dedicada al cultivo del olivar. España realiza exportaciones de aceite a América y el precio del aceite se triplica. Estos elevados precios hacen que se transporten plántones de olivo hasta América, y que se expanda su cultivo (México, Perú, Chile, California, Argentina, etc.). Ya en la Edad Contemporánea, durante los siglos XIX y XX, como consecuencia de la gran demanda de aceite de oliva de los países industrializados, el cultivo del aceite de oliva experimenta una gran expansión en todos los países del Mediterráneo (sobre todo en España) y en el Norte de África. Aunque las grandes innovaciones en el cultivo del olivar y en las almazaras no llegaron hasta la mecanización del campo en el siglo XX, ya en el siglo XIX empiezan a introducirse mejoras técnicas, por ejemplo en la poda, se renuevan árboles viejos, se seleccionan variedades de olivos más rentables y el uso de la prensa hidráulica. Durante el siglo XX se empiezan a usar los sistemas de extracción mecánica del aceite y se perfecciona el sistema de prensas. A partir de mediados del siglo XX, junto a la industrialización de las almazaras y abandono de los

métodos clásicos de producción aparecen las cooperativas y se extienden por todos los pueblos olivareros (Fernández y Segura, 2009)

En la actualidad el aceite de oliva es la principal grasa dietética de los países mediterráneos. Su gran importancia se basa en poseer unas características nutricionales que lo diferencian de otras grasas alimentarias y además por los beneficios para la salud, como se puede comprobar tras consultar la numerosa bibliografía científica existente al respecto. Actualmente, este alimento único es muy apreciado no solo en Europa sino en todo el mundo por sus propiedades nutricionales y organolépticas. El uso del aceite de oliva virgen para la preparación y condimento de los alimentos, gracias a sus propiedades organolépticas, contribuye al sabor y sensaciones muy valoradas no solo en cocina tradicional, sino a nivel de alta cocina internacional. Pero sobre todo el interés por el aceite de oliva virgen actualmente se ha visto muy incrementado por ser un alimento saludable, siendo la Unión Europea el mayor productor del mundo.

La Dieta Mediterránea es quizás el modelo alimentario más saludable del planeta, hecho corroborado por numerosos estudios epidemiológicos y experimentales de nutrición que muestran que los países del Mediterráneo gozan de tasa de morbilidad por enfermedades crónicas más bajas y esperanza de vida más elevada. El empleo del aceite de oliva como fuente de grasa principal, reemplazando a otros aceites y grasas como, por ejemplo, la mantequilla o la margarina favorece estos beneficios de la alimentación mediterránea.

La evolución técnica de los sistemas de cultivo del olivo y recolección del fruto, de los sistemas de elaboración y envasado del aceite de oliva virgen ha permitido obtener un alimento de máxima calidad culinaria y nutricional, atributos que otros aceites no poseen, como consecuencia del proceso de refinación. Puesto que el aceite de oliva virgen posee unas características y atributos que lo diferencian claramente de otros competidores en el mercado, es necesario coordinar esfuerzos entre instituciones y el propio sector para el fomento de actividades de índole científica y técnica y de la transmisión del conocimiento derivado de los numerosos estudios científicos sobre el aceite de oliva virgen que permitan diferenciarlo y posicionarlo como producto natural y saludable fomentando su consumo, por lo que, unido a una estrategia de calidad adecuada y la profesionalización del sector, es

## ***Introducción***

importante el fomento de la información y promoción de este alimento orientadas a la difusión del aceite de oliva entre los consumidores.

Es importante que los consumidores conozcan los diferentes tipos de aceite de oliva y los atributos y características que los diferencian entre sí, y de los aceites de semillas, para que puedan hacer un uso más apropiado de este producto, y promover así lo que se ha denominado *la Cultura del Aceite*.

#### 4. CONSIDERACIONES BOTÁNICAS SOBRE EL OLIVO

El olivo pertenece a la familia de las Oleáceas. El género *Olea* comprende dos subgéneros: *Tetrapilus* (especies tropicales) y *Olea*. El subgénero *Olea* se divide en dos secciones: *Olea* y *Ligustroides*. La sección *Olea* incluye al complejo *Olea europaea*, dividido actualmente en cuatro subespecies que se distribuyen por diferentes lugares del mundo:

*O. e. ssp cuspidata*, (China y África del Este y del Sur).

*O. e. ssp. laperrinei* (África del Este y el Sahara).

*O. e. ssp cerasiformis* (Islas Canarias).

*O.e. ssp europaea* (en todo el Mediterráneo). Esta subespecie tiene dos variedades: *sylvestris* (acebuche u oleaster) y *sativa* (el olivo) y su distinción se basa sobre todo en que uno es silvestre y el otro cultivado.

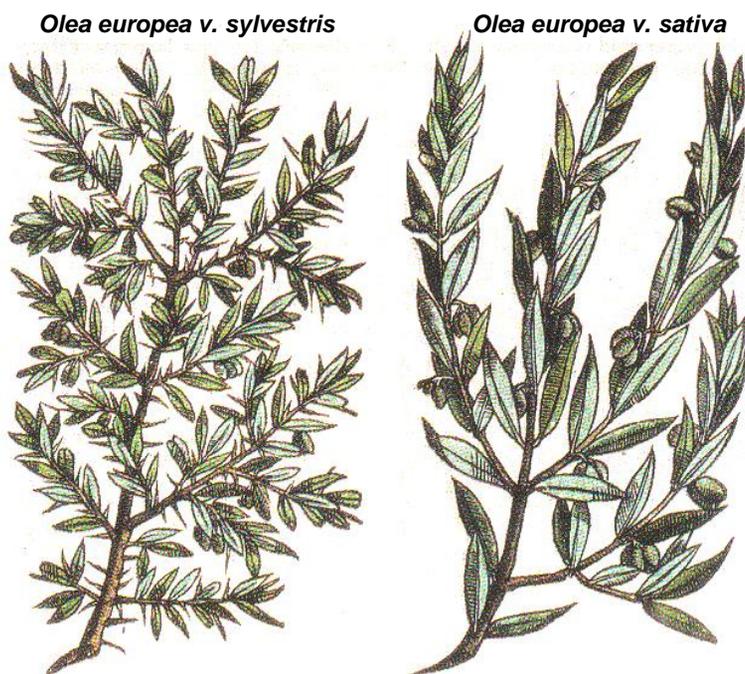


Figura 4.1. Acebuche y olivo. Fuente: Mataix y Barbancho, 2008

## ***Introducción***

### ***EL OLIVO SILVESTRE***

El olivo silvestre acebuche u oleaster es un arbusto muy resistente, achaparrado con ramas cortas, rígidas e intrincadas que en los extremos de la planta son espinosas, hojas pequeñas, redondas o ligeramente alargadas y fruto pequeño, redondo en general, poco carnoso, con hueso relativamente grande y de escaso rendimiento en aceite y de gusto muy amargo. Puede vivir en zonas donde las precipitaciones son escasas y soporta temperaturas elevadas. Es resistente al frío pero no soporta las heladas. Crece espontáneamente en los países de la cuenca mediterránea llegando al sur de Europa, Suroeste de Asia y Norte de África Actualmente se reconoce su importancia ecológica, pues tiene un papel importante en la retención de agua. En las zonas donde las lluvias son muy escasas es casi la única opción para la formación de cubiertas vegetales arbustivas. El acebuche convive con especies vegetales mediterráneas de gran valor medioambiental (majoletos, algarrobos, jazmines silvestres, espárragos.....) que acogen a una variada fauna formada por aves, mamíferos, etc.

### ***EL OLIVO CULTIVADO***

El olivo cultivado es un árbol de tronco grueso, torcido y de copa redondeada, ancha y ramosa que no suele tener gran altura. Sus ramas son alargadas, sus hojas son sencillas y enteras, de pecíolo corto y limbo lanceolado con un haz coriáceo, de color verde reluciente y un envés, con pilosidades táctiles de aspecto blanquecino o plateado. Se disponen opuestamente en el ramo. La floración se produce al final de la primavera (abril-mayo). Las inflorescencias están formadas por racimos largos con un número de entre 10 a 40 flores blancas y de pequeño tamaño. El fruto es una drupa ovoide, de color verde y de sabor muy amargo, cuya pulpa (mesocarpio) es carnoso y rico en aceite una vez que ha llegado a su madurez. El epicarpio varía de color según su maduración pasando del verde pálido al rojo-violáceo y al negro. El endocarpio es leñoso, fusiforme, duro y de una sola semilla.



**Figura 4.2. *Olea europaea* L. Fuente: Mataix y Barbancho, 2008**

El desarrollo del fruto se produce durante el verano y llega a la maduración verde entre septiembre y octubre y después comienza el cambio de color, alcanzándose la maduración completa de la mayoría de los cultivares en invierno. En la mayoría de los países y en concreto en los de clima seco la recolección comienza después de la estación lluviosa, independientemente del estado de verdadera maduración del fruto. Este es uno de los factores que influyen en la variación anual de la calidad del aceite, pues según la cantidad de producción pueden recolectarse en diferentes etapas de maduración del fruto.

El olivo es un árbol mediterráneo de clima subtropical seco y se adapta a condiciones ambientales extremas, resistiendo la sequía y las altas temperaturas. Tolerancia algo peor al frío pero puede soportar temperaturas algo inferiores a 0° C. El tamaño y rentabilidad productiva del olivo es mucho mayor en ambientes cálidos, luminosos y suelos aireados, sobre todo si las condiciones de humedad y nutrición son favorables. El olivo es un árbol vecero, es decir, tiene una alternancia natural para la producción de frutos, y precisa de intervenciones de cultivo para reducir o anular esa alternancia. El olivo cultivado agrupa a un buen número de variedades, más de 260, de las cuales solo 25 son consideradas principales.

## ***Introducción***

Las variedades de almazara son las utilizadas para la obtención de aceite y sus frutos son de tamaño mediano o mediano pequeño (peso inferior a 3.5 gramos) y un rendimiento en aceite no inferior al 16-18%.

Las variedades de mesa se usan para el consumo del fruto después de su preparación. Su tamaño es mediano o grande (peso superior a 5-6 gramos pudiendo alcanzar hasta 17 gramos) tienen una relación pulpa/hueso elevada pero su rendimiento en aceite es bajo. Hay variedades que se usan para producir aceitunas verdes y otras para producir aceitunas negras.

Existen variedades de doble uso y sus características son intermedias entre las de almazara y las de mesa. En la siguiente tabla se indican las variedades mediterráneas más cotizadas tanto para almazara como para mesa.

En general las aceitunas destinadas para la obtención de aceite se recolectan maduras normalmente desde finales de Diciembre a mediados de Febrero, según la zona, y las destinadas al consumo se recolectan a medio madurar desde de finales de Noviembre a primeros de Diciembre.

En la Tabla 4.1 se indican las variedades mediterráneas mas cotizadas tanto para almazara como para mesa.

Tabla 4.1. Variedades de aceitunas.

PAIS	ALMAZARA	DOBLE APTITUD	M
<b>Italia</b>	<i>Blancollilla, Bosana, Canino, Carolea, Casaliva, Cassanese Coratina, Cucco, Corregiolo, Dritta, Frantoio, Leccino, Moraiolo Olivilla, Ottobratica, Pendolina, Pisciotiana, Razzola, Rotonda Sargano, Taggiasco</i>	<i>Carolea, Cucco, Intosso, Itrana, Messines, Moresca Nocellara</i>	<i>Ascolana, Bella di Cerignola Bella di Spagna, Caizzana, Giarroffa, Santa Caterina Piccione, Zaituna</i>
<b>España</b>	<i>Aloreña, Arbequina, Avellanejo Blanquillo, Carrasqueño de Córdoba, Comicabra, Empeltre, Hojiblanca, Lechín de Sevilla, Manzanilla de Huelva, Morcal, Negrillo, Nevadillo Picual, Picudo, Rechino, Torcio Verdial de Vélez Málaga</i>	<i>Bical, Gatuno Hojiblanca, Lechín de Granada, Manzanilla Prieta, Limón, Verdial de Huévar.</i>	<i>Campanil, Cornezuelo, Dulzal, Gordal, Imperial Manzanilla, Tomadillo</i>
<b>Portugal</b>	<i>Alentejana, Cobrancosa, Madural, Mora, Verdeal, Picual.</i>	<i>Algarvia, Bical de Castelo Branco, Blanqueta, Galega, Macanilha</i>	<i>Azeitoneira, Gordal, Hojiblanca, Negrinha</i>
<b>Francia</b>	<i>Araban, Argentat, Bouteillan, Pendoulier, Pigalle, Pignole, Rouger, Sayem, Tanche</i>	<i>Aglandau, Amellau, Bouteillan, Picholine, Tanche, Verdale</i>	<i>Lucques</i>
<b>Grecia</b>	<i>Corfolia, Coroneki, Daphnolia, Mastoidis, Smertalia, Thraumbolia, Vanalolia</i>	<i>Adramittini, Kalamata, Carydolla Vassiliki Methonia</i>	<i>Adrocarpos, Arnigdalolia, Conservolia, Mastoides</i>
<b>Marruecos</b>	Meslala	Hazouia, Manzanilla, Picholine, Marocaine	
<b>Argelia</b>	Abelout, Chemial, Faneya, Hakmel, Limli	Adzedadj, Bouchouk, Lafayette, Sigoise	
<b>Túnez</b>	Chemchali, Chemlali, Chetaui, Gerbouzi, Zalmati	Bebesi, Gerboua, Limi, Marsalina, Tefahi, Yakouti	Gerboui, Meski, Saiali, Zarazi
<b>Turquía</b>	<i>Cabir, Cili, Gilek, Edremit, Memecik</i>	<i>Gemlik, Izmir, Memeli</i>	<i>Aydin, Memecik, Selebi, Domat</i>
<b>Siria</b>	Zaiti	Dan, Doebli, Koudeiry, Sorani	Abou-salt, Djlat, Kaiss
<b>Israel</b>	Bamea	Muhasan, Sauri	Kadesh, Manzanilla, Mehravia

Adaptado de Mataix y Barbancho, 2008; M: mesa

## *Introducción*

### **5. PRINCIPALES VARIEDADES DE ACEITUNAS EN ESPAÑA**

El aceite de oliva virgen extra se considera actualmente el mejor de los aceites. El aceite de oliva virgen es el zumo de la aceituna, que contiene los nutrientes contenidos en los frutos. Por otra parte, la evolución técnica en el sector oleícola, ha permitido obtener un alimento de gran calidad culinaria y nutricional. La gastronomía y las propiedades nutricionales y saludables del aceite de oliva virgen han adquirido en los últimos años un papel destacado, como alimento único, adquiriendo un protagonismo merecido en la alta cocina y mesas de grandes restauradores a nivel internacional.

La variedad de aceituna tiene una gran influencia en las características sensoriales del aceite obtenido, atribuyéndole una personalidad propia que los catadores profesionales y también los consumidores experimentados pueden apreciar. La madurez del fruto también influye en los atributos sensoriales, pero respetando las características propias de la variedad. La calidad sensorial es muy importante para el consumidor pues es la que puede apreciar. Podemos encontrar en el mercado aceites verdes intensos con atributos positivos amargo y picante más o menos acusados y diferentes matices como higuera, astringente y otros aceites mucho más suaves, dulces, almendrados, herbáceos. Todos estos aceites vírgenes extra son de excelente calidad, pero diferentes usos recomendados. En la actualidad se aprecia un mejor conocimiento de los consumidores de las virtudes y los diferentes sabores y matices de los aceites de oliva vírgenes.

En España existen un gran número de variedades de olivo y de aceitunas, y que se pueden asociar a diferentes zonas geográficas, pero las plantas pueden proceder de viveros, con lo que podemos encontrar variedades que no son autóctonas y obtener de esta manera aceites vírgenes compuestos de diferentes variedades de aceitunas. Así, podemos encontrar actualmente en el mercado diferentes tipos de aceites “monovarietales” que presentan las características representativas de la variedad de procedencia y por otra parte aceites vírgenes extra a modo de “composición”, procedentes de diferentes variedades de aceitunas y en diferentes proporciones, que son aceites más complejos desde el punto de vista sensorial, y que complementan las características de calidad de las diferentes variedades. Diferentes marcas comerciales intentan fidelizar al consumidor con este tipo de composiciones cuyo objetivo es

conseguir aceites de gran estabilidad y valor nutricional, y desde el punto de vista sensorial conseguir aceites equilibrados con diferentes matices.

La variabilidad intraespecífica se muestra en las diferencias en las características del árbol (vigor, porte, tamaño, forma de las hojas y del fruto, etc) así como en otros aspectos como el contenido graso, extractabilidad, composición del aceite y características organolépticas. El proceso de caracterización de variedades se lleva a cabo en el Banco Mundial de Germoplasma del Olivo de Córdoba (Fernández y Segura, 2009). La composición del aceite está íntimamente relacionada con la variedad de la aceituna, aunque también influyen factores agronómicos, estado de madurez de los frutos, condiciones del cultivo, etc. Las distintas variedades de aceituna dan aceites con características sensoriales diferentes y con diferencias en el contenido de compuestos de gran valor nutricional. Entre estos compuestos se encuentran los tocoferoles que presentan actividad vitamina E, siendo el mayoritario el  $\alpha$ -tocoferol que tiene actividad antioxidante y protector del envejecimiento celular y los procesos oxidativos (el contenido en vitamina E se expresa en ppm ó mg/Kg). Los polifenoles, potentes antioxidantes naturales que protegen al aceite de oliva de la autooxidación y a nivel celular se les relaciona con efectos cardiosaludables y de protección frente a procesos de envejecimiento celular, además de ser responsables de algunos aspectos sensoriales (amargor, picor y astringencia) presentes de forma natural en los aceites de oliva vírgenes (el contenido en polifenoles se expresa en ppm ó mg/Kg de ácido caféico). Los ácidos grasos pueden ser saturados, monoinsaturados, y poliinsaturados, siendo el ácido oleico (monoinsaturado) el mayoritario en el aceite de oliva, considerado un compuesto de alto valor nutricional, disminuyendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares. El ácido linoleico (poliinsaturado) es un ácido graso esencial, debiendo estar presente en la dieta humana en cantidades moderadas o bajas, pues si aparece en exceso constituye un punto de oxidación con formación de radicales libres y poliinsaturados.

Otro aspecto importante de la calidad del aceite es la estabilidad oxidativa o resistencia a la oxidación y que puede indicarnos la calidad comercial de un aceite. La estabilidad oxidativa es un parámetro analítico que permite predecir el tiempo que tarda un aceite de oliva virgen extra en enranciarse y está relacionada con su composición y por lo tanto con la variedad de la aceituna. Así podemos encontrar

## ***Introducción***

aceites con bastante estabilidad y otros que se enrancian en menor tiempo. La estabilidad a la oxidación se expresa en horas. Una hora de estabilidad puede corresponderse aproximadamente con una semana en condiciones adecuadas de conservación (Peñañiel y Peñamil, 2004). Esta cualidad del aceite va a ser determinante en la conservación del aceite, que debe hacerse como norma general al abrigo de la luz y en un lugar fresco. Las condiciones de conservación son fundamentales en la durabilidad comercial de los aceites de oliva vírgenes extra, pero a igualdad de condiciones hay diferencias importantes en la estabilidad dependiendo de la variedad de aceituna.

Vamos a mencionar algunas variedades comúnmente utilizadas en España para la obtención de aceite de oliva virgen extra, especialmente la variedad Picual que es la más extendida, no solo en España, sino en el mundo, siendo considerada por muchos como la mejor variedad del mundo y su difusión está claramente ligada a Andalucía, principal región productora a nivel mundial.

### ***PICUAL***

La variedad *Picual*, también es conocida con otras sinonimias como “Marteño”, Lopereña”, “Nevadillo”, aunque puede presentar otros nombres según la zona de producción.. Es la que ocupa mayor superficie de cultivo en España (Fernández y Segura, 2009) y la variedad predominante en la provincia de Jaén, ocupando prácticamente la totalidad de la superficie olivarera extendiéndose a las zonas limítrofes de Córdoba y Granada, donde ocupa buena parte de la extensión de cultivo del olivar. Es mayoritaria en las Denominaciones de Origen "Sierra de Segura", "Baena", "Priego de Córdoba", y "Sierra Mágina", “Sierra de Cazorla”. Es una variedad en expansión encontrándose en otras comarcas y países olivareros.

Entre las características agronómicas de esta variedad destaca que el árbol es vigoroso, de porte abierto y copa espesa. Las ramas son cortas y ramificadas. Una característica muy importante de los olivos picuales es su precoz entrada en producción y alta productividad, siendo una de las razones por la que se han intensificado mucho sus plantaciones. Esta variedad tiene gran rendimiento en aceite y además el árbol se adapta perfectamente a diversas condiciones de clima y suelo siendo tolerante a las heladas. Los únicos factores perjudiciales para esta variedad son

## ***Introducción***

las sequías y los terrenos muy calizos y está bien adaptada a la mecanización lo ha influido en una intensificación de sus plantaciones. El fruto es de un tamaño medio a grueso y la maduración transcurre desde mediados de noviembre a mediados de diciembre. El rendimiento graso de la variedad Picual puede alcanzar el 25%, y los aceites obtenidos tienen un elevado índice de estabilidad (por su alto contenido en polifenoles) y un alto contenido en ácido oleico (<http://www.oleohispana.com>).

Desde el punto de vista físico-químico resulta excelente por composición en ácidos grasos, presentando un alto contenido en ácido oleico (más del 75%), bajo en linoleico (5,8%) y medio en palmítico (12,2%). El contenido en vitamina E es medio-alto (303 ppm). Tiene un alto contenido en polifenoles (475 ppm), compuestos que presentan una importante actividad antioxidante. Su alto contenido en polifenoles, le convierte en el aceite más estable que existe, lo que significa un mayor período de vida comercial y un excelente comportamiento frente al uso térmico en la cocina, además de ser los responsables de algunas características sensoriales del aceite. Gracias a su composición en ácidos grasos y su alto contenido en antioxidantes naturales el aceite obtenido de esta variedad tiene una alta estabilidad al enranciamiento (más de 120 horas). Los aceites obtenidos son de gran estabilidad, y con gran personalidad que se caracterizan por presentar típicamente sabor frutado y fragante, con atributos positivos de amargo, picante y astringente, que se van suavizando con el paso del tiempo, y como matices específicos la higuera, y madera fresca. Muy adecuados para mezclas con otro tipo de aceites (Peñafiel y Peñamil, 2004).

### ***CORNICABRA***

La variedad *Cornicabra*, típica de Toledo. Es la segunda variedad cultivada a nivel nacional, pero de poca expansión, y generalmente aparece en cultivares junto a otras variedades. Es la variedad predominante en Castilla-La Mancha y se la conoce también como “Cornezuelo de Mora de Toledo”. Originaria del pueblo toledano de Mora. Esta variedad es mayoritaria en la Denominación de Origen Montes de Toledo.

El árbol es de vigor medio, tardío en su entrada en producción y alcanza una producción media. Su adaptación a la mecanización es menor pues presenta más resistencia al desprendimiento del fruto. El árbol del que proviene es muy resistente a

## ***Introducción***

las sequías, heladas y fríos. El fruto es largo y puntiagudo, con forma de cuerno, de ahí la procedencia de su nombre. Presenta alto rendimiento, en torno al 19%. (<http://www.oleohispana.com>) y se adapta a suelos pobres y calizos.

El contenido en ácido oleico es mayor del 75%, tiene un bajo contenido en linoleico (4,5%) y un contenido medio en palmítico (13,2%). El contenido en vitamina E es medio (250 ppm), y presenta alto contenido en polifenoles (593 ppm). Tiene una alta estabilidad al enranciamiento (aproximadamente 110 horas), debido a su alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados (Peñañiel y Peñañiel, 2004). Los aceites son estables y de buena calidad sensorial. Sus aceites son de color amarillo oro, con ligeros reflejos verdosos que predicen el atributo frutado. Son aceites con aromas frutados y fragantes. Son equilibrados, con sabor dulce a la entrada y con atributos positivos amargo y picante medios. Poco astringente y suave al paladar con ligero sabor a almendra.

## ***HOJIBLANCA***

Conocida también como “Luentina” por los reflejos metalizados que tienen sus hojas al darle el sol. Es la tercera más cultivada en España. Predomina en Córdoba y Málaga, y con cierta expansión por otras comarcas olivareras, como las zonas limítrofes de Granada y Sevilla. El nombre le viene del color del envés de la hoja que hace que el olivo presente un aspecto plateado en la lejanía. Muy apreciada ya que su fruto se usa tanto para aceituna de mesa, como para la producción de aceite.

El árbol es vigoroso, tardío en su entrada en producción, con alta productividad y vecería acusada. Apta para la mecanización. Se adapta a los suelos calizos y es resistente a la sequía. El rendimiento graso de esta variedad es bajo en torno al 18% (<http://www.oleohispana.com>), pero el aceite es muy apreciado en el mercado.

Desde el punto de vista físico-químico, este aceite presenta una composición de ácidos grasos muy equilibrada, ideal desde el punto de vista nutricional, con ácidos saturados relativamente más bajos que en los aceites de otras variedades. Presenta un contenido en ácido oleico alto (72,3%), y medio en ácido linoleico (10,3 %) y ácido palmítico (11,2%). Su contenido en vitamina E es alto (419 ppm) y medio en polifenoles (271 ppm). No tienen una gran estabilidad frente a la oxidación, por lo que

es recomendable mantener estos aceites protegidos de la luz y sin contacto con el aire durante el almacenamiento. La estabilidad al enranciamiento es media (51,8 horas (Peñañiel y Peñamil, 2004). Los aceites son de color verde intenso. Desde el punto de vista organoléptico, el aceite es frutado con ligero sabor a manzana, con ligero amargor y picor. En ocasiones dulce. Muy suave en boca y con sabor a almendra.

### ***ARBEQUINA***

Esta variedad también es denominada “Blancal” o “Arbequín”. Su nombre se debe a su zona de origen (Arbeca), en la provincia de Lérida. Es la aceituna por excelencia de Cataluña, aunque también se encuentra en Aragón, y se encuentra entre las diez de mayor importancia a nivel nacional (Fernández y Segura, 2009). Originaria de Lérida y Tarragona, pero se ha extendido a Andalucía. Los aceites, son muy apreciados en el mercado, pero por su composición son algo más delicados que otras variedades frente a la oxidación, por lo que una vez envasados hay que resguardarlos de la luz y el calor, y mantenerlos en la oscuridad y a temperatura baja, para garantizar su protección en el tiempo. Es mayoritaria en las Denominaciones de Origen "Les Garrigues" en Lérida, "Siurana" en Tarragona y en la nueva zona de El Ampurdán. También se puede encontrar en las provincias de Zaragoza, Huesca y Teruel. De hecho, los aceites acogidos a la D.O. del Bajo Aragón admiten hasta un 20% de arbequina. (<http://www.oleohispana.com>).

Esta variedad de olivo es de tamaño medio, frondoso y de buen aspecto cuando lleva el fruto. De vigor medio. Esta variedad es de maduración temprana, presenta gran productividad y poca vecería. No muy apta para la mecanización, por su pequeño tamaño. Es resistente al frío, a la sequía y sensible a suelos calizos. El fruto es pequeño pero muy apreciado por su precoz entrada en producción. Su rendimiento graso es bueno (en torno al 21%).

Presenta un contenido medio-bajo en ácido oleico (63,3%), y alto en linoleico (13,9%) y en palmítico (17%). Tiene un contenido medio en vitamina E (237 ppm), y bajo en polifenoles (218 ppm). Su estabilidad a la oxidación es media-baja, aproximadamente 41,6 horas (Peñañiel y Peñamil, 2004). Las aceitunas producen aceites muy suaves y fluidos en boca, frescos, jóvenes, y con una gran intensidad aromática. De flavor exquisito recuerda al olfato a hierba recién cortada. Sus sabores

## ***Introducción***

varían mucho dependiendo del tipo de suelo y clima. Amargan y pican muy poco. Producen aceites frutados y dulces, entre verdosos y amarillos, con olor a manzana fresca y almendra verde.

## ***PICUDA***

La variedad *Picudo* o *Picuda*, también es conocida como “Carrasqueño” de Córdoba ya que es muy característica de esta provincia. También en las provincias de Granada, Málaga y Jaén. Se cultiva fundamentalmente en Andalucía, donde es la

cuarta en superficie olivarera (Fernández y Segura, 2009). Las aceitunas también se destinan para consumo de mesa. Es una variedad con poca expansión y está amparada por las D.O. de Baena y Priego de Córdoba.

Esta variedad es vigorosa y productiva, pero vecera. Tardía en la entrada en producción y en la fase de maduración. Tolerante con las heladas y se adapta a suelos calizos. El fruto es voluminoso y de gran resistencia al desprendimiento lo que dificulta la recogida mecánica (<http://www.oleohispana.com>). El rendimiento graso es medio-alto, sin llegar a los valores de la variedad picual, pero con cifras cercanas al 20%.

Su contenido en ácido oleico es medio-bajo (62,7%), y alto en linoleico (15,6%) y palmítico (15,8%). Su contenido en vitamina E es alto (339 ppm) y un nivel bueno de polifenoles (419ppm). Su estabilidad es baja, aproximadamente 37,3 horas (Peñafiel y Peñamil, 2004). Por su composición en ácidos grasos, esta variedad se coloca en la gama de aceites delicados ante la oxidación, por lo que se complementa con otras variedades como la picual. De características organolépticas muy buenas. Es un aceite fluido, fragante, frutado verde intenso. Ligero gusto a manzana verde, madera fresca y almendra. Presenta un flavor verde hoja y equilibrado en el amargo y el picante.

### OTRAS VARIEDADES DE ACEITUNAS

Hay otras variedades de aceitunas que son también conocidas, pero tienen menos expansión o bien se usan para *coupages*, como *Lechín de Sevilla*, y *Empeltre*.

La variedad *Lechín de Sevilla* es una de las más importantes de Andalucía, típica de las provincias de Sevilla, Córdoba, Cádiz, Málaga y Huelva. Su nombre es debido al color blanquecino de su pulpa. Su árbol es capaz de soportar bien las sequías y los fríos adaptándose a los terrenos calizos y pobres. El contenido en ácido oleico medio (67,7%) alto en linoleico (13,9%) y en palmítico (13,1%). Bajo contenido en vitamina E (180,2 ppm) y alto en polifenoles (438ppm). Su estabilidad al enranciamiento es media, de unas 54,9 horas (Peñañiel y Peñañiel, 2004). Produce un aceite frutado intenso, equilibrado en la presencia de atributos amargo y picante, poco astringente y suave al paladar. Ligero sabor a almendra. No se suele comercializar aceites monovarietales de Lechín, por lo que suele encontrarse en *coupages* con Hojiblanca y Picual.

La variedad *Empeltre* se cultiva sobre todo en el Bajo Aragón. También en Baleares y Cataluña. Procede de un tipo de olivo pequeño, pero muy fructífero, de aceituna negra azabache que es apta tanto para el consumo como aceituna de mesa como para ser triturada. Tiene un contenido medio en ácido oleico (68%), alto en palmítico (13,8%) y linoleico (12,7%). El contenido en vitamina E es elevado (363 ppm) y tiene un buen contenido en polifenoles (376 ppm). Su estabilidad es media, de unas 50,2 horas (Peñañiel y Peñañiel, 2004). De esta variedad se obtienen aceites de color entre amarillo paja y oro viejo, fluidos y fragantes, muy frutados, con gusto a manzana y equilibrados en el amargo y picante. Casi nunca presentan amargor ni picor. Suave y dulce y típicamente un sabor a almendra hecha, que le da una personalidad propia a este tipo de aceite.

## Introducción

**Tabla 5.1. Variedades de Aceitunas.**

VARIEDAD	ACIDOS GRASOS	VITAMINA E	POLIFENOLES	ESTABILIDAD
 <b>Picual</b>	Alto: oleico Bajo: linoleico Medio: palmítico	Medio-Alto	Alto	Alta
 <b>Cornicabra</b>	Alto: oleico Bajo: linoleico Medio: palmítico	Medio	Alto	Alta
 <b>Hojiblanca</b>	Alto: oleico Medio: linoleico Medio: palmítico	Alto	Medio	Media
 <b>Arbequina</b> <small>Olivum, la vida del olivar</small>	Medio-Bajo: oleico Alto: linoleico Alto: palmítico	Medio	Bajo	Media-Baja
 <b>Picuda</b>	Medio-Bajo: oleico Alto: linoleico Alto: palmítico	Alto	Alto	Baja
 <b>Empeltre</b>	Medio: oleico Alto: linoleico Alto: palmítico	Alto	Alto	Media

Adaptado de <http://www.oleohispana.com>

## **II. ANTECEDENTES**



## II. ANTECEDENTES

### 1. PRODUCCION Y CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA

#### 1.1 PRODUCCION Y CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA EN EL MUNDO

El Consejo Oleícola Internacional (COI) anualmente publica estadísticas de producción, comercialización y consumo de aceite de oliva virgen (AOV), que contienen datos mundiales de la campaña desglosados por países. Por campaña oleícola se entiende el período comprendido desde el 1 de Octubre de un año y el 30 de Septiembre del año siguiente. Existen países productores que son principalmente exportadores, otros productores que son principalmente importadores y países que solamente importan.

De acuerdo con los datos del COI existen países productores de aceite de oliva (AO) como son Albania, Argelia, Argentina, Arabia Saudí, Australia, España, Italia, Grecia, Portugal, Chipre, Eslovenia, Croacia, Egipto, Estados Unidos, Irán, Irak, Israel, Jordania, Líbano, Libia, Marruecos, Palestina, Siria, Túnez, Turquía, Montenegro, Chile, y México entre otros. En la Tabla 1.1 se indican los principales países productores, según los datos del balance provisional aprobados por el COI en Noviembre de 2014.

**Tabla 1.1**

<b>CIFRAS DEL MERCADO MUNDIAL DEL ACEITE DE OLIVA (1000 tm)</b>				
<b>Campaña 2013/ 2014 (noviembre 2014)</b>				
<b>PAIS</b>	<b>PRODUCCION</b>	<b>IMPORTACIONES</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>EXPORTACIONES</b>
U.E./27	2,476.5	92.0	1,717.0	621.5
TUNEZ	70.0	0.0	30.0	65.0
TURQUIA	190.0	0.0	160.0	35.0
SIRIA	165.0	0.0	95.5	25.0
MARRUECOS	120.0	0.0	132.0	11.0
ARGELIA	44.0	0.0	48.5	0.0

**Fuente:** [http://www. International olive oil.org/](http://www.Internationaloliveoil.org/)

Las cifras correspondientes a importaciones y exportaciones corresponden solamente intercambios extracomunitarios. Los países productores son los mayores consumidores. La UE es el principal productor de AO, y a la vez el mayor consumidor.

## Antecedentes

Del total de tm producidas en la UE en la Tabla 1.2 se indica la distribución de la producción en diferentes países, así como los datos del mercado comunitario (importaciones, exportaciones). En la Tabla 1.3 se indican las cifras de consumo de aceite de oliva en otros países dentro y fuera de la UE.

**Tabla 1.2**

<b>CIFRAS DEL MERCADO COMUNITARIO DEL ACEITE DE OLIVA (1000 tm) Campaña 2013/2014 ( noviembre 2014)</b>				
<b>PAIS</b>	<b>PRODUCCION</b>	<b>IMPORTACIONES</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>EXPORTACIONES</b>
ESPAÑA	1.775.8	11.2	530.4	310.0
ITALIA	461.2	70.0	620.0	245.0
GRECIA	131.9	0.0	171.0	3.7
PORTUGAL	91.6	1.5	74.0	54.3
CHIPRE	5.6	0.0	6.3	0.0
FRANCIA	4.9	6.4	94.7	2.0
ESLOVENIA	0.6	0.0	1.9	0.0
CROACIA	5.0	0.0	7.0	0.1

Fuente: [http://www. International olive oil.org./](http://www.Internationaloliveoil.org/)

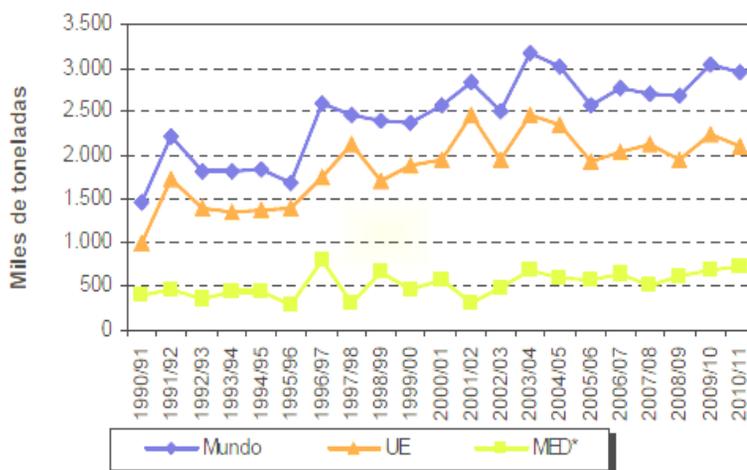
**Tabla 1.3**

<b>CONSUMO EN OTROS PAÍSES INTRA Y EXTRACOMUNITARIOS (1000 tm) Campaña 2013/ 2014 (noviembre 2014)</b>	
<b>PAIS</b>	<b>CONSUMO</b>
EEUU	301.5
REINO UNIDO	62.2
ALEMANIA	59.8
BRASIL	72.5
JAPÓN	54.0
CHINA (*)	33.0

\*Datos de consumo de China por primera vez en 2008/2009. Fuente: [http://www. International olive oil.org./](http://www.Internationaloliveoil.org/)

Los datos recogidos en un estudio del mercado del aceite de oliva durante la campaña 2009/10 (Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía (2011) muestran a la UE como principal productor de AO en el mundo, con una participación que osciló entre el 68% y el 87% (Gráfico 1.1). Los datos de 2009/10 superan los de las diez últimas campañas. La segunda zona productora en importancia se localizó en los países terceros de la Cuenca Mediterránea reuniendo alrededor del 23% de la producción mundial de aceite de oliva para la campaña 2009/10.

**Gráfico 1.1. Evolución de la producción de aceite de oliva en el mundo, la UE y los países terceros productores de la Cuenca Mediterránea.**



**Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía (2011)**

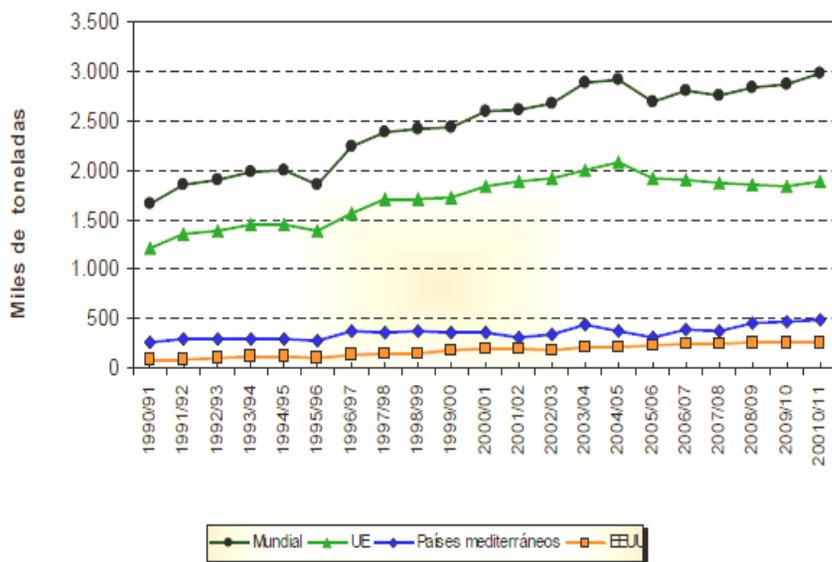
Según los datos reflejados en este estudio, el consumo mundial de aceite de oliva creció un 72,4% a lo largo del periodo 1990/91-2009/10, demostrando un cierto paralelismo entre la evolución del consumo de aceite de oliva en la UE y en el mundo ya que el primero representa en torno al 64% del segundo considerando el consumo medio del periodo analizado.

Como países extracomunitarios, en los países terceros mediterráneos (Argelia, Egipto, Israel, Jordania, Líbano, Libia, Marruecos, Siria, Túnez y Turquía) es donde se produce mayor consumo de aceite de oliva. EEUU se posiciona como la tercera zona consumidora en importancia, y se encuentra en plena expansión.

Estas tres zonas concentraron cerca del 89% del consumo mundial de la campaña 2009/10 (Gráfico1.2). También destaca el consumo en países extracomunitarios como Australia, Japón, Brasil y Canadá (Gráfico 1.3).

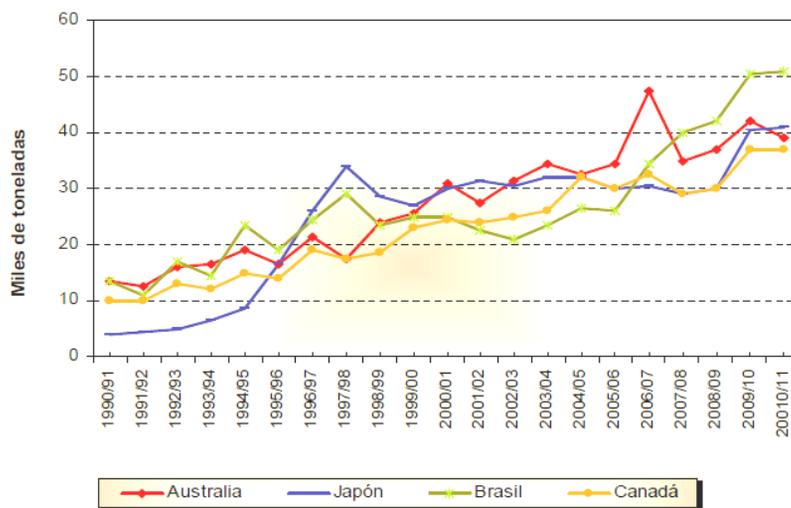
## Antecedentes

**Gráfico 1.2. Evolución del consumo de aceite de oliva en el mundo, y principales zonas consumidoras, en el periodo 1990/91-2010/11.**



Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía (2011)

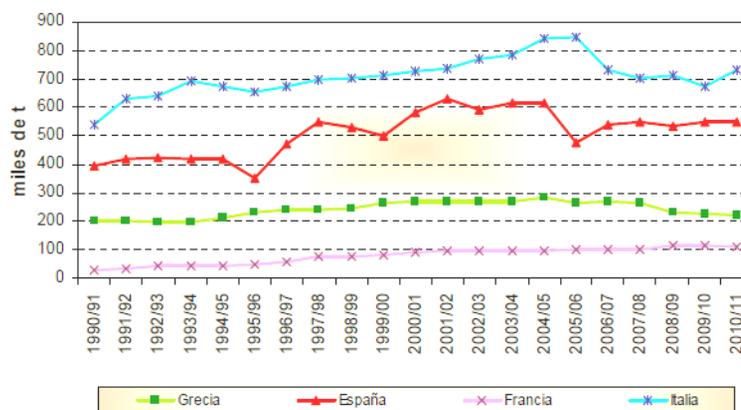
**Gráfico 1.3. Evolución del consumo de aceite de oliva en otros países consumidores.**



Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía (2011)

Dentro de la UE los principales países consumidores son Italia, España, Grecia y Francia, consumo que ha evolucionado al alza (Gráfico 1.4).

**Gráfico 1.4. Evolución del consumo en los principales países consumidores de la UE.**



**Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Junta de Andalucía (2011)**

## 1.2 PRODUCCION Y CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA EN ESPAÑA Y ANDALUCIA

La producción de aceite de oliva comunitaria ha ido en aumento, siendo España el país con más peso en la producción, seguido de Italia y Grecia. La Agencia para el Aceite de Oliva (AAO), creada en 1987, es una agencia pública de la Administración española, adscrita al Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino mantiene actualizado el sistema de información de mercados del aceite de oliva en España. Está especializada en el sector del olivar y sus producciones, que son el aceite de oliva y las aceitunas de mesa. El sector del olivar español es uno de los principales del sistema agroalimentario español y motor fundamental de nuestra economía. España es líder mundial en producción, comercialización y exportación de aceite de oliva, con una comercialización media de aproximadamente 1.200.000 tm al año en las últimas campañas, repartidas al 50% entre el mercado nacional y el exterior. En el período comprendido entre 2003 y 2008 las ventas al exterior del sector han crecido un 47%, situándose los aceites españoles como líderes en ventas en muchos países. España es el líder mundial en comercialización y exportación de aceites de oliva. Este crecimiento responde al continuo aumento de las exportaciones de aceite de oliva, destacando a su vez el incremento de los aceites envasados, lo que ha situado a los aceites de oliva españoles como líderes en muchos países. Contamos con

### ***Antecedentes***

2.500.000 h de olivar, la mayor superficie del mundo, y también con el mayor número de olivos: 300 millones. Un patrimonio paisajístico y medioambiental que forma parte de nuestra cultura e historia (<http://www.interprofesionaldelaceitedeoliva.com/portal/>)

La Organización Común de Mercado (OCM) destinada ayudas al sector del aceite de oliva destinadas a la financiación comunitaria de actividades promovidas por organizaciones de productores, organizaciones interprofesionales, u otras organizaciones de agentes económicos reconocidas, destacando aquellas destinadas a la mejora de los impactos medioambientales del cultivo del olivar, mejora de la producción de aceite de oliva y del sistema de trazabilidad, certificación y defensa de la calidad del aceite de oliva, bajo la autoridad de las administraciones.

La Agencia para el Aceite de Oliva (AAO) publica los datos de producción, salidas y existencias en almazaras en España y por Comunidades Autónomas, siendo Andalucía la mayor productora a nivel nacional. Los datos de la AAO de producción de aceite de oliva en España y en Andalucía durante las últimas campañas se indican en la Tabla 1.4. Las cifras indican que la producción de aceite de oliva en España y en Andalucía ha aumentado en buena parte respecto de campañas anteriores.

**Tabla 1.4**

<b>PRODUCCION EN ALMAZARAS EN ESPAÑA Y EN ANDALUCIA (1000 tm)</b>		
<b>CAMPAÑA</b>	<b>ESPAÑA</b>	<b>ANDALUCIA</b>
2007/2008	1237,2	991,1
2008/2009	1030,1	831,8
2009/2010	1401,5	1172,4
2010/2011	1391,9	1128,2
2011/2012	1615,0	1363,6
2012/2013	618,2	479,5
2013/2014	1781,3	1475,0

**Fuente:** [http:// aplicaciones.magram.es/pwAgenciaAO/](http://aplicaciones.magram.es/pwAgenciaAO/)

En la Tabla 1.5 se resume el Balance de la Campaña 2013/2014 por Comunidades. Seis de ellas concentran la mayor parte de la producción, destacando entre ellas Andalucía.

Tabla 1.5

<b>ACEITE DE OLIVA PRODUCIDO EN ALMAZARAS POR COMUNIDADES AUTONOMAS. Balance de Campaña 2013/2014 a 30 de Septiembre (tm).</b>	
<b>COMUNIDAD AUTÓNOMA</b>	<b>PRODUCCION</b>
ANDALUCIA	1.475.074,28
GALICIA	3,59
MURCIA	12.031,33
ARAGON	14.069,93
NAVARRA	4.718,90
BALEARES	555,01
C. VALENCIANA	19.509,44
CASTILLA Y LEON	1.682,66
CASTILLA LA MANCHA	155.875,11
PAIS VASCO	108,31
EXTREMADURA	62.884,77
CATALUÑA	26.633,50
LA RIOJA	2.070,55
MADRID	6.102,44
<b>TOTAL ESPAÑA</b>	<b>1.781.319,80</b>

Fuente: [http:// aplicaciones.magram.es/pwAgenciaAO/](http://aplicaciones.magram.es/pwAgenciaAO/)

España es el primer productor y exportador mundial de aceite de oliva, con la mayor superficie de olivar y el mayor número de olivos. A nivel nacional, el olivar es el segundo cultivo en extensión, después de los cereales. Andalucía representa el 60%. Además de su enorme proyección territorial, el cultivo del olivo y sus producciones, el aceite de oliva es uno de los principales sectores del sistema agroalimentario español, tanto por su importancia económica, como social, medioambiental o de salud pública.

En la Tabla 1.6 se indican las cifras de exportación de España durante las últimas campañas publicadas por la AAO. Los principales competidores de España en la exportación son otros países productores fundamentalmente Grecia e Italia, también Siria, Túnez, Marruecos, Turquía, Argelia y Portugal.

Tabla 1.6

<b>CIFRAS EXPORTACION ESPAÑA (1000 tm).</b>	
2007/2008	665.1
2008/2009	675,3
2009/2010	780,1
2010/2011	827.
2011/2012	875.5
2012/2013	630.
2013/2014	1102.9

Fuente: [http:// aplicaciones.magram.es/pwAgenciaAO/](http://aplicaciones.magram.es/pwAgenciaAO/)

Para fortalecer la posición del sector del aceite de oliva español la Interprofesional de Aceite de Oliva ha puesto en marcha acciones de promoción no

## *Antecedentes*

solo en el mercado interior sino también en mercados exteriores comunitarios y países terceros con apoyo de diversas Instituciones y Organismos como la Comisión Europea, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), Junta de Andalucía, Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX), etc.

Según los datos publicados en el Dossier Informativo Aceite de Oliva de España Campaña de Promoción Exterior 2010 (Interprofesional del aceite de oliva español, 2015) durante el año 2009, la exportación de aceites de oliva envasado aumentó un 10% con respecto a 2008, con un incremento del 16% para países fuera de la UE. Destacan, en particular, los incrementos en Australia (82%), EEUU (48%) y Polonia (20%), países incluidos entre los que se han realizado actividades de promoción conjunta. La internacionalización del sector ha contado tradicionalmente con el apoyo del ICEX, organismos regionales de promoción, Cámaras de Comercio, etc. (<http://www.interprofesionaldelaceitedeoliva.com/portal/descargas/prensa/dossiercampanapromo.pdf>). Las exportaciones se dirigen sobre todo a países de la Unión Europea, ocupando Italia el primer lugar, seguido de Francia, Portugal, EEUU, Reino Unido, Australia, Japón, Brasil, Rusia y México.

La evolución del mercado del aceite de oliva ha puesto de manifiesto la necesidad de una estrategia concertada para mejorar la calidad del producto en sentido amplio, incluyendo el impacto medioambiental. El consumo per capita de aceite de oliva en el hogar, durante el período 1987-2007 resultó ser muy favorable, comparado con el consumo el aceite de girasol y otros aceites, manteniéndose en la actualidad. La evolución del consumo per capita de aceite fuera del hogar en el mismo período (1987-2007) también se muestra más favorable al consumo de aceite de oliva (Martín, 2009). Según un estudio de mercado realizado por el Observatorio del Consumo y la Distribución Alimentaria del MARM (2009), el consumo total de aceite de oliva en España durante el año 2009 ascendió a 506,8 millones de litros y supuso un gasto próximo a 1.314 millones de euros. Del total de litros de aceite consumidos, un 88,7% correspondió a los hogares, mientras que en la restauración comercial se consumió un 9%, y en la restauración social y colectiva el 2,3% restante. Los hogares españoles consumieron en 2009 aproximadamente 449,5 millones de litros de aceite de oliva siendo el consumo per cápita de 9,83 litros, con un gasto por persona y año de 25,05 euros. Por variedad de aceite en los hogares se consumieron 294,47 millones de litros

## *Antecedentes*

de aceite de oliva no virgen y 155,04 millones de litros de aceite de oliva virgen. Asimismo, el estudio señala que las personas retiradas, los adultos independientes y las parejas adultas sin hijos son los que más aceite de oliva han consumido. En cuanto al lugar de compra, en 2009 los ciudadanos recurrieron mayoritariamente a los supermercados, con un 53% de cuota de mercado, seguido del hipermercado con un 30,9%, mientras que el establecimiento especializado concentró el 3%. Además, la cooperativa supuso el 2,6%, el autoconsumo el 1,8% y otras formas comerciales el 8,7% restante. Por lo que se refiere al consumo y gasto en restauración, colectividades e instituciones, durante el año 2009 estos establecimientos adquirieron 57,3 millones de litros de aceite de oliva y gastaron cerca de 168,4 millones de euros en este producto. De esta cantidad, el consumo de aceite de oliva virgen extra supuso un 34,2%, el aceite de oliva virgen el 12,7% y el resto de aceites de oliva el 53,1%. Por áreas geográficas, las Comunidades Autónomas que demandaron mayor volumen de aceite de oliva para la restauración comercial fueron Andalucía, Extremadura, Comunidad Valenciana y Murcia.

Por otra parte, este estudio también indica que el consumo total de aceites que no son de oliva ascendió a cerca de 343,1 millones de litros y supuso un gasto próximo a 406,3 millones de euros. El mayor porcentaje del consumo de este producto se concentró en los hogares (55%), mientras que la restauración comercial supuso el 38,4%, y la restauración social y colectiva el 6,6% restante.

De acuerdo con los datos publicados por la AOO sobre producción de aceite de oliva en almazaras, durante la campaña 2013/2014 los datos por provincias son los siguientes (Tabla 1.7)

**Tabla 1.7**

<b>BALANCE CAMPAÑA 2013/2014 a 30 de Septiembre (tm)</b>	
ANDALUCIA	1.475.074,28
CADIZ	9.472,79
MALAGA	80.144,89
CORDOBA	362.222,55
HUELVA	5.644,33
ALMERIA	9.992,21
JAEN	751.858,57
SEVILLA	106.606,49
GRANADA	149.132,45
ESPAÑA	1.781.319,80

**Fuente:** [http:// aplicaciones.magram.es/pwAgenciaAO/](http://aplicaciones.magram.es/pwAgenciaAO/)

## Antecedentes

Desde 1987, el Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medioambiente a través de la Dirección General de Industria Agroalimentaria y Alimentación, tiene como uno de sus objetivos el estudio del consumo alimentario en hogares y en establecimientos de restauración comercial y social en España, basado en encuestas efectuadas entre los consumidores y los responsables de compras de dichos establecimientos. En la Tabla 1.8 se indican los datos de consumo de aceites y grasas vegetales en la Comunidad Autónoma de Andalucía durante el período Enero a Diciembre de 2013

**Tabla 1.8**

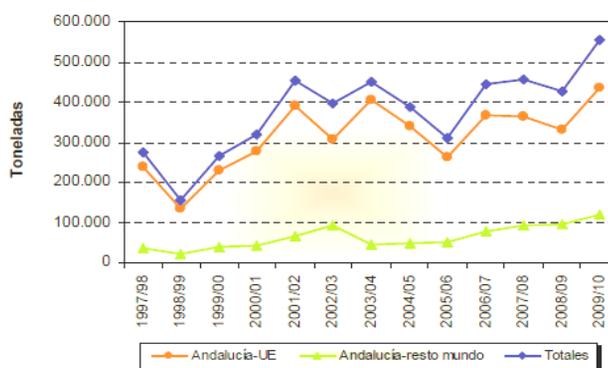
<b>DATOS DE CONSUMO. GRUPO DE PRODUCTOS ACEITES Y GRASAS</b>					
<b>PRODUCTO</b>	<b>Miles de Kg</b>	<b>Valor (miles €)</b>	<b>Precio medio por Kg</b>	<b>Consumo per capita</b>	<b>Gasto per capita</b>
<i>Total aceite</i>	106.568,30	256.988,48	2,41	12,29	29,62
<i>Aceite 1 litro</i>	46.842,01	110.892,52	2,37	5,4	12,77
<i>Aceite 5 litros</i>	55.093,17	130.744,12	2,37	6,37	15,08
<i>Total aceite de oliva</i>	74.150,84	214.441,11	2,89	8,54	24,72
<i>Aceite de oliva ecológico</i>	166,67	669,89	4,02	0,01	0,07
<i>Aceite de oliva virgen</i>	43.760,26	130.118,79	2,97	5,05	15,01
<i>Aceite de oliva extra</i>	26.516,25	82.043,05	3,09	3,07	9,46
<i>Aceite de oliva oliva</i>	30.390,57	84.322,33	2,77	3,5	9,73
<i>Aceite de girasol</i>	26.209,37	33.281,05	1,27	3,02	3,84
<i>Aceite de maíz</i>	24,24	55,18	2,28	0	0
<i>Aceite de soja</i>	0,00	0,00	0,00	0	0
<i>Aceite de semilla</i>	5.246,05	7.360,85	1,40	0,61	0,84
<i>Aceite de orujo</i>	937,80	1.850,32	1,97	0,11	0,22
<i>Margarina</i>	10.127,12	33.205,20	3,28	1,17	3,84
<i>Margarina light</i>	1.174,65	2.943,63	2,51	0,12	0,33
<i>Margarina baja en colesterol</i>	528,46	3.749,14	7,09	0,06	0,42
<i>Margarina enriquecida</i>	5.602,55	19.053,96	3,40	0,64	2,2

**Fuente: MARM (2013)**

Los datos publicados en estudio del mercado del aceite de oliva durante la campaña 2009/10 (Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Junta de

Andalucía, 2011) reflejan una evolución al alza de las exportaciones andaluzas de aceite de oliva en la última década, como se aprecia en el Gráfico 1.5. Según ICEX, durante la campaña 2009/10 se exportaron 555.597 tm. El 78,4% de las exportaciones andaluzas de aceite de oliva durante la campaña 2009/10 fueron operaciones intracomunitarias. A lo largo del período 1997/98-2009/10 las exportaciones andaluzas de aceite de oliva aumentaron un 101,6%.

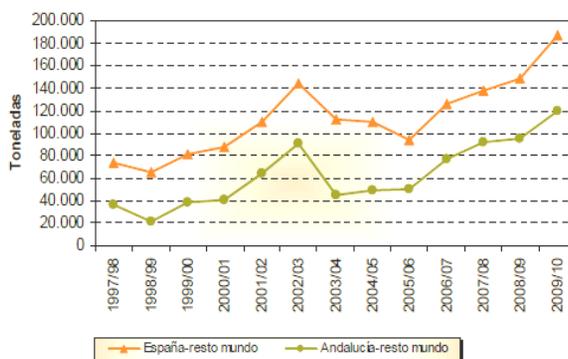
**Gráfico 1.5. Evolución de las exportaciones de aceite de oliva de Andalucía intra y extracomunitarias en el período 1997/98 - 2009/10.**



**Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía (2011)**

Las exportaciones andaluzas extracomunitarias, representaron el 64,1% de las exportaciones extracomunitarias españolas (Gráfico 1.6).

**Gráfico 1.6. Evolución del volumen de las exportaciones extracomunitarias de aceite de oliva de España y Andalucía en el período 1997/98-2009/10.**



**Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía (2011)**

## Antecedentes

Este estudio de mercado también refleja como durante la campaña 2008/09 el consumo en hogares de aceite de oliva en España ascendió a 447.548,31 tm (Tabla 1.9) un 1,96% superior al registrado durante la campaña 2007/08, destacando el consumo registrado en Andalucía, con un total de 85.281,88 tm (19,06%).

**Tabla 1.9. Consumo en hogares de aceite de oliva total por CCAA entre las campañas 2007/08 y 2008/09 <sup>(1)</sup>**

CCAA	Campaña 2007/08		Campaña 2008/09		Var(%) entre campañas
	Consumo (t)	%	Consumo (t)	%	
Andalucía	84.994,71	19,36	85.281,88	19,06	0,34
Aragón	14.316,53	3,26	15.269,48	3,41	6,66
Asturias	15.794,16	3,6	15.826,47	3,54	0,20
Baleares	8.308,28	1,89	9.145,19	2,04	10,07
Canarias	22.685,50	5,17	23.175,23	5,18	2,16
Cantabria	8.161,99	1,86	8.066,12	1,80	-1,17
Castilla La Mancha	13.499,18	3,08	15.133,07	3,38	12,10
Castilla y León	33.323,98	7,59	34.274,75	7,66	2,85
Cataluña	61.061,30	13,91	62.982,10	14,07	3,15
Extremadura	11.962,56	2,73	13.375,90	2,99	11,81
Galicia	37.262,61	8,49	35.227,96	7,87	-5,46
La Rioja	2.995,74	0,68	3.313,46	0,74	10,61
Madrid	49.953,62	11,38	51.771,74	11,57	3,64
Murcia	11.321,46	2,58	10.535,06	2,35	-6,95
Navarra	5.723,52	1,3	5.877,36	1,31	2,69
País Vasco	24.976,13	5,69	24.396,40	5,45	-2,32
Valencia	32.588,50	7,42	33.896,14	7,57	4,01
<b>Total</b>	<b>438.929,77</b>	<b>100,00</b>	<b>447.548,31</b>	<b>100,00</b>	<b>1,96</b>

Fuente: MARM. Panel de Consumo Alimentario.

**Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía (2011).** (1) El cálculo del consumo por campaña se ha realizado considerando los consumos registrados entre el 1 de noviembre y el 31 de octubre del año siguiente.

Particularizando para la categoría de aceite de oliva “virgen” (virgen+virgen extra), los datos del Panel de Consumo Alimentario del MARM reflejan la importancia que presenta el consumo de aceite de oliva “virgen” en relación con el consumo total de aceite de oliva (Tabla 1.10)

Por CCAA, el mayor consumo en hogares de aceite de oliva “virgen” correspondió a Andalucía (26,99%).

**Tabla 1.10. Consumo en hogares de aceite de oliva “virgen” por CCAA entre las campañas 2007/08 y 2008/09 <sup>(1)</sup>**

CCAA	Campaña 2006/07		Campaña 2007/08		Var(%) entre campañas
	Consumo (t)	%	Consumo (t)	%	
Andalucía	41.734,43	26,84	41.176,28	26,99	-1,34
Aragón	4.592,11	2,95	4.435,67	2,91	-3,41
Asturias	4.576,62	2,94	5.040,08	3,30	10,13
Baleares	1.793,76	1,15	2.114,57	1,39	17,88
Canarias	4.025,20	2,59	4.248,02	2,78	5,54
Cantabria	3.125,16	2,01	3.238,99	2,12	3,64
Castilla La Mancha	4.004,93	2,58	4.079,84	2,67	1,87
Castilla y León	11.969,19	7,7	9.856,81	6,46	-17,65
Cataluña	20.153,52	12,96	18.178,07	11,92	-9,80
Extremadura	4.785,37	3,08	4.995,35	3,27	4,39
Galicia	9.167,11	5,9	7.637,61	5,01	-16,68
La Rioja	990,16	0,64	1385,69	0,91	39,95
Madrid	19.056,86	12,26	19.782,77	12,97	3,81
Murcia	4.055,24	2,61	3.341,88	2,19	-17,59
Navarra	2.042,94	1,31	2.220,18	1,46	8,68
País Vasco	10.195,06	6,56	10.271,85	6,73	0,75
Valencia	9.221,87	5,93	10.531,98	6,90	14,21
<b>Total</b>	<b>155.489,53</b>	<b>100,00</b>	<b>152.535,64</b>	<b>100,00</b>	<b>-1,90</b>

Nota: Incluye las categorías “virgen” y “virgen extra”.

**Fuente: Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía (2011)**

El mayor volumen de aceite de oliva para el consumo en hogares en nuestro país es adquirido en hipermercados, supermercados, autoservicios y discounts (85,9% en 2009), mientras que en las tiendas tradicionales se realiza sólo el 1,7% de las ventas. Sin embargo, para el aceite de oliva “virgen”, si bien las ventas en hipermercados, supermercados, autoservicios y discounts continúan siendo las más numerosas (el 83,2% aproximadamente), hay que destacar la mayor importancia de la tienda tradicional en las ventas, respecto al resto de categorías de aceites de oliva (Tabla 1.11).

## Antecedentes

**Tabla 1.11. Evolución del consumo anual en hogares en España en 2009, según el tipo de establecimiento de compra.**

Lugar de compra	Total aceite de oliva		"Virgen"		"Otras categorías"	
	Miles de t	%	Miles de t	%	Miles de t	%
Hipermercados, supermercados, autoservicios y discounts	385.919	85,9%	129.057	83,2%	256.862	87,2%
Cooperativas y economatos	10.472	2,3%	5.655	3,6%	4.817	1,6%
Autoconsumo	7.909	1,8%	343	0,2%	7.566	2,6%
Tienda tradicional	7.837	1,7%	3.418	2,2%	4.418	1,5%
Otros canales	37.377	8,3%	16.567	10,7%	20.810	7,1%
<b>Total</b>	<b>449.513</b>	<b>100,0%</b>	<b>155.040</b>	<b>100,0%</b>	<b>294.473</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: MARM, Panel de Consumo Alimentario, y Panel de Consumo de la Consejería de Agricultura y Pesca.

**Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía (2011)**

## **2. IMPORTANCIA DE LA NUTRICION EN EL TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES. INTERÉS MUNDIAL POR EL CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA**

La importancia del aceite de oliva virgen (AOV), y sobre todo del virgen extra, se basa en sus propiedades únicas como grasa alimentaria desde el punto de vista nutricional, organoléptico y sobre todo por sus beneficios para la salud, como pone de manifiesto la numerosa bibliografía científica que se puede encontrar al respecto. El valor nutricional del AOV está relacionado con su composición en nutrientes, sin embargo el valor alimentario se relaciona con su calidad culinaria, intrínsecamente unida a sus propiedades organolépticas, y con los hábitos alimentarios. Las propiedades organolépticas y los hábitos alimentarios condicionan la aceptación de este alimento por los consumidores, por lo que el valor alimentario puede resultar un concepto más subjetivo. Desde el punto de vista gastronómico, el AOV mejora la palatabilidad de los alimentos y su grado de aceptación, siendo actualmente muy valorado a la hora de su preparación y condimentación. Sus propiedades organolépticas se transmiten a los alimentos elaborados o condimentados con este aceite y les proporciona los sabores y sensaciones tan apreciadas desde el punto de vista culinario, y hoy día, cada vez más en la alta cocina internacional.

La Comisión Europea, en su documento *El sector del aceite de oliva en la Unión Europea* ([http://europa.eu/publications/index\\_es.htm](http://europa.eu/publications/index_es.htm)), pone de manifiesto que el objetivo fundamental de la política comunitaria respecto del aceite de oliva es favorecer su posición en los mercados internacionales y promover la elaboración de un alimento de gran calidad, en beneficio de los agentes económicos y de los consumidores. La Unión Europea es el mayor productor mundial de aceite de oliva y es un alimento de gran importancia económica para muchas regiones. En la actualidad éste alimento único es muy apreciado en Europa y ha aumentando su consumo. En los últimos años también ha crecido el interés por el aceite de oliva y el consumo en países como Japón, China, Canadá, Estados Unidos, Australia, etc., gracias a las campañas de información realizadas desde diferentes instituciones y organismos relacionados con el sector, siendo España líder mundial en el comercio y exportación. (<http://www.interprofesionaldelaceitedeoliva.com/portal/>)

## *Antecedentes*

En la actualidad hay más concienciación entre los consumidores de la estrecha relación entre nutrición y salud, lo que explica la tendencia creciente al consumo de AOV y el principal motivo en la decisión de compra de aceites de los consumidores son los efectos positivos para la salud, aparte del sabor (Mataix et al., 2009). El conocimiento del genoma humano ha llevado al concepto de medicina predictiva, permitiendo conocer las bases genéticas y moleculares que determinan la susceptibilidad a padecer enfermedades interviniendo la susceptibilidad debida a la interacción de genes predisponentes con un ambiente desfavorable (Morrós et al., 2000). Uno de los factores ambientales con más capacidad patógena es la alimentación inadecuada. Es conocido que una alimentación saludable ha sido desde épocas milenarias un recurso que utilizaban los médicos para tratar enfermedades, basándose en observaciones empíricas. Posteriormente se ha demostrado su valor terapéutico en el tratamiento de enfermedades. Aunque el progreso tecnológico y la farmacología moderna han hecho que la función terapéutica de la dieta perdiera interés, los países desarrollados están dando cada vez más importancia a la medicina preventiva y a la adopción de hábitos de vida saludables tomando protagonismo la nutrición, pues se ha demostrado ampliamente su relación con enfermedades de nuestro entorno, junto con otros factores de riesgo, y se pone de manifiesto en la gran cantidad de bibliografía científica existente al respecto.

La nutrición moderna y las investigaciones en el campo de la salud han servido para corroborar muchos de los beneficios que desde la antigüedad los pueblos del área mediterránea conocían de forma empírica sobre el consumo de aceite de oliva (AO). Muchas de estas investigaciones médicas y epidemiológicas han sido promovidas por el COI (<http://www.internationaloliveoil.org/>) para poner de manifiesto sus propiedades biológicas, y a su vez ayuda a la divulgación de los resultados encontrados

Fundamentalmente los campos de investigación han sido en relación a su papel en las enfermedades cardiovasculares, prevención de la arteriosclerosis, desarrollo óseo y del sistema nervioso, y en las funciones digestivas, la diabetes y la obesidad. Existen investigaciones que relacionan el papel antioxidante del AO y sus propiedades antienvjecimiento y protectoras frente al cáncer y los efectos en el sistema inmunológico y la piel. Otras líneas de investigación han sido en campo de la

nutrición y dietética y sobre la composición química del aceite de oliva y sus componentes menores.

La UE reconoce que compuestos presentes en el AO tienen efectos sobre la salud. La Comisión Europea ha publicado el Reglamento (UE) N° 432/2012 que establece una lista de declaraciones autorizadas de propiedades saludables que pueden atribuirse a los alimentos, así como las condiciones de uso de la declaración, reconociéndose el ácido oleico como factor nutricional que favorece el mantenimiento de los valores normales del colesterol sérico. También incluye a los compuestos fenólicos del aceite de oliva como factor de protección de los lípidos de la sangre frente al daño oxidativo. Esta declaración autorizada solo puede utilizarse en AO que contenga un mínimo de 5 mg de hidroxitirosol y sus derivados por 20 g de AO. Para que un producto pueda llevar esta declaración se debe informar al consumidor de que el efecto beneficioso se obtiene con una ingesta diaria de 20 g de AO. El aceite de oliva, además de contener mayoritariamente ácido oleico (monoinsaturado) es rico en antioxidantes naturales, destacando los compuestos fenólicos y la vitamina E, muy importantes desde el punto de vista nutricional por su acción protectora sobre los mecanismos oxidativos relacionados con enfermedades.

Existen estudios que demuestran el papel modulador de la dieta en patologías de tipo crónico. Los primeros estudios científicos que aluden al papel del AO en la prevención de enfermedades cardiovasculares son los estudios de Ancel Keys y sus colaboradores, quienes en 1952 y posteriormente en 1970, con el Estudio de los Siete Países habían observado la baja incidencia de enfermedad coronaria en países como Grecia e Italia, en los que el consumo de grasas monoinsaturadas era elevado, frente a otros como Estados Unidos (Keys, 1970).

Los estudios de intervención nutricional han demostrado que pueden servir como estrategia para ayudar a proteger la salud de la población (Cardoso et al., 2010; Lairon, 2007; Mataix et al., 2009; Pérez et al., 2007; Barreto y Estrada, 2011). El estilo de vida mediterránea y sobre todo la Dieta Mediterránea rica en AO, se ha relacionado tradicionalmente con un estado saludable. Existen estudios de población que evalúan la asociación entre alimentos y nutrientes y hábitos nutricionales y alimentarios con factores de riesgo de enfermedades crónicas y asociadas al envejecimiento, así como sobre la salud física y mental, entre otros, el estudio

## *Antecedentes*

PREDIMED y el estudio EUROLIVE (<http://www.imim.es>), ponen de manifiesto los efectos beneficiosos de la Dieta Mediterránea (DM) y el consumo de aceite de oliva que contiene compuestos fenólicos antioxidantes en la prevención de la enfermedad cardiovascular, al modificar sus factores de riesgo, así como los mecanismos moleculares que pueden estar implicados en el efecto protector de la DM y del consumo de AO. Los estudios del Instituto Hospital del Mar de Investigaciones Médicas (IMIM) sobre riesgo cardiovascular y nutrición han sido fundamentales para el reconocimiento del efecto protector de los polifenoles del aceite de oliva por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), existiendo una alegación en salud (dictamen científico) aprobada sobre las propiedades saludables del AO, hecho de gran importancia para la información al consumidor y difusión del efecto protector de este alimento en el etiquetado, junto con la recomendación del consumo diario del mismo.

Los resultados del estudio EUROLIVE, muestran que los aceites ricos en compuestos fenólicos, como el virgen, son más efectivos mejorando el perfil lipídico reduciendo el daño oxidativo a los lípidos que los aceites de oliva con menor contenido fenólico.

El estudio PREDIMED (Prevención Primaria de la Enfermedad Cardiovascular con la Dieta Mediterránea) es el estudio más amplio sobre nutrición que se ha realizado en España y ha puesto de manifiesto los efectos de la DM en la prevención de enfermedades crónicas. Han colaborado más de 90 investigadores de los principales grupos de nutrición de España. Este estudio es un gran ensayo clínico con reparto al azar de tres intervenciones dietéticas diferentes en personas con alto riesgo cardiovascular y su objetivo principal es poner de manifiesto si la DM suplementada con AOV o frutos secos evita la aparición de enfermedades cardiovasculares (muerte de origen cardiovascular, infarto de miocardio y/o accidente vascular cerebral) comparando con una dieta baja en grasa. Han participado 7447 voluntarios con un alto riesgo cardiovascular y los voluntarios debían ser hombres de entre 55 y 80 años o mujeres de entre 60 y 80 años que fueran diabéticos o que cumplieran tres de los siguientes requisitos: ser fumador, tener la tensión alta, tener alteraciones en el colesterol, ser obeso o tener sobrepeso, tener antecedentes familiares de enfermedad cardíaca precoz. La conclusión de este estudio es por una parte que una

intervención con una DM tradicional suplementada con AOV y frutos secos reduce en un 30% la incidencia de complicaciones cardiovasculares mayores a la vez que representa una evidencia científica de primer orden a favor de la eficacia de la DM tradicional en la prevención primaria de la enfermedad cardiovascular.

El programa del estudio EUROLIVE sobre el efecto del consumo de aceite de oliva de las poblaciones europeas incluye estudios sobre la biodisponibilidad de los componentes fenólicos del aceite de oliva en los humanos y además el proyecto consta de 6 ensayos clínicos aleatorizados, cruzados y controlados (Dinamarca, Finlandia, Alemania (2), Italia y España) con 3 aceites de oliva similares, pero con diferencias en su contenido de compuestos fenólicos (bajo, medio y alto), en 200 voluntarios sanos, con el objetivo de obtener evidencia científica sobre el impacto del aceite de oliva y de sus compuestos fenólicos sobre el estrés oxidativo y el daño producido en diferentes poblaciones europeas.

Los resultados del estudio EUROLIVE publicados ponen de manifiesto la capacidad del aceite de oliva para contrarrestar la oxidación de ADN, incrementar el contenido de glutatión reducido respecto al glutatión oxidado, de forma similar en todos los tipos de aceite de oliva, incrementar los niveles de HDL colesterol y reducir el daño oxidativo a los lípidos de forma dosis-dependiente con el contenido fenólico del aceite de oliva administrado, incrementar el contenido en ácido oleico del plasma y de la LDL en los participantes no-mediterráneos, en participantes en relación inversa con el grado de oxidación lipídica y con los niveles de presión sistólica en sangre ([http://www.imim.cat/programesrecerca/epidemiologia/es\\_riscvascularnutricia.html](http://www.imim.cat/programesrecerca/epidemiologia/es_riscvascularnutricia.html))

## Antecedentes

### 3. LOS LÍPIDOS EN LA NUTRICIÓN HUMANA. IMPORTANCIA NUTRICIONAL Y PROPIEDADES SALUDABLES DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN

Los lípidos junto con los hidratos de carbono y las proteínas son necesarios para una correcta alimentación. La grasa alimentaria está constituida mayoritariamente por triglicéridos (TG), compuestos a su vez por tres ácidos grasos que esterifican el glicerol. Estos ácidos grasos pueden ser monoinsaturados, como el oleico, poliinsaturados como el linoleico, linolénico, araquidónico, el eicosapentanoico (EPA) y el ácido docosahexanoico (DHA) y saturados como el butírico, caprílico o el palmítico. En menor cantidad, aunque de gran importancia en nutrición humana existen fosfolípidos, glicolípidos y colesterol. En la Tabla 3.1 se indican ácidos grasos importantes en nutrición humana.

**Tabla 3.1. Ácidos grasos importantes en nutrición humana**

Fórmula química y tipo	Nombre químico	Nombre vulgar	Nomenclatura reducida	Familia
<i>Saturados</i>				
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	Butanoico	Butírico	4:0	
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Octanoico	Caprílico	8:0	
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Hexadecanoico	Palmítico	16:0	
<i>Mono-insaturado</i>				
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	9c-hexadecenoico	Oleico	18:1	n-9
<i>Poliinsaturados</i>				
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	9c,12c-octadecadienoico	Linoleico	18:2	n-6
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	9c,9c,12c-octadecatrienoico	$\gamma$ -linolénico	18:3	n-6
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$	9c,12c,15c-octadecatrienoico	$\alpha$ -linolénico	18:3	n-3
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	5c,8c,11c,14c-eicosatetraenoico	Araquidónico	20:4	n-6
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	5c,8c,11c,14c,17c-eicosapentaenoico	EPA	20:5	n-3
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	4c,7c,10c,13c,16c,19c-docosahexaenoico	DHA	20:6	n-3

NOTA: c, cis.

El número antes de los dos puntos indica el número de átomos de carbono y el número después proporciona el número de dobles enlaces. La geometría y posición del doble enlace y su familia también puede indicarse usando la formulación abreviada. Así, el ácido oleico es 9c-18:1 (n-9). La tabla muestra una selección de los ácidos grasos más importantes en cada clase. El butírico (4:0), un ejemplo de ácido graso de cadena corta, se encuentra en la leche. Otro ejemplo es 6:0 que también se encuentra en la grasa láctea. 8:0 y 10:0 son ácidos grasos de cadena media que se encuentran en la grasa láctea y los aceites de coco y palmiste. Otro ácido graso saturado de cadena larga no mostrado en la tabla es el esteárico (18:0) que es el más abundante en la grasa de los rumiantes, como el cordero.

**Fuente: Aparicio y Hardwood, 2003**

Con relación al papel de los lípidos, la mayor parte están como TG, constituyendo una gran reserva de energía metabólica disponible. Su función principal es proporcionar energía al organismo, siendo los nutrientes que más calorías aportan por gramo (9 Kcal/g). Los lípidos son elementos importantes en el sistema nervioso (fosfolípidos), vehiculizan las vitaminas liposolubles, proporcionan las estructuras bioquímicas de hormonas (esteroides) y aportan ácidos grasos esenciales, que nuestro organismo no puede sintetizar, y deben aportarse en la dieta por ser indispensables para la vida y la salud humana. Además los lípidos forman parte de la estructura celular y mantienen la integridad estructural y funcional de las membranas biológicas.

El tipo de ácidos grasos de la dieta condiciona propiedades como la fluidez, la permeabilidad y el grado de peroxidación lipídica de membrana, que depende del grado de insaturación de los ácidos grasos alimentarios, y por tanto también afecta a sus funciones, que son muy importantes y complejas. Los ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) contribuyen a una adecuada fluidez de las membranas biológicas y disminuyen el riesgo de peroxidación lipídica, que afecta a los ácidos grasos poliinsaturados (PUFAs).

El aceite de oliva (AO) contiene una fracción saponificable compuesta mayoritariamente por TG y en menor proporción ácidos grasos libres (dependiendo del grado de hidrólisis de los TG). También existen pequeñas cantidades de derivados de AG (mono y di-glicéridos, fosfátidos, ceras y ésteres de alcoholes). La composición en ácidos grasos del AO depende de varios factores, sobre todo de la variedad de aceituna, pero también de su grado de madurez, el origen geográfico, el clima, etc. El AO contiene mayoritariamente ácidos grasos monoinsaturados (oleico) y en menor proporción ácidos grasos poliinsaturados y saturados. Los porcentajes máximos y mínimos de ácidos grasos en el AO se indican en el Reglamento (CEE) nº 2568/91 y otras normas complementarias, como la norma comercial COI/T.15/NC Nº 3/Rev. 7, 2013. La fracción insaponificable está compuesta de hidrocarburos, alcoholes alifáticos, compuestos fenólicos polares (tirosoles, hidroxitirosoles, etc.), esteroides, tocoferoles, clorofilas, carotenoides, etc. A la fracción no glicerídica se denomina a menudo “componentes menores” del AO, siendo de gran importancia para su estabilidad, su sabor y su aroma, a la vez son indicadores específicos de su autenticidad fisicoquímica. Estos componentes menores añaden al AO propiedades sensoriales y biológicas únicas.

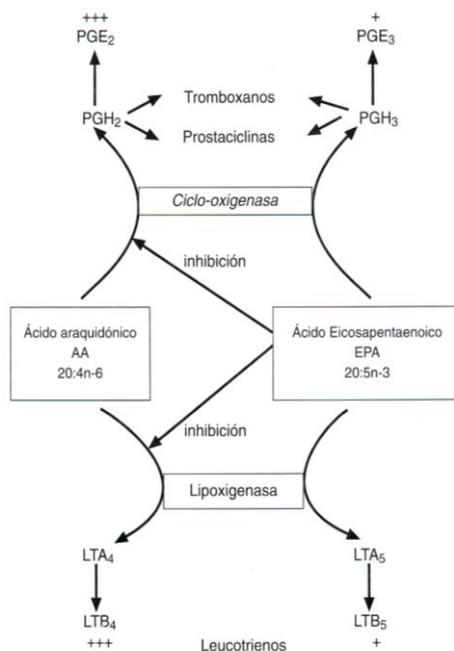
Desde el punto de vista culinario los lípidos mejoran la aceptación de los alimentos y tienen gran interés a la hora de su cocinado o condimentación y desde el punto de vista nutricional tienen gran importancia en la alimentación humana. La importancia nutricional de las grasas alimentarias se relaciona fundamentalmente con su papel en las enfermedades cardiovasculares, que constituyen la mayor causa de muerte en los países desarrollados por ser un posible factor de riesgo. El AO se ha ganado el interés de los consumidores por sus aplicaciones culinarias y su calidad nutricional por su alto contenido en ácido oleico y proporción de ácidos grasos

## ***Antecedentes***

saturados e insaturados, además del contenido en compuestos minoritarios destacando entre ellos los compuestos fenólicos y los tocoferoles con propiedades antioxidantes y compuestos volátiles que aportan a este aceite su aroma y sabor únicos.

El AO no es simplemente un alimento que aporta energía. Es el que más se ha visto implicado, junto con otros aspectos de la Dieta Mediterránea (DM), en la prevención de la enfermedad cardiovascular actuando sobre factores de riesgo, como son la aterogénesis y trombogénesis. El consumo habitual de AO, contribuye a la estructura y funcionalidad de las membranas biológicas y a la formación de fosfolípidos de menor grado de insaturación. Al tener mayor contenido en ácido oleico (monoinsaturado), favorece una menor peroxidación lipídica y una lipoproteína LDL menos oxidada y menos aterogénica, al contrario de lo que ocurre con los aceites de semillas que contienen más ácidos grasos poliinsaturados (ácido linoleico) que favorece una LDL más oxidable (Mataix et al., 2009).

La composición de los TG en el tejido adiposo depende en gran parte de la dieta, y como reserva energética y de ácidos grasos en el tejido adiposo, es importante la procedencia de los triglicéridos alimentarios en el mantenimiento de un determinado perfil de ácidos grasos, considerándose más favorable el aporte de AO de forma habitual en la dieta, por sus efectos sobre la funcionalidad celular, y en relación al aporte de ácidos grasos esenciales linoleico ( $\omega$ -6) y  $\alpha$ -linolénico ( $\omega$ -3). Aunque el AO tiene menores cantidades que los aceites de semillas (aproximadamente un 8% y 1% respectivamente), estos ácidos grasos esenciales y sus derivados como el araquidónico ( $\omega$ -6), el EPA( $\omega$ -3) y el DHA ( $\omega$ -3) se incorporan en la dieta a partir de otras grasas y aceites, con lo que dentro del concepto actual de dieta saludable un consumo habitual de AO favorece una relación acorde de ácidos grasos  $\omega$ -9/  $\omega$ -6/  $\omega$ -3. A partir del AA y del EPA que forman parte de fosfolípidos de membrana, derivan los eicosanoides. Como el AO modula las series  $\omega$ -6 y  $\omega$ -3 también regula los eicosanoides, que en pequeñas cantidades tienen efectos en el sistema inmunológico y en el proceso de la inflamación (Mataix et al., 2009). Los eicosanoides son reguladores del metabolismo celular existiendo dos rutas fundamentales, una regulada por la enzima ciclooxigenasa que produce prostaglandinas, tromboxanos y prostaciclina y otra por la enzima lipooxigenasa que produce leucotrienos (Figura 3.1)



**Figura 3.1. Competición entre las rutas de los ácidos grasos poliinsaturados n-3 y n-6 por la producción de eicosanoide. Nota: +++ (inflamación acentuada); + (inflamación débil). Fuente: Aparicio y Harwood, 2003.**

Los eicosanoides tienen una acción biológica potente y se deben producir en el lugar donde se necesitan, interviniendo en la homeostasis del tejido y manteniendo ciertas funciones metabólicas dentro de unos límites pudiendo realizar actividades diferentes e incluso opuestas según el tejido donde se producen. Controlan funciones tan importantes como la agregación plaquetaria, la función renal, las reacciones del sistema inmune, la secreción de hormonas como la insulina, y las de reproducción y recalcificación del hueso, la contracción muscular incluyendo la contracción y dilatación de los vasos sanguíneos, la actividad eléctrica del corazón, fenómenos inflamatorios y aspectos de la función visual (Aparicio y Harwood, 2003)

Además de los efectos beneficiosos del AO por su alto contenido en ácido oleico, están los relacionados con su contenido en compuestos antioxidantes, destacando la vitamina E y en menor proporción la vitamina A, y otros compuestos de gran relevancia en la actualidad como son los compuestos fenólicos (fundamentalmente el hidroxitirosol y oleuropeína) y el escualeno. Estos compuestos potencian los efectos beneficiosos del ácido oleico y se van a encontrar en el aceite de oliva virgen (AOV). Su contenido disminuye mucho en otros aceites por la refinación.

## *Antecedentes*

El AOV es rico en estos compuestos, demostrando beneficios en la prevención y el pronóstico de enfermedades crónicas, como se pone de manifiesto en la gran cantidad de bibliografía científica al respecto.

En general, los estudios nutricionales y epidemiológicos ponen de manifiesto que el AO, y más aún, el AOV, tiene un efecto protector en las enfermedades ligadas al envejecimiento y sus beneficios sobre la salud se muestran en las patologías propias de los países desarrollados, asociadas al estilo de vida occidental. En el Congreso Internacional sobre Aceite de Oliva y Salud celebrado en 2004, se recoge la preocupación en los países desarrollados por las enfermedades crónicas ligadas al envejecimiento y el papel beneficioso de la DM rica en aceite de oliva en la prevención de estas enfermedades. Los estudios epidemiológicos ponen de manifiesto que la DM rica en AOV disminuye el riesgo cardiovascular (López-Huertas, 2010). La DM rica en AOV mejora los principales factores de riesgo cardiovascular incluyendo el perfil lipídico, la presión arterial, el metabolismo de la glucosa (Tierney y Roche, 2007) y el perfil antitrombótico y modula positivamente la función endotelial, la inflamación y el estrés oxidativo y estudios observacionales en humanos ponen de manifiesto el papel protector de la grasa monoinsaturada frente al deterioro cognitivo, relacionado con el envejecimiento y con la enfermedad de Alzheimer. Existen numerosos estudios que ponen de manifiesto la asociación entre las grasas procedentes de la dieta y el cáncer. Los componentes menores del AOVA tiene un papel muy importante en los efectos saludables del AOV por su actividad antioxidante celular, relacionado con las enfermedades crónicas y su papel protector frente al cáncer (López et al., 2004; Pérez-Jiménez et al., 2005; Hashim et al., 2005; Mataix y Barbancho, 2008; López-Miranda et al., 2010; Corona et al., 2009).

Diversas investigaciones sugieren que el aceite de oliva puede ser beneficioso en las enfermedades inflamatorias y autoinmunes, como la artritis reumatoide. En este sentido, algunos informes han indicado que el aceite de oliva modifica la producción de citokinas inflamatorias (Serra, 2009). Existen estudios que relacionan el consumo de aceite de oliva como componente lipídico mayoritario de la dieta en el pronóstico de enfermedades inflamatorias crónicas como la Enfermedad de Crohn, y la Colitis Ulcerosa, (Mataix et al., 2009). El papel protector del aceite de oliva en pacientes con enfermedad inflamatoria intestinal (EII.) podría explicarse en parte porque los AGM y

compuestos fenólicos modifican del entorno lipídico requerido para la producción de eicosanoides (mediadores de la reacción inflamatoria), que al ser menos insaturado es mas resistente a la peroxidación lipídica, la reducción de citokinas, mantenimiento de un patrón normal de péptidos gastrointestinales relacionados con esta enfermedad (CCK, gastrina, etc.) (Mataix y Barbancho, 2008).

Muchos de los efectos de los lípidos sobre el sistema digestivo se explican por el efecto de sus ácidos grasos mayoritarios sobre las células glandulares y la secreción de hormonas gastrointestinales. Diferentes estudios atribuyen al aceite de oliva un papel beneficioso sobre el sistema digestivo en relación a la respuesta que generan los aceites de semillas (dietas ricas en ácidos grasos poliinsaturados), reduciendo la secreción ácida gástrica, lo que podría hacerlo aconsejable en la prevención y terapia nutricional de patologías gastrointestinales donde sea necesario limitar la secreción gástrica. Hay autores que sostienen además que el ácido oleico estimula la liberación de colecistoquinina (CCK), indicando que en consumo de aceite de oliva puede ser beneficioso en las enfermedades digestivas. (Bermúdez et al., 2004). La CCK es una hormona secretada en el duodeno cuyo efecto a nivel gástrico es inhibir la secreción gástrica y la de la hormona gastrina. Además, el consumo de aceite de oliva favorece los procesos de digestión y absorción lo que podría explicarse por el efecto en los niveles de enzimas pancreáticas (lipasa) y en la secreción biliar, aumentando también la excreción de colesterol y ácidos biliares, lo que unido al efecto de inhibición de la absorción del colesterol por el sitosterol presente en el aceite de oliva, podría contribuir al efecto hipocolesteromiante del aceite de oliva (Mataix y Barbancho, 2008).

Las grasas alimentarias se consideran como un factor preventivo fundamental en el periodo de la senescencia. La Dieta Mediterránea, rica en aceite de oliva virgen, se considera beneficiosa en el envejecimiento y en el declive cognitivo relacionado con la edad y la enfermedad de Alzheimer, pudiendo realizar intervenciones nutricionales. (Mataix et al., 2009; Panza et al., 2004; Solfrizzi et al., 2010, 2011). El aceite de oliva parece tener un efecto protector frente a la oxidación celular con menor producción de radicales libres; este efecto protector no solo se debe al ácido oleico (monoinsaturado), sino también a los componentes minoritarios, destacando los compuestos fenólicos, y se ha relacionado con gran número de enfermedades

## *Antecedentes*

neurológicas, destacando las demencias tipo Alzheimer, vasculares y el Parkinson. Las membranas mitocondriales son muy sensibles al ataque de radicales libres debido a la presencia de un doble enlace carbono-carbono en las colas de lípidos de sus fosfolípidos, lo que conduce a la producción de enfermedades cognitivas y neurodegenerativas. Diferentes estudios han señalado el impacto positivo de polifenoles en la incidencia de los trastornos relacionados con la edad como la demencia. La oleuropeína ha demostrado propiedades neuroprotectoras en enfermedades degenerativas como el Alzheimer y el Parkinson, abriendo camino a nuevos estudios sobre su posible uso farmacológico preventivo en el desarrollo de las enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas (Syed, 2010a, 2010b).

El envejecimiento se ha relacionado con el daño oxidativo celular, principalmente en las mitocondrias, que se va produciendo a lo largo de la vida del individuo, como consecuencia del agotamiento de los sistemas de protección del organismo frente a los radicales libres originados en el metabolismo intermediario de todas las células del organismo humano, sumado a la acción de otras sustancias ingeridas con la dieta, pudiendo jugar los compuestos antioxidantes un papel importante en la protección de los mecanismos de antioxidación. La teoría mitocondrial del envejecimiento propone que la senescencia es el resultado de un declive energético celular, debido a mutaciones del ADN mitocondrial y a otros daños mitocondriales que afectan finalmente al ADN mitocondrial (Mataix et al., 2006; Quiles et al., 2006). Los RL y ERO pueden atacar a todas las moléculas cercanas, como el ADN mitocondrial, proteínas de membrana mitocondrial, proteínas de la cadena de transporte electrónico, y los fosfolípidos de membrana, produciendo el daño celular. Entre los posibles agentes causales del daño mitocondrial está el estrés oxidativo fundamentalmente debido a la peroxidación de los ácidos grasos de membrana mitocondrial. El malonildialdehído procedente de los peróxidos formados, es un potente mutagénico que junto con el peróxido de hidrógeno podrían ser responsables de las mutaciones y fragmentaciones del ADN mitocondrial.

Estudios recientes respaldan firmemente el concepto de que una dieta mediterránea rica en aceite de oliva es compatible con el envejecimiento saludable y el aumento de la longevidad. Los compuestos fenólicos (fundamentalmente tirosol, hidroxitirosol, oleuropeína) y el escualeno, que junto al ácido oleico son los

principales componentes activos del aceite de oliva virgen, han demostrado su actividad potenciando el efecto del ácido oleico. Los compuestos fenólicos demuestran propiedades antioxidantes relacionadas con las propiedades biológicas del aceite de oliva. El ácido oleico, ha demostrado actividad en la prevención del cáncer y el escualeno ha sido relacionado con efectos anticancerosos. La actividad antimicrobiana de hidroxitirosol, tirosol y oleuropeína se ha puesto de manifiesto contra varias cepas de bacterias implicadas en las infecciones intestinales y respiratorias (Waterman y Lockwood, 2007). Los ácidos grasos monoinsaturados además contribuyen a un mejor control de la diabetes, intervienen en la mineralización ósea y en la regulación secreción gástrica. Existen numerosos estudios que asocian las propiedades del principal compuesto fenólico presente en el aceite de oliva virgen (oleuropeína) con propiedades farmacológicas, incluyendo antioxidantes, anti-inflamatorias, actividades anti-cáncer, actividad antimicrobiana, actividad antiviral, hipolipemiantes y efecto hipoglucemiante (Syed, 2010; Cicerale et al., 2009, 2010; Servili et al., 2009; Bendini et al., 2007). Estudios sobre el oleocantal, presente en el AOV, ponen de manifiesto una actividad anti-inflamatoria natural similar al ibuprofeno (Beauchamp et al., 2005).

Hay gran cantidad de estudios sobre la Dieta Mediterránea y el papel del aceite de oliva en la enfermedad coronaria cardiaca (CAD). Esta enfermedad se caracteriza por la formación en el interior de los vasos sanguíneos de una placa llamada ateroma que contiene grasa, fibrina, plaquetas, y otras sustancias que van obstruyendo progresivamente la luz del vaso dificultando o impidiendo el paso de la sangre produciendo desde una ligera disminución de la circulación, hasta la generación de trombosis, embolias e infartos. El consumo de aceite de oliva disminuye la lipemia postprandial y se ha asociado a efectos antiinflamatorios inhibiendo la formación de la placa de ateroma y los procesos trombóticos en general. Se ha demostrado que el riesgo de formación de la placa de ateroma en los vasos está relacionado con el colesterol unido a las LDL y VLDL, mientras que la fracción unida a las HDL es un factor protector frente a la enfermedad cardiovascular. Diversos estudios ponen de manifiesto el papel beneficioso del consumo de ácidos grasos monoinsaturados (ácido oleico.) pues mejoran los niveles de colesterol plasmático disminuyendo el colesterol-LDL y manteniendo o elevando el col-HDL (Mataix, et al.,

## *Antecedentes*

2009). En un estudio realizado con voluntarios varones sanos a los que se sometió a dos fases de dieta, la primera fase de la dieta se ha enriquecido en ácido oleico (mono), mientras que en la segunda fase la dieta se ha enriquecido en ácido linoleico se pone de manifiesto la importancia de estos ácidos monoinsaturados en el aumento de la resistencia a la oxidación de las LDL en plasma independientemente del contenido en antioxidantes, reduciendo la aterogenicidad de estas lipoproteínas (Bonanome et al., 1992). Se ha sugerido que el aumento del consumo de ácidos grasos monoinsaturados en lugar de ácidos grasos poliinsaturados hacen las lipoproteínas circulantes menos sensibles a la peroxidación y con ello disminuye el desarrollo de la aterosclerosis (Alarcón de la Lastra et al., 2001).

Pero además los beneficios del aceite de oliva virgen sobre la enfermedad cardiovascular no solo se atribuyen al ácido oleico, sino también al efecto de los polifenoles (Covas et al., 2000, 2006, 2009; Covas, 2008; Pérez-Jiménez et al., 2007; Carluccio et al., 2007; Fitó et al., 2007; Bogani et al., 2007; Castañer et al., 2011, 2012). Los estudios sugieren que la dieta puede modular la susceptibilidad del LDL en plasma a someterse a la degradación oxidativa. Los antioxidantes naturales contenidos en la dieta mediterránea podrían desempeñar un papel en la prevención de las enfermedades cardiovasculares, a través de la inhibición de la oxidación de las LDL (las más aterogénicas). Existen estudios en los que se compara la dieta mediterránea rica en aceite de oliva frente a una dieta baja en grasa mostrando los efectos beneficiosos en los factores de riesgo cardiovascular (Estruch, 2010). Los estudios epidemiológicos sugieren que la Dieta Mediterránea, rica en aceite de oliva, es más beneficiosa en la prevención de la enfermedad cardiovascular (CAD) pues mejora los factores de riesgo cardiovascular, tales como perfil lipídico (Violante et al., 2009), la presión arterial, la hiperlipidemia postprandial, la glucemia, la disfunción endotelial, estrés oxidativo, etc., y el papel de los ácidos grasos monoinsaturados del aceite de oliva en la modificación de los factores de riesgo y la etiopatogenia de varias enfermedades, atribuyendo muchos de estos beneficios a los componentes menores y las propiedades antioxidantes y antiinflamatorias de los compuestos fenólicos en el aceite de oliva, además de prevenir peroxidación lipídica. Algunos de los factores de riesgo cardiovascular que intervienen en el desarrollo de esta enfermedad no son modificables, como el sexo, la edad o la herencia, y otros son modificables como la

HTA, los niveles de colesterol en sangre (aumento de HDL, disminución de LDL), diabetes, obesidad, estrés, sedentarismo, etc. El aceite de oliva, junto con otros aspectos de la dieta mediterránea, es el que más se ha visto implicado en la prevención de la enfermedad cardiovascular ya que actúa de forma beneficiosa sobre los factores que intervienen en el desarrollo de la enfermedad: el perfil lipídico, la presión arterial, factores que intervienen en los procesos inflamatorios y el metabolismo de la glucosa. Numerosos estudios ponen de manifiesto que a pesar de su baja concentración los componentes menores del aceite de oliva virgen son importantes ya que ejercen varios efectos sobre la CAD, por sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antilipemiantes. Estos compuestos, contenidos en el AOV, tienen efectos en la disfunción vascular y los mecanismos que modulan la actividad endotelial. Estos mecanismos implican la liberación de óxido nítrico, los eicosanoides (prostaglandinas y leucotrienos) y moléculas de adhesión, en la mayoría de los casos por la activación de un factor nuclear por especies reactivas al oxígeno (Perona et al., 2006; Ruano et al., 2005). El hidroxitirosol se considera uno de los compuestos fenólicos más importantes del AOV en relación a los beneficios para la salud estimulando la función mitocondrial pudiendo proporcionar un posible mecanismo de eficacia de la dieta mediterránea para reducir el riesgo de la CAD, y como intervención terapéutica en la prevención de la diabetes tipo 2 y la obesidad (Hao et al., 2010)

Actualmente la enfermedad cardiovascular se considera una enfermedad inflamatoria y el endotelio vascular tiene un papel importante. La activación de citocinas (pro-inflamatorias) junto con el colesterol-LDL, promueven la puesta en marcha de procesos relacionados con la coagulación sanguínea dando lugar a la placa de ateroma. La dieta mediterránea rica en aceite de oliva tiene un efecto antiinflamatorio en el sistema cardiovascular ejerciendo un papel protector. (Urpi-Sarda et al., 2012; Estruch, 2010). Además de los efectos en la concentración plasmática de LDL, la relación LDL:HDL y la oxidación de las LDL, el aceite de oliva contribuye a la regulación de los sistemas de coagulación y fibrinólisis, reafirmando la importancia de las grasas alimentarias en las funciones vitales del organismo y en la prevención de la CAD y el papel determinante del aceite de oliva (Zampelas y Kafatos, 2004). Existen estudios en los que también se relaciona al escualeno con la prevención de la CAD (Bhilwade et al., 2010)

## *Antecedentes*

El estrés oxidativo a que está sometido inevitablemente el organismo es importante por su relación con numerosas enfermedades crónicas degenerativas. Las enfermedades asociadas al estrés oxidativo se relacionan con la disminución de las reservas antioxidantes y/o del aumento en la producción de radicales libres (RL) y especies reactivas de oxígeno (ERO) que presentan gran agresividad oxidativa celular. Se sabe que los RL y ERO se producen constantemente en el organismo como subproductos de los procesos metabólicos normales y fuentes exógenas como el ejercicio intenso, situaciones de estrés, factores ambientales, y agentes contaminantes (drogas, pesticidas, etc...). El organismo dispone de sistemas de defensa antioxidante para contrarrestar los efectos de estos RL y ERO. Hay factores oxidantes nutricionales prooxidantes ( $\text{Fe}^{2+}$  y PUFAs) y no nutricionales (RL, ERO). En cuanto a las defensas antioxidantes están los factores nutricionales antioxidantes como las vitaminas A, C, E,  $\beta$ -carotenos, AGM y compuestos fenólicos. También existen enzimas que previenen el fenómeno oxidativo y otras que reparan el daño producido por los agentes oxidantes. El riesgo o estrés oxidativo celular se define como un desequilibrio entre la generación de factores oxidantes y los sistemas antioxidantes a favor de los primeros. La composición de los ácidos grasos de la dieta determina en mayor o menor grado la composición en ácidos grasos de las membranas y por tanto su nivel de insaturación y vulnerabilidad a la peroxidación lipídica y sus consecuencias. La dieta y más concretamente la grasa ingerida habitualmente determina un estado oxidativo de base en función del grado de insaturación de la misma que se plasmará en un mayor o menor daño oxidativo dependiendo de los sistemas antioxidantes del organismo, entre los que se encuentran determinados nutrientes del organismo. La peroxidación lipídica es mayor cuanto mayor es el grado de insaturación de los componentes de las membranas biológicas y da origen a numerosos productos con toxicidad celular. Los PUFAs son muy vulnerables a estos RL y ERO, facilitándose el daño oxidativo celular, mientras que los AGM serían factores nutricionales menos vulnerables, que minimizan los efectos del mismo. Con relación al estrés oxidativo y su prevención nutricional existen muchos estudios nutricionales y bioquímicos que apoyan el papel del aceite de oliva virgen, poniendo de manifiesto que el aceite de oliva virgen es más que una grasa monoinsaturada, pues contiene mayoritariamente AGM, pero también otras sustancias con efectos antioxidantes como son los

compuestos fenólicos, responsables de su peculiar sabor amargo y picante y de su alta estabilidad. Son antioxidantes de gran alcance, y poseen otras actividades biológicas potentes que en parte podrían explicar en parte los efectos saludables observados de las dietas que incluyen aceite de oliva de alta calidad. En relación al papel antioxidante de los componentes menores del aceite de oliva virgen existen muchos estudios avalando este papel protector. Al principio los estudios sobre los efectos beneficiosos para la salud del aceite de oliva se atribuían al alto contenido en ácido oleico. Posteriormente los estudios científicos se han centrado mucho en los compuestos menores del aceite de oliva pudiendo encontrar hoy día en la literatura científica muchos estudios que avalan el papel antioxidante de su fracción fenólica.

Las áreas de la salud en las que el estrés oxidativo se considera un factor determinante son las relacionadas con el aparato respiratorio, cardio-circulatorio, digestivo, sistema inmunológico, envejecimiento y cáncer, y el sistema nervioso (enfermedades neurodegenerativas). Podemos encontrar en la literatura biomédica una gran cantidad de referencias sobre la implicación de los radicales libres y diferentes especies reactivas de oxígeno en numerosas enfermedades como la artritis reumatoide, enfermedad isquémica, fibrosis quística, algunos tipos de cáncer, etc. El aceite de oliva es la principal fuente de grasa de la dieta mediterránea que ha demostrado ser eficaz contra el estrés oxidativo y las enfermedades relacionadas con el envejecimiento. (Covas, 2008), atribuyendo no solo al alto contenido de ácido oleico, sino también a los componentes menores con propiedades antioxidantes en el papel protector sobre el estrés oxidativo (Raederstorff, 2009). En un estudio que investiga el efecto protector del aceite de oliva contra el daño oxidativo inducido en hepatocitos (Nakbi et al., 2010) encuentra una relación entre el efecto protector y el potencial antioxidante de los polifenoles. Existe numerosa bibliografía científica que pone de manifiesto los efectos beneficiosos de la Dieta Mediterránea, rica en aceite de oliva virgen, y los efectos de los compuestos fenólicos del aceite de oliva en enfermedades cardiovasculares, inflamatorias, obesidad y ciertos tipos de cáncer, así como sus propiedades antiaterogénicas, hipolipemiantes, hipoglucemiantes, antimicrobianas, antivirales. (Tripoli et al., 2005; Impellizzeri et al., 2012; Syed, 2010; Cicerale, et al., 2009, 2010, 2012; Razquin et al., 2009; Khalatbary y Zarrinjoei, 2012; Fabiani et al., 2006; Fitó et al., 2007; Visoli et al., 2002, 2005; Peluchi et al., 2009). Los datos

### *Antecedentes*

epidemiológicos demuestran que la dieta mediterránea rica en aceite de oliva tiene efectos significativos de protección contra el cáncer y las enfermedades coronarias. Se cree que es el perfil único de la fracción fenólica, junto con una ingesta elevada de escualeno y los ácidos grasos monoinsaturados (ácido oleico), los que confieren sus propiedades promotoras de la salud. El consumo de aceites de oliva virgen extra, rico en estos antioxidantes fenólicos, el escualeno junto con el ácido oleico, demuestra una protección considerable contra ciertos tipos de cáncer (colon, mama, piel), las enfermedades coronarias y el envejecimiento mediante la inhibición del estrés oxidativo (Owen et al., 2000, 2004).

La osteoporosis es otra enfermedad crónica relacionada con el envejecimiento. Se ha atribuido un efecto beneficioso al patrón de alimentación específico en el área mediterránea relacionado con el consumo de alimentos con componentes bioactivos naturales con propiedades antioxidantes, anti-inflamatorias y alcalinizantes que podrían explicar el efecto beneficioso en la prevención de la osteoporosis (Preedy y Watson, 2010).

## **4. CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN**

### **4.1 CONSIDERACIONES GENERALES**

En líneas generales, la calidad de un producto viene representada por el conjunto de características propias que permiten apreciarlo como igual, mejor o peor que los restantes de su especie (Diccionario de la Lengua Española, 2001).

El aceite de oliva virgen (AOV) es el obtenido del fruto del olivo (*Olea europea*, variedad sativa), únicamente por procedimientos mecánicos u otros procedimientos físicos en condiciones especialmente térmicas, que no ocasionan la alteración del aceite y que no haya sufrido tratamiento alguno distinto del lavado, la decantación, el centrifugado y la filtración, con exclusión de los aceites obtenidos mediante disolventes o por procedimientos de reesterificación, y de cualquier mezcla con aceites de otra naturaleza (Kiritsakis, 1992).

El patrón de calidad para el AOV vendrá representado por un zumo oleoso obtenido de aceitunas en perfectas condiciones de maduración, procedentes de un olivo sano, habiéndose obtenido el aceite sobre un fruto fresco y evitando toda manipulación o tratamiento que altere la naturaleza química de sus componentes tanto durante la extracción como en el transcurso de su almacenamiento. Desde el punto de vista tecnológico el AOV es el zumo o jugo de la aceituna, siendo prácticamente el único aceite que puede consumirse como sale del fruto. El Consejo Oleícola Internacional (COI) define al aceite de oliva virgen extra (AOVE) como la calidad comercial del aceite de oliva que presenta una acidez por debajo del 0.8% (como ácido oleico), y un sabor resultante únicamente del metabolismo de los frutos característico (atributos frutado, amargo y picante), sin defectos de gusto (rancio, moho, avinado, etc.). Las propiedades físico-químicas, acidez libre, valor de índice de peróxidos, coeficientes de extinción específica  $K_{232}$  y  $K_{270}$ , indicadores de calidad, se miden siguiendo los protocolos establecidos normativamente. Los atributos sensoriales de sabor amargo y el picante se han asociado con los compuestos fenólicos presentes en el AOVE. Los compuestos volátiles estimulan los receptores olfativos percibiendo el aroma característico del AOVE (Delgado y Guinard, 2011).

En general, hay diversos factores que van desde el cultivo, la recolección y el transporte de las aceitunas a la almazara, su modo de almacenamiento hasta que se procesan, los procesos tecnológicos para la extracción del aceite de oliva que hacen

## *Antecedentes*

que se puedan obtener diferentes calidades: aceite de oliva virgen extra, aceite de oliva virgen y aceite de oliva lampante. El AOVE se considera el mejor de los aceites de oliva, porque las aceitunas se han recolectado en el mejor momento de su madurez, estando el fruto sano, y después se han procesado adecuadamente. Sus características físico-químicas y organolépticas indican que ha sido elaborado en las mejores condiciones y con el aroma y sabor característicos del fruto de origen, sin alteración alguna. Por otra parte, los parámetros indicadores de calidad de un AOV, pueden variar durante su vida comercial dependiendo del tiempo y de las condiciones de su almacenamiento y se producen cambios desde al punto de vista nutricional. En la conservación del aceite de oliva (AO), especialmente del AOVE, es muy importante cómo se conserva durante su vida comercial siendo los factores que más influyen en la calidad durante su almacenamiento la luz, la temperatura y el contacto con el oxígeno. La luz, por ejemplo, es un iniciador de las reacciones que conducen al deterioro del AO y sustancias como la clorofila pueden jugar un papel importante en la promoción de la autooxidación. Pero además, el tipo de envase utilizado influye en la vida útil de los AOV (Guil-Guerrero y Urda-Romacho, 2009; Vekiari et al., 2007).

Cuando nos referimos a calidad del AOV, hay que considerar diferentes aspectos. Por una parte la calidad de este alimento está relacionada con las normas y reglamentos existentes a nivel nacional y europeo. Pero además, el patrón de Dieta Mediterránea se ha considerado tradicionalmente asociado a un estilo de vida saludable, en el que el AOV es el elemento más característico al que se atribuyen beneficios para la salud. La calidad nutricional y terapéutica del aceite de oliva, y más aún del AOVE se considera en la actualidad un valor esencial en el consumo de este alimento y está directamente relacionada con su composición. La variedad de la aceituna aporta al aceite obtenido diferentes atributos sensoriales que le confieren una fragancia, un flavor y un color característicos, y una composición en nutrientes.

Por todo esto, al hablar de calidad del AOV conviene considerar la calidad abarcando varios puntos de vista: el normativo (incluyendo el sensorial), el comercial y el nutricional y terapéutico. La calidad sensorial, nutricional y terapéutica del aceite de oliva está estrechamente relacionada con su composición química.

En la actualidad los consumidores demandan cada vez más una alta calidad en el aceite de oliva que adquieren, no solo desde el punto de vista nutricional y saludable

sino también desde el punto de vista sensorial. A la hora de evaluar la calidad de un AOV los consumidores tienen en cuenta los conocimientos científicos actuales y la opinión de los expertos, jugando también su papel correspondiente en las decisiones de compra. Es importante por tanto que los productores tengan un conocimiento más amplio sobre las propiedades organolépticas del aceite de oliva y de los factores agronómicos y tecnológicos implicados, porque afectan a la calidad sensorial y a las preferencias de los consumidores.

Por tanto, podemos decir que la idea de calidad del aceite de oliva tiene varios aspectos a considerar y depende del objetivo que se establezca. La calidad reglamentada, que incluye la calidad sensorial, es la más fácil de establecer. En función de esta calidad regulada normativamente los AOV se clasifican mediante una serie de parámetros físico-químicos y sensoriales establecidos, teniendo siempre presente que ligado al concepto de calidad, las propiedades y atributos del AOV van a condicionar el grado de aceptación del consumidor para un determinado uso. Así actualmente podemos encontrar en el mercado aceites denominados “*monovarietales*”, que proceden de una sola variedad de aceituna. Estos aceites tienen un distintivo propio y representativo de la variedad de procedencia. Pero cada vez más encontramos aceites que proceden de mezcla de distintas variedades de aceitunas, y en determinadas proporciones, a modo de “*composición*”, dando lugar a aceites más complejos en los que se complementan las características de las distintas variedades, con el fin de mejorar su estabilidad o sus cualidades sensoriales, con matices muy diversos, y la calidad nutricional. Estos aceites son demandados cada vez más por los consumidores. Pero además, se ha puesto de manifiesto que los consumidores pueden percibir la calidad de diferente manera según los atributos del envase. En un estudio sobre el efecto de los atributos del envase en la percepción de la calidad en el proceso de cata del AOVE, los resultados obtenidos identifican 3 atributos de gran importancia: los relacionados con la estética (envase caro, atractivo visual); los relacionados con la funcionalidad del envase (se resbala, se derrama) y el relacionado con la higiene por mantener una apariencia limpia (Torres et al., 2010).

La calidad comercial es más difícil de establecer pues depende del segmento de consumo que se considere, pero de forma general la estabilidad a la oxidación es un parámetro que se considera esencial en el concepto de calidad comercial. El AOV,

### *Antecedentes*

además de su alto contenido en ácido oleico (monoinsaturado), contiene una serie de compuestos en pequeñas cantidades denominados componentes menores de gran importancia en la estabilidad y el sabor y fragancia característicos de este alimento. Entre ellos están sustancias antioxidantes destacando los compuestos fenólicos y los tocoferoles, que juegan un importante papel en su estabilidad y en la preservación de la oxidación del aceite de oliva y por tanto en el mantenimiento de su calidad (Lerma-García et al., 2009; Hrnčirik y Fritsche, 2005; Lavelli et al., 2006)

No podemos olvidar la calidad culinaria del AOV, relacionada en parte con sus propiedades nutricionales. Si se va a usar en crudo, la calidad culinaria del AOV y especialmente la del AOVE, está unida a sus propiedades organolépticas. Si se va a usar en fritura la calidad culinaria de los aceites se relaciona con otros parámetros como la resistencia a la termooxidación o el número de reutilizaciones que permite hacer el producto, que son aspectos muy ligados a su composición. (Suaterna, 2011).

#### 4.2 CALIDAD REGLAMENTADA DEL ACEITE DE OLIVA. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS.

La calidad reglamentada del AOV es fácil de definir. Está regulada a nivel comunitario en el Reglamento (CEE) nº 2568/91 y sus modificaciones, existiendo otras normas complementarias como la del Consejo Oleícola Internacional COI/T.15/NC nº 3/ Rev.7, 2013 o la del Codex Alimentarius Codex Stan 33-1981 (2015). El Reglamento (CEE) nº 2568/91 define las características físicas, químicas y organolépticas de los aceites de oliva y de orujo de oliva, los métodos de análisis y los valores límite relativos a las características de los aceites, que han tenido que actualizarse teniendo en cuenta la opinión de los expertos y en consonancia con los trabajos efectuados en el marco del Consejo Oleícola Internacional (COI), por lo que éste Reglamento ha sufrido varias modificaciones que han dado lugar a otros reglamentos posteriores. Entre las más significativas se describen las siguientes:

Para diferenciar los aceites de oliva obtenidos mediante centrifugación del orujo de oliva, de los aceites de oliva lampantes, con independencia de sus métodos de obtención, se revisan los valores límite de ceras, eritrodíol, uvaol y alcoholes alifáticos totales. También se fija un método para la determinación de alcoholes alifáticos totales. Se establecen, en función del grado de acidez libre de los aceites, dos métodos

para la preparación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos para el análisis de la composición de ácidos grasos de los aceites. Además, basándose en la experiencia adquirida, el COI desarrolla un nuevo método de valoración organoléptica del AOV que sustituye al del anexo XII del anterior Reglamento y se establece un procedimiento de arbitraje. Las modificaciones del Reglamento (CEE) n° 2568/91 vienen recogidas en el Reglamento (CE) N° 796/2002 de la Comisión, así como las modificaciones de los anexos correspondientes.

A raíz de la modificación del anexo del Reglamento (CEE) N° 136/66/CEE y en particular de la integración de la categoría de aceite virgen corriente en la categoría de aceite lampante y la reducción de la acidez libre de todas las categorías, las características de los aceites de oliva y de orujo de oliva tuvieron que adaptarse para tener en cuenta las nuevas denominaciones y definiciones aplicables. Por otra parte se revisaron determinados valores límites recogidos en el Reglamento (CEE) n° 2568/91 relativos a las características de estos aceites, para continuar la armonización con las normas internacionales del Codex Alimentarius y el COI. Las características y denominaciones de estos aceites son las que figuran en el Anexo I del Reglamento (CE) N° 1989/2003 y los procedimientos para la comprobación de la conformidad de una muestra de aceite de oliva o de orujo de oliva con la categoría declarada.

Los expertos consideraron que para la detección de los aceites esterificados era más precisa la cuantificación del porcentaje de 2 monopalmitato de glicerilo y que la disminución del valor límite para el estigmastadieno en los AOV permitía una mejor separación de los AOV y refinados. En el Reglamento (CE) N° 702/2007 se recogen estas modificaciones.

Posteriormente en noviembre de 2007, el COI aprobó un método revisado de valoración organoléptica de los AOV que incluye una actualización de las descripciones de los atributos positivos y negativos y de la descripción del método. Se modifica el límite máximo de percepción de los defectos en el AOV y en la evaluación organoléptica mediana del defecto (Md) se sustituye el valor de “2.5” por el de “3.5”. También define las condiciones de utilización optativa de expresiones y términos relativos a características organolépticas de los AOV, certificadas por los jefes de panel. Las condiciones de utilización de expresiones como las que se relacionan con los atributos positivos, frutado, picante y amargo permiten utilizar los términos

## *Antecedentes*

“intenso” cuando la mediana del atributo sea superior a 6, “medio” cuando esté comprendida entre 3 y 6, o “ligero” cuando sea inferior a 3. Los atributos pueden utilizarse sin hacer mención a los adjetivos anteriores cuando la mediana del atributo sea superior o igual a 3. El término “equilibrado” se puede usar en aquel aceite que no es desequilibrado, entendiéndose por desequilibrio la sensación olfato-gustativa y táctil del aceite en el que la mediana del atributo amargo y/o picante es superior en dos puntos a la mediana del atributo frutado. La expresión “aceite dulce” puede utilizarse en el aceite en el que la mediana del atributo amargo y la del picante sean inferiores o iguales a 2. Estas modificaciones se recogen en el Reglamento (CE) N° 640/2008, adoptándose el texto del Anexo XII que figura en este Reglamento “Método del Consejo Oleícola Internacional para la valoración organoléptica de los aceites de oliva vírgenes”.

Las características organolépticas que presentan los AOV podríamos definir las como un conjunto de rasgos, que junto a otros de carácter no deseable (olores que puedan presentar, y sabores como por ejemplo agrio-avinado, rancio, atrojado, etc.) permiten definir y clasificar estos aceites, pero la clasificación de los AOV debe estar complementada con una evaluación de los parámetros físico-químicos por los métodos recogidos en el Reglamento (CEE) n° 2568/91 y sus modificaciones.

Otra actualización posterior en consonancia con los trabajos que viene desarrollando el COI ha sido el Reglamento (CE) N° 61/2011 que establece un límite en el contenido de esteres metílicos (FAMEs) y esteres etílicos (FAEEs) en el AOVE así como un método para la determinación de su contenido. Se modifica de nuevo el anexo I del Reglamento y se incluye el anexo XX “Método para la determinación del contenido en ceras y en ésteres metílicos y etílicos de los ácidos grasos mediante cromatografía de gases con columna capilar”.

Posteriormente se producen otras modificaciones del Reglamento (CEE) n° 2568/91, y en particular se introduce la evaluación de riesgos en los controles de conformidad para mayor protección de los consumidores. Los propietarios de AO y AOO, desde la extracción en la almazara hasta el embotellado inclusive, deben disponer de registros de entradas y salidas de cada categoría de estos aceites. También se revisan algunos métodos de análisis, valores límite en las características de los aceites (estigmastadienos, ceras, ácidos mirísticos y ésteres monoalquílicos de ácidos

grasos) en consonancia con las modificaciones en las normas del COI, y se modifican esquemas de decisiones acompañadas de parámetros más restrictivos para garantizar la autenticidad del aceite de oliva. Se modifica el método de valoración organoléptica de los AOV y hace mención a las normas actualizadas del COI que se deben tener en cuenta y se incluye un método de análisis para detectar la presencia de aceites vegetales ajenos en los aceites de oliva. Estas modificaciones se encuentran recogidas en el Reglamento de ejecución (UE) N° 299/2013 y Reglamento de ejecución N° 1348/2013 y recientemente se aprueba el Reglamento de ejecución (UE) 1833/2015 de la Comisión de 12 de octubre y se actualizan determinados métodos de análisis a fin de garantizar la aplicación a nivel de la Unión de las normas internacionales más recientes establecidas por el Consejo Oleícola Internacional

#### 4.3 CALIDAD COMERCIAL. NORMAS DE COMERCIALIZACION DEL ACEITE DE OLIVA

El Reglamento (UE) N° 1308/2013, por el que se crea una organización común de mercados agrícolas (OCM) regula entre otros aspectos el mercado interior en el que se establecen unas normas de comercialización. Define a los AOV como los obtenidos del fruto del olivo exclusivamente por medios mecánicos u otros procedimientos físicos aplicados en condiciones que excluyan toda alteración del producto y no se sujetan a ningún otro tratamiento que no sea su lavado, decantación, centrifugado o filtración, excluidos los aceites obtenidos con el uso de disolventes o de coadyuvantes de acción química o bioquímica, por un procedimiento de reesterificación o como resultado de cualquier mezcla con aceites de otros tipos.

El AOV solo puede clasificarse y designarse obligatoriamente según se indica en el citado Reglamento y estas designaciones se consideran denominación de venta. Las designaciones son las siguientes:

a) Aceite de oliva virgen extra: aceite de oliva virgen que presenta una acidez libre máxima, expresada en ácido oleico, de 0,8 g por 100 g y cuyas otras características se ajustan a las establecidas para esta categoría.

b) Aceite de oliva virgen: aceite de oliva virgen que presenta una acidez libre máxima, expresada en ácido oleico, de 2 g por 100 g y cuyas otras características se ajustan a las establecidas para esta categoría.

## *Antecedentes*

c) Aceite de oliva lampante: aceite de oliva virgen que presenta una acidez libre, expresada en ácido oleico, de más de 2 g por 100 g y/o cuyas otras características se ajustan a las establecidas para esta categoría.

Por otra parte en el Reglamento de ejecución (UE) N° 29/2012 de la Comisión, de 13 de junio, se establecen normas para la comercialización del AO, que regulan particularmente las categorías de calidad, el envasado y su presentación y el Reglamento (CE) n° 2568/91 recoge los métodos empleados para determinar sus características físicas, químicas y organolépticas. El AO, y sobre todo el AOVE, posee unas cualidades organolépticas y unas propiedades nutricionales que lo diferencian de otras grasas vegetales comestibles. Los costes de producción de éste alimento para conservar estas propiedades únicas lo sitúan a un precio elevado en relación con otras grasas alimentarias, por lo que se han establecido para el AO unas normas específicas de etiquetado en la fase del comercio al por menor en defensa de la competencia y para mayor protección del consumidor. Así, además de lo dispuesto en las normas comunitarias generales para el etiquetado de alimentos y sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y alimenticios, el Reglamento (UE) N° 1308/2013 indica la denominación de venta y además, para informar al consumidor, el Reglamento de ejecución (UE) N° 29/2012 regula la información en el etiquetado sobre la categoría de aceite que se adquiere.

Para los aceites de oliva la información obligatoria que debe aparecer además de la denominación de venta es:

- para el AOVE: “aceite de oliva de categoría superior obtenido directamente de aceitunas y solo mediante procedimientos mecánicos”

- para el AOV: “aceite de oliva obtenido directamente de aceitunas y solo mediante procedimientos mecánicos”

- para el aceite de oliva (contiene exclusivamente aceites de oliva refinados y aceites de oliva vírgenes): “aceite que contiene exclusivamente aceites de oliva que se hayan sometido a un tratamiento de refinado y de aceites obtenidos directamente de aceitunas”

Por otra parte el AOV puede tener calidades y gustos notablemente diferentes según su origen geográfico. El Reglamento (CE) N° 178/2002 establece la obligación de establecer un sistema de trazabilidad y con la entrada en vigor del Reglamento de

ejecución (UE) N° 29/2012, en el etiquetado del AOVE y del AOV la designación del origen ha pasado a tener carácter obligatorio, entendiéndose «designación del origen» la indicación de un nombre geográfico en el envase o en la etiqueta de este.

En el etiquetado del AOVE y AOV, además de la información obligatoria anterior pueden aparecer indicaciones facultativas:

-“primera presión en frío”: para AOVE o AOV obtenidos a menos de 27°C, mediante un primer prensado mecánico de la pasta de aceitunas, gracias a un sistema de extracción de tipo tradicional con prensas hidráulicas.

-“extracción en frío”: AOVE o AOV obtenidos a menos de 27°C mediante filtración o centrifugación de la pasta de aceitunas.

Las indicaciones de las características organolépticas que hacen referencia al olor y sabor solo pueden figurar en el etiquetado de los AOVE o AOV y la terminología contemplada en el punto 3.3 del Reglamento (CEE) n° 2568/91 se pueden mencionar si el análisis sensorial se ha basado en el método previsto en su Anexo XII.

La indicación de la acidez o de la acidez máxima puede figurar en el etiquetado solo si se acompaña de la indicación, en caracteres del mismo tamaño, y en el mismo campo visual, del índice de peróxidos, contenido en ceras, y absorbancia al ultravioleta.

Además, para garantizar la autenticidad de los aceites vendidos en el comercio al por menor el envase debe disponer de sistema de cierre adecuado que pierda su integridad después de la utilización. Se pueden presentar al consumidor como máximo en envases de 5 litros, pudiendo admitirse una capacidad superior en los envases destinados a colectividades. Solamente puede comercializarse al por menor AOV y AOVE, pero no el aceite de oliva lampante.

La norma comercial del Consejo Oleícola Internacional aplicable a los aceites de oliva y los aceites de orujo de oliva COI/T.15/NC n° 3/Rev.7, 2013 tiene como objeto la regulación de la calidad estos aceites cuando sean objeto de comercio internacional o de transacciones en forma de concesiones o de ayuda alimentaria. Esta norma incluye entre los criterios de calidad además de la acidez, el índice de peróxidos, la absorbancia en ultravioleta ( $K_{270}$  y  $K_{232}$ ) y las características organolépticas, otros parámetros como el contenido en agua y en materias volátiles, el

## *Antecedentes*

contenido en impurezas insolubles en éter de petróleo, el punto de inflamación y las trazas metálicas de hierro y cobre. También se refiere a los contaminantes como el arsénico y el plomo, los plaguicidas y los disolventes halogenados haciendo referencia a los límites permitidos. La norma Codex Stan 193-1995 (2015) también contiene niveles máximos de arsénico y plomo en aceites y grasas comestibles. En la Unión Europea (UE) los límites máximos de residuos plaguicidas (MRLs) en alimentos destinados al consumo humano vienen regulados en el Reglamento (CE) N° 396/2005 y sus modificaciones.

Esta norma de Salud Pública que recoge los límites permitidos de sustancias activas en los alimentos como consecuencia del uso de productos fitosanitarios ([http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/cadena\\_alimentaria/subseccion/fitosanitarios.shtml](http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/cadena_alimentaria/subseccion/fitosanitarios.shtml)). Puesto que los alimentos que se producen o se importan en cualquier estado miembro deben ser seguros para los consumidores de toda la UE, se hace necesaria una armonización de los límites aplicables.

Mediante programas comunitarios y nacionales los EEMM realizan controles de los residuos de plaguicidas para verificar su cumplimiento. Para conocer estos límites se puede consultar la base de datos sobre residuos plaguicidas de la Comisión. ([http://ec.europa.eu/sanco\\_pesticides/](http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/)).

En el Reglamento (CE) N° 1881/2006 se regula el contenido máximo de contaminantes químicos en grasas y aceites (plomo, dioxinas y PCBs e hidrocarburos aromáticos policíclicos)

La norma comercial del COI también hace referencia a los aditivos, no permitiendo su uso en los aceites de oliva vírgenes. El Reglamento (CE) N° 1333/2008 sobre aditivos alimentarios no permite el uso de aditivos alimentarios en la elaboración de AOV y AO. En el caso de aceites de oliva refinados, incluso el aceite de orujo de oliva (AOO) está permitido el uso de  $\alpha$ -tocoferol para restablecer el natural que se ha perdido durante la refinación. La dosis máxima es 200 mg/Kg de  $\alpha$ -tocoferol total en producto final.

#### 4.4 CALIDAD CULINARIA DEL ACEITE DE OLIVA

Hay que hablar necesariamente de la calidad culinaria del aceite de oliva, relacionada en parte con sus propiedades nutricionales. Usado en crudo la calidad culinaria del aceite de oliva está relacionada con sus propiedades organolépticas. Usado en fritura la calidad culinaria está relacionada con otros parámetros, como por ejemplo la resistencia a la termooxidación o el número de reutilizaciones, aspectos muy ligados a su composición. El que los consumidores conozcan las características únicas de este alimento podría ayudar a comprender las diferencias de precio de otras calidades u otros tipos de aceites respecto a los aceites de oliva, aprendiendo a hacer un uso adecuado de los mismos. El AOVE es el que presenta mejores características no solo desde el punto de vista químico, sino también desde el punto de vista sensorial.

Para el AOVE se recomienda su consumo en crudo, por ejemplo en tostadas, ensaladas, etc. Se considera el mejor de los aceites y el que más propiedades saludables tiene, por ser más rico en antioxidantes naturales. El AOV, aunque de inferior calidad, no por eso deja de ser un buen producto y se puede consumir directamente. Presenta algunos defectos, a veces casi imperceptibles, y se puede consumir en crudo o bien usarse para la preparación de alimentos cocinados, como por ejemplo en frituras. El aceite de oliva lampante es el de peor calidad. Presenta claramente defectos en el olor y en el sabor que no lo hacen apto para el consumo directo y es el de inferior calidad desde el punto de vista químico. Para poder ser consumido es necesario someterlo a un proceso industrial de refinación en el que se emplea diferentes técnicas físico-químicas eliminando los productos indeseables y las características organolépticas desagradables, pero también se eliminan componentes beneficiosos para la salud como por ejemplo los antioxidantes naturales, obteniéndose un aceite inodoro e insípido conocido como aceite de oliva refinado. A pesar de esta pérdida de calidad, podemos decir que este aceite de oliva presenta aún beneficios para la salud con respecto a otras grasas alimentarias, fundamentalmente gracias a su composición en ácidos grasos monoinsaturados (ácido oleico).

En el Reglamento (CEE) nº 2568/91 y sus modificaciones, también se definen otros tipos de aceites de oliva y sus características, como el aceite de oliva (AO) y el aceite de orujo de oliva (AOO), ambos aptos para el consumo, pero con diferente

### *Antecedentes*

calidad. El AO se obtiene de la mezcla de aceites de oliva vírgenes y aceites de oliva refinados. Se ha comercializado bastante así de forma tradicional y por ello está muy difundido su consumo en la población. Desde el punto de vista químico, aunque la composición en ácidos grasos monoinsaturados es similar, sin embargo tiene menor contenido en antioxidantes naturales. Se considera un buen producto, con ligeros atributos organolépticos procedentes de los aceites de oliva vírgenes. Dada su comercialización tradicional los consumidores lo han utilizado en general para todos los usos, tanto en crudo como para el cocinado de alimentos. Su uso recomendado dependerá de los tipos de aceites usados y de la proporción empleada. El AOO se obtiene de la mezcla de aceites de oliva vírgenes y aceite de orujo refinado. El aceite de orujo refinado se obtiene a partir de un subproducto sólido, procedente de la molienda de las aceitunas, denominado orujo. El orujo contiene una cierta proporción de aceite, según el sistema de extracción empleado, y para la extracción del aceite que contiene se emplean disolventes orgánicos. Este aceite presenta mal olor y sabor. Posteriormente deben ser eliminados los restos de disolvente en la refinería, los productos indeseables y las características organolépticas desagradables (olor y sabor). Si se realiza una buena técnica de refinado se obtiene un aceite inodoro e insípido.

El AOO se considera de segunda calidad, sin embargo se utiliza para fritos y sobre todo en freidora presentando buena relación calidad-precio para estos usos.

Desde el punto de vista culinario, nutricional y beneficios para la salud destacamos el AOVE en primer lugar, seguido del AOV, el AO y el AOO.

Como conclusiones prácticas y en relación a las propiedades culinarias, nutricionales y saludables se deduce que hay que fomentar el uso de los AOV, especialmente el AOVE, y que los consumidores sepan apreciar y conozcan las diferencias de calidad entre cada tipo de ellos, según el uso que se le vaya a dar.

## **5. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LOS ACEITES DE OLIVA VIRGENES**

El aceite de oliva virgen (AOV), además de los beneficios para la salud, ofrece en comparación con otros aceites vegetales comestibles una alta estabilidad a la oxidación, lo que es un aspecto importante a tener en cuenta cuando hablamos de calidad comercial, pues nos informa sobre su resistencia a la autooxidación (enranciamiento), y por otra parte, cuando se adquiere un aceite de oliva virgen extra (AOVE) los consumidores le otorgan un valor alimentario relacionado en gran parte con su calidad culinaria y los hábitos alimentarios. Por tanto la calidad comercial del aceite del AOV dependerá del segmento de consumo considerado, pero en general el concepto de calidad comercial se relaciona más con su estabilidad.

El proceso que más deprecia la calidad del aceite de oliva es la oxidación (enranciamiento). Conocer este proceso tanto en condiciones usuales de conservación (autooxidación) como bajo condiciones aceleradas de oxidación (pruebas de resistencia a la oxidación) y de los factores que intervienen, sobre todo la presencia de antioxidantes naturales (polifenoles, tocoferoles), ha permitido establecer condiciones más adecuadas para preservar al máximo su calidad durante el proceso de elaboración y almacenamiento hasta su consumo.

Actualmente el interés se dirige también hacia el estudio de las propiedades nutricionales de este alimento, en especial hacia el papel de los antioxidantes (fenoles y tocoferoles) y su importancia y utilización como ingredientes funcionales y suplementos nutricionales. La estabilidad a la oxidación de los AOV está relacionada con el alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados respecto de los poliinsaturados y la presencia de sustancias antioxidantes naturales (Mancebo-Campos et al., 2007). En la literatura científica para los aceites de buena calidad se dan unos valores de tocoferoles en un rango de 100-300 mg/kg y de 200-1500 mg/kg de compuestos fenólicos polares (Hrncirik y Fritsche, 2005). Otros estudios ponen de manifiesto el papel de los compuestos fenólicos presentes en el AOV en los beneficios saludables de la Dieta Mediterránea. Los antioxidantes fenólicos son compuestos naturales con efecto quimioprotector y contribuyen a las propiedades sensoriales de los AOV. Le confieren atributos como amargor, picor y astringencia. Pero además se ha puesto de manifiesto su importancia en la estabilidad oxidativa. Durante el

## *Antecedentes*

almacenamiento del AOV los compuestos fenólicos están sometidos al efecto de la degradación oxidativa, reduciéndose su contenido (Lerma-García et al., 2009; Lavelli et al., 2006). Otros componentes menores que pueden exhibir también efectos sobre la estabilidad oxidativa de los AOV son el escualeno (1000-8000 mg/kg), carotenoides (hasta 10 mg/kg) y clorofilas (hasta 20 mg/kg) (Hrncirik y Fritsche, 2005). En el proceso de extracción parte de estos compuestos antioxidantes pasan a la fase acuosa. Su concentración final en el AOV depende de la variedad de aceituna, factores climáticos y ambientales, técnicas agronómicas, estado de maduración del fruto, el almacenamiento de los frutos antes de la extracción (Gambacorta et al., 2010; Martínez et al., 2010) y de las técnicas de extracción empleadas. Los sistemas de dos fases permiten extraer AOV con mayor contenido en polifenoles y por tanto mayor estabilidad oxidativa. Estos aceites son más fragantes, con mayor intensidad en los atributos amargo y picante característicamente (Uceda et al., 2006).

En la vida comercial del los AOV hay por tanto varios factores importantes a tener en cuenta. Por una parte está relacionada con la composición en ácidos grasos y la presencia de componentes menores y por tanto con la variedad de la aceituna. Según la variedad de aceituna hay aceites que son bastante estables, como el de la variedad Picual, con alto contenido en polifenoles, pero otros se enrancian antes, como los de la variedad Arbequina. No obstante en la estabilidad al enranciamiento, también influyen las condiciones de almacenamiento del aceite obtenido, pero a igualdad de condiciones de almacenamiento, el factor más determinante es la variedad de aceituna. Otros factores que influyen en la calidad comercial son el estado del fruto (el estado de maduración y si está sano o deteriorado), las manipulaciones a que se someten las aceitunas tras su cosecha (incluido el sistema de recogida, transporte a la almazara y su almacenamiento previo al procesado). También influyen factores tecnológicos como el sistema de extracción junto con el manejo de variables relacionadas con este proceso y el almacenamiento del aceite de oliva obtenido (Uceda et al., 2006).

El AOV se extrae durante dos o tres meses aproximadamente, pero se consume a lo largo de un año, por lo que debe ser envasado adecuadamente para que se conserve en óptimas condiciones, por lo que las industrias de envasado tienen una importante responsabilidad en este sentido. Durante el almacenamiento los factores que más afectan a su calidad son la luz, la temperatura y el contacto con el oxígeno.

La luz y el calor aceleran el proceso de autooxidación. La temperatura del local de almacenamiento debe mantenerse constante y sin grandes oscilaciones.

El tipo de envase comercial también influye en su conservación. Los envases que más se utilizan para su comercialización son actualmente el plástico, el vidrio (transparente o coloreado). También se encuentran en el mercado el metálico y el cartón. En la elección del tipo de envase hay varias cuestiones sobre el material y el propio envase. En la elección debemos tener en cuenta que el material sea inerte sin comunicar olores o sabores extraños al aceite, lo más impermeable posible a la humedad y al oxígeno y protegerlo de la luz y los cambios de temperatura. Los envases opacos solo recibirán la energía calorífica mientras que los transparentes y los translúcidos reciben además la energía luminosa, superior a la calorífica, por lo que el efecto de la luz es más peligroso para los aceites envasados (Civantos, 2008)

La calidad sensorial del AOV está muy relacionada con la aceptación por parte de los consumidores para un uso determinado. Los factores que afectan a la calidad sensorial de un aceite de AOV pueden ser variados, pero fundamentalmente son de dos tipos:

-factores agronómicos, incluyendo la variedad de la aceituna, sistema de cultivo empleado (poda, fertilización, el riego, etc.), el estado sanitario de los frutos y su estado de maduración, la recogida y el transporte de las aceitunas a la almazara. Estos factores afectan en mayor o menor medida a los diferentes matices que conforman los atributos de los AOV como el olor, el sabor, y también a su composición.

-factores tecnológicos que abarcan desde la entrada de aceituna a la almazara y su almacenamiento, así como el proceso de extracción hasta el almacenamiento final del aceite obtenido. Durante el almacenamiento del AOV tras ser envasado, si están bien controlados estos factores, no deben afectar a los atributos originales, debidos a su origen varietal.

La variedad de la aceituna y su estado de maduración están relacionados con la composición química de los aceites de oliva, especialmente la composición en ácidos grasos, triglicéridos, esteroides e hidrocarburos y con sus propiedades sensoriales (Sánchez et al., 2006; Delgado y Guinard, 2011).

## *Antecedentes*

El efecto de la maduración, no solo influye sobre el rendimiento, deterioro del fruto, etc., sino que es un criterio prioritario para definir la calidad organoléptica de los aceites, ya que en función de ese estado, la composición química de los aceites obtenidos (aromas, ácidos grasos, polifenoles, etc.) sufre alteraciones, que superan a las producidas por el factor variedad. Los aceites procedentes de aceitunas en estado de maduración verde presentan mayor intensidad en los atributos que las que se encuentran en envero o maduro. La intensidad de los atributos puede servir no solo para diferenciar variedades, sino también el estado de maduración, por ejemplo, hay atributos como el frutado verde/maduro, amargo, picante, verde hoja/hierba que se afectan más con el estado de maduración que otros, como el dulce que apenas se ve afectado. Los atributos frutado verde/maduro, amargo, picante, verde hoja/ hierba, etc., también se ven afectados por la variedad de aceituna. Por lo tanto variedad de aceituna y su estado de maduración, están relacionados con las características organolépticas de los aceites obtenidos (Jiménez et al., 2012). Los parámetros de calidad *acidez, índice de peróxidos, absorción al ultravioleta (UV)*, la estabilidad a la oxidación y el contenido en polifenoles también se ven afectados en mayor o menor grado con la variedad y el estado de maduración (Gambacorta et al., 2010). Existen estudios que encuentran correlación entre los datos de los parámetros físico-químicos y los atributos del aceite, por ejemplo picante con polifenoles y amargo con estabilidad a la oxidación y contenido en polifenoles (Sánchez et al., 2006).

La respuesta del olivo a cualquier aportación de agua es muy favorable. Con sistemas localizados de riego, las pérdidas de evaporación del suelo son menores y también es menor la tensión que la planta requiere para la adsorción, admitiendo la utilización de aguas con un cierto contenido en sales más favorablemente que otros sistemas. Con aplicaciones diarias o casi diarias equivalentes al 30-50% del déficit hídrico se producen buenas cosechas. Entre los sistemas localizados están los microaspersores, difusores, goteros y microtubos, y se prestan muy bien a combinar el riego con la fertilización (fertirrigación) de la que se obtienen buenos resultados (Consejo Oleícola Internacional, 2004). La composición relativa en ácidos grasos, características organolépticas y parámetros de calidad de los aceites producidos en olivares de secano o de regadío se ve alterada con el riego. El contenido en ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados es mayor en los aceites de secano, mientras

que el contenido relativo en ácidos grasos saturados es mayor en regadío. Las relaciones insaturados/saturados y oleico/linoleico diferencian los aceites de riego y de secano, existiendo una relación entre los valores de  $K_{225}$ , el contenido en polifenoles y el grado de amargor, siendo los aceites de secano mucho más amargos que los de riego, discriminando estos tres parámetros los aceites de riego y los de secano. El grado de amargor disminuye al aumentar la cantidad de agua aportada con el riego (Salas et al., 1997).

Los procesos más importantes que deterioran la calidad del AOV son la lipólisis o rancidez hidrolítica y la oxidación.

La lipólisis está relacionada con la hidrólisis de los triglicéridos por lipasas endógenas (lipólisis enzimática) a lo largo de la maduración de los frutos y por la acción de microorganismos (lipólisis microbiana), dando lugar a ácidos grasos libres y da lugar a un aumento de la acidez total con deterioro del aroma del aceite por la presencia de ciertos ácidos grasos libres. Los principales factores que favorecen la lipólisis son la humedad, la temperatura, enzimas, y microorganismos (bacterias, levaduras y mohos) que están presentes en las aceitunas, que liberan lipasa. La lipasa endógena es una enzima natural presente en el fruto que no comienza su actividad hasta que se va volviendo de color púrpura. La lipólisis se produce en los propios frutos y continuar después en las operaciones a que se someten las aceitunas antes de su procesado, sobre todo durante su almacenamiento inadecuado, y prolongarse durante la molturación de los frutos y la extracción. El almacenamiento prolongado de los frutos favorece la hidrólisis por acción de las lipasas. Los frutos golpeados, picados por insectos, las aceitunas que están mucho tiempo en el árbol sin recogerse, los frutos que caen al suelo, dan aceites de elevada acidez por la acción de las lipasas endógenas y liberadas por microorganismos. El almacenamiento inadecuado de las aceitunas apiladas en montones hace que aumente la temperatura y se activan las lipasas; el efecto combinado de las lipasas propias y de los microorganismos hace que aumente la acidez del aceite y pierda calidad. La presencia de agua facilita el proceso porque disuelve las enzimas y favorece el crecimiento de microorganismos. Todo esto hace que en el aceite aparezcan características sensoriales indeseables. (Kiritakis, 1992).

## *Antecedentes*

La oxidación del aceite se produce por el contacto con el oxígeno, afectando principalmente a los ácidos grasos poliinsaturados y se relaciona más con las operaciones posteriores a la extracción del aceite. La oxidación del aceite de oliva puede ocurrir tanto en oscuridad (autooxidación) como en presencia de luz (fotooxidación) y es el principal proceso que conduce al deterioro del aceite, durante la producción, transporte y principalmente en el almacenamiento.

Los factores que favorecen la oxidación están relacionados con la composición del AOV pues la velocidad del proceso es mayor en ácidos grasos poliinsaturados (linoleico y linolénico) que en los monoinsaturados (oleico). La presencia de antioxidantes naturales (polifenoles y tocoferoles) retrasan la velocidad de oxidación pero su contenido disminuye al ir oxidándose el aceite. Otros factores que aumentan la velocidad del proceso son la temperatura alta, la luz y las trazas metálicas favoreciendo la formación de peróxidos y sus productos de degradación. Los cambios físico-químicos asociados con la oxidación dan lugar a pérdida de propiedades sensoriales y nutritivas. Los productos que se forman por la oxidación dan un sabor y olor desagradables (rancidez) y disminuye su valor nutritivo, por la pérdida de vitaminas liposolubles, compuestos fenólicos o de ácidos grasos esenciales (linoleico, linolénico). El aceite de oliva presenta una mejor resistencia a la autooxidación que otros aceites vegetales comestibles porque tiene bajo contenido en ácidos grasos poliinsaturados y por su contenido en antioxidantes naturales, pero es muy sensible a la fotooxidación producida por la luz (Kiritsakis, 1992).

El proceso de autooxidación del aceite comienza lentamente en la fase inicial (inducción) y después se produce una aceleración de la oxidación exponencial. Cuando hay una disminución importante en los antioxidantes del aceite y se sobrepasan los límites de ciertos productos de la oxidación, aparecen atributos negativos en el aceite (rancidez y decoloración), perdiendo su calidad “virgen extra” o incluso “virgen”, y en éste caso no podría ser vendido en el mercado directamente para su consumo. (Hrciririk y Fritsche, 2005).

La oxidación es un proceso complejo pero clásicamente se diferencian tres etapas:

*-iniciación:* transcurre de forma lenta, con pequeñas cantidades de oxígeno ( $O_2$ ). La energía de activación del proceso puede venir del aumento de temperatura en el almacenamiento, de la luz u otras fuentes (pigmentos como la clorofila o metales)

Los ácidos grasos (RH) en presencia de  $O_2$ , por pérdida de un hidrógeno pasan a formar radicales libres ( $R^*$ ), que reaccionan a su vez con  $O_2$  formando radicales peróxido libres ( $ROO^*$ ) los cuales reaccionan de nuevo con más RH formándose más radicales libres ( $R^*$ ) e hidroperóxidos (ROOH). La duración de esta etapa está relacionada con la cantidad de ácidos grasos con insaturaciones y con la presencia de antioxidantes naturales en el aceite (compuestos fenólicos, tocoferoles).

*-propagación:* es la continuación de la etapa anterior. El aceite va adquiriendo un sabor rancio. En esta etapa el proceso se hace más complejo. Los peróxidos formados (ROOH) son muy inestables y se rompen formándose radicales libres que actúan acelerando el proceso y participan en otras reacciones, apareciendo numerosos compuestos de oxidación secundarios volátiles con pocos átomos de carbonos (aldehídos, cetonas y compuestos de bajo peso molecular) relacionados con el olor y sabor característico al aceite oxidado (enranciamiento). Los productos resultantes de la descomposición de los peróxidos son la principal causa del deterioro de las características organolépticas del AO. Los principales indicadores de rancidez son el 2-pentanal y el 2-heptanal (Kiritsakis, 1992).

*-finalización:* los radicales libres anteriores reaccionan entre sí y se van aniquilando o acaban agotándose los ácidos grasos insaturados.

Los antioxidantes naturalmente presentes en el AOV (tocoferoles y polifenoles) reaccionan con los radicales peróxido libres y tienen un efecto protector de la oxidación del aceite. La adición de antioxidantes puede inhibir en gran medida la oxidación al romper la reacción en cadena pero no está permitida la adición de antioxidantes en el AOV.

En la fotooxidación la luz actúa activando el proceso de oxidación de los ácidos grasos insaturados formándose hidroperóxidos. Los pigmentos del aceite de oliva (clorofilas y feofitinas) también juegan un papel importante pues en presencia de luz favorecen el proceso de oxidación, mientras que en oscuridad tienen efecto antioxidante, por lo que el aceite debe conservarse en oscuridad (Kiritsakis, 1992; Civantos, 2008). Los carotenoides del AO también tienen efectos antioxidantes y

## *Antecedentes*

contrarrestan el efecto de clorofilas y feofitinas (sensibilizadores) que inducen la fotooxidación. Los tocoferoles no sólo protegen de la autooxidación, sino que también actúan, inhibiendo la fotooxidación.

La calidad del aceite del AOV obtenido está por tanto íntimamente relacionada con las características y la composición del fruto en el momento de su procesamiento y el amontonamiento de los frutos va a favorecer el desarrollo de procesos hidrolíticos y oxidativos en un corto periodo de tiempo dando aceites con valores más altos de acidez, índice de peróxidos,  $K_{232}$  y  $K_{270}$ . Para evitar este inconveniente las industrias intentan reducir al máximo el tiempo de procesado del fruto aumentando su capacidad de molturación (García y Yousfi, 2006). La forma de recogida de la aceituna también puede influir en la calidad de los frutos que llegan a la almazara y por tanto en la obtención de AOV de diferente calidad. La recogida mecánica puede producir daños en los frutos que provocan su ablandamiento rápido y su deterioro durante el almacenamiento, dando lugar a aceites con menor contenido en tocoferoles y polifenoles y por tanto con menor estabilidad a la oxidación. El almacenamiento en frío de los frutos puede retrasar estos procesos de deterioro (Yousfi et al., 2012). El mal uso de algunas variables que afectan al proceso tecnológico hace que los aceites obtenidos puedan presentar defectos como el avinado, atrojado, rancio, etc., y por tanto las prácticas inadecuadas tienen implicaciones químicas y sensoriales. Después de la cosecha el tiempo de almacenamiento de los frutos es esencial para garantizar la calidad final. En ocasiones el procesamiento de las aceitunas se retrasa por no tener capacidad suficiente de molturación y es necesario el almacenamiento de las aceitunas. A veces este almacenamiento se realiza sin los cuidados necesarios y se producen daños en los frutos y secreción de fluidos procedentes de las aceitunas, lo que favorece el crecimiento de microorganismos indeseables. El aumento de la temperatura puede también aumentar la actividad respiratoria de los frutos lo que conduce a procesos metabólicos indeseables que aceleran el deterioro de la fruta dando aceites de mala calidad sensorial, presentando defectos como el rancio. Una posibilidad podría ser el almacenamiento de los frutos a temperatura baja o en atmosfera modificada ( $CO_2$ ) para conservar la calidad de los frutos, pero esto requiere tener instalaciones adecuadas y encarece el proceso. La conservación en envases de poca capacidad perforados permite la respiración normal

de los frutos y reduce el aumento de temperatura en las pilas. Dado que algunos consumidores pueden presentar cierto rechazo a los AOV con un amargor más intenso procedentes de ciertas variedades de aceitunas (por ejemplo, Picual o Cornicabra), se han hecho estudios sobre los efectos del almacenamiento controlado de los frutos a baja temperatura para moderar o suavizar las propiedades sensoriales de los aceites de oliva sin afectarse significativamente los parámetros físico-químicos. Durante el almacenamiento de las aceitunas se pierden compuestos fenólicos lo que afecta a la estabilidad del aceite obtenido y a su amargor (Inarejos-Garcia et al., 2010; Yousfi et al., 2008; Kalua et al., 2008).

Los compuestos volátiles producidos a través de la ruta de la lipoxigenasa son los responsables de los atributos sensoriales más importantes del AOV, pudiendo establecerse unos valores óptimos de temperatura y tiempo en la etapa de batido para mantener su calidad sensorial. Una temperatura suave y un tiempo medio de 35-45 minutos son las más adecuadas para obtener AOV de alta calidad sensorial. Alta temperatura ( $\geq 35^{\circ}\text{C}$ ) requiere disminuir el tiempo de extracción menos de 35 minutos. (Morales et al., 1999). El lavado del aceite en las centrifugas verticales también afecta al contenido en polifenoles y la estabilidad del aceite de oliva. Cuanto mayor es la temperatura y la cantidad de agua en el lavado, el aceite obtenido es menos estable, tiene menor contenido en polifenoles y es menos amargo (Jiménez et al., 1995)

La influencia del proceso de extracción del aceite de oliva incluyendo las operaciones previas, sistema de extracción y almacenamiento del aceite en el rendimiento del proceso y características del aceite de oliva, ha sido también descrita por Uceda et al., (2006) indicando cómo la recogida del fruto, su transporte, la recepción y caracterización en la almazara influyen en la calidad final del aceite obtenido y determinan las etapas siguientes, como son las operaciones de limpieza, lavado de las aceitunas y el almacenamiento en las tolvas, que también afectan a la calidad. Estas operaciones básicas están relacionadas con la calidad del fruto que llega a la industria. En general no se recomienda el lavado del fruto cuando es de vuelo, solo cuando sea necesario pues el incremento de humedad reduce la extractibilidad y produce aceites de menor estabilidad oxidativa debido a la reducción del contenido en polifenoles. Tras estas etapas, si las aceitunas están durante demasiado tiempo en las tolvas de almacenamiento se van a producir alteraciones en su estado como

## *Antecedentes*

consecuencia de hidrólisis espontáneas, actividades enzimáticas, desarrollo de microorganismos que deterioran la calidad físico-química y sensorial del AOV. Algunas industrias para reducir los efectos provocados por el almacenamiento prolongado de los frutos, aplican baja temperatura, pero esto encarece el proceso. Lo que se recomienda es procesarlas lo antes posible una vez llegan a la almazara.

Para preparar la pasta de aceitunas la siguiente fase es la molturación y el batido. El sistema clásico de presión generalmente usa molinos de piedra. Tiene ventajas como el “torn-effect”, se evita la producción de emulsiones y la contaminación metálica pero se usa menos porque el proceso tiene menos capacidad y se necesita disponer de más espacio para las instalaciones. Actualmente se usan los molinos metálicos, especialmente los molinos de martillo. La molienda es una etapa muy importante para controlar las emulsiones que se producen como consecuencia de un nivel inadecuado de molienda y la adición de agua en esta etapa para obtener un buen rendimiento del proceso. La contaminación metálica en esta etapa puede provocar efectos negativos en el color y el flavor del AOV, y se reduce su estabilidad a la oxidación por la activación catalítica del proceso de oxidación. Aunque es difícil eliminar totalmente la cesión de trazas metálicas se utilizan materiales inertes (acero inoxidable). El batido de la mezcla obtenida hace que se rompan las emulsiones aceite/agua y ayuda a agrupar las gotas de aceite liberado en la molienda para poder separarlo después en la siguiente etapa. Se puede añadir calor a la pasta de aceitunas reduciendo la viscosidad favoreciendo la agrupación de las gotas de aceite pero se favorece la actividad enzimática. Se utilizan termobatidoras. La etapa de batido es fundamental para obtener un buen rendimiento, especialmente si se usan molinos de martillo, pudiendo ayudar a romper las emulsiones un eficiente proceso de batido. Se puede jugar con dos variables en el batido de la pasta para obtener la mejor calidad y el mejor rendimiento: el tiempo de batido y la temperatura. Hay un tiempo mínimo de batido para obtener un rendimiento razonable aunque depende también de la temperatura. El tiempo aconsejado es entre 60 y 90 minutos. Un tiempo de batido largo produce un descenso en el contenido en polifenoles del aceite de oliva virgen y parámetros relacionados como es la estabilidad oxidativa y el amargor. La temperatura de la mezcla disminuye la viscosidad y favorece la coalescencia de las gotas de aceite aumentando el rendimiento del proceso, pero si es excesiva da lugar a efectos

indeseables como pérdida de compuestos aromáticos responsables del flavor y aroma y se aceleran los procesos oxidativos. El aumento de la temperatura de batido da lugar a aceites más verdosos por el mayor contenido en clorofila, y con mayor contenido en polifenoles y por tanto más amargos y desequilibrados, disminuyendo su flavor como consecuencia de la pérdida de compuestos volátiles. El uso de gas inerte en el batido para el control de la actividad enzimática y la oxidación puede jugar un papel importante para conjugar rendimiento y calidad del aceite. Cuando se trata de pastas difíciles algunas almazaras optan por el empleo de talco micronizado que mejora la estructura de la pasta, reduce las emulsiones, reduce en los subproductos el contenido de aceite y por tanto se mejora el rendimiento del proceso. La cantidad de talco debe ser regulada mediante dosificadores automáticos. En general en el sistema continuo, ya sea de dos o tres fases el uso de talco micronizado mejora la eficiencia del proceso de extracción de las pastas difíciles. La dosis recomendada es entre el 0.5 y 2% dependiendo de la dificultad de la pasta. La adicción de talco micronizado no afecta significativamente a las características sensoriales y composición química del aceite, sin embargo se ha demostrado mayor contenido en polifenoles y resultar algo más amargo y picante. Fernández et al., (2008) concluyen que la adicción de talco mejora el rendimiento del proceso, también el almacenamiento de la pasta durante un periodo corto de tiempo mejora el rendimiento pero se observa una cierta pérdida de calidad sin que tenga que suponer necesariamente la pérdida de calidad extra de acuerdo con la normativa de la UE. No obstante si se prolonga durante el almacenaje se pueden desarrollar fermentaciones anómalas que disminuyen notablemente la calidad del aceite.

Con relación a la influencia del sistema de extracción en la calidad del aceite de oliva, el método de filtración selectiva o percolación tiene la ventaja de que se obtiene un aceite de alta calidad desde el punto de vista químico y sensorial, presenta buen rendimiento y eficacia, pero no se recomienda que el tiempo de permanencia de la pasta en el extractor sea mayor de 30 minutos.

En los sistemas de extracción por presión y centrifugación hay que separar la fase sólida (materia seca) de las fases líquidas (aceite y agua) que forman parte de la pasta de aceitunas. El más utilizado actualmente es el que usa la centrifugación de la pasta de aceituna. En el sistema de tres vías (también conocido como de “tres fases”)

### *Antecedentes*

se añade agua a la pasta de aceitunas aumentando la cantidad de agua residual (alpechín) y por tanto es más contaminante. Su eliminación presenta algunas dificultades técnicas y encarece el proceso. Este sistema se ha sustituido por el de dos vías (conocido como de “dos fases”) en el que se obtiene por una vía el alpeorujo, formado por agua de vegetación y orujo, y por la otra vía el aceite. En el caso de pastas de aceituna normales no es necesaria la adicción de agua al decánter. Las ventajas de este sistema son el ahorro de agua y de energía, requiere menor inversión económica, se generan menos subproductos (solo el agua de lavado) y es menos contaminante. Como desventaja tiene sobre todo el manejo y tratamiento del orujo, que se produce en mayor cantidad y contiene más humedad (alrededor de un 60%), tiene alto contenido en azúcares y sólidos disueltos. En relación a la calidad del aceite obtenido la diferencia más importante es la ausencia del agua de adicción al decánter por lo que presentan mayor contenido en polifenoles y su estabilidad a la oxidación es mayor. Por esta razón son aceites más fragantes, más amargos y picantes.

El aceite procedente de los decánter contiene agua residual (1-3%) y el agua residual del sistema de tres vías (alpechín) puede contener cierta cantidad de aceite (0.5-2%). La limpieza del aceite se puede hacer mediante decantación natural o con el uso de centrifugas verticales, que son capaces de separar los sólidos, el agua residual y el aceite. En las centrifugas verticales para aceite hay que añadir algo de agua caliente y se observa una reducción del contenido en polifenoles y en el aroma del aceite.

Similares resultados se han obtenido en otros trabajos en los que se estudió la influencia del método de extracción empleado en el contenido en polifenoles del AOV. Los aceites obtenidos por decánter de dos fases tienen mayores concentraciones de antioxidantes naturales relacionados con la estabilidad oxidativa del aceite y por tanto mayor estabilidad o resistencia a la oxidación. El sistema continuo de dos fases no requiere adicción de agua al proceso de la pasta de aceituna, y produce cantidades pequeñas de agua de vegetación y esto tiene efectos en la composición cuali-cuantitativa de antioxidantes naturales entre los que están los compuestos fenólicos, especialmente o-difenoles, con lo que además estos aceites son más estables a la oxidación que los obtenidos mediante el sistema continuo de tres fases. La adicción de agua en el proceso para separar el aceite de las otras fases produce pérdida de

compuestos fenólicos, responsables de su calidad sensorial y nutricional, y también de su estabilidad a la autooxidación (Angerosa y Di Giacinto, 1996; Vekiari et al., 2007).

La filtración del AOVE puede afectar a su composición cualitativa y cuantitativa y por tanto a su calidad. El proceso de filtración puede dar lugar a variaciones en la composición glicerídica, el contenido en compuestos antioxidantes y de agua, que se relacionan con la estabilidad oxidativa y con su vida útil. No se modifica esencialmente la composición en ácidos grasos. La filtración con gases inertes no modifica la intensidad de los atributos sensoriales positivos (Lozano-Sánchez et al., 2012)

Tras la extracción, los AOV deben ser almacenados independientemente, según su calidad. Para ello los aceites extraídos durante la jornada son catalogados de forma preliminar, determinando parámetros de calidad como la acidez y las características sensoriales, y en función de estos datos se almacenan en diferentes depósitos existentes en la almazara con capacidad suficiente. Hay que conservar lo mejor posible sus características originales, protegiéndolos de la oxidación, de la pérdida de aroma y de la aparición de atributos negativos. Durante el proceso de maduración se suavizan las características organolépticas, pues se pierde astringencia y amargor. Los procesos de fermentación se pueden evitar mediante purgas periódicas que permiten eliminar impurezas. Para proteger de la oxidación y la pérdida de aroma la temperatura de almacenamiento debe ser moderada (15-18°C) y sin grandes oscilaciones. La exposición al oxígeno, a la luz y el contacto con materiales que puedan ceder trazas metálicas debe evitarse pues son factores que favorecen la oxidación del aceite (recomendado el acero inoxidable). Los depósitos deben estar cerrados. Se debe evitar en lo posible los trasiegos de aceite entre depósitos. Las condiciones ambientales de la bodega deben ser óptimas de manera que se encuentre limpia, ventilada y evitando la presencia de olores que puedan transmitirse al aceite (Uceda et al., 2006).

La disponibilidad de aceites, tanto de mesa como para la elaboración de alimentos, con alta estabilidad oxidativa durante un largo tiempo de almacenamiento interesa a los productores, y es importante también para los consumidores. La influencia de la materia prima (composición en ácidos grasos y componentes menores) en la estabilidad de los aceites tras su envasado es clara, sobre todo, cuando se

## *Antecedentes*

almacenan a temperaturas extremas y no se dispone de medios adecuados para su conservación pues el deterioro oxidativo constituye un grave problema económico. La disminución de calidad del aceite del AOVE es debida sobre todo a las reacciones de oxidación catalizadas por la luz y la temperatura. El efecto de la temperatura y la luz en los aceites almacenados provoca disminución de atributos positivos (frutado, amargo, picante, manzana, verde, etc.) y aparecen atributos negativos (rancio, avinado, etc.). El tipo de envase puede proteger de la autooxidación que causa el enranciamiento del aceite, una de las más frecuentes alteraciones, y también conserva las características sensoriales que diferencian el AOVE de otros aceites vegetales comestibles, y de los aceites sometidos a refinación.

Estas conclusiones son similares a las que se obtienen en otros trabajos en los que se estudia la influencia del método de extracción empleado, junto con las condiciones de almacenamiento del aceite en la preservación de la calidad del AOVE, su flavor, su estabilidad y por tanto las propiedades beneficiosas para la salud. El efecto de la maquinaria, el material de envasado y la intensidad de luz influyen en los índices de deterioración oxidativa (índice de peróxidos,  $K_{232}$  y  $K_{270}$ ) durante el almacenamiento. También se encuentran variaciones en los índices de calidad iniciales, humedad, impurezas y contenido en polifenoles. Durante el almacenamiento los aceites envasados en PVC y expuestos a la luz presentan mayores valores de índice de peróxidos que los envasados en cristal, lo que podría ser explicado por la permeabilidad del plástico al oxígeno (Vekiari et al., 2007)

Durante el almacenamiento del AOVE, y por tanto durante su vida comercial, hay cambios en los componentes menores, existiendo una relación entre éstos y los índices de calidad estandarizada *acidez*, *índice de peróxidos*,  $K_{232}$  y  $K_{270}$ , *análisis sensorial*. En las condiciones de almacenamiento que se pueden encontrar en los comercios de forma habitual, hay dos índices de calidad muy útiles que pueden servir para indicar la pérdida de calidad extra del AOV y son el  $K_{270}$  y el análisis sensorial y el coeficiente  $K_{270}$  demuestra ser fundamental para el control de la calidad del aceite porque mide la acumulación de compuestos secundarios de la oxidación que pueden originar pérdida de flavor con efectos negativos en la puntuación sensorial. Es un parámetro objetivo y fácilmente medible, que junto al análisis sensorial sufre grandes variaciones durante el almacenamiento. Además Gutiérrez y Fernández (2002),

encuentran una correlación entre estabilidad inicial del aceite y el tiempo en que el  $K_{270}$  alcanza el valor límite de 0,25 y los aceites pierden su calidad extra. Concluyen que la durabilidad comercial depende de las condiciones de conservación. La estabilidad de los aceites de AOV decrece durante el almacenamiento, siendo más fuerte el descenso en aceites almacenados en presencia de luz y expuestos a temperatura alta que en oscuridad y a baja temperatura indicando un estado mayor de oxidación, y esta pérdida de estabilidad está relacionada también con el contenido en polifenoles.

Los tipos de envases más usados para el AOV son el cristal, el metal y el cartón resultando los más impermeables, y los que menos protegen de la luz el cristal y el plástico (Linares et al., 2006). El empleo de absorbentes de luz UV sobre la calidad de aceite vegetal con envases de polietileno tereftalato (PET), no parece influir de forma significativa en el índice de peróxidos, ácidos grasos libres,  $K_{270}$   $K_{232}$ , y evaluación sensorial (De Oliveira et al., 2005). Evaluando los efectos de algunas variables del envasado en la calidad del AOV procedente de diferentes variedades de aceitunas durante un periodo de almacenamiento de 12 meses observan un ligero aumento de la acidez y del  $K_{270}$  en todos los casos, sin embargo encuentran variaciones significativas en el índice de peróxidos de los aceites envasados en cristal transparente (Guil-Guerrero y Urda-Romacho, 2009). El aceite de la variedad Arbequina es el que más cambios presenta en sus parámetros de calidad, frente al Picual que es el más estable. Concluyen que el mejor envase para el AOVE es el depósito y los envases de cristal oscuros. Los cambios en el perfil de ácidos grasos que encontraron fueron mínimos. También encuentran pérdidas de pigmentos, encontrando que las pérdidas de clorofilas fueron mayores que de carotenoides. Los resultados de este trabajo indican que el aceite de la cosecha previa en atmósfera protectora (nitrógeno gas) si se envasa en botellas de cristal, los cambios en la calidad son semejantes a los de los aceites estacionales envasados en las mismas condiciones.

## *Antecedentes*

### **6. ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA CON PROTECCION DE CALIDAD**

Cuando hablamos de calidad de un alimento en sentido amplio la primera condición es la salubridad. Otros aspectos a considerar como calidad son, el valor nutritivo, que va asociado a los hábitos alimentarios, el cumplimiento de normas medioambientales, la protección de los recursos naturales, exigencias de carecer ético, las preferencias subjetivas de los consumidores (relacionadas con sus propiedades organolépticas), sin olvidar el valor socioeconómico añadido que puede suponer el producirse el alimento en una región o por métodos tradicionales. Así pues, el concepto de calidad de los alimentos, puede considerarse una característica compleja, que determina su valor y aceptabilidad del consumidor.

Cuando se piensa en el concepto de calidad como “calidad total” se entiende no solo la calidad del alimento, sino la de su proceso de producción, el territorio de procedencia y la calidad en la gestión durante todo el proceso productivo. Los consumidores conceden cada vez más importancia a la calidad de la alimentación, existiendo una creciente demanda de productos específicos de un origen geográfico determinado. Así surgen los sellos o distintivos de calidad para proteger los nombres de los productos contra su imitación y otros usos indebidos y para ayudar al consumidor a diferenciarlos entre sí, aportando información relacionada con el carácter específico de estos productos.

Los sistemas de aseguramiento de la calidad se han ido imponiendo dentro de la cadena agroalimentaria. Los alimentos de calidad diferenciada están protegidos por una normativa que garantiza el cumplimiento de unos requisitos superiores a los exigidos al resto de productos. En el Reglamento (UE) N° 1151/2012 se establece un régimen de denominaciones de origen protegidas (DOP) y de indicaciones geográficas protegidas (IGP) para ayudar a los productores de productos vinculados a una zona geográfica. Los productos que están protegidos por una DOP son aquellos cuya calidad o características se deben al medio geográfico, con sus factores naturales y humanos y cuya producción, transformación y elaboración se realiza siempre en esa zona geográfica delimitada de la que forman parte, a diferencia de los productos con una IGP, que poseen alguna cualidad determinada o reputación u otra característica que puede atribuirse a un origen geográfico en los que al menos una de las fases de producción tiene lugar en la zona geográfica definida de la que también toma su

nombre. Este Reglamento también incluye un procedimiento para proteger métodos de producción y las recetas tradicionales ayudando a los productores a comercializar sus productos y a informar a los consumidores de los atributos de sus recetas y productos tradicionales que les confieran valor añadido registrándolos como Especialidades Tradicionales Garantizadas (ETG).

La promoción de alimentos que presentan determinadas características es beneficiosa para las zonas donde se producen, sobre todo en el ámbito rural. Además cada vez más consumidores apuestan por la calidad y buscan productos específicos con un origen geográfico determinado. Para poder acogerse a una DOP/IGP/ETG el producto debe cumplir una serie de características que vienen especificadas en un pliego de condiciones. El enfoque comunitario en la normativa que regula estos productos y su protección facilita el desarrollo de estos productos en un marco que garantiza de modo uniforme la competencia leal entre los productores que se van a beneficiar de estas denominaciones y por otra parte se aumenta la credibilidad del consumidor que adquiere estos productos. Para poder gozar de protección en cualquier Estado miembro (EEMM) las DOP/IGP/ETG deben estar inscritas en el registro comunitario correspondiente.

De acuerdo con el Reglamento (CE) N° 882/2004 los Estados miembros deben designar a la autoridad competente o autoridades encargadas de los controles oficiales para verificar el cumplimiento de los requisitos legales aplicables a estos los regímenes de calidad. Las autoridades competentes podrán delegar en organismos de control debidamente acreditados la realización de tareas específicas relacionadas con los controles oficiales de los regímenes de calidad. Los controles oficiales verifican el cumplimiento del pliego de condiciones correspondiente y supervisan el uso que se haga de los nombres registrados para describir los productos comercializados (Reglamento (UE) N° 1151/2012)

Además del cumplimiento de las normas comunitarias de carácter general sobre etiquetado de los productos alimenticios y en particular del Reglamento (UE) N° 1169/2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor, y específicas del sector, en el caso de productos originarios de la UE comercializados y registrados con una DOP/IGP/ETG registrados de acuerdo con los procedimientos establecidos, deben

## ***Antecedentes***

aparecer en el etiquetado los símbolos de la Unión a ellas asociados. En la Figura 6.1 se indican los símbolos europeos asociados a éstas denominaciones de calidad.

Además, el nombre registrado del producto deberá aparecer en el mismo campo visual. Podrán figurar en el etiquetado las menciones «denominación de origen protegida», «indicación geográfica protegida» o «especialidad tradicional garantizada» o las correspondientes abreviaturas «DOP», «IGP» o «ETG».

El uso de esos símbolos o menciones tiene como objetivo por una parte, lograr que los consumidores puedan conocer mejor esta categoría de productos y las garantías asociadas a ellos y, por otra, facilitarles la identificación de estos productos en el mercado, y de este modo facilitar los controles.

Adicionalmente también podrá figurar en el etiquetado otros elementos, por ejemplo referencias textuales, gráficas o simbólicas al Estado miembro y/o a la región donde se ubique dicha zona geográfica de origen.



**Figura 6.1. Logos comunitarios de calidad diferenciada**

Fuente: <http://w.w.w.magrama.gob.es/>

En España existen AOVE protegidos por denominaciones de calidad DOP. Estos aceites poseen una calidad o características propias y únicas se deben al medio geográfico, y cuya producción, transformación y elaboración se realiza siempre en esa zona. (<http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-agroalimentaria/>).

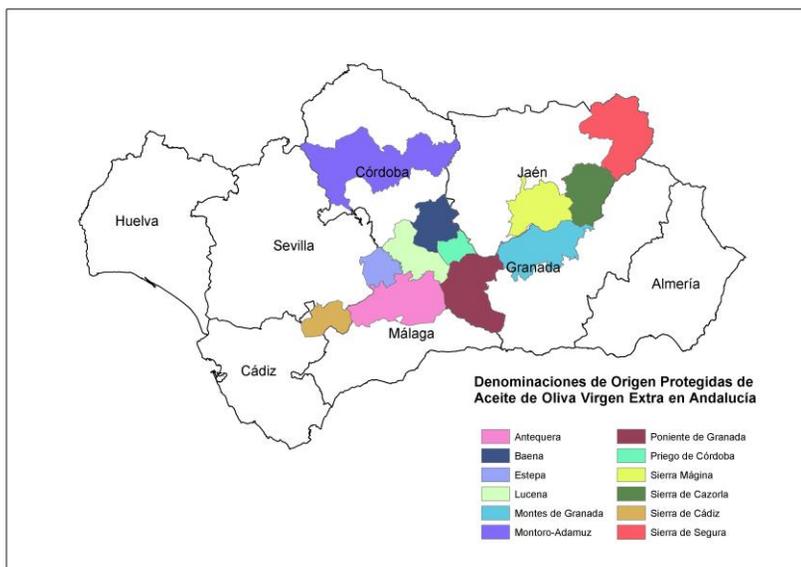
Tal descripción es un distintivo de calidad y se utiliza el nombre de una región, de un lugar determinado al que están vinculados. Una vez que la DOP está inscrita en el Registro Comunitario queda establecida su protección frente a cualquier práctica que pueda inducir a error al consumidor sobre el auténtico origen del producto y en el etiquetado del producto figura el símbolo comunitario y en el mismo campo visual el nombre registrado del producto.

## *Antecedentes*

Adicionalmente los aceites amparados por una DOP, tienen para los consumidores la garantía de un producto que reproduce fielmente unas características: haberse producido en olivares de ciertas variedades, con un sistema de cultivo y un ambiente determinado. Sin embargo, la influencia de las incidencias climáticas de cada año puede ocasionar diferencias apreciables, enriqueciendo los atributos de los aceites de determinadas cosechas. Hay un interés creciente a nivel mundial por el AOV pues además de ser un alimento de máxima calidad, es un elemento básico de la Dieta Mediterránea, y se han reconocido sus propiedades beneficiosas para la salud y sus propiedades culinarias. En la actualidad se apuesta por la calidad y cada vez cobra más peso el AOVE, pues se quiere hacer un producto que conserve las propiedades organolépticas y saludables de las aceitunas de las que se ha obtenido. Las aceitunas se han recogido en el momento óptimo de maduración, se han transportado en condiciones óptimas a la almazara y se procesan rápidamente para garantizar la calidad de origen. El proceso de obtención es solo por medios mecánicos y el aceite obtenido se almacena en depósitos de material inerte para que no se alteren sus propiedades. Tanto la producción como la elaboración de AOVE con DOP debe hacerse dentro del ámbito territorial de la Denominación. Las DOP poseen órganos de gestión y control (Consejos Reguladores) y entre sus funciones están la promoción y la protección del nombre geográfico de la Denominación y la promoción de los productos que ampara. Supervisa el autocontrol de los productores para asegurar la calidad y la trazabilidad y vela por el cumplimiento de sus reglamentos.

En Andalucía, las diferencias climáticas y orográficas permiten una amplia variedad de aceites de excelente calidad, con sus características propias procedentes de diferentes tipos de aceitunas (*Picual, Picuda, Arbequina, Hojiblanca*, etc.), existiendo importantes DOP entre las que se encuentran la de Baena, Estepa, Priego de Córdoba, Sierra de Cazorla, Sierra de Segura, Montes de Granada, Poniente de Granada, etc. (Figura 6.2)

## Antecedentes



**Figura 6.2. Denominaciones de Origen Protegidas de aceites de oliva de Andalucía. Fuente: <http://www.juntadeandalucia.es/>**

En otros casos la calidad de los alimentos comercializados se relaciona con el medio ambiente y la sostenibilidad como es el caso de la agricultura ecológica y la producción integrada. En Andalucía cada vez más se usan estos sistemas de producción. Andalucía es conocida mundialmente por ser una región olivarera desde hace miles de años. El aceite de oliva ha sido fuente de riqueza para numerosos pueblos, constituyendo la base de su gastronomía y también de sus tradiciones. El olivar se considera un bosque mediterráneo y tiene un gran valor medioambiental pues frena la erosión y el avance de la desertificación.

La Producción Integrada de Productos agrícolas está regulada a nivel nacional mediante el Real Decreto 1201/2002 y disposiciones de aplicación. Es un sistema de producción de alimentos que utiliza de forma equilibrada los medios de los que dispone la agricultura (químicos, biológicos y culturales) para obtener unos productos sanos y de calidad protegiendo el medio ambiente y asegurando la conservación de los recursos naturales. En este sistema hay un mayor control de los residuos de fitosanitarios y de respeto al medio ambiente.

Los productos obtenidos bajo la marca “Producción Integrada” se consideran productos de alta calidad, que se garantiza mediante el control por parte de entidades de certificación autorizadas, encargados de controlar si se cumplen las normas y

requisitos de producción integrada. Los productos agrícolas obtenidos mediante este método tienen un valor añadido, que debe quedar garantizado y a su vez poder ser diferenciados por el consumidor

El objetivo es que los agricultores obtengan productos agrícolas de calidad y saludables para los consumidores, a la vez que utilizan técnicas que respetan el medio ambiente. (<http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/produccion-integrada/>).

Las empresas o productores agrícolas acogidos a este sistema, están autorizados para usar este distintivo de calidad diferenciada a nivel nacional, sin perjuicio de que puedan usar los de las diferentes Comunidades Autónomas. Así el consumidor puede reconocerlos y diferenciarlos de otros que no estén acogidos a este sistema.

En relación a las posibles diferencias de calidad intrínseca entre los productos de producción integrada en comparación con los obtenidos por los métodos tradicionales, en un estudio comparativo Cayuela et al., (2006) analizaron muestras de aceite de oliva virgen procedentes parcelas de producción integrada, de olivar de secano y parcelas de producción convencional. Determinaron acidez libre, índice de peróxidos,  $K_{232}$  y  $K_{270}$ , composición de ácidos grasos, esteroides, compuestos fenólicos, tocoferoles, estabilidad oxidativa y análisis sensorial. Los valores más altos de esteroides totales y tocoferoles corresponden a los aceites de producción integrada. Los aceites de producción convencional presentaron mayor contenido de fenoles totales y parecen ofrecer mayor estabilidad, siendo lo más destacable la mayor intensidad de atributo amargo en las muestras correspondientes a la producción convencional.

El mayor contenido de esteroides y tocoferoles de los aceites procedentes de producción integrada podría ser un valor añadido desde el punto de vista nutricional.

En las figuras 6.3 y 6.4 se indican los distintivos de Producción Integrada a nivel nacional, así como los correspondientes a Comunidades Autónomas.



Figura 6.3. Identificación de garantía nacional.

Fuente: <http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/produccion-integrada/>



Figura 6.4. Identificaciones autonómicas de la Producción Integrada

Fuente: <http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/produccion-integrada/>

La Agricultura Ecológica es otro sistema de producción de alimentos cuyo objetivo es conservar la fertilidad de la tierra y respetar el medioambiente mediante la utilización óptima de los recursos naturales. Estas técnicas agrarias excluyen normalmente el uso de productos químicos de síntesis como fertilizantes, plaguicidas, antibióticos, etc. Actualmente es el modo de producción más respetuoso con el medio ambiente ya que provoca un menor impacto en los ecosistemas contribuyendo al desarrollo sostenible en el entorno.

A nivel europeo el Reglamento (CE) N° 834/2007 y sus disposiciones de aplicación establecen el marco legal para todos los niveles de producción, distribución, control y etiquetado de productos ecológicos que pueden ser ofrecidos y adquiridos en la UE. Estos productos están sometidos también a un régimen de controles oficiales.

En España el control y la certificación de la producción ecológica es competencia de las Comunidades Autónomas (CCAA) y se lleva a cabo mayoritariamente por autoridades de control públicas dependientes de las Consejerías o Departamentos de Agricultura o directamente por Direcciones Generales adscritas a las mismas, aunque en algunas Comunidades como la de Andalucía o Castilla La Mancha se han autorizado entidades privadas para la realización de estas funciones.

La autoridad o los organismos de control establecidos al efecto son los que se encargan de realizar los controles correspondientes que avalan la garantía oficial que espera el consumidor y el cumplimiento del anterior Reglamento y sus disposiciones de aplicación. Este sistema permite la obtención de alimentos de gran calidad tanto desde el punto de vista nutricional como organoléptico. El aceite ecológico puede ser distinguido por el consumidor gracias a un distintivo de calidad o etiqueta de garantía que certifica que lo que ha comprado procede de un cultivo ecológico, eliminando así la posibilidad de comercializar productos convencionales como ecológicos. Todas las unidades envasadas, además de su propia marca y alguna de las menciones específicas de la agricultura ecológica, llevan impreso el código de la autoridad y organismo de control o un logo específico con el nombre y el código de la entidad de control.

Todo ello significa que la finca o industria donde se ha producido o elaborado el producto, está sometida a los controles e inspecciones correspondientes de la Autoridad o del Organismo establecido al efecto en la respectiva Comunidad Autónoma. Constituye, a su vez, la única garantía oficial de que el producto responde a la calidad supuesta por el consumidor y cumple las normas establecidas en el Reglamento (CE) N° 834/2007 y sus disposiciones de aplicación. Pueden usarse logotipos nacionales y privados cuyo uso se autoriza en las condiciones previstas en la normativa vigente. (<http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/la-agricultura-ecologica/>). También puede ir impreso el logo comunitario de la AE, que será

## ***Antecedentes***

obligatorio, en un nuevo diseño, a partir del 1 de julio de 2010, en las condiciones establecidas en la normativa.

En la Figura 6.5 se muestra el logotipo nacional y comunitario de la Agricultura Ecológica.



**Figura 6.5.:Logo de España y logo comunitario de la Agricultura Ecológica**  
**Fuente:**<http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/la-agricultura-ecologica/>

La “Calidad Certificada” es la marca de garantía cuyo titular es la Junta de Andalucía. Fue creada por la Consejería de Agricultura y Pesca para la promoción de productos agroalimentarios con calidad diferenciada garantizando su elaboración bajo controles específicos. Esta marca está regulada por el Decreto 229/2007.

Con esta marca de calidad la Junta de Andalucía reconoce los productos con calidad diferenciada y quedan inscritos en un registro para el uso de la marca Calidad Certificada. Entre los productos que cuentan con este distintivo está el aceite de oliva. Los productos con este reconocimiento deben llevar el distintivo de Calidad Certificada en sus envases. En el etiquetado, y dentro del mismo campo visual de la marca Calidad Certificada, se hará referencia al número de inscripción que la entidad de certificación tenga en el Registro de Entidades de Inspección y Certificación de Productos Agroalimentarios y Pesqueros en la Comunidad Autónoma de Andalucía, regulado por el Decreto 268/2003, de 30 de septiembre.

En la figura 6.6 se indica el símbolo de la marca Calidad Certificada de la Junta de Andalucía.



**Figura 6.6. Distintivo de la marca Calidad Certificada de la Junta de Andalucía.**

**Fuente: <http://www.juntadeandalucia.es>**

Las personas físicas o jurídicas con productos autorizados para el uso de la marca Calidad Certificada estarán sujetos a programas de control, al objeto de verificar el cumplimiento de la normativa aplicable.

## *Antecedentes*

### **7. PROCESO DE OBTENCION DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN**

#### **7.1 EVOLUCION TECNICA DE LOS SISTEMAS DE ELABORACION DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN**

En los países del Mediterráneo la economía se ha basado característicamente en tres alimentos básicos: el pan, el aceite y el vino y por eso desarrollaron instrumentos para su manipulación. Para la obtención del aceite de oliva se seguían una serie de pasos que casi no han variado con el transcurso del tiempo.

Los diferentes mecanismos de obtención de este zumo de fruta que es el aceite de oliva virgen, han evolucionado a lo largo del tiempo, desde el prensado manual (trituration manual con mortero y maja), el uso de molinos y prensas hasta la aparición de la prensa hidráulica y finalmente de los sistemas continuos de 2 y 3 fases.

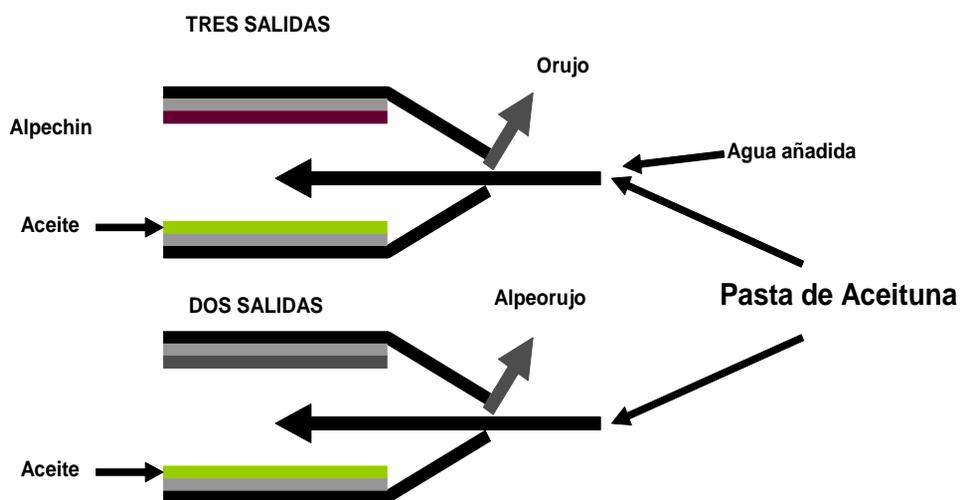
En la elaboración del aceite de oliva virgen han existido tradicionalmente tres etapas: la preparación de la pasta de aceituna mediante la molturación, que se conoce como molienda. Posteriormente se separa la fase líquida (aceite y alpechín) de la fase sólida (orujo) mediante prensado o actualmente por centrifugación. Después le sigue la fase de separación del aceite del agua de vegetación por decantación y actualmente por centrifugación.

Tradicionalmente el prensado ha ido evolucionando para diseñar sistemas cada vez más eficaces, que permiten extraer la mayor parte del aceite de la masa oleosa. Las “prensas de torre” y “prensas de viga” han coexistido en nuestro entorno hasta la aparición de las prensas modernas. A mediados del siglo XX empiezan a usarse las prensas hidráulicas y sobre los años 70 se introducen los sistemas continuos de tres fases, en los que se obtiene aceite, orujo y alpechín y posteriormente los sistemas continuos de 2 fases en los que se obtiene aceite y alpeorujo, que consumen menos agua y generan menos residuos.

#### **7.2 EL SISTEMA DE DOS FASES**

Con la implantación, en el sector de elaboración del aceite de oliva virgen (AOV) de nuevos avances tecnológicos se pueden obtener aceites de oliva vírgenes de elevada calidad y mayor estabilidad. En la actualidad, el proceso de elaboración del AOV se realiza mayoritariamente mediante sistemas continuos en los que la separación de fases se efectúa por la aplicación de la fuerza centrífuga a la masa

inyectada al interior del sedimentador (decánter horizontal) produciéndose de forma continua la salida de los líquidos y sólidos separados. La primera fase, que es la mezcla de orujo y alpechín se denomina alpeorujo y la segunda fase es el aceite (Figura 7.1).



**Figura 7.1. Decánter de dos y tres fases**  
Adaptado de Uceda et al., 2006

Al unirse en la misma salida los sólidos con el agua de vegetación de la aceituna se produce una fluidificación de los sólidos, que hace innecesaria la adición de agua a la entrada del decánter, disminuyendo así la cantidad de agua consumida y además elimina prácticamente el alpechín y la necesidad de centrifugarlo (centrífuga vertical) posteriormente, para recuperar el aceite residual.

El residuo sólido contiene no sólo el agua de vegetación, sino también la pulpa fina (finos) y el aceite que antes contenía el alpechín. Aumenta considerablemente la cantidad de orujo y su contenido en humedad y sobre todo la cantidad de aceite en el orujo. Se elimina pues el problema del alpechín, y se simplifica el proceso de extracción en la almazara, pero se genera un nuevo subproducto, el alpeorujo, de tratamiento costoso y difícil. Este subproducto hay que transportarlo y tratarlo en una extractora de orujo.

## Antecedentes

Otro inconveniente es el menor rendimiento en el aceite obtenido. En la siguiente figura se puede ver las diferencias entre los sistemas continuos de tres fases y dos fases. En el primero hay tres efluentes y en el segundo dos, con lo cual no hay que repasar el alpechín y nos ahorramos el proceso. Sin embargo la realidad es que el mayor contenido en aceite del orujo que sale del decantador hace necesario el repaso de este orujo en un segundo decantador para recuperar el exceso de grasa. En la Figura 7.2 se representan los esquemas correspondientes al proceso de obtención de dos y tres fases.

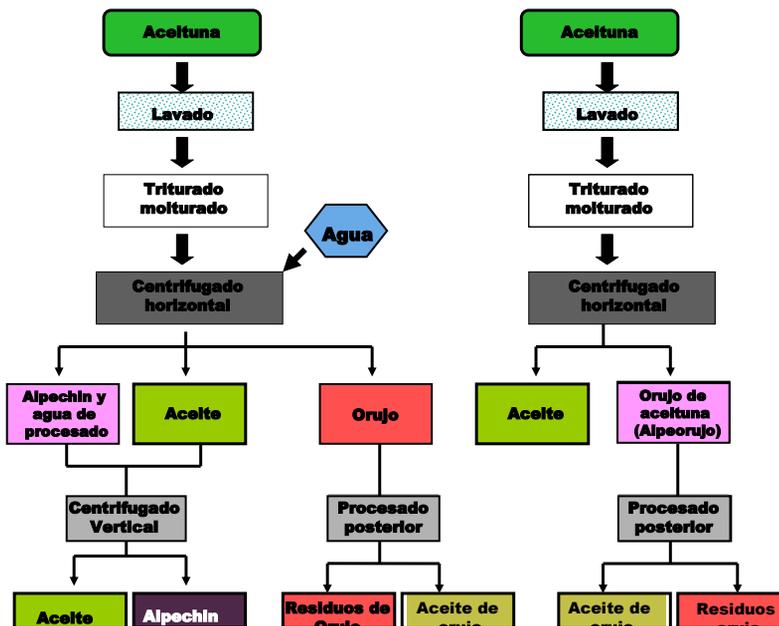


Figura 7.2. Esquema de tres fases y de dos fases  
Adaptado de Vera, 2011

La primera gran ventaja del sistema de dos fases es la importante reducción del consumo de agua. Esta ventaja es neta. Si partimos de aceitunas con un contenido en humedad normal (50-53%) no es necesario añadir agua en el decantador. Cuando el contenido en humedad de los frutos que llegan a la almazara es menor hay que añadir agua en el decantador, pero en cualquier caso esta cantidad es menor que la que habría que añadir en un sistema de tres fases. De forma orientativa, en un decantador de tres fases se añade agua, entre 0,6-1 L /kg de masa a una temperatura que no debe superar los 35°C. La cantidad de agua dependerá de las características de la pasta (Civantos, 2008). En un decantador de dos fases, en principio no requiere la adición de agua. La

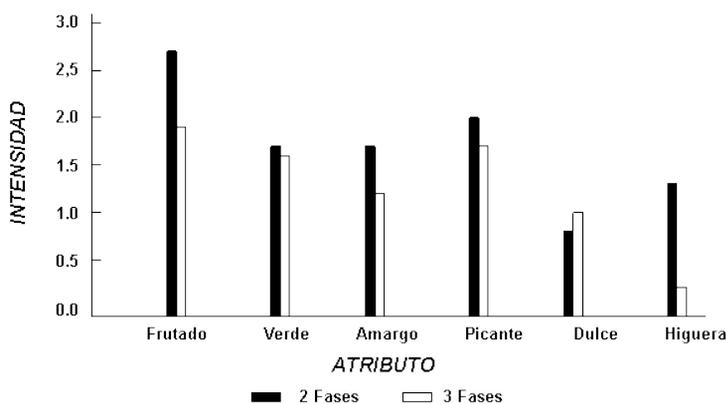
cantidad máxima de agua debe ser del 10% del peso de la masa, reduciendo el consumo en agua al menos en un 90%. Otra gran ventaja es la eliminación del alpechín, subproducto obtenido en el sistema de tres fases y que es un gran problema medioambiental en los países mediterráneos (Justino et al., 2012). Como contrapartida, se origina otro subproducto, el alpeorujo, con más humedad, y grasa que el orujo procedente del decantador en el sistema de tres fases. El manejo, transporte y tratamiento del alpeorujo es costoso y complicado, no obstante el alpechín es un subproducto muy contaminante y su eliminación inadecuada plantea serios problemas ecológicos. La Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) de las aguas contaminantes de las almazaras es un índice de su poder contaminante y puede estar comprendida entre 35-100.000 mg de O<sub>2</sub> /l. Incluso sometiendo el alpechín a la acción de microorganismos aerobios y anaerobios para su depuración, las cifras de la DBO se aproximan a los 3.000 mg O<sub>2</sub> /l, valor que supera los límites tolerables. Por eso al nuevo sistema de dos fases también es conocido como “sistema ecológico” (Vera, 2011). La tercera gran ventaja del sistema de dos fases es un ahorro de energía al no ser necesario el calentamiento y el bombeo de tanta agua. Como contrapartida está que hay que repasar el orujo. La calidad del aceite obtenido es mayor. Estos aceites son más estables a la oxidación y tienen mejores características organolépticas, gracias a su mayor contenido en polifenoles. La capacidad de trabajo de la instalación es mayor, al disminuir mucho la cantidad de agua añadida.

Al desaparecer el tamiz de alpechín y la separadora que recuperaba el aceite del alpechín, se pierden puntos de control visual del funcionamiento de la almazara lo que supone un mayor riesgo en la optimización del proceso de elaboración. Esto ha hecho necesario dotar de sistemas de control automáticos “on line”, que detectan y corrigen las desviaciones del proceso con el objetivo de obtener aceites de la máxima calidad posible y con los mejores rendimientos. Para suplir el menor control visual también hay que apoyarse continuamente en los resultados analíticos del orujo. La utilización de coadyuvantes tecnológicos se hace más necesaria, dando buenos resultados la incorporación de éstos en el segundo cuerpo de la batidora. La adición de de microtalco natural (MTN) a las pasta mejora su textura y aumenta el rendimiento de la extracción. La adición de MTN a las pastas difíciles se hace al inicio del batido en dosis comprendidas entre 1% - 3%. Dosis demasiado altas conducirán a pérdida de

## Antecedentes

aceite en los orujos, al retener el MTN más del necesario y eliminarse con los orujos. (Civantos, 2008).

En la figura 7.3 se recogen resultados comparativos de las pruebas de panel de cata en aceites obtenidos por sistemas de dos y tres fases. Los aceites procedentes de sistemas de dos fases, superan en todos los atributos a los obtenidos por sistemas tres fases, menos en el atributo “dulce”.



**Figura 7.3. Comparación de aceites procedentes de sistemas de dos y tres fases. Adaptado de Vera, 2011**

La puntuación de los aceites de dos fases fue mayor que la de los aceites de tres fases (7.37 y 6.65 respectivamente). Las pruebas de preferencia se inclinan a favor de los aceites de dos fases, y por tanto parece que la menor dilución de la pasta de aceituna procedente de la batidora que entra en el decantador tiene un efecto beneficioso en la calidad de los aceites extraídos (Vera, 2011).

Los polifenoles constituyen un amplio conjunto de componentes de carácter fenólico presentes de forma natural en el AOV, y que poseen una doble acción en el seno de éste. Por un lado como antioxidantes naturales favoreciendo la estabilidad del producto y por otro, mantienen una estrecha relación con aspectos sensoriales como 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, así como su resistencia a los tratamientos térmicos culinarios. Es un parámetro que está altamente ligado a la composición acídica, en especial con la relación monoinsaturados/poliinsaturados, pero que puede verse influenciado por la presencia o ausencia de antioxidantes y prooxidantes. En un estudio realizado por

Angerosa y Di Giovacchino, 1996, obtienen que los AOV extraídos por decánter de dos fases tuvieron concentraciones más altas de tocoferoles y fenoles, especialmente o-difenoles y mantuvieron una estabilidad a la oxidación también más alta.

Jiménez et al., (1995) realizan un estudio sobre la elaboración del AOV utilizando un sistema de dos fases en el que no se emplea agua de dilución de la masa en la inyección de ésta al decánter. Prolongando el tiempo de batido y aumentando la temperatura el aceite obtenido posee menor estabilidad y un contenido más bajo en polifenoles.

Cualquiera que sea el proceso 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 solo desde el punto de vista del rendimiento industrial, sino también en lo que se refiere a las características del aceite obtenido (Jiménez et al., 1995).

El aceite procedente de la salida de un decánter de dos fases lleva un cierto contenido de sólidos y de humedad que hay que quitarle antes de almacenarlo. El mosto pasará antes de la centrífuga por un tamiz. El decánter de dos fases como no tiene salida de alpechín requiere sólo centrífuga vertical para lavado de aceites. Para la separación de fases líquidas en centrífuga vertical se deben cuidar las descargas de las centrífugas. En la del aceite es conveniente un control manual. Para la correcta descarga de la centrífuga de aceite se cortará previamente la entrada de mosto, sustituyéndolo por agua fría hasta que no salga aceite. Entonces se procederá a la descarga. Hay que añadir agua en la centrífuga del aceite para formar el anillo hidráulico regulando la cantidad y temperatura a lo estrictamente necesario para una óptima separación. Al menos una vez a la semana se deberá limpiar interiormente las centrífugas. Las aguas del lavado deben reconducirse a unos pozuelos decantadores para recuperar grasa residual que puede escapar de las centrífugas como consecuencia de errores operativos, descargas de limpieza, etc.

Los controles visuales informan también de una correcta evolución. En la centrífuga del aceite el control se centrará en el producto que se conduce al almacén. Deberá tener un aspecto lechoso que desaparecerá tras una decantación que durará como mínimo 24 horas. El brillo excesivo informará de que el aceite ha estado sometido a altas temperaturas durante el batido o en las centrífugas, lo que se

## *Antecedentes*

denomina en términos almazareros como “quemado” dando lugar a pérdida de aromas, elevación del índice de peróxidos y posible presencia de margarinas por fluidificación de ceras (Civantos, 2008)

Los aceites destinados al consumo humano deben ser preparados y manipulados en establecimientos debidamente autorizados (Real Decreto 191/2011). Es imprescindible que en estos establecimientos se lleve un control de las buenas prácticas de higiene y de fabricación, estando dotados de instalaciones y equipos apropiados, de acuerdo a las normas y recomendaciones internacionales en todas las fases de su elaboración, así como el establecimiento de procedimientos documentados adecuados para garantizar la trazabilidad. La aplicación general de procedimientos basados en los principios de análisis de peligros y puntos de control crítico (APPCC), junto con la aplicación de prácticas higiénicas correctas, tiene por objetivo reforzar la responsabilidad de los operadores económicos, como principales responsables de la seguridad alimentaria (Reglamento (CE) N° 852/2004). Para asegurar la inocuidad de los alimentos es necesario tomar en consideración todos los aspectos de la cadena de producción alimentaria y entenderla como un continuo desde la producción primaria, hasta la venta o el suministro de alimentos al consumidor (Reglamento (CE) N° 178/2002).

Las prácticas permitidas en el proceso de obtención del AOV se describen en el Real Decreto 308/1983: lavado y molturación de la aceituna; batido y calentamiento de la masa a temperatura controlada; presión o centrifugado; clarificación por un proceso mecánico de sedimentación, centrifugación o filtración. En la obtención del AOV no se permite el uso de procedimientos distintos de los autorizados, el uso de disolventes, y de productos para refinación. Se prohíbe la realización de procesos de esterificación, cualquier práctica que pueda alterar la estructura glicéridica del aceite, el tratamiento con aire, ozono, u otras sustancias químicas oxidantes y la mezcla de aceite de oliva o de orujo de oliva con los de semillas o con cualquier otro aceite o grasa.

No está permitido el uso de aditivos alimentarios en la elaboración de AOV (Reglamento (CE) N° 1333/2008; COI/T.15/N°3/Rev.7, 2013). Pueden usarse coadyuvantes tecnológicos los especificados en el Real Decreto 640/2015. En las

plantas de envasado de AOV se pueden realizar las operaciones de filtración, mediante prácticas, métodos y coadyuvantes autorizados (Real Decreto 308/1983)

## **8. EL ALMACENAMIENTO DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN**

La obtención de aceite de oliva se realiza solo durante unos tres meses, pero se consume durante todo el año, por lo que una vez obtenido, debe conservarse en condiciones adecuadas para evitar el deterioro de su calidad por procesos de oxidación, hidrólisis o contaminación. En la manipulación, el almacenamiento y también en el transporte a granel del AOV hay que evitar su deterioro debiendo aplicarse las prácticas recomendadas internacionalmente (CAC/RCP 36-1987) (2015). Además el aceite debe estar en lo posible exento de humedad y restos de pulpa, ya que favorecen los procesos de hidrólisis y oxidación provocando aumento de la acidez y el enranciamiento). Durante el almacenamiento debe conservarse en masas homogéneas y por tanto en el momento de la producción debe someterse a algunos controles de calidad (análisis sensorial, acidez, índice de peróxidos) para poder clasificarlo comercialmente y mezclarlo con la masa correspondiente a su clasificación comercial. Por tanto la almazara deberá tener depósitos de almacenamiento de suficiente capacidad para los tipos de aceite que prevé obtener en relación con la materia prima disponible.

En el almacenamiento del aceite de oliva virgen (AOV) hay factores importantes a tener en cuenta. El almacenamiento debe hacerse en una zona separada físicamente de la zona de elaboración, que reúna las condiciones constructivas para protegerlo al máximo de los efectos de las oscilaciones de temperatura ambiente, de la luz y conservarlo en condiciones higiénicas.

El contacto del AOV con el oxígeno presente en la atmósfera provoca cambios químicos que causan un empeoramiento cualitativo del producto. Hay que evitar el contacto con el aire (oxígeno), por lo que no es conveniente depósitos a medio llenar, si no se protegen con atmosfera inerte.

La luz y la temperatura aceleran el proceso de oxidación, influyen en las características cromáticas del AOV y en otros parámetros de calidad. Hay que evitar el empleo de materiales de almacenamiento traslúcidos y grandes oscilaciones de

### ***Antecedentes***

temperatura. La temperatura de almacenamiento debe mantenerse constante entre 12-22°C (Consejo Oleícola Internacional T.33/Doc. n° 2-4) (2006).

El material de los depósitos no debe presentar actividad físico-química y ser impermeable tanto al aceite como evitar en lo posible la influencia del aire y de la luz. No son adecuados los materiales como el hierro y el cobre, ya que las trazas metálicas catalizan la autooxidación de las grasas. Se recomienda el empleo del acero inoxidable. La norma comercial COI/T.15/ NC N°3/ Rev.7, 2013 da unos valores límite en los AOV para la presencia de trazas metálicas de hierro y el cobre de  $\leq 3$  mg/kg y  $\leq 0.1$  mg/kg respectivamente.

En la actualidad para el almacenamiento se usan depósitos de acero inoxidable ubicados en la almazara en espacios cubiertos, donde están protegidos de los cambios de temperatura, con fondo cónico o plano inclinado, herméticos, y con sistemas de llenado y vaciado por la zona inferior, válvulas de purga y toma de muestras y dotados de sistemas de inertización y limpieza interior eficaz. (Figura 8.1)



**Figura 8.1. Almacenamiento de aceite de oliva en depósitos de acero inoxidable.**

Durante los trasiegos de aceite que se hacen eventualmente de unos depósitos a otros para evitar alteraciones organolépticas por la fermentación de las borras que se depositan en los fondos de los depósitos, hay que evitar la incorporación de aire ya

que puede provocar la formación de emulsiones. También hay que evitar el riesgo de contaminación por materia orgánica y producirse fermentaciones apareciendo atributos negativos como el moho, el avinado, el podrido, etc. Es importante cuidar las proyecciones en el suelo pues se produce oxidación del aceite que da lugar al rancio que se puede absorber en el depósito.

No obstante, aunque el aceite se conserve en buenas condiciones, durante su almacenamiento progresivamente va perdiendo cualidades. Además el aceite al ir madurando, pierde intensidad en el amargor y el picor, se va suavizando el sabor y también cambia el color pasando de los tonos verdosos a amarillentos.

El aceite obtenido queda almacenado en diferentes depósitos en la bodega, de acuerdo a su calidad comercial fisicoquímica y organoléptica. Hay que identificar el aceite contenido en cada depósito debiendo llevar un control en el registro de cada depósito, registros del origen del aceite, sus características analíticas y la fecha de colocación en el depósito (Consejo Oleícola Internacional T.33/Doc. nº 2-4) (2006). El destino de este aceite puede ser el transporte a granel a envasadoras o bien se puede envasar en la propia industria debiendo contar con las instalaciones necesarias.

Cinquanta et al., (1997) realizan un estudio de la evolución de los compuestos fenólicos del AOV durante 18 meses de almacenamiento y diferentes variedades de aceitunas. El grado de maduración de las aceitunas, el suelo y el clima son los factores que más influyen en la composición fenólica de estos AOV.

Por otra parte el Reglamento N° 1308/2013 (OCM) prevé la posibilidad de la concesión de ayudas al almacenamiento privado de aceite de oliva en caso de que el mercado de la Unión Europea o de algunas de sus regiones sufra perturbaciones graves, en las condiciones previstas en el citado Reglamento fijando los requisitos y condiciones que han de cumplir los productos. La finalidad de esos requisitos y condiciones será garantizar, para los productos almacenados su calidad (parámetros de calidad, categorías, características, etc.) y su admisibilidad por lo que se refiere a cantidades, conservación, contratos previos de almacenamiento, autorización de las empresas, etc., y fase del producto a la que se aplica la ayuda al almacenamiento privado.

## *Antecedentes*

### **9. ENVASADO, ETIQUETADO Y TRANSPORTE DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN**

#### **9.1 ENVASADO**

Uno de los últimos eslabones de la larga cadena que lleva el aceite desde el olivo al consumidor, y punto clave en el proceso de elaboración lo constituye el envasado, tanto la forma de envasar como el tipo de envase escogido. El envasado puede ser realizado en los establecimientos de origen (almazaras) o en empresas de envasado debidamente autorizados (Real Decreto 191/2011).

Se requieren instalaciones adecuadas y la aplicación de unos requisitos de higiene alimentaria que garanticen los tratamientos higiénicos y adecuados para que el aceite mantenga su calidad (Reglamento (CE) N° 852/2004). La filtración del AOV (Figura 9.1) se realiza inmediatamente antes de ser envasado para la venta. Esta operación se realiza mediante equipos adecuados que permiten retener aquellas impurezas (partículas sólidas o líquidas) que pudiera llevar en suspensión, en el que se elimina cualquier traza de humedad y se evita la formación de pequeños depósitos en el fondo del envase, empleando filtros que utilizan materiales autorizados como celulosa, algodón o tierra de infusorios (Real Decreto 640/2015).



**Figura 9.1. Filtración del aceite de oliva.**

El aceite tratado de esta forma no produce ni humos ni olores desagradables en su uso para frituras, a la vez que garantiza la conservación dentro del envase hasta alcanzar correctamente el fin del periodo marcado para su comercialización. En ocasiones el aceite contiene glicéridos que solidifican a temperaturas algo bajas y que pueden darle un aspecto turbio con formación de madejas, volviendo al estado

brillante cuando la temperatura sube. Es un fenómeno natural que no implica ninguna adulteración.

Todos los cuidados a los que se someten los aceites en las envasadoras y los envases que se utilizan, están orientados a mantenerlos en las mejores condiciones hasta el momento del consumo. Los mayores enemigos para la calidad del aceite son los fenómenos fermentativos y oxidativos, especialmente estos últimos son los más agresivos para el aceite envasado. En esta etapa es muy importante respetar las buenas prácticas de higiene, el control exhaustivo de bombas y tolvas. La operación de envasado se efectúa en cadenas en las que de una forma más o menos automatizada se sitúan los envases, se llenan, se encapsulan, se etiquetan y se colocan en cajas o contenedores para su expedición hasta los comercios.

En la elección del material y el tipo de envase se tienen en cuenta diferentes aspectos que pueden ser puramente comerciales o de marketing, junto a los que pretenden alargar su vida útil o conferir un valor añadido al producto. Es muy importante que se logre una buena presentación del aceite, y que sean fáciles de manejar por el consumidor y no produzca goteos. También es importante que sea resistente a las presiones y a los golpes y que esté provisto de un espacio de cabeza mínimo para el contacto con el aire y que el cierre sea hermético para evitar la entrada de oxígeno (Civantos, 2008). Los envases de aceites destinados a la venta al consumidor, así como los suministrados a establecimientos, deberán estar cerrados y precintados, de forma que el precinto quede inutilizado después de su apertura.

Dado que las empresas oleícolas son las responsables de la higiene de sus establecimientos y de los productos que elaboran, de acuerdo con la normativa europea deben aplicar sistemas de autocontrol basados en los principios del APPCC (Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico). La aplicación de estos principios supone realizar una serie de tareas para la aplicación del sistema, entre ellas la elaboración de un diagrama de flujo del proceso, abarcando todas las fases de las operaciones relativas a un producto determinado.

El diagrama de flujo es una representación sistemática de la secuencia de fases u operaciones llevadas a cabo en la producción o elaboración de un determinado producto alimenticio. Al aplicar el sistema APPCC una operación determinada, deberán tenerse en cuenta las fases anteriores y posteriores a dicha operación. El

## *Antecedentes*

diagrama de flujo ha de ser verificado in situ en la empresa, confirmar que hay correspondencia con la operación de elaboración en todas sus etapas y modificarlo si procede. La confirmación del diagrama de flujo deberá estar a cargo de una persona o personas que conozcan adecuadamente las actividades de elaboración. Se identificarán todos los peligros que pueden razonablemente preverse en cada fase de acuerdo con el ámbito de aplicación previsto. Si se trata de una empresa envasadora, se podría aplicar desde la fase de recepción de materias primas, hasta la de expedición. A continuación el equipo deberá llevar a cabo el análisis de peligros y el examen de las medidas para controlar los peligros identificados (CAC/RCP 1-1969) (2003).

Los aceites de oliva destinados al comercio internacional deben estar envasados en recipientes conformes con los Principios Generales sobre Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969) (2003) y los específicos del sector. Todo el material de etiquetado y envasado debe proceder de empresas autorizadas (Real Decreto 191/2011). Los materiales que de manera directa o indirecta entran en contacto con los alimentos deben acreditar que cumplen la normativa sobre materiales y objetos en contacto con los alimentos, con las especificaciones que disponen las normas que regulan los diferentes tipos de materiales y fabricación de estos envases. En la Unión Europea el Reglamento (CE) N° 1935/2004 regula su comercialización en la Comunidad y con el propósito de garantizar su calidad y un elevado nivel de protección de la salud y los intereses de los consumidores. Este Reglamento marco establece los requisitos generales que han de cumplir estos materiales y objetos en contacto con alimentos. Todos los materiales en contacto con los alimentos debe ser fabricados de acuerdo con las buenas prácticas de fabricación (Reglamento (CE) 2023/2006) para que no cedan a los alimentos sus componentes en cantidades que puedan representar un peligro para la salud humana, provocar una modificación inaceptable de la composición de los alimentos o provocar una alteración de las características organolépticas de éstos en las condiciones normales o previsibles de empleo. Tanto a nivel europeo como nacional existen normas con medidas específicas sobre materiales en contacto con alimentos. En el Reglamento 10/2011 se indica la lista de sustancias autorizadas, límites de migración, ensayos de migración, etc., para la fabricación de materiales plásticos. También existen otras normativas específicas

como la de cerámica en contacto con alimentos (Real Decreto 891/2006 que transpone la Directiva 84/500/CEE)([http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/cadena\\_alimentaria/](http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/cadena_alimentaria/))

En la elección del envase adecuado para llevar el AOV al consumidor se deben de tener en cuenta algunas cuestiones previas sobre el material que lo constituya y sobre el propio envase: que el material sea inerte, que sea lo más impermeable posible a la humedad y al oxígeno, que proteja al aceite de la luz y las oscilaciones de temperatura, que no sea poroso, de fácil manejo para el etiquetado, embalaje, precintado y manejo por el consumidor y que proporcione una buena presentación del aceite. Los envases más usados en la actualidad para el aceite de oliva se recogen en la Tabla 9.1. El polietileno tereftalato (PET) es el más usado para los aceites de oliva y virgen. El policloruro de vinilo (PVC) cada vez tiene menos uso desplazado por el PET; el polipropileno (PP) se usa mucho para tapones. (Civantos, 2008). La demanda del envase metálico (hojalata) en el mercado es estable en el tiempo con una ligera tendencia al alza. El Tetrabrik, que se fabrica con láminas de plástico (PE), papel y aluminio y la cerámica vitrificada, también se pueden encontrar en el mercado, aunque son menos frecuentes. El vidrio se utiliza generalmente para el envasado de aceites de mayor calidad (virgen extra). Para los cierres se usan cápsulas y tapones de plástico, corcho o aluminio.

En la elección del envase adecuado hay que tener en cuenta que no provoque cambios inaceptables en su composición (no reaccione químicamente con el aceite) ni le transmita sabores u olores desagradables y que lo proteja de la humedad, de los factores que aceleran su deterioro (oxígeno atmosférico, la luz y los cambios de temperatura). Los envases deben ser nuevos y limpios. Estos requisitos se hacen extensivos a los dispositivos de cierre y a todos los materiales para el acondicionamiento (cartón, película plástica retráctil, palés, etc.). Los envases deben ser fáciles de etiquetar, de embalar, de precintar y desprecintar.

Es muy importante tener establecido un sistema de trazabilidad documentado que permita conocer para cada lote de producto envasado la materia prima o materia primas de origen y su destino. La trazabilidad es de una importancia decisiva para la protección de los consumidores ya que contribuye a facilitar la retirada de los alimentos en los que se haya detectado algún problema y permite que los consumidores reciban información específica y exacta sobre los productos en cuestión

### ***Antecedentes***

y es una obligación para los operadores económicos. Esta obligación también se hace extensiva a los coadyuvantes tecnológicos, y al material destinado al envasado. Es obligatorio garantizar, en todas las etapas de fabricación, transformación y distribución, la trazabilidad de los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con los alimentos (Reglamento (CE) N° 1935/2004 ) sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos, completando con ello las exigencias en materia de trazabilidad previstas en Reglamento (CE) N° 178/2002.

Tabla 9.1: Tipos de envases.

CARACTERISTICAS	PLASTICO	VIDRIO	LATA	CARTÓN
<b>Protección</b>				
Resistencia a la contaminación externa	XX	XXX	XXX	XXX
Resistencia a la presión interna	XXX	XXX	XXX	XXX
Protección de la luz	XX	XXX	XXX	XXX
Resistencia al choque			XXX	XXX
<b>Marketing</b>				
Diseño atractivo	XXX	XXX	XXX	XXX
Admite figuras y colores	XXX	XXX		
Visión de contenido	XXX	XXX		
<b>Servicio</b>				
Facilidad de apertura	XXX	XXX	XX	XX
Garantía de precinto	XXX	XXX	XXX	XXX
Estanqueidad	XXX	XXX	X	XX
Facilidad de manejo	XXX	XXX	XX	XX
Facilidad de vertido	XXX	XXX	XX	XX
Visibilidad de la cantidad de líquido	XXX	XXX	XX	XX
<b>Distribución</b>				
Estabilidad en caja o palet	XXX	XXX	XXX	XXX
Apilable	X		XXX	XXX
Portabilidad y Resistencia	XX	XXX	XXX	XXX
Ocupación mínima de espacio en palet	XX	XX	XXX	XXX
Bajo peso	XXX	X	XX	XXX
<b>Manufactura</b>				
Fabricación en planta de envasado	XXX			XXX
Fácil adaptación a línea de llenado	XXX	XX	XXX	XX
Alta velocidad de llenado	XXX	XX	X	X
Mínima inversión	X	X	XXX	XX
<b>Medio ambiente</b>				
Ocupa poco espacio después del uso	XX			XXX
Biodegradable				
Material reciclable	XXX	XXX	XXX	XXX
Apto para volver a usar		XXX		
Fácil incineración		XXX		

XXX Excelente; XX Bueno; X Favorable; sin X Escaso.

Adaptado de Civantos, 2008.

Estudios de Kanavauras y Coutelieris (2006) sobre la vida útil del AOV envasado y almacenado bajo diferentes condiciones ponen de manifiesto que todos los materiales ensayados podrían proporcionar una protección suficiente para el AOV mantenido en la oscuridad. En cualquier caso, incluso una exposición de corta

## *Antecedentes*

duración del aceite a la luz debe evitarse ya que podría estimular significativamente las degradaciones oxidativas, además influenciadas por temperaturas elevadas y presencia de oxígeno. La concentración de hexanal en el AOV almacenado en diferentes materiales de envasado y las diferentes concentraciones de almacenamiento puede ser un indicador básico para el estudio de la calidad del AOV (Coutelieris y Kanavouras, 2006).

Méndez y Falqué (2007) en un estudio realizado en AOVE con el fin de evaluar la influencia del tiempo de almacenamiento en la calidad del aceite mediante la determinación de diferentes parámetros de calidad reglamentada encontraron que los envases de estaño y Tetrabrik® eran los mejores contenedores para el embalaje comercial, mientras que los resultados mostraron una pérdida gradual de calidad durante el almacenamiento en botellas de plástico o de vidrio.

Los resultados de Dabbou et al., (2011) revelan que el almacenamiento del AOV en vidrio oscuro u acero inoxidable son los más adecuados favoreciendo así la conservación de los antioxidantes y prolongando la duración del almacenamiento del AOV.

En el envasado hay dos operaciones básicas que se desarrollan simultáneamente: el llenado y el dosificado de envases. La línea de envasado trabaja en cadena de forma más o menos automática y en general cuenta con los siguientes elementos:

-Posicionador de envases: los envases se descargan en una tolva procedente de la línea de fabricación. El posicionador los sitúa correctamente sobre la cadena transportadora de envases.

-Soplador: este elemento limpia los envases de impurezas con aire a presión.

-Llenadora –dosificadora: pueden ser en línea o rotativas, para envases de hojalata, cristal, plástico, etc. Cuentan con un depósito central para el aceite y con alimentador, construido en acero inoxidable, como todos los elementos en contacto con el aceite.

-Cerradora: preparada para tapones o capsulas a presión, o con cierre a rosca.

En la Figura 9.2 se representa una imagen del proceso de envasado.



**Figura 9.2. Envasado de aceite de oliva**

## 9.2 ETIQUETADO

Las etiquetas pueden ser colocadas manualmente o bien mediante máquinas sencillas que llevan un dispensador de etiquetas autoadhesivas de las que separa el papel soporte y las sitúa sobre el envase. Otras etiquetadoras están preparadas para encolar la etiqueta. Los cabezales pueden ir montados a dos caras para colocar etiqueta y contraetiqueta con elementos posicionadores. También pueden estar provistas de cabezales etiquetadores automáticos que permiten imprimir datos complementarios sobre la etiqueta. Los envases quedan así preparados. Posteriormente se acondicionan en cajas de cartón cerradas, precintadas y etiquetadas que son paletizadas de forma manual o automática y quedan dispuestas para su expedición a los centros de distribución y consumo (Civantos, 2008)

El etiquetado debe ser conforme con los principios y normas generales de etiquetado de los alimentos y con las directrices y normas específicas del sector. A nivel europeo el Reglamento (UE) N° 1169/2011 establece los principios generales, los requisitos y las responsabilidades que rigen la información alimentaria facilitada al

## ***Antecedentes***

consumidor. En España el Real Decreto 1334/1999 regula norma general de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios. En el etiquetado de los aceites de oliva vírgenes hay que hacer referencia a la designación del origen. También se indica la denominación de venta del producto, la cantidad neta, fecha de duración mínima (consumo preferente), las condiciones especiales de conservación, la identificación de la empresa y el lote. La identificación de los lotes en el envasado es fundamental para poder retirar los productos y contribuye a mantener una rotación adecuada de las existencias. Las normas de comercialización definen la denominación de venta (Reglamento (UE) N° 1308/2013) y las menciones obligatorias que deben figurar en el etiquetado para informar al consumidor del tipo de aceite que adquiere, así como las menciones del etiquetado facultativo (Reglamento de ejecución (UE) N° 29/2012). Mediante el Reglamento (UE) N° 432/2012 se establece una lista de declaraciones autorizadas de propiedades saludables de los alimentos entre las que se encuentran la declaración correspondiente a los polifenoles del aceite de oliva:

*“Los polifenoles del aceite de oliva contribuyen a la protección de los lípidos de la sangre frente al daño oxidativo”*

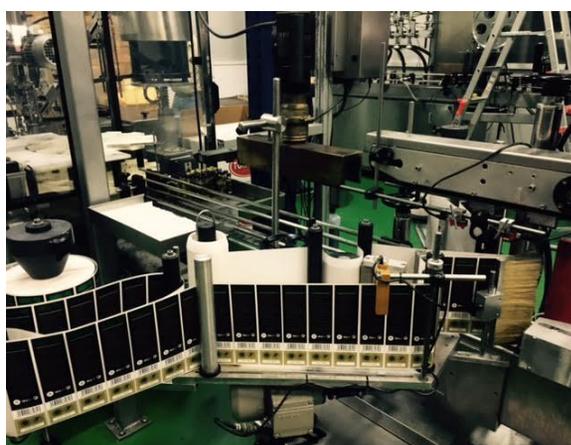
Esta declaración solo puede utilizarse respecto a aceite de oliva que contenga un mínimo de 5 mg de hidroxitirosol y sus derivados por 20 g de aceite de oliva y se informará al consumidor de que el efecto beneficioso se obtiene con una ingesta diaria de 20 g de aceite de oliva.

En cuanto a la indicación en el etiquetado de características organolépticas que hagan alusión al olor y al sabor, pueden figurar en los aceites de oliva vírgenes la terminología contemplada en el Reglamento (CEE) n° 2568/91 y se pueden mencionar si el análisis sensorial se ha basado en el método previsto en su Anexo XII.

Los materiales para el etiquetado (etiquetas, cola de las etiquetas, tintas para impresión del lote y la fecha de duración mínima) deben ser de uso alimentario. En los rótulos de los embalajes se indica la denominación del producto, marca registrada, número y contenido de los envases, nombre o razón social o denominación de la empresa. Los datos obligatorios que figuran en el etiquetado de los envases o en la rotulación de los embalajes deben indicarse de forma clara, visible e indeleble. Los datos obligatorios no deben inscribirse en cierres, precintos u otras partes que se

inutilicen al abrir el envase (Real Decreto 308/1983). En la Figura 9.3 se muestra la imagen de una etiquetadora.

En los establecimientos de restauración, hostelería y servicios de catering los aceites se deben poner a disposición del consumidor final en envases etiquetados y provistos de apertura que pierda su integridad una vez tras su primera utilización. Los envases que puedan ser usados por el consumidor final más de una vez deben disponer de un sistema de protección que impida su reutilización una vez agotado su contenido original (Real Decreto 895/2013).



**Figura 9.3. Etiquetadora**

### 9.3 TRANSPORTE

Una vez envasado el AOV en las envasadoras, hay que colocar los envases en los embalajes para su transporte y distribución. El almacenamiento debe hacerse en locales dotados de temperatura, luminosidad y ventilación adecuada. Los palés listos para su transporte y distribución se colocan de forma que se facilite la rotación de los stocks. Durante el transporte deben adoptarse las medidas necesarias para protegerlo de posibles fuentes de contaminación, así como de daños que puedan hacerlo no apto para el consumo. El transporte debe ser conforme a los principios y normas generales de higiene de los alimentos (CAC/RCP 1-1969) (2003); Reglamento (CE) N° 852/2004). Además se deben tener en cuenta directrices específicas del sector, adoptando las medidas preventivas con el fin de protegerlo de daños que puedan no hacerlo apto para el consumo y de factores que alteren su calidad como la

### *Antecedentes*

contaminación, hidrólisis y oxidación (CAC/RCP 36-1987) (2015). Los medios de transporte y los recipientes deberán mantenerse en un estado apropiado de reparación y funcionamiento. Tanto el medio de transporte como los recipientes para transporte a granel, deben ser adecuados para evitar la contaminación del aceite o los envases y puedan limpiarse eficazmente y, en caso necesario, desinfectarse.

## **10. APLICACIÓN DEL SISTEMA APPCC EN EL PROCESO DE OBTENCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN**

Cada vez es mayor la complejidad de la cadena de producción de alimentos y por tanto, una política efectiva de seguridad alimentaria debe reconocer la naturaleza interdependiente de la producción de alimentos, y requiere determinar y supervisar los riesgos para la salud de los consumidores, vinculados con las materias primas, las prácticas agrícolas y las actividades de procesamiento de los alimentos. No obstante, el sistema más completo no puede funcionar sin la colaboración plena de todas las partes interesadas. Las recientes crisis alimentarias europeas relacionadas con los alimentos han puesto en evidencia la complejidad del proceso de producción de alimentos y la necesidad de abordar la política de seguridad alimentaria desde un planteamiento global e integrado que comprenda toda la cadena alimentaria, desde la producción primaria hasta el suministro a los consumidores finales, con un único objetivo: la protección de la salud de los consumidores. Y por otra parte, la transparencia a todos los niveles de la política de seguridad alimentaria, lo que contribuye sin duda alguna a aumentar la confianza de los consumidores. Cada operador debe responsabilizarse de modo individual, de la seguridad de todos los productos alimenticios importados, producidos, procesados o comercializados que tenga en el mercado siendo el principio rector de todo el Libro Blanco sobre Seguridad Alimentaria. Por otra parte, este documento indica que una política alimentaria eficaz exige un sistema de rastreabilidad de los alimentos y de sus ingredientes estableciendo que los operadores económicos deben conservar registros adecuados de los proveedores de materias primas e ingredientes para poder determinar la fuente de posibles problemas, así como disponer de procedimientos adecuados para retirar los alimentos del mercado cuando exista un riesgo para la salud de los consumidores. En

el Reglamento (CE) N° 178/2002 se recoge la obligación de los agentes económicos del sector alimentario de aplicar sistemas y procedimientos adecuados que permitan la trazabilidad de los ingredientes y alimentos. Así mismo cuando un agente económico descubra que un producto alimenticio presenta un riesgo grave para la salud pública, deberá retirarlo inmediatamente del mercado e informar de ello a la autoridad competente y a los usuarios.

La mayor sensibilidad pública sobre los efectos de los peligros alimentarios sobre la salud, junto con el rápido crecimiento del comercio mundial ha hecho que otros dos principios del Libro Blanco adquieran gran protagonismo en la actualidad, como base de la política alimentaria en la Unión Europea: el análisis de los riesgos asociados a los alimentos y el principio de precaución, aplicado en las decisiones de gestión del riesgo. Los tres componentes del análisis del riesgo son: determinación del riesgo (asesoramiento científico y análisis de datos), gestión del riesgo (reglamentación y control) y proceso de comunicación sobre el riesgo ([http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/evaluacion\\_riesgos/evaluacion\\_riesgos.shtml](http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/evaluacion_riesgos/evaluacion_riesgos.shtml)) La producción y el consumo de los alimentos son fundamentales en cualquier sociedad. Tienen repercusiones económicas, sociales y medioambientales y por tanto la protección de la salud no debe desligarse de ninguno de estos tres aspectos. El Reglamento (CE) N° 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la higiene de los productos alimenticios, exige a los explotadores de empresas alimentarias que diseñen, apliquen y mantengan procedimientos permanentes basados en los principios del Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC). La finalidad de este programa es evaluar los riesgos (biológicos, químicos y físicos) asociados a las distintas etapas de producción y definir los medios necesarios para su control. Los agentes económicos del sector alimentario deben garantizar que todas las etapas del proceso de las que sean responsables, desde la producción primaria hasta la puesta a la venta o el abastecimiento de los productos alimenticios al consumidor final, se llevarán a cabo de forma higiénica de acuerdo con lo dispuesto en este reglamento.

Es necesario contemplar en la actualidad los Sistemas de Autocontrol bajo una concepción integral, lo que tiene su reflejo en la conocida frase “*de la granja a la mesa*”. Esta política alimentaria abarca pues todos los segmentos de la cadena

## *Antecedentes*

alimentaria, incluyendo la producción primaria, la transformaron de los alimentos, el almacenamiento, el transporte y la venta minorista. Los sistemas APPCC se consideran una herramienta útil para que los explotadores de empresas alimentarias controlen los peligros que pueden presentar los alimentos. El sistema APPCC ha sido recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y por el Codex Alimentarius como el mejor medio de garantizar la seguridad alimentaria de los productos. Su objetivo principal es garantizar la salubridad de los alimentos, y por otra parte, también es un sistema de gestión de la calidad de los productos alimentarios en relación con los procesos de fabricación. El Reglamento (CE) N° 852/2004, relativo a la higiene de los alimentos, establece que las empresas alimentarias deben cumplir unos requisitos generales de higiene y que los operadores económicos podrán utilizar Guías de prácticas de higiene como ayuda en el cumplimiento de estas obligaciones. A continuación se enumeran los 7 principios en los que se fundamenta el APPCC, que quedan definidos en el documento (CAC/RCP 1-1969) (2003) Código Internacional de Prácticas Recomendado. Principios Generales de Higiene de los Alimentos

1. Realizar un análisis de peligros asociados a la de elaboración del producto, en todas sus fases. Hay que preparar una lista de etapas del procedimiento de transformación en las que se producen los riesgos y descripción de las medidas preventivas.

2. Identificación de los puntos críticos (PCCs) para el control de los mismos en la fase o fases en las que el control es fundamental para eliminar o prevenir el peligro, o bien reducirlo a niveles aceptables.

3. Establecimiento de los límites críticos (LCs) en los puntos de control críticos identificados. Estos límites críticos son criterios operativos cuya adopción garantiza el control de puntos críticos.

4. Establecimiento y aplicación de sistemas de vigilancia de los PCCs para mantener un control del riesgo en los puntos críticos.

5. Puesta en marcha de acciones correctivas cuando la vigilancia de los mismos indique que existe una desviación respecto a un límite crítico establecido.

6. Establecimiento de procedimientos periódicos para comprobar que el sistema APPCC se desarrolla correctamente.

7. Establecimiento de un sistema de registro de los métodos y de los resultados del control, de las medidas preventivas y correctivas y de otros elementos informativos pertinentes.

La puesta en marcha de un programa de APPCC para garantizar la seguridad o la calidad de los productos alimentarios supone adoptar un plan de trabajo que incluya, además de los siete principios mencionados, los cinco puntos siguientes:

- Constitución de un equipo multidisciplinar encargado del estudio (Equipo APPCC)

- Descripción del producto alimenticio y de sus métodos de distribución

- Identificación de la utilización prevista y de la categoría de consumidores del producto alimenticio.

- Construcción del diagrama de fabricación (diagrama de flujo) y de las instalaciones y equipamiento.

- Confirmación in situ del diagrama de flujo del proceso.

En este documento se indica así mismo que para la correcta aplicación del sistema APPCC es preciso que la empresa alimentaria cuente con programas en materia de higiene, conformes a los Principios Generales de Higiene de los Alimentos del Codex, los Códigos de Prácticas del Codex pertinentes, y los requisitos apropiados en materia de inocuidad de los alimentos. Estos programas previos en materia de higiene, deben estar establecidos y en correcto funcionamiento, y haberse verificado adecuadamente para la aplicación eficaz de este sistema.

En la Figura 10.1 se representa un diagrama de flujo para el proceso de envasado del AOVE.

## Antecedentes

### DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ENVASADO DE LOS ACEITES

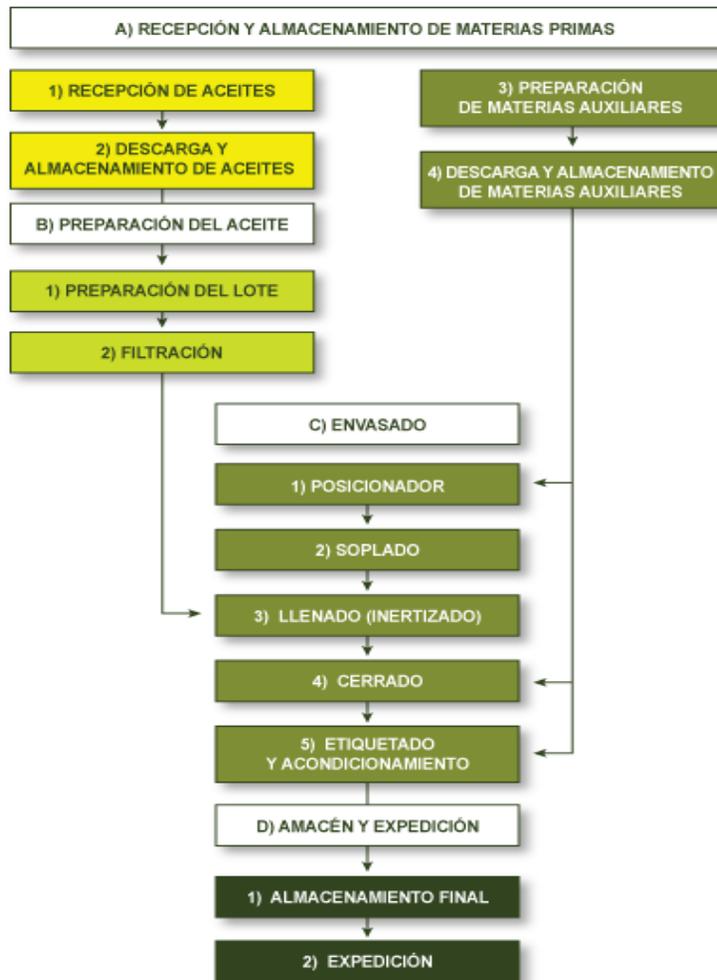


Figura 10.1. Diagrama de flujo del proceso de envasado de los aceites.

Fuente: <http://www.anierac.org/>

## **11. COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL ACEITE DE OLIVA**

### **11.1 LA AUTENTICIDAD DEL ACEITE DE OLIVA**

Los grandes avances en las técnicas analíticas de los últimos años, han permitido conocer con más detalle la composición del aceite de oliva y su potencial biológico como nutriente, así como también han permitido identificar componentes responsables de sus propiedades organolépticas que se relacionan con las preferencias de los consumidores. Además hay que tener en cuenta que los aceites vegetales comestibles en su mayoría deben ser sometidos a procesos de refinación (neutralización, decoloración, desodorización) para poder ser consumidos.

El aceite de oliva virgen (AOV), que es un zumo natural, es el único que puede ser consumido directamente sin refinar y conserva los componentes y características de los frutos de origen y por tanto los beneficios nutricionales y saludables. En los AOV no se permite ningún aditivo. Los componentes volátiles son responsables del aroma y los polifenoles del sabor. La proporción entre carotenos y clorofilas define la tonalidad. La mayor cantidad de ácido oleico (muy estable a la oxidación) junto con una pequeña cantidad de poliinsaturados suficiente para el aporte de ácidos grasos esenciales, así como la protección del tocoferol y de los polifenoles frente a la oxidación, aportan muchos beneficios a este alimento. El alto contenido en ácido oleico le aporta beneficios en salud tanto en crudo como en fritura, ya que es más estable a las temperaturas altas que otros aceites vegetales que contienen más cantidad de poliinsaturados que potencian la oxidación y la alteración de los aceites (Civantos, 2008).

En general, la composición del aceite de oliva (AO) se relaciona con la variedad de las aceitunas y otros factores agronómicos (época de recolección, estado sanitario de los frutos, clima, suelo, etc.), además de los factores tecnológicos relacionados con su elaboración y almacenamiento. Procesos industriales como la refinación hacen que se pierda una parte de los componentes menores del AO que disminuyen su valor nutricional y propiedades saludables a la vez que aparecen compuestos como los derivados trans, radicales libres, peróxidos, etc.

La autenticidad del AO se puede determinar por la composición en ácidos grasos, pero existen otras pruebas más específicas, como la determinación de tocoferoles, esteroides, ésteres metílicos, estigmanstadieno, dialcoholes triterpénicos,

## *Antecedentes*

compuestos fenólicos, etc., así como de compuestos que se forman como consecuencia de los procesos de hidrólisis (lipólisis) u oxidación, mediante determinaciones analíticas como son la acidez, absorbancia en UV, índice de peróxidos, características organolépticas, que permiten diferenciar calidades de AO, mezclas, tratamientos industriales (Reglamento (CEE) n° 2568/91 y sus modificaciones)

### 11.2 COMPOSICION DEL ACEITE DE OLIVA

La composición y porcentajes de cada ácido graso en los AO está regulada normativamente, así como otros parámetros de pureza y de calidad en el Reglamento (CEE) n° 2568/1991 y otras normas complementarias, como la norma comercial del Consejo Oleícola Internacional COI/T.15/NC N°3/ Rev.7, 2013. Respecto de su composición en ácidos grasos, hay que destacar que el AO es especialmente rico en ácidos grasos monoinsaturados (oleico) y con bajo contenido en ácidos grasos poliinsaturados (linoleico y linolénico).

De forma general, en la composición del AO podemos considerar dos grandes grupos: el mayoritario llamado fracción saponificable que representa entre el 98-99% del peso del AO, está formado principalmente por triglicéridos (TG), diglicéridos, monoglicéridos, fosfátidos y algunos ácidos grasos libres (Civantos, 2008). Los aceites se caracterizan por los ácidos grasos que forman la combinación en los TG.

El otro grupo de compuestos presentes en el AO en menor proporción constituye la fracción insaponificable, en una proporción de  $\leq 15$  g/kg de aceite (COI/T.15/NC N°3/ Rev.7, 2013). Esta fracción insaponificable contiene gran cantidad de compuestos que contribuyen al flavor y a la estabilidad a la oxidación de los AO y es de gran importancia en la calidad nutricional, culinaria y propiedades saludables del AO (Cárdeno et al., 2014). En este grupo destacamos los compuestos fenólicos, relacionados con su flavor, que influyen en su calidad y estabilidad frente a la oxidación, carotenos, clorofilas, tocoferoles, esteroides y el escualeno (Rivas et al., 2013; Jiménez et al., 2014). Los AOV recién obtenidos y de buena calidad tienen un perfil de compuestos volátiles responsables de su flavor característico. En los aceites de baja calidad este perfil es diferente y de mayor complejidad, siendo la causa de los defectos sensoriales (Aparicio y Harwood, 2003).

### 11.2.1 TRIGLICERIDOS Y ACIDOS GRASOS

La mayor parte de los AG en los aceites vegetales comestibles está en forma de TG. Los aceites vegetales comestibles no suelen tener ácidos grasos (AG) de cadena ramificada, ni AG insaturados con menos de 16 o más de 20 átomos de carbono. Los AG tienen en general un número par de átomos de carbono. La composición de los triglicéridos (TG) normalmente sigue un patrón en el que los AG en la posición central (posición 2 del glicerol) son insaturados.

Característicamente, en la composición triglicéridica de los AO hay una alta concentración de ácido oleico (monoinsaturado) del 55-83% y baja en ácidos grasos poliinsaturados (linoleico 3,5-21,00%; linoléico  $\leq 1,0$  %) (COI/T.15/NC N° 3/ Rev.7, 2013) y los ácidos AG saturados están en concentraciones menores o semejantes a las de otros aceites vegetales. En el AO hay una alta concentración de ácido oleico y baja concentración de AG saturados en posición 2.

Los dobles enlaces de los AG son puntos vulnerables por ser susceptibles a la oxidación en presencia de oxígeno (procedente del aire o procesos bioquímicos en el organismo). El mayor porcentaje de ácido oleico en relación con el de ácidos grasos poliinsaturados contribuye a la mayor estabilidad de los AO a la oxidación frente a otros aceites vegetales, y a los beneficios para la salud, complementado por la protección de los polifenoles y los tocoferoles (Silva et al., 2015)

En la Tabla 11.1 se indican los tipos de ácidos grasos mayoritarios en aceites vegetales mostrándose diferencias en el porcentaje de cada uno de ellos.

## Antecedentes

**Tabla 11.1: Ácidos grasos mayoritarios en aceites vegetales**

Ácidos Grasos	Grado de saturación, nº de C: enlaces dobles	% Ácidos Grasos s/peso total
Láurico	C 12:0	-
Mirístico	C 14:0	hasta 0,05
Palmítico	C 16:0	7 - 18
Palmitoléico	C 16:1	0,3- 3
Esteárico	C 18:0	0,5- 5
Oléico	C 18:1	61- 83
Linoléico	C 18:2	2 -18
Linolénico	C 18:3	hasta 1,5
Aráquico	C 20:0	hasta 0,5
Gadoléico	C:20:1	-
Behémico	C 22:0	-
Erúxico	C 22:1	-
Lignocérico	C 24:0	-

**Adaptado de Civantos, 2008**

Aunque la composición en ácidos grasos del AO sigue un patrón, podemos encontrar variaciones en función de la variedad de la aceituna (Uceda et al., 2006; Jiménez et al., 2013).

Los porcentajes de ácido oleico y linoleico y la relación entre ellos pueden servir para diferenciar tipos de aceite de oliva. Si el valor es más alto, es mayor la estabilidad de los aceites y por tanto en su resistencia a la oxidación (Civantos, 2008). En la Tabla 11.2 se indica esta relación para diferentes variedades de aceitunas

**Tabla: 11. 2. Porcentaje de ácido oleico y linoleico y relación entre ambos**

Variedad	Ácido oleico	Ácido linoléico	O/L
Picual	78,3	5,1	15,4
Hojiblanca	75,7	9,2	8,2
Lechín	69,7	13,3	5,2
Picudo	66,6	14,7	4,5
Cornicabra	80,3	5,6	14,3
Arbequina	70,2	11,4	6,1
Empeltre	74,6	9,4	7,9

**Adaptado de Civantos, 2008**

El aceite se oxida de forma natural al contactar con el oxígeno (autooxidación). La oxidación se produce sobre todo en los ácidos grasos poliinsaturados por la presencia de dobles enlaces y produce compuestos tales como aldehídos, cetonas, alcoholes, etc., responsables del mal olor y sabor, y por tanto en la aparición de defectos sensoriales en el AO (enranciamiento) (Civantos, 2008).

#### 11.2.2 COMPONENTES MENORES

En el AO existen compuestos minoritarios, también denominados “componentes menores” que pueden ser agrupados en dos fracciones:

-componentes glicéricos (fracción saponificable): ceras, mono- y diacilgliceroles, ácidos grasos libres y fosfátidos.

-componentes no glicéricos (fracción insaponificable): hidratos de carbono, tocoferoles, alcoholes alifáticos, esteroides, pigmentos, compuestos fenólicos responsables del flavor, compuestos responsables del aroma, etc.

El contenido en componentes menores de los AO está relacionado con diferentes factores agronómicos como la variedad de la aceituna, su estado de maduración o el estado sanitario de los frutos influyendo también factores tecnológicos como el proceso de obtención, refinación, almacenamiento del AO, etc., en gran parte relacionado con los procesos de oxidación (Jiménez et al., 2013; 2014) Los componentes de la fracción insaponificable, se ven muy afectados por los

## ***Antecedentes***

procesos tecnológicos y disminuyen el valor biológico del AO y su estabilidad. Por ejemplo, durante la refinación hay pérdidas importantes de esta fracción insaponificable, por ejemplo, tocoferoles, compuestos fenólicos, carotenos, clorofilas, compuestos volátiles, esteroides, etc (Aparicio y Harwood, 2003)

## **Mono y di-acilgliceroles**

Estos compuestos se encuentran en pequeñas cantidades normalmente en el AO, pero su presencia puede ser debida a alteraciones del aceite, denotando baja calidad. La presencia de mono- y di-gliceroles es debida principalmente a la hidrólisis de los triglicéridos (lipólisis o rancidez hidrolítica), incrementando la acidez total y produciendo deterioro del aroma causado por ciertos ácidos libres.

Los principales factores que favorecen la hidrólisis son la humedad, temperatura, enzimas (lipasas del fruto) y algunos microorganismos presentes en las aceitunas, como bacterias, levaduras y mohos. El almacenamiento adecuado de las aceitunas es fundamental para controlar estos factores y por tanto la hidrólisis de los TG (Kiritsakis, 1992). El almacenamiento prolongado de los frutos en la almazara sin molturar o bien un almacenamiento incorrecto en grandes montones, que da lugar al aumento de temperatura hace que el aceite obtenido tenga una acidez mayor por la acción enzimática de las lipasas endógenas y la de los microorganismos. Hay que ser cuidadoso en las fases previas, realizando la recogida de los frutos, el transporte a la almazara y el almacenamiento con las precauciones necesarias que minimicen el deterioro de los frutos (Jiménez et al, 2012) Los frutos picados por insectos, con golpes, los sobremadurados, los frutos de suelo, presentan mayor actividad lipolítica y el aceite obtenido es de peor calidad. El proceso puede seguir durante fases posteriores durante la elaboración (molturación y separación de fases).

## **Fosfolípidos**

Los principales fosfolípidos encontrados en el AO son la fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina, fosfatidilinositol y fosfatidilserina. El ácido oleico es el AG predominante en la estructura de los fosfolípidos. El AOV recién producido puede contener cantidades pequeñas de fosfolípidos (40-135 mg/kg) (Fernández y Segura, 2009)

### **Hidratos de carbono**

El principal hidrocarburo terpénico del AO es el escualeno, precursor de los esteroides. Es precursor del colesterol y tiene actividad antioxidante. El escualeno se encuentra en los AOV y refinados (Rigane et al., 2013). El AO contiene más cantidad de escualeno que otros aceites vegetales comestibles (Aparicio y Harwood, 2003; Civantos, 2008).

También contiene carotenos en pequeña cantidad, en especial el  $\beta$ -caroteno (provitamina A), que da a los aceites la tonalidad amarillenta, dependiendo la pigmentación de la proporción entre carotenos y clorofila (color verde). El  $\beta$ -caroteno protege al AO de la fotooxidación.

Existen también otros hidrocarburos como los policíclicos aromáticos (fenantreno, pireno, criseno, fluorantreno, etc).

### **Tocoferoles**

El AO contiene tocoferoles, fundamentalmente  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E). Los tocoferoles tienen propiedades antioxidantes y están relacionados con la estabilidad del aceite. Los tocoferoles no sólo protegen de la autooxidación, sino que también actúan, inhibiendo la fotooxidación. El  $\alpha$ -tocoferol es el más activo de todos los tocoferoles (Kiritsakis, 1992). Reacciona con los radicales peróxido de los ácidos grasos, que son los productos primarios de la autooxidación del AOV y se detiene así la alteración en las primeras etapas.

El contenido de tocoferoles puede servir para detectar adulteraciones del aceite de oliva con aceites de semillas ya que el AO tiene mayor cantidad de  $\alpha$ -tocoferol (Jiménez et al, 2014) En el proceso de refinación se producen pérdidas importantes y también durante el proceso de elaboración y almacenamiento del AO (Aparicio y Harwood, 2003; Civantos, 2008).

### **Alcoholes alifáticos**

Existen alcoholes alifáticos lineales con número par de átomos de carbono ( $C_{18}$  -  $C_{28}$ ), principalmente hexacosanol, octacosanol y tetracosanol. En los AO extraídos con disolventes (aceite de orujo de oliva) hay más alcoholes alifáticos que en los AOV (Aparicio y Harwood, 2003; Civantos, 2008).

## ***Antecedentes***

### **Ceras**

Los AO también contienen ceras. Las ceras, principalmente corresponden a los ésteres de alcoholes grasos C-36, C-38, C-40, C-42, C-44 y C-46. El contenido en ceras sirve para diferenciar tipos de aceites de oliva (el aceite de orujo de oliva tiene mayor cantidad de ceras que el AOV).

### **Esteroles**

Los principales esteroides presentes en el aceite de oliva son el  $\beta$ -sitosterol,  $\Delta^5$ -avenasterol y el campesterol, aunque en menor cantidad existen estigmasterol, colesterol, brasicasterol, sitostanol, etc. Las grasas animales contienen mayoritariamente colesterol, mientras que los AO, contienen mayoritariamente  $\beta$ -sitosterol (Lukic et al., 2013)

También contiene metil-esteroides como el gramisterol, obtusifoliol, cicloeucalenol y citrostadienol y 4,4-dimetil-esteroides (alcoholes triterpénicos) como la  $\alpha$  y  $\beta$ -amirina o el cicloartenol que son importantes desde el punto de vista biológico. (Aparicio y Harwood, 2003).

La fracción terpénica procede fundamentalmente del epicarpio de las aceitunas, por lo que aparece en mayor cantidad en el aceite de orujo. Los dos principales dialcoholes triterpénicos son el eritrodiol y el uvaol, de gran interés analítico para detectar mezclas.

### **Pigmentos**

El AOV contiene pigmentos naturales a los que debe su color. El contenido en clorofilas (color verde) va disminuyendo al madurar la aceituna, ya que se degradan a feofitinas (color marrón). Los aceites obtenidos de aceitunas verdes presentan un color verdoso, mientras que los producidos de aceitunas maduras presentan un color más dorado. Depende de la variedad de aceituna y del estado de maduración.

Además de estar relacionados con el color, los pigmentos naturales del AO están involucrados en el proceso de oxidación. El AOV es resistente a la autooxidación debido al bajo contenido en ácidos grasos poliinsaturados y por su contenido en antioxidantes naturales, sin embargo es muy sensible a la fotooxidación. Las clorofilas y feofitinas tienen efecto prooxidante sobre los lípidos en presencia de

la luz (compuestos sensibilizadores), pues la clorofila absorbe en la zona de 320 y 720 nm, sea en presencia o en ausencia de antioxidantes, pero en oscuridad actúan como antioxidantes, actuando sinérgicamente con los antioxidantes fenólicos, por lo que el aceite debe conservarse almacenado protegido de la luz. (Kiritsakis, 1992; Civantos, 2008).

Los carotenoides son pigmentos que dan al aceite su color amarillento dependiendo de la proporción entre carotenos y clorofilas (Limón et al., 2015) Los principales carotenoides del AO son luteína, el  $\beta$ -caroteno (provitamina A), violaxantina y neoxantina. Estos compuestos también tienen efectos antioxidantes y contrarrestan el efecto de clorofilas y feofitinas (sensibilizadores) que inducen la fotooxidación.

### **Trazas metálicas**

En la composición del AO podemos encontrar trazas metálicas de hierro y cobre. Los límites se indican en la norma comercial COI/T.15/NC N°3/ Rev.7, 2013: Hierro (Fe):  $\leq 3,0$  mg/kg; Cobre (Cu):  $\leq 0,1$  mg/kg.

La presencia de trazas metálicas favorece el proceso de oxidación del AO, por lo que se recomienda el uso de materiales adecuados en los equipos de fabricación y depósitos de almacenamiento de aceite en las almazaras, como es el acero inoxidable.

### **Compuestos fenólicos**

Los compuestos fenólicos tienen una gran importancia desde el punto de vista químico y organoléptico para el AOV pues le confieren un flavor característico que lo diferencia de otros aceites vegetales comestibles (Rivas et al., 2013)

En el mesocarpio de las aceitunas hay compuestos fenólicos solubles en agua, de carácter antioxidante. Son muy importantes pues incrementan la estabilidad oxidativa del AOV. El contenido en compuestos fenólicos del AOV, está influido por diferentes factores, tanto intrínsecos como extrínsecos. Los factores intrínsecos son de origen genético y determinan que la composición en estas sustancias sea diferente no sólo entre distintos géneros o especies, sino incluso también entre variedades de un mismo producto. Por otra parte, la composición en polifenoles va a estar influida por factores extrínsecos al vegetal o factores agroalimentarios, ligados a sus circunstancias

## *Antecedentes*

de cultivo, como la fecha de cosecha, dependiendo de la cual la composición tanto cualitativa como cuantitativa de sustancias fenólicas experimenta importantes fluctuaciones (Jiménez et al., 2013), así como las condiciones de conservación tras la recolección. Esto hace que los compuestos fenólicos sean reconocidos como marcadores químicos discriminantes de los aceites vírgenes (Cerretani et al., 2006; Martínez et al., 2010). Actualmente, los compuestos fenólicos del aceite de oliva virgen, despiertan un gran interés y son objeto de numerosas investigaciones debido a su papel protector en enfermedades óseas, cardiovasculares, y en el cáncer, así como en el proceso del envejecimiento (Chew et al., 2011).

Estos compuestos, constituyen una fracción muy compleja, formada por un número elevado de sustancias, algunas todavía por identificar. Entre las sustancias caracterizadas se encuentran los fenoles simples, como hidroxitirosol, tirosol, ácido caféico, ácido vanílico, ácido *p*-cumárico, ácido ferúlico, vainillina; flavonoides como luteolina y apigenina así como otros compuestos más complejos, como los derivados de la oleuropeína, ligstrósidos, ligustalósidos, verbascósidos y lignanos (Servili et al., 2009).

La composición fenólica se puede utilizar para identificar el cultivar de procedencia. Los fenoles se presentan en formas complejas que mediante hidrólisis dan lugar a fenoles simples (hidroxitirosol, tirosol, etc.). Durante la molienda, una hidrólisis parcial origina la ruptura del enlace glucosídico de los compuestos fenólicos.

Los compuestos fenólicos se encuentran en cantidades variables en el AO, dependiendo de la variedad de la aceituna, su estado de maduración, manejo de la aceituna, proceso de elaboración, etc. Los compuestos fenólicos se relacionan con el sabor característico del AOV (amargor, picor, astringencia) y los compuestos volátiles principalmente con el aroma. Estos compuestos junto con los compuestos fenólicos son de gran interés, ya que son responsables del flavor del AOV.

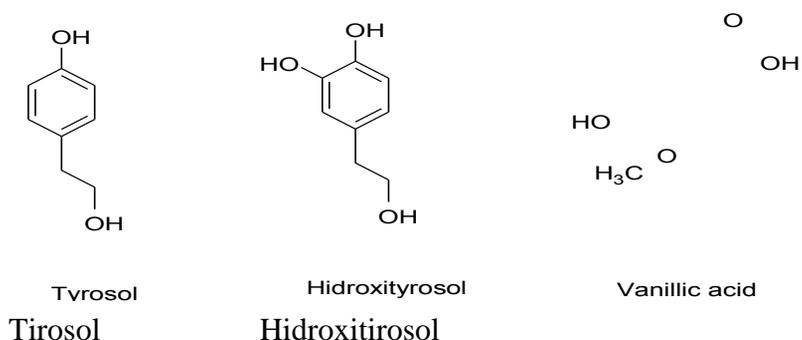
El análisis sensorial ha cobrado en la actualidad gran relevancia pues permite clasificar los AOV en diferentes calidades dependiendo de los atributos positivos y negativos. La evaluación sensorial mediante paneles de cata entrenados, junto a otras determinaciones físico-químicas, constituyen el método oficial para hacer la clasificación de los aceites de oliva vírgenes.

Existen técnicas que permiten identificar los compuestos volátiles y fenólicos (Aparicio y Harwood, 2003)

Los compuestos fenólicos pueden clasificarse en:

Alcoholes fenólicos:

Los alcoholes fenólicos son: hidroxitirosol o 3,4-dihidroxifenil etanol, tirosol o p-hidroxifenil etanol y 3,4-dihidroxifenil etanol glucósido. El tirosol e hidroxitirosol son los compuestos fenólicos que se encuentran en mayor cantidad en el AO. Su estructura química se refleja en la Figura 11.1.



**Figura 11.1**

Ácidos fenólicos

Son derivados del ácido benzoico que se producen a partir de los fenilpropanoides, por la pérdida de una estructura de dos carbonos. Fueron los primeros fenoles identificados en el AO. Se subdividen en dos grandes grupos:

-Ácidos benzoicos: ácido benzoico, p-hidroxibenzoico, protocatéquico, gálico, vanílico y siríngico.

-Ácidos cinámicos: ácido cinámico, caféico, ferúlico, sinápico, cumárico.

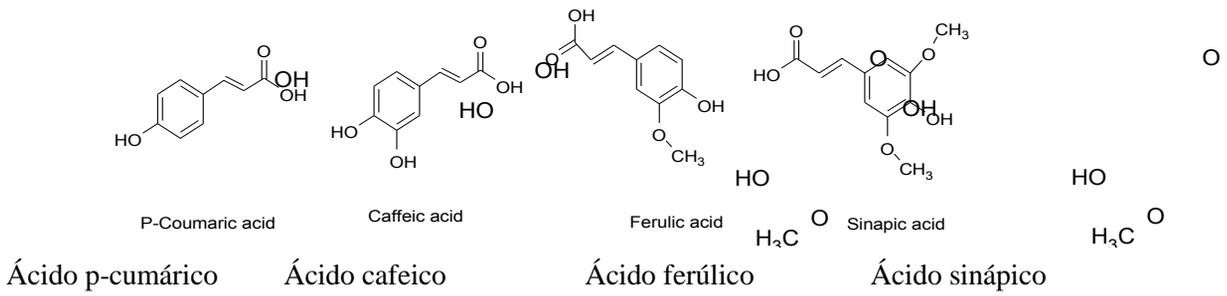
Los ácidos fenólicos se han asociado con el color y características sensoriales de los aceites.

Su estructura química queda reflejada en la Figura 11.2

Apigenin

Luteolin

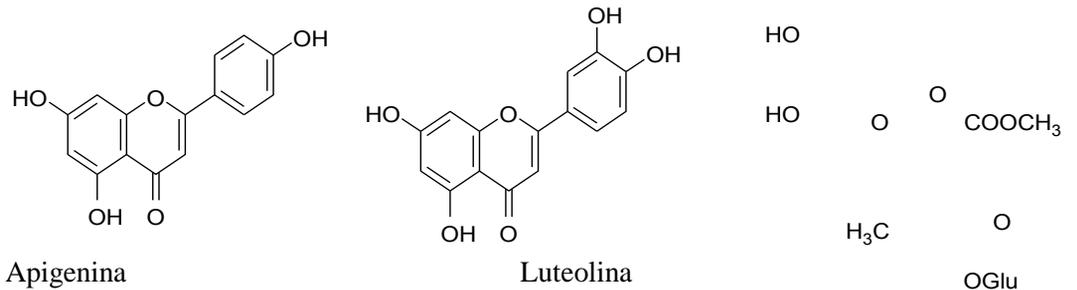
**Antecedentes**



**Figura 11.2**

Flavonoides

Los flavonoides son metabolitos secundarios vegetales de amplia distribución que tienen el esqueleto básico del difenilpropano (6-6-C3-C6) con diferente grado de oxidación en el anillo pirano. Durante el proceso de extracción del aceite, en parte se transfieren al aceite constituyendo una de las fracciones mayoritarias del AOV que sin embargo no ha sido muy estudiada. En AO, diversos autores citan la luteolina y la apigenina como los flavonoides más abundantes. La estructura básica de estos compuestos queda reflejada en la Figura 11.3.



**Figura 11.3**

### Lignan

Son un grupo de dímeros de fenilpropanoides unidos mediante un enlace 8-8'. Están estructuralmente relacionados con la lignina, formando en algunos casos parte de ella.

Inicialmente fueron detectados dos epoxilignanos, el (+) 1-acetoxipinoresinol, (+) pinoresinol. Con posterioridad se identificó en el AOV el (1)- hidroxipinoresinol.

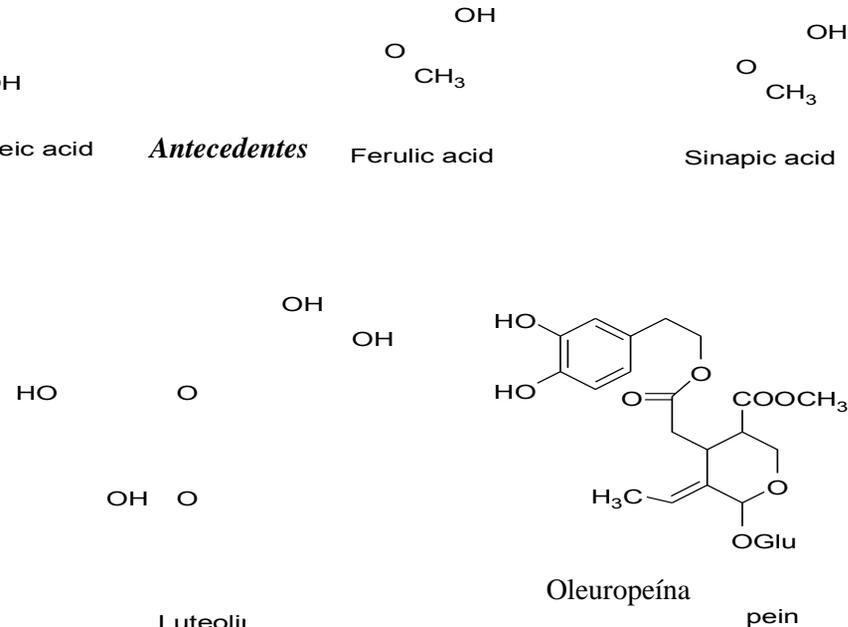
### Secoiridoides

Bajo la denominación de secoiridoides se agrupan una serie de compuestos bicíclicos derivados biosintéticamente del geraniol, que presentan como estructura básica común un ciclopentapirano denominado iridano, por haberse detectado por primera vez en unas hormigas pertenecientes al género *Iridomirmex*.

Los secoiridoides son los componentes mayoritarios de la fracción fenólica del AOV. Este grupo fenólico está formado por derivados de la oleuropeína y del ligustrósido, fenoles mayoritarios de la oliva, que durante el proceso de extracción del aceite, por efecto del medio ácido de la pasta y de la actividad  $\beta$ -glucosidasa, pierden la molécula de glucosa formando los derivados secoiridoides o formas agliconas.

La oleuropeína confiere el sabor amargo a las olivas y se encuentra en muy baja concentración en el aceite, aunque fundamentalmente en su forma aglicona. Constituye el 14% del peso seco de las olivas verdes y es hidrolizada durante la maduración de la oliva rindiendo varias moléculas más simples que incluyen el 3,4-DHPEA-EDA, que posteriormente es hidrolizado a hidroxitirosol (3,4-DHPEA) y ácido elenólico.

Los secoiridoides más abundantes en el aceite de oliva virgen son la forma dialdehídica del ácido elenólico (EDA) unido al hidroxitirosol o tirosol, denominados respectivamente 3,4-DHPEA-EDA y p-HPEA-EDA, y un isómero de la oleuropeína aglicona 3,4-DHPEA-EA. La estructura química de la oleuropeína queda reflejada en la Figura 11.4



**Figura 11.4**

### Otros compuestos fenólicos

También se encuentran en el aceite de oliva otros compuestos fenólicos no pertenecientes a las familias descritas anteriormente, tales como el aldehído fenólico vainillina, y el verbascósido y un heterósido del ácido caféico.

#### 11.2.3 COMPUESTOS RESPONSABLES DEL AROMA

También contiene compuestos volátiles responsables del aroma, aún encontrándose a muy bajas concentraciones. Entre los compuestos aromáticos más importantes están el hexanal, hexanol (frutado verde) y el metil-butanol (acaramelado). La hidrólisis de las aceitunas, consecuencia de la humedad, temperatura y/o presencia de microorganismos o de lipasas endógenas ocasiona el deterioro del sabor por la aparición de ácidos grasos libres (Civantos, 2008).

Aunque los AOV presentan en general un perfil característico de volátiles que le dan su flavor característico se ha visto que la variedad de la aceituna y su estado de maduración, están relacionados con las características organolépticas de los aceites obtenidos (Jiménez et al., 2012), el origen geográfico, el almacenamiento (Uceda et al., 2006) y el sistema de extracción. (Kiritsakis, 1992; Aparicio y Harwood, 2003).

Se han identificado un gran número de compuestos volátiles responsables del aroma. Los principales compuestos volátiles relacionados con la madurez de los frutos son los verdes. Además de los volátiles responsables del flavor, se han identificado otros muchos pudiendo encontrar sobre todo aldehídos, alcoholes, ésteres, hidrocarburos, cetonas, etc.

Los principales precursores de los compuestos volátiles responsables del flavor del AO son los ácidos grasos (linoléico y  $\alpha$ -linolénico) y aminoácidos (leucina, isoleucina, valina). La ruta de la lipooxigenasa es de gran importancia en la formación de los compuestos volátiles mayoritarios del AO. Entre los compuestos aromáticos más importantes están el hexanal, sexenal, hexenol, que se han relacionado con el frutado verde y el metil-butanol con el acaramelado, pasa. Los volátiles verdes no solo se relacionan con el estado de maduración, sino con la variedad de la aceituna (Aparicio y Harwood, 2003), pudiendo explicar características sensoriales que asociamos a los aceites monovarietales.

Los procesos hidrolíticos en las aceitunas (lipólisis) favorecidos por la humedad, la temperatura, y la presencia de microorganismos, ocasionan un deterioro del sabor por la aparición de ácidos grasos libres y los procesos oxidativos, favorecidos por la alta temperatura de almacenamiento del AO, por la luz u otros factores (Uceda et al., 2006;) dan lugar también al deterioro del sabor y del aroma del AO apareciendo compuestos volátiles responsables del olor y sabor desagradables como aldehídos, cetonas, y por tanto defectos sensoriales en el AO, por ejemplo el enranciamiento, y también afecta a la composición de antioxidantes naturales presentes en el AO, por lo que el perfil de volátiles de un AOV con defectos es diferente del AOVE.

Los principales indicadores de la rancidez son el 2-pentanal y el 2-heptanal (Kiritsakis, 1998). El atrojado se ha relacionado con la concentración de octano y con otros compuestos como por ejemplo el metil-butanal, metil-butanol o el ácido propanoico y butanoico. El avinado se ha relacionado con el ácido acético. La aparición de defectos sensoriales en el AO está relacionada en gran parte con la presencia de compuestos volátiles producidos por sobre-maduración del fruto, procesos fermentativos y oxidativos que se relacionan con los defectos sensoriales atrojado, avinado, moho, etc.

## *Antecedentes*

Se ha relacionado el defecto atrojado con malas practicas de almacenamiento de la aceituna apareciendo este defecto antes que otros como el avinado o el moho que se relacionan con períodos largos de almacenamiento de las aceitunas (Aparicio y Harwood, 2003)

### 11.2.4 CONTAMINANTES DEL ACEITE DE OLIVA

La norma comercial del Consejo Oleícola Internacional COI/T.15/NC N°3/ Rev.7, 2013, incluye como contaminantes los metales pesados plomo y arsénico, estableciendo unas concentraciones máximas permitidas de 0,1 mg/kg para ambos.

También hace referencia a los plaguicidas y los disolventes halogenados como contaminantes. El valor para el contenido máximo de cada uno de los disolventes halogenados lo fija en 0,1 mg/kg y para el contenido máximo del total de disolventes halogenados en 0,2 mg/kg.

Con relación a los residuos de plaguicidas el Reglamento (CE) N° 396/2005 es el marco comunitario que regula los límites máximos de residuos plaguicidas en alimentos para consumo humano, estableciendo valores en las aceitunas para aceite ([http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/index_en.htm)).

## **12. CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES DE OLIVA VIRGENES**

Los “aceites de oliva vírgenes” (AOV) son los aceites de oliva que se obtienen del fruto del olivo (*Olea europea L.*) únicamente mediante procedimientos mecánicos o por otros procedimientos físicos aplicados en condiciones que excluyan toda alteración del producto, y que no se haya sometido a ningún otro tratamiento que no sea su lavado, decantación, centrifugado o filtración, excluidos los aceites obtenidos con el uso de disolventes o de coadyuvantes de acción química o bioquímica, por un procedimiento de reesterificación o como resultado de cualquier mezcla con aceites de otros tipos (Reglamento (UE) N° 1308/2013). Podemos decir que es el zumo de las aceitunas, sin necesidad de ser sometido a ningún tratamiento químico para ser consumido directamente, y que conserva las propiedades (composición, aroma y sabor) del fruto de origen.

La clasificación de los aceites de oliva (AO) y de los aceites de orujo (AOO) de oliva se encuentra regulada normativamente en el Reglamento (CEE) n° 2568/91 y sus modificaciones posteriores. La clasificación se basa en sus diferentes características fisicoquímicas y organolépticas, lo que sirve además como garantía de autenticidad y pureza, sin perjuicio de otras disposiciones existentes en la materia. Las características de los AO se determinan siguiendo los métodos de análisis previstos en el Anexo I del anterior Reglamento. La valoración de las características organolépticas de los AOV se realiza según el método recogido en su Anexo XII.

Las designaciones del AOV se indican en el Reglamento (UE) N° 1308/2013 y estas designaciones se consideran denominación de venta. Se pueden establecer las siguientes categorías:

Aceite de oliva virgen extra: aceite de oliva cuya acidez libre, expresada en ácido oleico, no supera 0,8 g por cada 100 g.

Respecto a la valoración organoléptica la mediana de los defectos es igual a 0 y la del atributo frutado es superior a 0;

Aceite de oliva virgen: aceite de oliva cuya acidez libre, expresada en ácido oleico, no supera los 2 g por cada 100 g.

En la valoración organoléptica la mediana de los defectos es superior a 0 pero inferior o igual a 3,5 y la del atributo frutado es superior a 0;

## Antecedentes

Aceite de oliva lampante: aceite de oliva virgen de gusto defectuoso o cuya acidez libre, expresada en ácido oleico, es superior a 2 g por cada 100 g.

Respecto a la valoración organoléptica la mediana de los defectos es superior a 3,5, o bien, la mediana de los defectos es inferior o igual a 3,5 y la del atributo frutado es igual a 0.

Las demás características de los AOV son las establecidas por la Comisión para cada categoría en la norma.

En la Tabla 12.1 se indican los límites de los parámetros *acidez*, *índice de peróxidos*,  $K_{232}$  y  $K_{270}$ , así como la *evaluación organoléptica* (Mf y Md) para los aceites de oliva vírgenes

**Tabla 12.1: valores paramétricos para aceites de oliva vírgenes**

Categoría	Acidez (%)	Índice de Peróxidos (meq O <sub>2</sub> /kg)	$K_{232}$	$K_{270}$	Mediana del defecto (Md)	Mediana del atributo frutado (Mf)
Aceite de oliva virgen extra	≤ 0,8	≤ 20	≤ 2,50	≤ 0,22	Md = 0	Mf > 0
Aceite de oliva virgen	≤ 2,0	≤ 20	≤ 2,60	≤ 0,25	Md ≤ 3,5	Mf > 0
Aceite de oliva lampante	> 2,0	-	-	-	Md > 3,5 Md ≤ 3,5	- Mf = 0

Adaptado del Reglamento (CEE) n° 2568/91

### **III. OBJETIVOS**



### **III. OBJETIVOS**

El aceite de oliva virgen, uno de los pilares fundamentales de la Dieta Mediterránea, es un alimento de gran importancia social y económica. El valor nutricional está relacionado con su composición en nutrientes y además su valor alimentario estrechamente vinculado a su calidad, pueden ser la base para la adquisición de hábitos alimentarios saludables. En esta memoria de Tesis doctoral se han planteado los siguientes objetivos:

1. Desarrollar métodos analíticos UPL-TOF-MS y HPLC-UV para la determinación y cuantificación de compuestos fenólicos en muestras de aceite de oliva virgen extra.
2. Analizar el contenido de compuestos fenólicos en aceite de oliva virgen extra de diferentes variedades y en distintos tipos de envases, mantenidos en condiciones de oscuridad y luz natural.
3. Evaluar la ingesta de compuestos fenólicos a través del consumo de aceite de oliva en una muestra representativa de la población española.
4. Estudiar cómo se afectan los parámetros más representativos de calidad reglamentada, incluido el análisis sensorial, en aceite de oliva virgen extra de diferentes variedades, en distintos tipos de envases y mantenidos en condiciones de oscuridad y luz natural.



## **IV. MATERIAL Y METODOS**



## **IV. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **1. MUESTREO**

Se analizaron 38 muestras de aceite de oliva virgen extra (AOVE) procedentes de almazaras pertenecientes a la Denominaciones de Origen Montes de Granada, Poniente de Granada, Priego de Córdoba, Montes de Toledo, Sierra de Cazorla, Sierra de Segura, Sierra Mágina, y otras muestras de aceites de oliva virgen extra comerciales (Tabla1.1). Las muestras de aceite seleccionadas corresponden a las variedades de aceituna: *Picual*, *Picuda*, *Arbequina* y aceites de origen multivarietal, con objeto de analizar el efecto de los distintos tipos de envases (CC: cristal coloreado, CT: cristal transparente, PET: polietileno tereftalato, MET: metálico, TETRA: TetraBrik), en condiciones de oscuridad y expuestas a la luz natural durante un año realizando las determinaciones en 4 periodos consecutivos. Los códigos de tiempo se recogen en las tablas como: 1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses.

Para cuantificar el contenido de compuestos fenólicos totales e individuales y estimar su ingesta en una muestra representativa de población se analizaron 10 muestras de AOVE de las variedades más comunes de la región (*Picual*, *Arbequina*, *Picuda* y *Hojiblanca*)

**Tabla 1.1. Muestras analizadas en el estudio del efecto del tipo de envase y las condiciones de iluminación en la calidad del AOVE.**

<b>CODIGO</b>	<b>ORIGEN</b>	<b>VARIEDAD</b>	<b>ENVASE</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>CAPSULA</b>
1	Granada	Picual	CC	500	Corcho
2	Granada	Picual	CC	500	Metálica
3	Granada	Picual	CT	250	Corcho
4	Granada	Picual	PET	5000	Plástico
5	Jaén	Picual	PET	1000	Plástico
6	Granada	Picual	PET	1000	Plástico
7	Granada	Picual	PET	2000	Plástico
8	Granada	Picual	PET	5000	Plástico
9	Granada	Picual	MET	1000	Plástico
10	Jaén	Picual	MET	500	Plástico
11	Granada	Picual	MET	1000	Plástico
12	Jaén	Picual	MET	1000	Plástico
13	Granada	Picual	MET	500	Plástico
14	Jaén	Picual	CER	250	Corcho
15	Granada	Arbequina	CC	500	Corcho
16	Granada	Arbequina	CC	500	Plástico
17	Granada	Arbequina	CT	1000	Plástico
18	Granada	Arbequina	CT	1000	Plástico
19	Granada	Arbequina	CT	500	Corcho
20	Granada	Arbequina	CT	250	Plástico
21	Granada	Arbequina	PET	1000	Plástico
22	Granada	Arbequina	PET	1000	Plástico
23	Granada	Arbequina	MET	250	Plástico
24	Granada	Arbequina	MET	250	Plástico
25	Granada	Arbequina	MET	500	Plástico
26	Granada	Picuda	CC	500	Metálica
27	Córdoba	Picuda	CC	500	Metálica
28	Córdoba	Picuda	CC	500	Metálica
29	Granada	Picuda	CC	500	Metálica
30	Granada	Picuda	CT	100	Corcho
31	Granada	Picuda	CT	750	Metálica
32	Granada	Picuda	CT	500	Corcho
33	Granada	Picuda	PET	1000	Plástico
34	Granada	Picuda	MET	3000	Plástico
35	Córdoba	Multivarietal	TETRA	1000	Plástico
36	Almería	Multivarietal	PET	5000	Plástico
37	Jaén	Multivarietal	CC	500	Corcho
38	Toledo	Multivarietal	CT	1000	Goma

## **2. MATERIAL Y REACTIVOS**

### **Cromatógrafos**

Para el análisis de los compuestos fenólicos presentes en las muestras hemos utilizado un cromatógrafo líquido de alta resolución (HPLC). El que se ha empleado para la realización del presente trabajo ha sido un aparato marca Varian ProStar (Walnut Creek, CA, USA), equipado con un sistema binario de bombas modelo Varian 230, unido a un detector de ultravioleta/visible (Varian 310).

Asimismo, se ha utilizado para el análisis cromatográfico un equipo de UPLC (cromatografía líquida de alta eficacia) con gestor de disolventes con gradiente binario de Waters (Waters, Milford, MA, USA), modelo Acquity™, Ultra Performance LC; Bomba isocrática Waters, modelo Reagent Manager para la infusión continua del reactivo de calibración. Espectrómetro de masas con analizador de tiempo de vuelo (TOF) Waters, modelo MS LCT Premier XE, Micromass.

### **Columnas para cromatografía**

Para las diferentes técnicas cromatográficas se han empleado diversas columnas:

\* Columna Waters Spherisorb® 5 mm ODS2 column, 5 µm, 4.6 cm x 200 mm.

\* Columna Acquity UPLC™ BEH C18 column (1.7 µm, 100 mm x 2.1 mm i.d.) from Waters.

### **Equipo de filtración para HPLC**

Los solventes utilizados en HPLC, fueron previamente puestos a punto mediante tratamiento con un equipo de filtración aplicado sobre un matraz kitasato con capacidad de 1000 mL, y un equipo de filtración con Millipore marca SEV conectado a una bomba de vacío del tipo gast, modelo nOA-p704-AA con una potencia de 115 Volts, 4,2 Amp y 60 Hz.

### **Microjeringas**

Las microjeringas utilizadas son del modelo Hamilton Microliter™ 702, con un volumen de 25 µl de capacidad.

### **Campana de extracción**

Para la extracción de los solventes, se utilizó una campana de extracción de humos de la marca Fisher Alder de la línea 2000, modelo CS.

## ***Material y Métodos***

### **Equipo de Ultrasonido**

Para la eliminación de burbujas en los solventes antes de usarse en el HPLC, se utilizó un ultrasonido marca Branson 2510.

### **Autoclave**

Para la preparación de las muestras se maneja una autoclave marca SELECTA modelo 3001208 (Barcelona, España).

### **Centrífuga**

Para el proceso de extracción de las muestras se usó una centrífuga marca Hettich Universal 320 (Buckinghamshire, England).

### **Balanza de precisión**

Se ha utilizado una balanza de precisión AND GR-120 con capacidad máxima de 120 mg, mínima de 10mg y  $e = 1\text{mg}$  y  $d = 0,1\text{mg}$ .

### **Cámara frigorífica y congeladores**

Para el almacenamiento de reactivos así como para la realización de experimentos a baja temperatura se han utilizado una cámara frigorífica (Pedro y López, S.A.) con temperatura regulada a  $4^{\circ}\text{C}$ , además de frigoríficos y congeladores convencionales.

Para el almacenamiento de muestras se ha utilizado un congelador, marca Sanyo con temperatura fijada a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

### **Pipetas automáticas**

Para la medición de los reactivos se han utilizado pipetas graduadas de 10, 5 y 1 mL, con pipeteador de succión y expulsión automática del fluido de la marca Kimax-Si. También, se emplearon pipetas de volumétricas de vidrio de 1 mL (Kimax-Si), para la preparación de las muestras patrón.

### **Compuestos químicos patrones**

Todos los compuestos químicos empleados fueron de calidad analítica. Los patrones apigenina, luteolina, hidroxitirosol, tirosol, vanillina, ácido cafeico, cumárico, ferúlico, sinápico, siringico y vanillico fueron obtenidos de Sigma-Aldrich (St. Louis, EEUU).

## **Reactivos**

Para la extracción de compuestos fenólicos se utilizó metanol de la marca Sigma-Aldrich, grado reactivo. También se utilizó agua desionizada, bidestilada y filtrada en los ensayos que así lo requirieron. Los reactivos utilizados para cromatografía han sido acetonitrilo y metanol específico para HPLC (Sigma-Aldrich) y ácido fórmico (Fluka Chemie GmbH, Suiza).

Los reactivos empleados para el análisis de los índices de calidad reglamentada de los aceites analizados fueron:

-Mezcla de éter dietílico (J.T. Baker, Deventer, The-Netherlands) y etanol (J.T. Baker, Deventer, The-Netherland) de 95% (v/v) en proporción de volumen 1:1. La mezcla debe neutralizarse exactamente en el momento de su utilización con la solución de hidróxido potásico en presencia de 0.3 mL de la solución de fenolftaleína por cada 100 mL de mezcla.

-Solución etanólica valorada de hidróxido potásico (J.T. Baker, Deventer, The-Netherland) 0.1M o, en caso necesario 0,5M. Debe conocerse y comprobarse inmediatamente antes de su utilización la concentración exacta de la solución etanólica de hidróxido potásico. La solución debe ser incolora o color amarillo paja.

-Solución de 10 g/L de fenolftaleína (Panreac, Barcelona, España) en etanol de 95-96 % (v/v) o solución de 20 g/L de azul alcalino (en caso de aceites de oliva muy coloreados) en etanol de 95-96 % (v/v).

-Cloroformo (Panreac, Barcelona, España) para análisis exento de oxígeno por borboteo de una corriente de gas inerte puro y seco

-Acido acético glacial (Panreac, Barcelona, España) para análisis exento de oxígeno por borboteo de una corriente de gas inerte puro y seco

-Solución acuosa saturada de yoduro potásico (Panreac, Barcelona, España), recién preparada, exenta de yodo y yodatos

-Solución acuosa de tiosulfato sódico (Panreac, Barcelona, España) 0.01N o 0.002N valorada exactamente; la valoración se efectuara siempre antes del uso.

-Solución de almidón (Panreac, Barcelona, España), en solución acuosa de 10g/L recién preparada con almidón soluble.

## **Material y Métodos**

-Disolvente: Iso-octano (2,2,4-trimetilpentano) para la medición a 232 nm y 268 nm o ciclohexano para la medición a 232 nm y 270 nm, con una absorbancia inferior a 0,12 a 232 nm e inferior a 0,05 a 250 nm frente a agua destilada, medida en una cubeta de 10 mm. (Reglamento (CEE) n° 2568/91).

Se ha empleado para la prueba Ciclohexano (PAR) PAI (Panreac, Barcelona, España) de calidad para espectrofotometría

### **3. MÉTODOS**

#### **Preparación de la muestra para análisis de compuestos fenólicos**

Para aislar la fracción fenólica del aceite, se usará el método propuesto por el Consejo Oleícola Internacional (COI), COI/T.20/DOC. n°. 29, 2009. La metodología combina extracción del aceite de oliva con metanol/agua (80/20), baño de ultrasonidos durante 15 minutos a temperatura ambiente y centrifuga a 5000 revoluciones por minuto, durante 25 min. Posteriormente se recoge el sobrenadante y se filtra con un filtro de PVDP. Las extracciones se repiten por triplicado, y los extractos fenólicos se conservan a -18°C hasta su análisis.

#### **Determinación del contenido en fenoles totales**

El método utilizado para la determinación ha sido el adoptado por el Consejo Oleico Internacional para el análisis químico de los biofenoles del aceite de oliva (COI/T.20/DOC. n°. 29, 2009). Esta técnica se basa en la extracción de los componentes menores polares de naturaleza biofenólica directamente a partir del aceite de oliva mediante una solución metanólica y su posterior cuantificación mediante cromatografía de alta resolución (HPLC) con detector UV a 280 nm, utilizando ácido siríngico como patrón interno.

El contenido en derivados naturales u oxidados de la oleuropeína y del ligustrósido, en lignanos, en flavonoides y en ácidos fenólicos se expresa en mg/kg de tirosol.

La fase móvil empleada ha sido agua y ácido fórmico (99:1, v/v) como fase A y metanol: acetonitrilo (1:1, v/v) como fase B, para un tiempo de análisis de 70 minutos. Se ha inyectado 20 µL del extracto.

El programa de gradiente es el especificado en la Tabla 1.2.

**Tabla 1.2. Programa de gradiente utilizado para el análisis de compuestos fenólicos totales**

TIEMPO	FLUJO (mL/min)	%A	%B
0.00	1	96	4
40.00	1	50.0	50
45	1	40	60
60	1	0.0	100.0
70	1	96	4

**Determinación de los compuestos fenólicos individuales. UPLC con detector de masas de tiempo de vuelo (LCT)**

Para detectar y medir compuestos fenólicos individuales en los extractos fenólicos se ha utilizado un equipo de UPLC anteriormente descrito. Las fases móviles utilizadas han sido las siguientes: Fase A: Agua calidad milli-Q con 0,1% de ácido fórmico; B: Metanol calidad HPLC con 0,1% de ácido fórmico. Se ha trabajado en gradiente. Los datos han sido procesados con MassLynx (Waters). El programa de gradiente es el especificado en la Tabla 1.3

**Tabla 1.3. Programa de gradiente utilizado para el análisis de compuestos fenólicos individuales.**

TIEMPO	FLUJO (mL/min)	%A	%B	*CURVA
0.00	0.400	95.0	5.0	
1.00	0.400	95.0	5.0	6
11.00	0.400	0.0	100.0	6
15.00	0.400	0.0	100.0	6
15.01	0.400	95.0	5.0	1
18.00	0.400	95.0	5.0	1

La curva 6 corresponde a un gradiente lineal en el tiempo y la curva 1 alcanza los valores indicados al inicio del intervalo. Del minuto 15.01 al 18 son añadidos para asegurar que el equipo está estabilizado al comenzar una nueva muestra.

## ***Material y Métodos***

Las condiciones óptimas de resolución del detector se obtienen mediante ajuste con una disolución de 1 mg/L de leucina encefalina disuelta en acetonitrilo: agua (1:1) con 0,1% de ácido fórmico. Esta disolución se utiliza además para el ajuste continuo del equipo ya que perfunde a la vez que la muestra, y sirve de referencia.

La calibración de masas se realizará con una disolución de formiato sódico (0,5% de ácido fórmico y 5mM de hidróxido de sodio en isopropanol: agua (9:1). Los parámetros del detector son: modo del analizador: V; rango dinámico: extendido; tiempo total: 15 min; tiempo de scan: 0,1 s; voltaje de cono: 100 V; apertura 1: 40 V; voltaje capilar: 2600 V; temperatura desolvatación: 200°C; temperatura de fuente: 120 °C; flujo del gas de cono: 40 L/hr; flujo de desolvatación: 800 L/hr. Los datos serán procesados con MassLynx (Waters).

### **Parámetros de calidad del método de análisis de compuestos fenólicos**

La especificidad del método se realizó mediante el análisis de muestras de aceite de girasol refinado (muestras en blanco). Además, se utilizaron soluciones estándar en siete niveles de concentración diferentes para cada producto que se inyectan tres veces para evaluar el rango de linealidad del procedimiento analítico y obtener las curvas de calibración para cada estándar. Posteriormente, se estimó la sensibilidad del método mediante la determinación por separado de los límites de detección (LOD) y cuantificación (LOQ) de componentes siguiendo el método de la IUPAC. El límite de detección (LOD) se determinó teniendo en cuenta una relación señal a ruido de 3 con referencia al ruido de fondo obtenida de una muestra en blanco; el límite de cuantificación se determinó considerando una relación señal-ruido de 10. La repetibilidad intra- e inter-día en las áreas de los picos se determinaron como las desviaciones estándar relativas (RSD) obtenidas durante seis inyecciones consecutivas de cada fenol en cada concentración realizadas en el mismo día y en tres días diferentes.

### **Preparación de la muestra para el análisis de los índices de calidad reglamentada del aceite de oliva**

La preparación de la muestra se realizó según las condiciones generales establecidas en los Métodos Oficiales de Análisis de Aceites y Grasas Comestibles. Para los ensayos específicos se tuvieron en cuenta las indicaciones de carácter particular descritas en los métodos correspondientes. La preparación de la muestra

depende de su estado. En el caso de los aceites que se utilizaron para el estudio se actuó como se indica:

-Para las muestras fluidas y limpias: antes de realizar la toma para ensayo, se agitó la muestra como medida de precaución para homogeneizarla.

-Para las muestras fluidas que presentan turbidez o materia depositada: se colocó la muestra en estufa a 50°C. Cuando alcanzó esta temperatura, se agitó enérgicamente. Se dejó decantar y se filtró sobre papel en la estufa mantenida a 50°C. El filtrado debe ser limpio.

### **Determinación de los ácidos grasos libres**

La lipólisis o rancidez hidrolítica es un proceso que afecta a la calidad del aceite de oliva y comienza generalmente cuando el aceite está todavía en el fruto, pero también puede seguir produciéndose a lo largo del proceso de extracción y durante el almacenamiento (Kiritsakis, 1992).

Los aceites de oliva, tal y como están en la aceituna sana y madura tienen una acidez muy baja. Las fermentaciones se desencadenan sobre los frutos (en el campo, en el troje, o durante otras manipulaciones en las almazaras), en los orujos, y en las materias extrañas que acompañan a los aceites durante su elaboración, provocando hidrólisis de los triglicéridos, aumentando la acidez libre y provocando malos olores y malos sabores. Las hidrólisis provocadas, sobre todo por microorganismos, son las que elevan la acidez. La determinación de este parámetro orienta sobre determinadas alteraciones sufridas por los aceites (Civantos, 2008).

El objeto de esta prueba es determinar los ácidos grasos libres en el aceite de oliva. También se denomina grado o índice de acidez. El contenido en ácidos grasos libres se expresa mediante la acidez calculada según el método convencional (Reglamento (CEE) nº 2568/91), se expresa en % de ácido oleico y se define como la cantidad de hidróxido potásico (mg) necesaria para neutralizar 1 gramo de materia grasa.

La muestra se disuelve en una mezcla de disolventes y se valoran los ácidos grasos libres con una solución etanólica de hidróxido potásico. Se usa fenolftaleína como indicador.

## Material y Métodos

### Procedimiento

-Preparación de la muestra para la prueba: la determinación se efectuará en una muestra filtrada. Si el contenido global de humedad e impurezas es inferior al 1 %, se utilizará la muestra tal cual.

-Muestra para prueba: pesar la muestra en el matraz erlenmeyer. Tomar la muestra según el grado de acidez previsto, de acuerdo con el cuadro siguiente (Tabla 1.4)

**Tabla 1.4. Peso de la muestra según el grado de acidez**

Grado de Acidez previsto	Peso de la muestra (g)	Precisión de la pesada en la muestra (g)
< 1	20	0,05
1 a 4	10	0,02
4 a 15	2,5	0,01
15 a 75	0,5	0,001
>75	0,1	0,0002

**Adaptado del Reglamento (CEE) n° 2568/91**

De acuerdo al método oficial de análisis, dado que se trata de aceite de oliva virgen extra el grado de acidez previsto es menor de 1, con lo que el peso de la muestra en gramos es de 20 gramos. La precisión de la pesada de la muestra en gramos es de 0.05gramos.

-Determinación: disolver la muestra en 50 a 150 mL de la mezcla de éter dietílico y etanol, previamente neutralizada. Valorar, agitando, con la solución de hidróxido potasio 0.1M hasta viraje del indicador (la coloración rosa de la fenolftaleína debe permanecer al menos durante 10 segundos)

### Expresión de la acidez en porcentaje de ácido oleico

La acidez, expresada en porcentaje de ácido oleico es igual a:

$$V \times c \times (M / 1000) \times (100/P) = V \times c \times M / 10 \times P$$

Siendo:

V: volumen en mL de la solución valorada de hidróxido potásico utilizada.

c: concentración exacta, en moles por litro, de la solución de hidróxido potásico utilizada.

M: peso molecular del ácido en que se expresa el resultado.

(ácido oleico= 282)

P: peso en gramos de la muestra utilizada.

Se tomará como resultado la media aritmética de dos determinaciones

### **Determinación del Índice de Peróxidos**

El principal riesgo del producto envasado es la autooxidación. El proceso de oxidación se asocia sobre todo a las operaciones posteriores a la extracción y sobre todo durante el almacenamiento del aceite y deprecia mucho la calidad del aceite.

La determinación del índice de peróxidos sirve para evaluar el grado de oxidación inicial en el aceite. Los peróxidos formados son productos inestables que se descomponen con facilidad, dando origen a la aparición de compuestos volátiles responsables del olor y sabor desagradables de los aceites oxidados. Estos compuestos son aldehídos, cetonas y compuestos de bajo peso molecular (Kiritsakis, 1992).

Las oxidaciones se potencian por la presencia de luz, del oxígeno, del calor y de trazas metálicas procedentes de la maquinaria o de los depósitos. El índice de peróxidos también da una información sobre las alteraciones en los tocoferoles y polifenoles que son los antioxidantes naturales del aceite de oliva virgen (Civantos, 2008).

El índice de peróxidos es la cantidad (expresada en miliequivalentes de oxígeno activo por kg de grasa) de peróxidos en la muestra que ocasionan la oxidación del yoduro potásico en las condiciones de trabajo descritas. La muestra problema, disuelta en ácido acético y cloroformo, se trata con solución de yoduro potásico. El yodo liberado se valora con solución valorada de tiosulfato sódico (Reglamento (CEE) nº 2568/91)

## Material y Métodos

### Procedimiento

La muestra se tomará y almacenará al abrigo de la luz, y se mantendrá refrigerada dentro de envases de vidrio totalmente llenos y herméticamente cerrados con tapones de vidrio esmerilado o de corcho.

El ensayo se realizará con luz natural difusa o con luz artificial. Pesar con precisión de 0,001 g en una navecilla de vidrio o, en su defecto, en un matraz una cantidad de muestra en función del índice de peróxidos que se presuponga, con arreglo al cuadro siguiente (Tabla 1.5)

**Tabla 1.5. Peso de la muestra según el índice de peróxidos**

Índice de peróxidos que se supone (meq de O <sub>2</sub> /kg)	Peso de la muestra problema (g)
de 0 a 12	de 5,0 a 2,0
de 12 a 20	de 2,0 a 1,2
de 20 a 30	de 1,2 a 0,8
de 30 a 50	de 0,8 a 0,5
de 50 a 90	de 0,5 a 0,3

**Adaptado del Reglamento (CEE) n° 2568/91**

Abrir un matraz e introducir la navecilla de vidrio que contenga la muestra problema. Añadir 10 mL de cloroformo. Disolver rápidamente la muestra problema mediante agitación. Añadir 15 mL de ácido acético y, a continuación, 1 mL de solución de yoduro potásico. Cerrar rápidamente el matraz, agitar durante 1 minuto y mantenerlo en la oscuridad durante 5 minutos exactamente, a una temperatura comprendida entre 15 y 25 °C.

Añadir 75 mL aproximadamente de agua destilada. Valorar (agitando al mismo tiempo vigorosamente) el yodo liberado con la solución de tiosulfato sódico (solución 0,002 N si se presuponen valores inferiores a 12 y solución 0,01 N si se presuponen valores superiores a 12), utilizando la solución de almidón como indicador.

Efectuar dos determinaciones por muestra.

Realizar simultáneamente un ensayo en blanco. Si el resultado del ensayo en blanco sobrepasa 0,05 mL de la solución de tiosulfato sódico 0,01 N, sustituir los reactivos.

*Expresión de los resultados*

El índice de peróxidos (IP), expresado en miliequivalentes de oxígeno activo por kg. de grasa se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$IP = \frac{V \times N \times 1000}{P}$$

Siendo:

V: mL de solución valorada de tiosulfato sódico empleados en el ensayo, convenientemente corregidos para tener en cuenta el ensayo en blanco

N: normalidad exacta de la solución de tiosulfato sódico empleada

P= peso, en gramos de la muestra problema.

El resultado es la media aritmética de las dos determinaciones efectuadas.

**Prueba espectrofotométrica en el ultravioleta**

El examen espectrofotométrico en el ultravioleta puede proporcionar información sobre la calidad del AOV, su estado de conservación y las modificaciones inducidas en él por los procesos tecnológicos. La absorción a las longitudes de onda indicadas en el método se debe a la presencia de sistemas diénicos y triénicos conjugados. Los valores de esta absorción se expresan en extinción específica  $E^{1\%}_{1cm}$  (extinción de una solución de la materia grasa al 1 % en el disolvente especificado, en un espesor de 1cm) que se designa convencionalmente como K, también denominado "coeficiente de extinción" (Reglamento (CEE) nº 2568/91)

Los ácidos grasos poliinsaturados son muy sensibles a las oxidaciones autocatalíticas, induciendo la extensión de este proceso a otros ácidos grasos. En primer lugar se producen hidroperóxidos, poco estables, que absorben cerca de una longitud de onda de 232 nm. A continuación son las diacetonas y las cetonas alfa-insaturadas que absorben cerca de los 270 nm. También pueden formarse otras funciones oxigenadas, hidroxilos y carbonilos, que incrementan la absorbancia de la

## *Material y Métodos*

radiación UV entre 260 y 280 nm., con un máximo alrededor de 270 nm. Esta prueba complementa la información sobre el estado oxidativo del AOV, obtenida con la prueba del índice de peróxidos. También sirve como criterio de pureza, porque los aceites con tratamientos industriales, como es la aplicación de altas temperaturas o la decoloración en el proceso de refinación, incrementan los trienos conjugados. La presencia de otros ácidos grasos de aceites diferentes al de oliva elevan también el  $K_{270}$  (Civantos, 2008).

### *Principio del método*

El AOV se disuelve en el disolvente requerido y se determina la extinción de la solución a las longitudes de onda prescritas, respecto al disolvente puro. A partir de los valores espectrofotométricos se calculan las extinciones específicas.

Se calcula la absorbancia específica a 232 nm y 268 nm en iso-octano, o a 232 nm y 270 nm en ciclohexano, a una concentración de 1 g por 100 mL en una cubeta de 10 mm.

### *Procedimiento*

La muestra debe ser perfectamente homogénea y estar exenta de impurezas en suspensión. Los aceites líquidos a temperatura ambiente se filtran con papel de filtro a una temperatura aproximada de 30 °C, las grasas sólidas se homogeneizan y se filtran a una temperatura superior en 10 °C como máximo a su temperatura de fusión.

Pesar en un matraz aforado de 25 mL unos 0,25 g (con precisión de 1 mg) de la muestra así preparada, enrasar con el disolvente especificado y homogeneizar. La solución resultante debe estar perfectamente clara. Si presenta opalescencia o turbidez, se filtrará rápidamente con papel de filtro.

Se llena una cubeta de cuarzo con la solución obtenida y se miden las extinciones, usando como referencia el disolvente empleado, a la longitud de onda adecuada comprendida entre 232 y 276 nm.

Los valores de extinción obtenidos deben estar comprendidos en el intervalo entre 0,1 y 0,8; en caso contrario es necesario repetir la medición utilizando soluciones más concentradas o más diluidas, según el caso.

### *Expresión de resultados*

Se expresan las extinciones específicas o coeficientes de extinción a las diversas longitudes de onda, calculadas de la siguiente manera:

$$K_{\lambda} = \frac{E_{\lambda}}{C \times s}$$

Siendo:

$K_{\lambda}$ : extinción específica a la longitud de onda a la que se hace la lectura

$E_{\lambda}$ : extinción medida a la longitud de onda a la que se hace la lectura

c: concentración de la disolución en g/100 mL

s: espesor de la cubeta en cm.

$\lambda$ : longitud de onda a la que se hace la lectura

Los resultados deben expresarse con dos cifras decimales.

### **Análisis sensorial del aceite de oliva virgen. Método del Consejo Oleícola Internacional para la valoración organoléptica del aceite de oliva virgen**

La valoración de las características organolépticas de los aceites de oliva vírgenes (AOV) se realiza según el método recogido en el anexo XII del Reglamento (CEE) nº 2598/91, que incorpora las normas de referencia del Consejo Oleícola Internacional (COI) en sus diferentes apartados. Las normas del COI que se mencionan deben usarse en la versión más recientemente disponible.

Este método internacional tiene por objeto establecer el procedimiento para la valoración organoléptica de los AOV y describir el método para su clasificación en función de dichas características. El método incluye indicaciones para un etiquetado optativo mediante términos y expresiones relativos a las características organolépticas de los AOV, que pueden ser certificados por los jefes de panel a petición expresa. Este método solo es aplicable a los AOV y a su clasificación o su etiquetado en función de la intensidad de los defectos detectados y del atributo frutado, determinados por un número de catadores seleccionados, entrenados y evaluados, constituidos en panel.

#### Análisis sensorial: vocabulario general básico

Para el vocabulario general de base, la norma de referencia es COI/T.20/DOC. 4/Rev.1, 2007

## ***Material y Métodos***

### Vocabulario específico

#### ***Atributos positivos***

-Frutado: conjunto de sensaciones olfativas características del aceite, dependientes de la variedad de las aceitunas, procedentes de frutos sanos y frescos, verdes o maduros, y percibidas por vía directa y/o retronasal.

-Amargo: sabor elemental característico del aceite obtenido de aceitunas verdes o en envero. Se percibe en las papilas circunvaladas de la uve lingual.

-Picante: sensación táctil de picor, característica de los aceites obtenidos al comienzo de la campaña, principalmente de aceitunas todavía verdes. Puede ser percibido en toda la cavidad bucal, especialmente en la garganta.

#### ***Terminología opcional para el etiquetado***

A petición expresa, el jefe de panel puede certificar que los aceites evaluados cumplen las definiciones e intervalos correspondientes a las expresiones siguientes en función de la intensidad y de la percepción de atributos:

-Atributos positivos (frutado, amargo y picante): En función de la intensidad de la percepción:

— intenso, cuando la mediana del atributo sea superior a 6;

— medio, cuando la mediana del atributo esté comprendida entre 3 y 6;

— ligero, cuando la mediana del atributo sea inferior a 3;

-Frutado: Conjunto de sensaciones olfativas características del aceite, dependientes de la variedad de las aceitunas, procedentes de frutos sanos y frescos, en el que no predomina el sabor del fruto verde ni el del fruto maduro, que se percibe por vía directa y/o retronasal.

-Frutado verde: Conjunto de sensaciones olfativas características del aceite que recuerdan a los frutos verdes, dependientes de la variedad de las aceitunas, procedentes de aceitunas verdes, sanas y frescas, y percibido por vía directa y/o retronasal.

-Frutado maduro: Conjunto de sensaciones olfativas características del aceite, que recuerdan a los frutos maduros, procedente de aceitunas, sanas y frescas, y percibidas por vía directa y/o retronasal.

-Equilibrado: Aceite que no presenta desequilibrio, por el que se entiende la sensación olfato-gustativa y táctil del aceite en que la mediana de los atributos amargo y/o picante es superior en dos puntos a la mediana del atributo frutado.

-Aceite dulce: Aceite en el cual la mediana del atributo amargo y la del picante sean inferiores o iguales a 2.

El atributo frutado se considera “verde” cuando las sensaciones olfativas recuerdan las de los frutos verdes, características del aceite procedente de los frutos verdes. El atributo frutado se considera “maduro” cuando las sensaciones olfativas recuerdan las de los frutos maduros, características del aceite procedente de los frutos verdes y maduros.

### ***Atributos negativos***

-Atrojado/borras: flavor característico del aceite obtenido de aceitunas amontonadas o almacenadas en condiciones tales que han sufrido un avanzado grado de fermentación anaerobia o del aceite que ha permanecido en contacto con los lodos de decantación, que también han sufrido un proceso de fermentación anaerobia en trujales y depósitos.

-Moho-humedad: flavor característico del aceite obtenido de frutos en las que se han desarrollado abundantes hongos y levaduras a causa de haber permanecido amontonadas con humedad varios días, o aceite obtenido de las aceitunas que han sido recogidas con tierra o barro y que no han sido lavadas.

-Avinado-avinagrado/Ácido-agrio: flavor característico de algunos aceites que recuerda al vino o vinagre. Es debido fundamentalmente a un proceso fermentativo aerobio de las aceitunas o de los restos de pasta de aceitunas en capachos que no han sido limpiados adecuadamente, que da lugar a la formación de ácido acético, acetato de etilo y etanol.

-Rancio: flavor de los aceites que han sufrido un proceso oxidativo intenso

-Aceituna helada (madera húmeda): flavor característico de aceitunas heladas que han sido extraídos de aceitunas que han sufrido un proceso de congelación en el árbol.

### ***Otros atributos negativos***

-Cocido o quemado: Flavor característico del aceite originado por un excesivo y/o prolongado calentamiento durante el procesado, muy particularmente durante el termo-batido de la pasta, si este se realiza en condiciones térmicas inadecuadas.

-Heno-madera: flavor característico de algunos aceites procedentes de aceitunas secas.

## ***Material y Métodos***

- Basto: Sensación buco-táctil densa y pastosa producida por algunos aceites viejos.
- Lubricante: flavor del aceite que recuerda al gasóleo, a la grasa de lubricar o al aceite mineral.
- Alpechín: flavor adquirido por el aceite a causa de un contacto prolongado con alpechín que han sufrido procesos fermentativos.
- Salmuera: flavor del aceite extraído de aceitunas conservadas en salmuera.
- Metálico: flavor que recuerda a los metales. Es característico del aceite que ha permanecido en contacto, durante tiempo prolongado, con superficies metálicas, durante los procesos de molienda, batido, prensado o almacenamiento.
- Esparto: flavor característico del aceite obtenido de aceitunas prensadas en capachos nuevos de esparto. El flavor puede ser diferente si el capacho está fabricado con esparto verde o si lo está con esparto seco.
- Gusano: flavor característico del aceite obtenido de aceitunas fuertemente atacadas por larvas de mosca del olivo (*Bactrocera oleae*).
- Pepino: flavor que se produce en el aceite cuando se mantiene en un envase hermético durante un tiempo excesivo, particularmente en hojalata, que se atribuye a la formación de 2,6-nonadienal.

### Panel de catadores

El panel de catadores estará compuesto por un jefe de panel y un número de catadores comprendido ente 8 y 12.

El jefe de panel debe tener una sólida formación y conocedor experto en los tipos de aceite relacionados con el desempeño de su trabajo. Es la figura clave del panel y el responsable de su organización y de su funcionamiento, así como de la selección y el entrenamiento de los catadores para asegurarse de su nivel de aptitud, mediante procedimientos específicos (según norma de referencia COI/T.20/DOC. 14, 2013).

También es responsable de la compilación de datos y su tratamiento estadístico.

### Material y equipamiento

#### *Sala de cata*

La norma COI/T.20/DOC. 6/Rev.1, 2007 especifica las condiciones básicas que deben cumplirse al instalar una sala de cata. Se describe a continuación las

características más relevantes que debe reunir una sala de cata. La sala de cata es el lugar donde se van a llevar a cabo las valoraciones organolépticas y está diseñada para proporcionar a los participantes del panel de pruebas sensoriales un adecuado y cómodo ambiente, que facilite el entorno normalizado de trabajo que ayude a mejorar la repetibilidad y reproductibilidad de los resultados.

Los locales deberán ser espacios agradables convenientemente iluminados. Con este fin, se recomienda un color claro en las paredes para crear un ambiente relajado, ya que el esquema de color de la habitación y su iluminación pueden afectar a los resultados del análisis sensorial. Los locales deberán de ser de fácil limpieza y estarán separados de cualquier fuente de ruido, por consiguiente, serán preferentemente insonorizados. Además, deberán mantenerse libres de olores extraños para lo cual, si es posible, deberán estar equipados con un dispositivo eficaz de ventilación.

Si las fluctuaciones de temperatura ambiente lo justifican, la sala de cata deberá estar equipada con aire acondicionado para mantener la atmósfera cerca de 20-25° C. Las dimensiones del local deben permitir la instalación de 10 cabinas y un área para la preparación de las muestras. Cuanto mayor es la superficie reservada para las instalaciones, es mejor, ya que las áreas auxiliares pueden ser empleadas, por ejemplo, para aparatos, limpieza, organización y paneles abiertos.

En el análisis sensorial las cabinas se colocaran una al lado de la otra en las instalaciones. Serán idénticas y estarán separadas por tabiques que deberán ser lo suficientemente altos y anchos como para aislar a los catadores sentados. Las cabinas pueden hacerse de cualquier material apropiado, que sea de fácil limpieza y cuidado. Si se usa pintura ésta debe estar libre de olor cuando se seque. Deben estar provistas de iluminación individual así como de un sistema que permita dar a conocer que un catador ha terminado el ensayo, requiere nuevas muestras, existen irregularidades o desea información, etc. sin distraer a los demás catadores.

#### *Copa de cata*

La norma COI/T.20/DOC. 5/Rev.1, 2007 describe las características de las copas destinadas a ser utilizadas en el análisis sensorial de los aceites comestibles (olor, sabor y aroma) y el procedimiento para mantener la temperatura adecuada

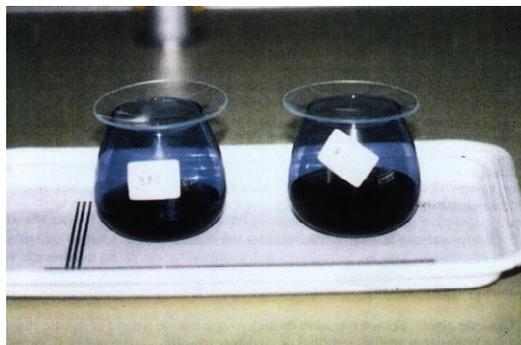
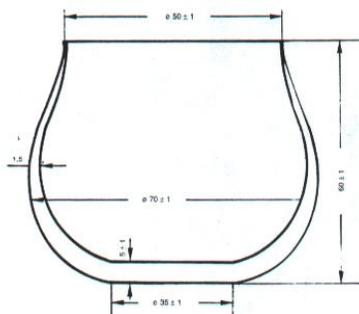
## Material y Métodos

para este análisis. Las características deseables en la copa de cata son las siguientes: máxima estabilidad, base que se adapte a las hendiduras de la unidad de calefacción, boca estrecha que ayuda a concentrar los olores y facilita su identificación. El material de la copa debe ser vidrio de color oscuro que evite que el catador perciba el color del aceite; así se evitan prejuicios e información que pueda interferir en la objetividad de la determinación (Figura 1.1)

Las dimensiones de la copa:

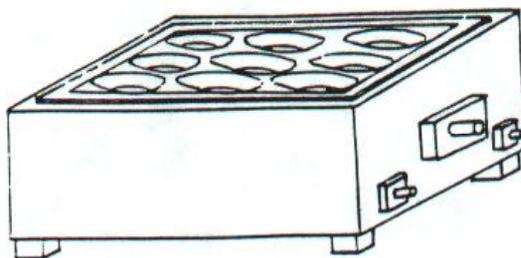
- Capacidad total:  $130\text{mL} \pm 10\text{mL}$
- Altura total:  $60\text{mm} \pm 1\text{mm}$
- Diámetro de la boca:  $50\text{mm} \pm 1\text{mm}$
- Diámetro en su parte más ancha de vidrio:  $70\text{mm} \pm 1\text{mm}$
- Diámetro de la base:  $35\text{mm} \pm 1\text{mm}$
- Espesor de vidrio en los lados:  $1.5\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ .
- Espesor de vidrio de base:  $5\text{mm} \pm 1\text{mm}$ .

Cada copa estará equipada con un vidrio de reloj con un diámetro 10mm superior a la boca de la copa que se utiliza como cubierta para prevenir la pérdida de aroma y la entrada de polvo. Tanto el vidrio como la copa deberán lavarse con detergente sin olor y enjuagar varias veces hasta la eliminación total del agente; el enjuague final debe ser con agua destilada. Luego las copas se dejan escurrir y secar en una estufa de desecación. Se mantienen en la estufa hasta su uso o bien en un armario, protegidas de la contaminación y de olores extraños. En cada copa se anota la clave del aceite correspondiente, y dicha correspondencia solo la conocerá el jefe de panel.



**Figura 1.1. Copa de cata**

En esta norma se describe el dispositivo de calentamiento de muestras. El examen organoléptico de las muestras de aceite de oliva debe efectuarse a una temperatura de  $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Para ello se instala en el interior de cada cabina un dispositivo de calentamiento compuesto por un bloque de aluminio sumergido en un baño termostatzado a fin de mantener la temperatura uniforme. La diferencia de temperatura entre el dispositivo de calentamiento y el aceite contenido en las copas no puede ser mayor de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  (Figura 1.2)



**Figura 1.2. Baño termostatzado**

### *Utensilios*

En cada cabina y a disposición de cada catador deben estar los utensilios para que pueda realizar adecuadamente su cometido:

- Copas normalizadas con las muestras codificadas y recubiertas con un vidrio de reloj y mantenidas a  $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- Hoja de perfil
- Bolígrafo o tinta indeleble
- Bandejitas con rodajas de manzana y/ o agua carbónica
- Vaso de agua a temperatura ambiente
- Hoja donde se recuerden las normas generales relativas al comportamiento de los catadores y la técnica de la cata de acuerdo a las prescripciones de la norma COI/T.20/Doc. N° 15/Rev.7, 2015.

### Procedimiento de valoración organoléptica y clasificación de los aceites

#### *Condiciones del ensayo*

#### Presentación de la muestra

La muestra de aceite para análisis se presentará en copas de cata normalizadas conforme a la norma COI/T.20/DOC. 5/Rev.1, 2007. La copa debe contener 14-16 mL

## ***Material y Métodos***

de aceite y estar cubierta con un vidrio de reloj. Cada copa debe estar marcada mediante un sistema inodoro con un código de cifras o de cifras y letras tomadas al azar. El sistema de calentamiento de las muestras debe ser utilizado una vez puestas en la copa.

### Temperatura de la muestra y del ensayo

Las muestras de aceite que vayan a catarse se mantendrán dentro de las copas a  $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  durante todo el ensayo. Esta temperatura se ha elegido porque facilita la observación de las diferencias organolépticas mejor que a temperatura ambiente, y además las temperaturas bajas permiten una débil volatilización de los compuestos aromáticos volátiles propios de los aceites y las más altas provocan la formación de compuestos volátiles propios de los aceites calentados.

La temperatura de la sala de cata debe estar entre 20-25 °C según la norma COI/T.20/DOC. 6/Rev.1, 2007.

### Horario del ensayo

Para la cata de aceites, las horas de trabajo óptimo son las de la mañana, pues durante el día existen periodos de optima percepción para el sabor y el olor (existe un periodo de incremento de la sensibilidad olfato-gustativa que precede a las comidas, que van seguidas de una disminución de esta sensibilidad). Se recomienda que las sesiones de cata se realicen entre las 10 y las 12 de la mañana.

### Normas generales de comportamiento de los catadores

Las recomendaciones se refieren al comportamiento de los catadores durante su trabajo. Tras ser convocados por el jefe de panel, los catadores deben estar en condiciones de realizarlo a la hora señalada atendiendo a las normas descritas en el documento COI/T.20/Doc. 15/Rev.7, 2015.

### *Técnica de la cata*

Previamente cada catador debe leer con detenimiento las instrucciones generales de comportamiento de los catadores que figuran en la norma.

Posteriormente el catador toma la copa cubierta con su vidrio de reloj y la inclina ligeramente dándole un giro total para mojar lo más posible la superficie interior. Hecha esta operación separará el vidrio de reloj y procederá a oler la muestra, haciendo aspiraciones lentas y profundas para evaluar el aceite. El periodo de

olfacción no debería sobrepasar los 30 segundos. Si en este periodo no se ha llegado a ninguna conclusión deberá tomarse un pequeño descanso antes de un nuevo intento.

Tras el ensayo olfativo el catador procederá a enjuiciar las sensaciones bucales (conjuntas olfativas vía retronasal, gustativas y táctiles). Para ello tomara un pequeño sorbo de aceite (unos 3 mL) distribuyendo el aceite por toda la cavidad bucal desde la parte anterior de la boca y la lengua pasando por los laterales y la parte posterior hasta los pilares del paladar y la garganta, pues la percepción de los gustos (dulce, salado, ácido, amargo) y las sensaciones táctiles se produce con distinta intensidad dependiendo de las zonas de la lengua, el paladar y la garganta.

Es muy importante que el aceite se extienda en cantidad suficiente y de forma lenta por la parte posterior de la lengua hasta los pilares del paladar y la garganta, concentrando la atención en el orden de aparición de los estímulos amargo y picante, puesto que en algunos aceites ambos estímulos pueden pasar inadvertidos o el amargo puede pasar inadvertido por el picante.

Las aspiraciones cortas y sucesivas introduciendo aire por la boca permiten extender la muestra ampliamente por la cavidad bucal y percibir por vía retronasal los compuestos volátiles aromáticos.

La sensación táctil del picante deberá tomarse en consideración para lo cual es conveniente por tanto ingerir el aceite.

Se recomienda que la valoración organoléptica de aceite de oliva virgen se realice como mucho sobre cuatro muestras por sesión con un máximo de 3 sesiones al día para evitar el efecto de contraste que podría producir la degustación inmediata de otras muestras.

Puesto que las catas sucesivas son afectadas por la fatiga o pérdida de sensibilidad, causada por las muestras precedentes, se utiliza un producto capaz de eliminar de la boca los restos de aceite de la cata anterior.

Se recomienda el uso de un pequeño trozo de manzana, que tras ser masticado puede ser vertido al escupidor procediendo seguidamente a enjuagarse con un poco de agua a temperatura ambiente. Entre una sesión y la siguiente deben transcurrir al menos 15 minutos.

## ***Material y Métodos***

### *Utilización de la ficha de cata por el catador*

Para la valoración organoléptica del AOV se usa la Ficha de Cata que viene recogida en el Reglamento (CEE) nº 2568/91 (Figura 1.3)

Cada catador del panel debe oler y seguidamente degustar el aceite sometido a valoración. A continuación deberá consignar en las escalas de 10 cm de la ficha de cata la intensidad con que percibe cada uno de los atributos negativos y positivos.

En caso de percepción del carácter verde o maduro del atributo frutado, el catador debe indicarlo en la casilla correspondiente de la ficha de cata. Si se perciben atributos negativos que no vienen indicados en la ficha de cata el catador debe consignarlos en el apartado “otros”, empleando los términos que los describan con mayor precisión entre los definidos.

### *Utilización de los datos por el jefe de panel*

El jefe de panel debe recoger las fichas de cata cumplimentadas y tras realizar su revisión correspondiente e introduce los datos de cada catador en un programa informático como el que se recoge en la norma COI/T.20/DOC. 15/Rev. 7, 2015 conforme al método de cálculo estadístico basado en la mediana.

Cuando al menos el 50% del panel inscriba un atributo negativo en el apartado “otros”, se calculará la mediana de ese defecto y el aceite se clasificará en consecuencia.

El valor del coeficiente de variación robusto que define la clasificación (defecto con la mayor intensidad y el mayor atributo frutado) deberá ser inferior o igual al 20%.

Cuando no sea así, el jefe de panel deberá repetir la evaluación de la muestra específica en otra sesión de cata.

### *Clasificación de los aceites de oliva vírgenes*

La clasificación de los aceites de oliva vírgenes se hace de acuerdo a las categorías siguientes (Tabla 1.6) en función de la mediana de los defectos y de la mediana del atributo frutado de acuerdo con los límites establecidos. La mediana de los defectos es la mediana del defecto percibido con mayor intensidad. La mediana de los defectos y la mediana del atributo frutado se expresan con una sola cifra decimal.

La clasificación del aceite se hace comparando el valor de la mediana de los defectos y de la mediana del atributo frutado con los intervalos de referencia que se

indican en la tabla siguiente. Los límites de estos intervalos han sido establecidos teniendo en cuenta el error del método y por tanto se consideran como absolutos. Los programas informáticos permite visualizarla clasificación en un cuadro de datos estadísticos o gráficamente.

a) Aceite de oliva virgen extra: la mediana de los defectos es igual a 0 y la del atributo frutado es superior a 0

b) Aceite de oliva virgen: la mediana de los defectos es superior a 0 pero inferior o igual a 3,5 y la del atributo frutado es superior a 0.

c) Aceite de oliva lampante: la mediana de los defectos es superior a 3,5 y la del atributo frutado es igual a 0.

Cuando la mediana de los atributos positivos distinto del frutado (es decir, del amargo y/o picante) sea superior a 5.0, el jefe de panel lo hará constar en el certificado del análisis del aceite.

FICHA DE CATA DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN

Atrojado/borras (\*) \_\_\_\_\_

Moho/humedad/  
tierra (\*) \_\_\_\_\_

Avinado/avinagrado/  
ácido/agrio (\*) \_\_\_\_\_

Madera Húmeda  
(Aceitunas heladas) \_\_\_\_\_

Rancio \_\_\_\_\_

Otros (¿Cuáles?) \_\_\_\_\_

Describir:

- Metálico    Heno    Gusano    Basto  
 Salmuera    Quemado    Alpechín    Esparto  
 Pepino    Lubricante

(\*) *táchese lo que no proceda*

INTENSIDAD DE PERCEPCIÓN DE LOS ATRIBUTOS POSITIVOS

Frutado \_\_\_\_\_ Verde  \_\_\_\_\_ Maduro

Amargo \_\_\_\_\_

Picante \_\_\_\_\_

Nombre del catador:  
Código de la muestra:  
Fecha:  
Observaciones:

Número:

Firma:

**Figura: 1.3. Ficha de cata del aceite de oliva virgen.  
Adaptado del Reglamento (CEE) n° 2568/91**

**Tabla 1.6. Clasificación de los aceites de oliva vírgenes**

Categoría	Evaluación organoléptica Mediana del defecto (Md)	Evaluación organoléptica Mediana del atributo frutado (Mf)
Aceite de oliva virgen extra	Md = 0	Mf > 0
Aceite de oliva virgen	0 < Md ≤ 3.5	Mf > 0
Aceite de oliva lampante	Md > 3.5 Md ≤ 3.5	- Mf = 0

**Adaptado del Reglamento (CEE) n° 2568/91**

Método de cálculo de la mediana y de los intervalos de confianza

*Mediana:*

La mediana se define como el número real  $X_m$ , caracterizado por el hecho de que la probabilidad (p) de que los valores de la distribución (X) sean inferiores a ese número ( $X_m$ ) es inferior o igual a 0,5 y de que, simultáneamente, la probabilidad (p) de que los valores de la distribución (X) sean inferiores o iguales a  $X_m$  es superior o igual a 0,5.

Otra definición más práctica es que la mediana ( $Me$ ) es el percentil 50 de una distribución de números ordenados de modo creciente. Dicho de otro modo, representa el valor central de una serie ordenada impar o la media de los dos valores centrales de una serie ordenada par.

$$Me = [ (P(X < X_m) \leq 1/2 \wedge P(X \leq X_m) \geq 1/2) ]$$

*Desviación típica robusta*

Desviación típica robusta ( $S^*$ ) sirve para estimar la variabilidad que se produce en torno a la mediana de calcula la desviación típica de Stuart y Kendall y se calcula mediante la fórmula siguiente, donde N es el numero de observadores e IQR el intervalo intercuartil, el cual incluye exactamente el 50% de los casos de una distribución de probabilidad cualquiera.

## **Material y Métodos**

$$S^* = \frac{1.25 \times \text{IQR}}{1.35 \times \sqrt{N}}$$

$$\text{IQR} = 75^\circ \text{ percentil} - 25^\circ \text{ percentil}$$

El percentil es el valor de distribución que corresponde a un área determinada, trazada a partir de la curva de distribución o de densidad. Por ejemplo, el 25° percentil representa el valor de distribución correspondiente a un área igual a 0.25 o 25/100.

### *Cálculo del coeficiente de variación robusto*

Coeficiente de variación robusto (CVr %) representa un número puro, sin dimensión, que indica el porcentaje de variación de la serie de números analizada. Resulta muy útil para comprobar la fiabilidad de los miembros del panel

$$\text{CVr \%} = \frac{S^*}{\text{Me}} \times 100$$

### *Intervalos de confianza al 95% sobre la mediana*

Los intervalos de confianza al 95% (valor del error de primer tipo igual a 0.05 o 5%) representan el intervalo en el que el valor de la mediana podría variar si fuese posible repetir infinitas veces un experimento. En la práctica, indica el intervalo de variabilidad de la prueba en las condiciones operativas adoptadas, suponiendo que pudiera repetirse varias veces. El intervalo de confianza sirve para evaluar, como en el caso del CVr % la fiabilidad de la prueba.

$$\text{IC}_{\text{sup}} = \text{Me} + (C \times S^*)$$

$$\text{IC}_{\text{inf}} = \text{Me} - (C \times S^*)$$

donde C, en el caso del intervalo de confianza al 0.95 (95%) es igual a 1,96.

### **Población de estudio para la estimación de la ingesta de compuestos fenólicos**

Los sujetos del estudio se derivan de una muestra total ( $n = 5.413$ ) de españoles residentes en Almería y Granada provincias (sur de España) que han participado en diversos proyectos de investigación europea y española (Rivas et al., 2007; Mariscal-Arcas et al., 2009, 2010; Monteagudo et al., 2013). Los participantes del estudio o sus padres / tutores (para menores de 18 años de edad) firmaron el consentimiento informado y el estudio fue aprobado por el comité de ética de la Universidad de Granada. Este estudio incluyó a 1.391 sujetos seleccionados al azar de entre 5 y 75 años. La población se dividió en cuatro grupos generacionales: Grupo 1, con edades <10 años (28,3%); Grupo 2, edad 10 - 18 años (21,2%); Grupo 3, edad 19 a 49 años (19,3%) y del Grupo 4, edad > 50 años (31,3%).

Se utilizó un cuestionario para recoger datos de todos los sujetos sobre su sexo, edad, peso, altura, años de escolaridad y ciudad de origen. Los datos también se obtuvieron de un estudio previo de nuestro grupo en el grado de adherencia a la Dieta Mediterránea de la misma población (Mariscal-Arcas et al., 2007, 2009, 2010). Todos los participantes completaron un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos semi-cuantitativo (FFQ) previamente validado por nuestro grupo de investigación, que incluye alimentos de consumo habitual en la zona mediterránea (Handam et al., 2013). Se registra la frecuencia de consumo de los alimentos durante los 12 meses anteriores. Se crearon doce grupos de alimentos principales (productos lácteos, huevos, carne, pescado, cereales, legumbres, verduras, frutas, dulces, grasas y aceites, bebidas alcohólicas y estimulantes). El consumo diario se calcula a partir de la FFQ multiplicando el tamaño de la porción estándar de cada alimento, como se define en el cuestionario, por el valor correspondiente a la frecuencia de consumo: Nunca = 0; 1-3 veces / mes = 0,07; 1-2 veces / semana = 0,21; 3-4 veces / semana = 0,50; 5-6 veces / semana = 0,80; 1 vez / día = 1; y 2-3 veces / día = 2.5 (Willet, 1990; Hamdan et al., 2013). Los alimentos se convierten en nutrientes mediante el programa informático DIAL 1.0 (© 2008 Alce Ingenierías). La información sobre el aceite y el consumo de grasa, ya sea directa (por ejemplo, para aliño o para freír) o como un componente de la comida, mostró que el 89,25% de la población consume aceite de oliva solo, 3,87% aceite de girasol solo, 5,49% ambos tipos de aceite, y 1,39% otros tipos de grasa.

## ***Material y Métodos***

Debido a que más del 90% de la población en esta región consume la variedad Picual de aceite de oliva virgen (Barranco, 1997; Iñiguez Monterde et al., 1999; Ortega-García et al., 2008; MAGRAMA, 2013), se utilizaron los valores de este aceite para estimar la exposición a los compuestos fenólicos.

### **4. PROGRAMAS USADOS PARA EL TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS Y TESTS ESTADÍSTICOS EMPLEADOS**

Los datos obtenidos se codifican en bases de datos y se utilizan para su análisis los siguientes programas:

Paquete informático Microsoft office 2010

Programa estadístico IBM ® SPSS® STATICS v. 22.0

Evaluación de dietas: DIAL 1.0 © 2008 ALCE INGENIERIA

Se han utilizado métodos descriptivos: media aritmética, desviación estándar y porcentajes. Asimismo, se han aplicado tests de comparación de medias (Test de Wilcoxon y ANOVAS). El grado de significación de los tests se sitúa en  $p \leq 0.05$ .

## **V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



## **V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **1. VALIDACIÓN DEL MÉTODO ANALÍTICO DE ANÁLISIS DE COMPUESTOS FENÓLICOS**

Las investigaciones recientes sobre los efectos en salud de los compuestos fenólicos han generado interés en el desarrollo de métodos analíticos para la identificación y la cuantificación de compuestos fenólicos. La determinación cualitativa y cuantitativa de los polifenoles en el aceite de oliva virgen (AOV) es de especial importancia habiendo una gran necesidad de desarrollar métodos analíticos rápidos y eficientes.

Tradicionalmente las técnicas analíticas más utilizadas para determinación de los polifenoles totales del aceite de oliva virgen extra (AOVE) han sido las basados en métodos espectrofotométricos como la técnica del reactivo de Folin-Ciocalteu. Este método es rápido y simple, sin embargo es inespecífico. Asimismo, los métodos de extracción líquido-líquido y en fase sólida son usados como procedimientos comunes para extraer compuestos fenólicos del aceite de oliva. Debido a la necesidad de desarrollar una determinación individual de cada compuesto fenólico presente en los extractos de AOV, los métodos tradicionales han sido reemplazados por técnicas separativas como pueden ser la cromatografía de gases, cromatografía líquida de alta resolución y la electroforesis capilar unida a diferentes detectores. Sin embargo, gran parte de la discusión sobre métodos cromatográficos ha estado enfocada en la optimización de la cromatografía líquida de alta resolución, principalmente con columnas C18 y diferentes fases móviles y gradientes, seguido de detectores de ultravioleta, fluorescencia (Mateos et al., 2003) o espectrometría de masas (Carrasco-Pancorbo et al., 2007; García-Villalba et al., 2010).

Recientemente se ha mejorado notablemente la técnica de cromatografía líquida para la separación e identificación de los compuestos fenólicos por la introducción del UPLC. Este tipo de cromatografía líquida utiliza columnas muy estrechas empaquetadas con partículas pequeñas (1.8  $\mu\text{m}$ ) y con un alto flujo utilizando sistemas operando a alta presión. Las ventajas del UPLC frente al HPLC son, menores tiempos de retención, alta sensibilidad, y mejor resolución (García-Villalba et al., 2010). La unión de UPLC con un detector de masas ofrece una

## **Resultados y Discusión**

alternativa analítica potente, que ha sido aplicada a la caracterización de diferentes productos alimenticios (Dowling et al., 2009; Xia et al., 2008).

Uno de los objetivos del presente trabajo fue desarrollar un método de UPLC-TOF para una rápida identificación y cuantificación de los compuestos fenólicos presentes en muestras de aceite de oliva virgen. La información del contenido de compuestos fenólicos de manera cuantitativa y cualitativa es de gran interés para distinguir los aceites de oliva en función de sus propiedades saludables (García-Villalba et al., 2010).

La Tabla 1.1 muestra los tiempos de retención para los compuestos fenólicos mediante la técnica de cromatografía UPLC-TOF. Como se muestra en la Tabla, los tiempos de retención están comprendidos entre 2.74 para el hidroxitirosol hasta 7.30 para la apigenina. El análisis de las muestras en blanco no reveló ninguna interferencia cromatográfica significativa en torno a los tiempos de retención de los compuestos en estudio.

Se consideró límite de detección a la concentración de analito que proporciona una señal 3 veces superior al ruido de fondo obtenido tras el análisis de una muestra blanco (que no contenga analito). Se consideró límite de cuantificación a la concentración de analito que proporcione una señal 10 veces superior al ruido de fondo. (Mac Dougall et al., 1980; Long et al., 1983). El límite de detección estuvo en el rango de valores de 0.05 a 0.20 mg/L (Tabla 1.1).

El rango de linealidad del procedimiento analítico se realizó mediante diluciones seriadas de las soluciones patrón de los compuestos estudiados. Utilizamos siete concentraciones para los analitos que se inyectaron tres veces cada una. La repetibilidad intra-e inter-día en las áreas de los picos se determinó en términos de % de desviación estándar relativa (% R.S.D.) para seis inyecciones consecutivas de cada compuesto fenólico en cada valor de concentración realizada el mismo día y en tres días diferentes. Se obtuvieron RSDs satisfactorios en todos los compuestos analizados inferiores al 6% (Tabla 1.2).

Todas las curvas de calibrado fueron lineales en el rango estudiado con coeficientes de correlación  $r^2 > 0.99$  para todos los compuestos (Tabla 1.2).

La Figura 1.1 muestra un cromatograma de UPLC-TOF de una solución patrón de hidroxitirosol.

**Tabla 1.1. Parámetros analíticos del método UPLC-TOF-MS**

Compuesto	Formula Molecular	TR (min)	M(-)	LOD (mg/L)	LOQ (mg/L)
Hidroxitirosol	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	2.74	153.0552	0.20	0.70
Tirosol	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	3.49	137.0603	0.20	0.70
Ácido cafeico	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	3.90	179.0344	0.20	0.70
Ácido vanílico	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	3.93	167.0344	0.20	0.70
Vanillina	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	4.36	151.0395	0.20	0.70
Ácido p-cumárico	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	4.69	163.0395	0.20	0.70
Ácido ferúlico	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	5.04	193.0501	0.20	0.70
Ácido sinápico	C <sub>11</sub> H <sub>12</sub> O <sub>5</sub>	5.04	223.0606	0.20	0.70
Luteolina	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub>	7.20	285.0399	0.20	0.70
(+)-pinoresinol	C <sub>20</sub> H <sub>22</sub> O <sub>6</sub>	7.25	357.1348	0.05	0.30
Apigenina	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	7.30	269.0450	0.20	0.70

TR, Tiempo de retención, Limite de detección (LOD), y cuantificación (LOQ)

**Tabla 1.2. Parámetros analíticos del método UPLC-TOF-MS**

Compuesto	Curva de Calibrado	r <sup>2</sup>	RSD%	
			Intra-día	Inter-día
Hidroxitirosol	y= 54.12x+ 3.45	0.99	2.23	3.54
Tirosol	y= 41.32x+1.14	1.00	1.35	2.23
Ácido cafeico	y= 59.32x-0.18	1.00	1.25	5.65
Ácido vanílico	y= 3.14x+0.28	0.99	1.02	4.83
Vanillina	y= 2.32x+0.05	0.99	1.06	5.24
Ácido p-cumárico	y= 31.76x+0.55	1.00	1.08	4.22
Ácido ferúlico	y= 28.75x-1.31	0.99	1.51	3.20
Ácido sinápico	y= 56.32x-1.15	1.00	1.53	4.19
Luteolina	y= 125.73x-3.20	0.99	1.98	1.04
(+)-pinoresinol	y= 50.01x+3.25	0.99	1.42	4.69
Apigenina	y= 290.21x-3.41	0.99	1.12	5.28

RSD, Desviación estándar relativa (RSD %), r<sup>2</sup>, coeficiente de correlación

## Resultados y Discusión

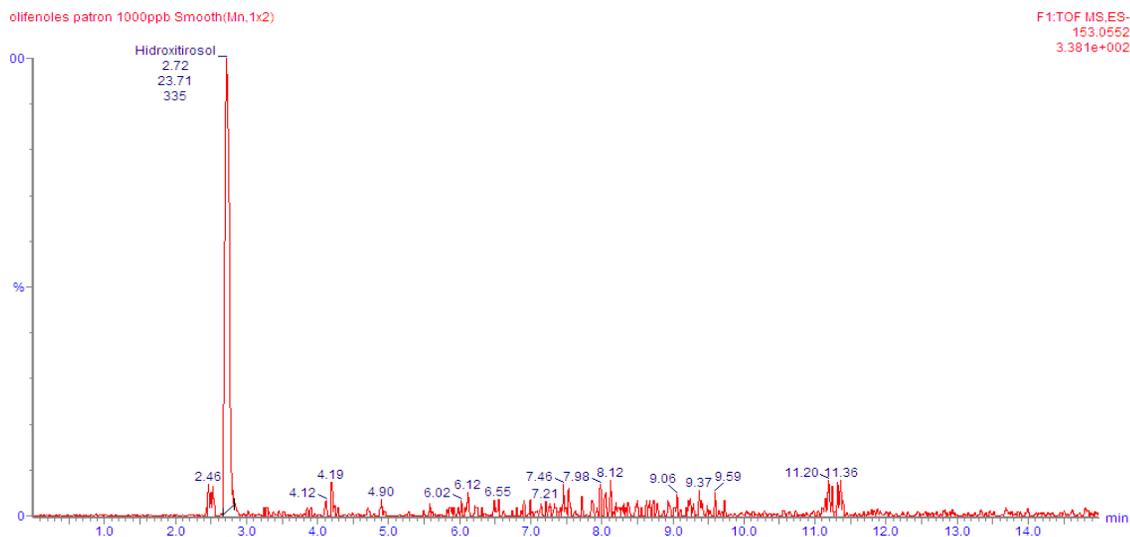


Figura 1.1. Cromatograma en UPLC-TOF-MS de una disolución patrón de hidroxitirosol

## 2. RECUPERACIONES DEL MÉTODO DE EXTRACCIÓN PARA LOS COMPUESTOS FENÓLICOS

El método de extracción ha sido validado por nuestro grupo de trabajo (Rivas et al., 2013). Las recuperaciones del método de extracción se evaluaron de la siguiente manera: en primer lugar, se verificó que la muestra de aceite de girasol estaba libre de cualquiera de los compuestos estudiados. A continuación, se evaluó la recuperación de los compuestos comparando el área media del pico para las muestras marcadas con compuestos fenólicos a tres niveles de concentración diferentes (alto, medio y bajo) con el área media de los picos de aquellas marcadas después de la extracción. La Tabla 2.1 muestra el porcentaje de recuperación de cada uno de los compuestos fenólicos analizados. El análisis demostró que las recuperaciones eran elevadas con un rango de entre el 89.5% y 96.4% en la concentración más baja, entre el 85.4 y el 98.5 % en los niveles de concentración intermedios y entre el 83.2 y el 97.4% en los niveles de concentración elevados. Estos resultados demuestran la fiabilidad del método de extracción.

El compuesto que presentó una mayor recuperación en la concentración ensayada más baja fue el ácido vanílico con una recuperación del 96.4%, seguido de la apigenina y el tirosol. En el rango de concentraciones intermedias fue el flavonoide

apigenina el que se recupera en mayor cantidad (98.5%) seguido del ácido vanílico, el hidroxitirosol y el ácido caféico. El lignano pinoresinol presenta una recuperación del 97.4% a concentraciones más elevadas. Asimismo la vanillina, el hidroxitirosol, el tirosol, la apigenina y el ácido vanílico presentan recuperaciones superiores al 90% a e nivel de concentración.

**Tabla 2.1. Recuperación de los compuestos fenólicos mediante el método UPLC-TOF-MS**

Compuesto	Concentración 1			Concentración 2			Concentración 3		
	M <sup>a</sup>	E <sup>a</sup>	R <sup>b</sup>	M <sup>a</sup>	E <sup>a</sup>	R <sup>b</sup>	M <sup>a</sup>	E <sup>a</sup>	R <sup>b</sup>
Hidroxitirosol	0.234	0.221	94.4	0.432	0.395	91.4	0.873	0.831	95.1
Tirosol	0.215	0.199	94.7	0.368	0.331	89.9	0.795	0.732	92.0
Ácido cafeico	0.180	0.166	92.3	0.360	0.327	91.0	0.720	0.642	89.2
Ácido vanílico	0.168	0.161	96.4	0.336	0.318	94.8	0.672	0.608	90.5
Vanillina	0.175	0.163	93.1	0.451	0.402	89.1	0.712	0.692	97.1
Ác. p-cumárico	0.164	0.150	91.6	0.328	0.295	90.2	0.656	0.588	89.7
Ácido ferúlico	0.194	0.173	89.5	0.388	0.331	85.4	0.776	0.645	83.2
Ácido sinápico	0.224	0.201	90.1	0.448	0.391	87.3	0.896	0.767	85.7
Luteolina	0.150	0.137	91.4	0.322	0.290	90.3	0.642	0.571	89.0
(+)-pinoresinol	0.198	0.182	91.9	0.379	0.326	86.0	0.934	0.910	97.4
Apigenina	0,195	0.187	95.4	0.402	0.396	98.5	0.952	0.901	94.6

M, marcada; E, encontrada; R, recuperación: <sup>a</sup> (g/L) ; <sup>b</sup> ( %)

### **3. ANÁLISIS DE COMPUESTOS FENÓLICOS INDIVIDUALES EN MUESTRAS DE ACEITE EN DIFERENTES ENVASES EN CONDICIONES DE OSCURIDAD Y LUZ NATURAL**

#### **Contenido de compuestos fenólicos individuales en aceites de la variedad *Picual***

Se ha analizado el contenido de fenoles totales en las muestras de aceite de la variedad *Picual* de diferentes envases. Las Tablas 3.1 y 3.2 muestran los resultados de esta variedad. Los compuestos que se encuentran en una mayor concentración son el hidroxitirosol y el tirosol con un rango de entre el 5.01 hasta 7.23 mg/Kg en el caso del hidroxitirosol y de 4.92 a 8.14 mg/Kg en el caso del tirosol en los aceites sometidos a la luz. Respecto a los ácidos fenólicos el ácido vanílico y el ácido p-cumárico es el que se presenta en mayor concentración en las muestras de la variedad *Picual* analizadas. De los flavonoides estudiados la luteolina se presenta en mayores niveles en concentraciones de entre 1.03 y 4.96 mg/Kg en aceites de la variedad *Picual* sometidos a la luz. El lignano pinosinol se encuentra en niveles inferiores de entre 0.08 hasta 1.20 mg/Kg. Los aceites contenidos en envases de cristal y metálicos presentan una mayor concentración de tirosol e hidroxitirosol y de los flavonoides luteolina y apigenina. Por el contrario el contenido de ácidos fenólicos y del lignano pinosinol no varía en función del tipo de envasado.

La exposición a la luz de los aceites de la variedad *Picual* incrementó su contenido en tirosol e hidroxitirosol. Estos resultados vienen a confirmar lo indicado por Brenes et al. (2001) que demostraron que las agliconas de los compuestos secoroideos disminuyen durante el almacenamiento del aceite de oliva a la vez que se produce un incremento de los compuestos tirosol e hidroxitirosol. Esto puede ser debido a la producción de una reacción de hidrólisis entre la unión ester del compuesto fenólico y del resto de la molécula. De hecho Brenes et al. (2001) encontraron una relación directa entre el incremento de tirosol e hidroxitirosol y la disminución de los compuestos secoroideos. Asimismo, Gambacorta et al. (2010) también observaron un incremento de los compuestos tirosol e hidroxitirosol durante el periodo de almacenamiento del aceite de oliva virgen de la variedad Coratina. Gómez-Alonso et al. (2007) demostraron un incremento lineal de la concentración de hidroxitirosol en aceites de oliva virgen de la variedad Cornicabra.

Una conclusión importante de estos resultados es que la cantidad de tirosol e hidroxitirosol se mantiene aun en condiciones de exposición lumínica, lo que tiene gran importancia desde un punto de vista nutricional. Asimismo es necesario considerar que la absorción de compuestos fenólicos puede ser diferente en función de la estructura. Algunos estudios han mostrado que la ingesta de aceite de oliva da lugar a un incremento en orina y en plasma de las concentraciones de tirosol e hidroxitirosol. Sin embargo, el metabolismo de los compuestos fenólicos del aceite de oliva es todavía desconocido, por lo que es necesario obtener estudios *in vitro* de la absorción intestinal y la biotransformación de estos compuestos (Vissers et al., 2002).

Es de resaltar que el lignano pinoresinol no cambió su concentración por la exposición lumínica. Sin embargo los flavonoides apigenina y luteolina y los ácidos fenólicos disminuyeron sus niveles con la exposición lumínica en esta variedad.

**Tabla 3.1. Concentración de compuestos fenólicos individuales en aceites de la variedad Picual sometidos a la oscuridad**

Compuesto	1	2	3	4	5	6	7	8
	CC	CC	CT	PET	PET	PET	PET	PET
Hidroxitirosol	6.50	6.90	5.72	4.89	4.26	4.68	5.21	5.34
Tirosol	6.35	6.79	6.29	5.98	4.35	4.29	5.31	5.43
Ácido cafeico	0.23	0.16	0.45	0.32	0.21	0.45	0.39	0.21
Ácido vanílico	0.83	0.76	0.65	0.89	0.52	0.96	0.82	0.86
Vanillina	0.12	0.14	0.16	0.13	0.11	0.15	0.17	0.19
Ácido p-cumárico	0.83	0.81	0.96	0.52	0.43	0.40	0.39	0.96
Ácido ferúlico	0.14	0.15	0.17	0.25	0.12	0.16	0.14	0.18
Ácido sinápico	0.08	0.04	0.07	0.03	0.02	0.01	0.05	0.09
Luteolina	4.19	4.40	4.25	3.17	3.67	3.59	3.21	3.97
(+)-pinoresinol	0.95	0.98	0.72	0.51	0.93	0.85	0.91	0.21
Apigenina	1.45	1.60	1.32	0.37	1.03	1.14	0.96	0.95

Compuesto	9	10	11	12	13	14
	MET	MET	MET	MET	MET	CER
Hidroxitirosol	4.78	6.21	6.35	7.03	5.39	6.32
Tirosol	4.31	5.89	6.74	6.42	6.32	6.52
Ácido cafeico	0.37	0.32	0.12	0.21	0.13	0.21
Ácido vanílico	0.95	0.63	0.61	0.72	0.90	0.52
Vanillina	0.20	0.14	0.16	0.23	0.53	0.09
Ácido p-cumárico	0.58	0.98	0.92	0.83	0.71	0.73
Ácido ferúlico	0.22	0.21	0.10	0.12	0.17	0.30
Ácido sinápico	0.03	0.01	0.05	0.08	0.03	0.02
Luteolina	3.21	3.97	4.31	5.22	4.21	3.69
(+)-pinoresinol	0.59	1.03	1.29	0.93	0.96	1.23
Apigenina	0.56	1.85	1.63	1.34	1.52	1.94

**Tabla 3.2. Concentración de compuestos fenólicos individuales en aceites de la variedad Picual sometidos a la luz natural**

Compuesto	1	2	3	4	5	6	7	8
	CC	CC	CT	PET	PET	PET	PET	PET
Hidroxitirosol	6.90	7.23	6.92	5.63	5.01	5.12	5.52	5.12
Tirosol	6.45	7.07	8.14	5.82	4.92	5.91	6.42	5.02
Ácido cafeico	0.21	0.09	0.23	0.28	0.19	0.39	0.21	0.17
Ácido vanílico	0.72	0.65	0.59	0.73	0.42	0.89	0.76	0.75
Vanillina	0.13	0.15	0.12	0.09	0.07	0.07	0.05	0.08
Ácido p-cumárico	0.72	0.79	0.82	0.42	0.38	0.32	0.27	0.81
Ácido ferúlico	0.12	0.13	0.12	0.15	0.09	0.10	0.12	0.15
Ácido sinápico	0.06	0.02	0.08	0.04	0.02	0.01	0.03	0.04
Luteolina	3.97	3.59	3.91	1.03	3.45	2.68	3.92	4.03
(+)-pinoresinol	0.86	0.52	0.61	0.41	0.87	0.75	0.93	0.22
Apigenina	1.21	1.14	1.02	1.27	0.99	0.16	0.95	0.87

Compuesto	9	10	11	12	13	14	Z*	p
	MET	MET	MET	MET	MET	CER		
Hidroxitirosol	4.92	7.24	7.29	8.07	6.91	6.21	-3.045	0.002
Tirosol	4.92	6.41	7.42	7.93	7.12	7.21	-2.919	0.004
Ácido cafeico	0.25	0.26	0.09	0.24	0.12	0.19	-2.327	0.020
Ácido vanílico	0.92	0.61	0.60	0.62	0.82	0.43	-3.301	0.001
Vanillina	0.16	0.05	0.09	0.18	0.49	0.10	-2.930	0.003
Ácido p-cumárico	0.49	0.81	0.87	0.71	0.70	0.63	-3.298	0.001
Ácido ferúlico	0.21	0.15	0.06	0.09	0.13	0.28	-3.309	0.001
Ácido sinápico	0.03	0.01	0.04	0.09	0.02	0.02	-1.271	0.204
Luteolina	3.98	3.04	4.02	4.96	3.02	3.54	-2.166	0.030
(+)-pinoresinol	0.46	0.08	1.20	0.95	0.90	0.98	-2.546	0.011
Apigenina	1.23	1.75	1.65	1.24	1.51	1.21	-1.099	0.272

\*Test de Wilcoxon

### **Contenido de compuestos fenólicos individuales en aceites de la variedad *Arbequina***

El análisis de los compuestos fenólicos individuales contenidos en la variedad *Arbequina* en condiciones de oscuridad y exposición lumínica natural queda recogido en las Tablas 3.3 y 3.4. Los compuestos fenólicos individuales con mayor concentración son los flavonoides luteolina y apigenina y el lignano pinosresinol. Otros autores han demostrado que los aceites de la variedad *Arbequina* presentan una mayor concentración de flavonoides y lignanos que los aceites de otras variedades (Lozano-Sánchez et al., 2010). En concreto la concentración de pinosresinol en aceites de la variedad *Arbequina* es muy elevada. Este hecho ha sido demostrado en otros trabajos (García-Villalba et al., 2010). Esto tiene importancia debido a que se ha sugerido que los lignanos del aceite de oliva tal como el pinosresinol pueden ser utilizados por la flora intestinal para producir los lignanos enterodiol y enterolactona, que se ha demostrado que reducen la invasión en líneas celulares de cáncer de mama (Magee et al., 2004). El compuesto que se encuentra en mayor concentración es la luteolina con unos niveles de entre 3.78 y 5.03 mg/Kg en aceites almacenados en oscuridad. Los aceites almacenados en cristal y en envases metálicos presentaron una mayor concentración de compuestos fenólicos.

El hidroxitirosol y tirosol se encuentran en cantidades altas pero inferiores a los aceites obtenidos de la variedad *Picual*. El rango de concentración es de 2.25 a 3.96 mg/kg para el tirosol y de 2.01 a 3.16 mg/Kg para el hidroxitirosol. Respecto a los ácidos fenólicos no se encontraron en ningunas de las muestras analizadas el ácido p-cumárico, el ácido sinápico y el ácido caféico.

Los aceites expuestos a la luz de la variedad *Arbequina* incrementaron el contenido de los compuestos tirosol e hidroxitirosol al igual que ocurre en los aceites de la variedad *Picual*. Sin embargo, a diferencia de los aceites de esta variedad **los** flavonoides apigenina y luteolina no disminuyeron los niveles a causa de la exposición lumínica. Los ácidos fenólicos disminuyeron sus niveles y el lignano no cambió su concentración cuando los aceites fueron expuestos a la luz.

**Tabla 3.3. Concentración de compuestos fenólicos individuales en aceites de la variedad Arbequina sometidos a la oscuridad**

Compuesto	15	16	17	18	19
	CC	CC	CT	CT	CT
Hidroxitirosol	2.82	2.34	2.75	2.74	2.97
Tirosol	3.69	3.47	3.15	3.96	3.52
Ácido cafeico	nd	nd	nd	nd	nd
Ácido vanílico	0.75	0.72	0.98	1.23	0.63
Vanillina	0.24	0.21	0.28	0.12	0.34
Ácido p-cumárico	nd	nd	nd	nd	nd
Ácido ferúlico	0.19	0.21	0.17	0.25	0.28
Ácido sinápico	nd	nd	nd	nd	nd
Luteolina	4.85	4.31	5.03	4.98	5.21
(+)-pinoresinol	3.09	3.21	3.87	3.21	3.85
Apigenina	2.53	2.57	3.78	3.21	3.19

Compuesto	20	21	22	23	24	25
	CT	PET	PET	MET	MET	MET
Hidroxitirosol	2.14	2.05	2.01	3.16	2.18	2.02
Tirosol	3.79	2.25	2.79	3.01	3.95	2.98
Ácido cafeico	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Ácido vanílico	0.54	0.21	1.45	0.65	0.89	0.79
Vanillina	0.12	0.29	0.27	0.21	0.20	0.21
Ácido p-cumárico	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Ácido ferúlico	0.16	0.21	0.24	0.25	0.27	0.16
Ácido sinápico	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Luteolina	5.87	3.87	3.78	4.31	4.91	4.74
(+)-pinoresinol	4.01	2.74	2.99	3.79	4.01	2.72
Apigenina	3.12	2.98	3.90	3.07	2.99	3.59

nd= no detectado

## Resultados y Discusión

**Tabla 3.4. Concentración de compuestos fenólicos individuales en aceites de la variedad Arbequina sometidos a la luz natural**

Compuesto	15 CC	16 CC	17 CT	18 CT	19 CT	20 CT		
Hidroxitirosol	3.10	3.13	2.98	3.04	3.85	3.09		
Tirosol	4.02	4.98	4.95	4.94	4.06	4.86		
Ácido cafeico	nd	nd	nd	nd	nd	nd		
Ácido vanílico	0.64	0.61	0.85	1.02	0.41	0.43		
Vanillina	0.20	0.19	0.14	0.08	0.35	0.09		
Ácido p-cumárico	nd	nd	nd	nd	nd	nd		
Ácido ferúlico	0.14	0.13	0.09	0.17	0.13	0.14		
Ácido sinápico	nd	nd	nd	nd	nd	nd		
Luteolina	4.52	4.21	5.11	4.75	4.32	4.31		
(+)-pinoresinol	3.11	3.02	3.75	2.95	3.13	3.98		
Apigenina	2.23	2.14	3.02	3.24	3.08	3.01		

Compuesto	21 PET	22 PET	23 MET	24 MET	25 MET	Z*	p
Hidroxitirosol	3.72	3.12	3.90	3.03	3.92	-2.666	0.008
Tirosol	4.01	4.31	4.99	4.02	4.76	-2.542	0.007
Ácido cafeico	nd	nd	nd	nd	nd		
Ácido vanílico	0.20	1.27	0.43	0.37	0.63	-2.677	0.007
Vanillina	0.12	0.24	0.20	0.18	0.20	-2.494	0.013
Ácido p-cumárico	nd	nd	nd	nd	nd		
Ácido ferúlico	0.17	0.20	0.19	0.18	0.18	-2.677	0.007
Ácido sinápico	nd	nd	nd	nd	nd		
Luteolina	4.05	4.87	3.21	3.15	4.21	-1.362	0.173
(+)-pinoresinol	2.52	2.31	3.43	4.30	4.03	-2.547	0.011
Apigenina	2.87	3.45	3.01	2.86	2.90	-2.556	0.011

nd= no detectado; \*Test de Wilcoxon

**Contenido de compuestos fenólicos individuales en aceites de la variedad *Picuda***

En la variedad *Picuda* el contenido en tirosol e hidroxitirosol es elevado con un rango que va desde 4.96 hasta 5.41 mg /Kg en el caso del tirosol y de 4.28 hasta 6.42 mg/Kg en el caso del hidroxitirosol (Tablas 3.5 y 3.6). No se ha detectado los compuestos ácido cafeico y ácido sinápico en ninguna de las muestras analizadas. Los niveles de ácidos fenólicos en las muestras analizadas varían desde 0.68 mg/kg para el ácido vanílico hasta 0.01 mg/Kg para el ácido ferúlico. La concentración del lignano pinoresinol varía en un rango desde 0.74 hasta 1.52 mg /Kg. Respecto a los flavonoides la luteolina se presenta en mayor concentración con un rango desde 3.50 hasta 5.10 mg/Kg.

La exposición lumínica incrementó el contenido en los compuestos fenólicos hidroxitirosol y tirosol. Gómez-Alonso et al. (2007) demostraron en aceites de la variedad Cornicabra que estos compuestos incrementan su concentración linealmente durante el envasado, lo que confirma que sus derivados secoiroideos sufren hidrólisis no oxidativa (Brenes et al., 2001). Al igual que ocurre en la variedad *Picual* el lignano pinoresinol no cambió su concentración por la exposición lumínica. Sin embargo los flavonoides apigenina y luteolina y los ácidos fenólicos disminuyeron sus niveles con la exposición lumínica en esta variedad.

## Resultados y Discusión

**Tabla 3.5. Concentración de compuestos fenólicos individuales en aceites de la variedad Picuda sometidos a la oscuridad**

Compuesto	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	CC	CC	CC	CC	CT	CT	CT	PET	MET
Hidroxitirosol	4.31	6.42	5.41	4.28	4.59	4.56	5.50	3.89	5.19
Tirosol	5.23	5.04	5.12	4.96	5.02	4.98	5.41	5.29	4.87
Ácido cafeico	nd								
Ácido vanílico	0.57	0.49	0.52	0.64	0.49	0.61	0.53	0.68	0.55
Vanillina	0.16	0.05	0.13	0.18	0.12	0.14	0.19	0.17	0.21
Ácido p-cumárico	0.46	0.37	0.47	0.43	0.45	0.49	0.50	0.39	0.48
Ácido ferúlico	0.02	0.16	0.15	0.03	0.04	0.01	0.04	0.10	0.14
Ácido sinápico	nd								
Luteolina	4.67	4.92	3.50	5.02	4.37	4.21	4.89	5.10	4.17
(+)-pinoresinol	0.97	1.52	0.74	1.03	1.12	0.87	0.95	0.82	1.14
Apigenina	1.85	1.31	1.46	1.96	2.21	2.31	1.09	1.52	1.25

nd= no detectado

**Tabla 3.6. Concentración de compuestos fenólicos individuales en aceites de la variedad Picuda sometidos a la luz**

Compuesto	26	27	28	29	30	31
	CC	CC	CC	CC	CT	CT
Hidroxitirosol	5.21	6.21	5.12	5.02	5.31	5.10
Tirosol	5.85	5.94	5.67	5.06	5.95	5.03
Ácido cafeico	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Ácido vanílico	0.40	0.31	0.27	0.39	0.32	0.24
Vanillina	0.12	0.32	0.45	0.14	0.09	0.10
Ác. p-cumárico	0.40	0.32	0.41	0.34	0.41	0.37
Ácido ferúlico	0.01	0.12	0.13	0.02	0.03	0.01
Ácido sinápico	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Luteolina	4.21	4.85	3.20	4.93	4.12	3.95
(+)-pinoresinol	0.82	1.21	0.43	0.96	0.99	1.02
Apigenina	1.02	1.02	1.43	1.23	2.04	2.06

nd= no detectado; \*Test de Wilcoxon

Compuesto	32	33	34	Z*	p
	CT	PET	MET		
Hidroxitirosol	5.90	4.03	5.07	-1.96	0.05
Tirosol	6.21	5.12	5.02	-1.96	0.05
Ácido cafeico	nd	nd	nd		
Ácido vanílico	0.28	0.24	0.34	-2.52	0.01
Vanillina	0.12	0.13	0.20	-1.41	0.15
Ác. p-cumárico	0.40	0.31	0.49	-2.38	0.01
Ácido ferúlico	0.03	0.10	0.14	-2.12	0.03
Ácido sinápico	nd	nd	nd		
Luteolina	4.01	4.31	3.95	-2.52	0.01
(+)-pinoresinol	0.88	0.54	1.02	-1.75	0.07
Apigenina	1.06	1.42	1.34	-2.24	0.02

nd= no detectado; \*Test de Wilcoxon

## Resultados y Discusión

### Contenido de compuestos fenólicos individuales en aceites multivarietales

El contenido de compuestos fenólicos individuales en los aceites multivarietales en condiciones de luz y oscuridad queda recogido en las Tablas 3.7 y 3.8. Los compuestos que se encuentran en una mayor concentración fueron los compuestos hidroxitirosol, tirosol y el flavonoide luteolina. El tirosol se encontró en un rango de concentraciones desde 3.21 a 5.23 mg/Kg en los aceites sometidos a condiciones de oscuridad. Esta concentración se incrementó a rangos de 4.03 a 6.21 mg/Kg en los aceites expuestos a la luz. El flavonoide luteolina se encontró en unos niveles de concentración desde 3.76 a 4.21 mg/Kg en los aceites almacenados en oscuridad. La exposición a la luz de los fenoles luteolina y apigenina no modificó su concentración en el aceite. Los ácidos fenólicos disminuyeron su concentración con la exposición a la luz. El ácido cafeico no se encontró en ninguna de las muestras de aceites multivarietales sometidas a la luz. El lignano pinoresinol se encontró a niveles de 0.43 a 0.97 mg/Kg en aceites almacenados en oscuridad. Este compuesto no modificó su composición con la exposición de los aceites a la luz.

**Tabla 3.7. Concentración de compuestos fenólicos individuales en aceites multivarietal sometidos a la oscuridad**

Compuesto	35	36	37	38
	TETRA	PET	CC	CT
Hidroxitirosol	3.98	3.79	2.78	3.56
Tirosol	4.05	5.23	4.32	3.21
Ácido cafeico	nd	0.015	0.014	nd
Ácido vanílico	0.31	0.43	0.21	0.52
Vanillina	0.21	0.20	0.18	0.14
Ácido p-cumárico	0.43	nd	0.21	0.43
Ácido ferúlico	0.16	0.02	0.13	0.01
Ácido sinápico	0.45	nd	0.16	0.24
Luteolina	3.76	4.21	4.10	4.06
(+)-pinoresinol	0.87	0.97	0.43	0.76
Apigenina	3.45	1.12	2.35	1.32

nd= no detectado

**Tabla 3.8. Concentración de compuestos fenólicos individuales en aceites multivarietal sometidos a la luz natural**

Compuesto	35	36	37	38	Z*	p
	TETRA	PET	CC	CT		
Hidroxitirosol	4.76	4.21	3.08	4.42	-1.826	0.068
Tirosol	5.23	6.21	5.05	4.03	-1.826	0.068
Ácido cafeico	nd	nd	nd	nd		
Ácido vanílico	0.41	0.25	0.37	0.21	-0.730	0.465
Vanillina	0.13	0.18	0.12	0.17	-1.095	0.273
Ácido p-cumárico	0.28	nd	0.12	0.34	-1.633	0.102
Ácido ferúlico	0.08	nd	0.09	nd	-1.342	0.180
Ácido sinápico	0.17	nd	0.15	0.14	-1.323	0.160
Luteolina	3.27	4.02	3.94	4.56	-0.365	0.715
(+)-pinoresinol	0.85	0.87	0.38	0.75	-1.826	0.068
Apigenina	3.16	1.13	2.25	1.28	-1.461	0.144

nd= no detectado; \*Test de Wilcoxon

### **4. ANÁLISIS DE COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES EN MUESTRAS DE ACEITE EN DIFERENTES ENVASES EN CONDICIONES DE OSCURIDAD Y LUZ NATURAL**

La calidad excelente del aceite de oliva extra virgen es la culminación de un proceso que empieza en el árbol y termina con el embotellado. Por ello es necesario tener cuidado de cada paso del proceso y de los factores que pueden afectar a su calidad comercial (oxígeno, luz, temperatura, metales, etc...) porque pueden llevar a un deterioro como consecuencia de las degradaciones oxidativas e hidrolíticas. El aceite de oliva es consumido durante el año por lo que debe ser almacenado y ese almacenamiento y condiciones de embotellado va a determinar su vida comercial (Méndez y Falqué, 2007). Durante el almacenamiento del aceite de oliva, la hidrólisis, esterificación y reacciones oxidativas originan cambios en los constituyentes menores, que son los que son considerados como de mayor importancia en su efecto en salud (Dabbou et al., 2011). Entre los antioxidantes naturales, se ha descrito que los compuestos fenólicos juegan un papel importante para prevenir la oxidación y se les ha relacionado con la estabilidad del aceite de oliva almacenado. Asimismo, estos compuestos se han relacionado con las características sensoriales del aceite de oliva. El amargor es considerado una característica positiva del aceite de oliva y está directamente relacionado con el contenido en compuestos fenólicos (Méndez y Falqué, 2007).

#### **Contenido de compuestos fenólicos totales en aceites de la variedad *Picual***

Se ha analizado el contenido de fenoles totales en las muestras de aceite de la variedad *Picual* de diferentes envases. Las Tablas 4.1 y 4.2 muestran los resultados del análisis de compuestos fenólicos totales de esta variedad en condiciones de oscuridad y de exposición a la luz. Los resultados obtenidos muestran en general que los aceites envasados en PET tienen menor concentración de compuestos fenólicos totales. Este resultado es importante porque se ha demostrado que el tiempo en el cual los aceites pierden la calidad extra puede ser predicho como función de su estabilidad inicial (Gutiérrez y Fernández, 2002).

Hay una disminución en el contenido en compuestos fenólicos en todas las muestras expuestas a la luz como consecuencia de la hidrólisis y oxidación de estos compuestos (Cinquanta et al., 1997), que supone una pérdida de estabilidad y un

deterioro de las propiedades sensoriales y por tanto de la calidad comercial del aceite de oliva. Sin embargo, nuestros resultados nos demuestran que los aceites envasados en metal tienen un menor pérdida de compuestos fenólicos cuando son sometidos a la luz (rango del 6.3 al 17.63%) que los envasados en cristal (13% al 23.36%). El cristal actúa como barrera del oxígeno impidiendo la pérdida de ciertos componentes que se deterioran bajo su presencia pero permite la acción directa de la luz en el aceite de oliva y esto puede promover la rancidez oxidativa como consecuencia de su sensibilidad a la fotooxidación.

Los aceites que presentan una tendencia a una mayor pérdida de compuestos fenólicos son los envasados en PET con una pérdida de entre el 23.79 y el 26.19% del contenido inicial. Por lo tanto el almacenamiento del aceite de oliva virgen extra en botes de PET por la acción de la luz y de la permeabilidad al oxígeno no puede ser sugerido como el método más apropiado para mantener la calidad del aceite de oliva virgen extra.

De todas formas es de resaltar que los aceites de la variedad *Picual* almacenados en la luz o en la oscuridad mantienen un alto nivel de compuestos fenólicos como ha sido demostrado por otros autores. Esto indica que el efecto beneficioso del aceite de oliva virgen de la variedad *Picual* permanece durante toda su vida comercial (Lavelli et al., 2006).

**Tabla 4.1. Concentración de compuestos fenólicos totales (mg/Kg) en aceites de la variedad Picual sometidos a la oscuridad**

<b>MUESTRA</b>	<b>ENVASE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DE</b>
1	CC	452.47	32.13
2	CC	667.41	51.81
3	CT	412.90	26.78
4	PET	426.10	34.51
5	PET	420.64	31.90
6	PET	309.81	21.87
7	PET	414.27	32.67
8	PET	438.82	23.41
9	MET	412.08	14.52
10	MET	425.12	54.71
11	MET	486.32	27.89
12	MET	564.73	21.89
13	MET	459.34	32.91
14	CER	584.01	13.24

Test de Kruskal-Wallis F= 2.961, p=0.041, DE=desviación estándar

**Tabla 4.2. Concentración de compuestos fenólicos totales en aceites de la variedad Picual sometidos a la luz natural**

MUESTRA	ENVASE	MEDIA	DE
1	CC	394.14	28.75
2	CC	579.19	50.45
3	CT	316.42	21.86
4	PET	314.41	25.21
5	PET	310.47	43.20
6	PET	208.83	20.65
7	PET	302.54	53.21
8	PET	290.55	24.56
9	MET	314.13	14.98
10	MET	398.23	26.21
11	MET	400.56	40.21
12	MET	498.42	26.72
13	MET	400.31	40.21
14	CER	454.60	25.67

Test de Kruskal-Wallis  $F= 5.995$ ,  $p=0.012$ ; Test de Wilcoxon  $Z=-3.296$ ,  $p=0.001$

DE=desviación estándar

## ***Resultados y Discusión***

### **Contenido de compuestos fenólicos totales en aceites de la variedad *Arbequina***

Se ha analizado el contenido de fenoles totales en las muestras de aceite de la variedad *Arbequina* de diferentes envases en condiciones de oscuridad y de luz natural. Las Tablas 4.3 y 4.4 muestran los resultados de esta variedad.

El contenido de fenoles totales es superior en las muestras envasadas en cristal y en envases metálicos que en las almacenadas en plástico. En todas las muestras se observó una disminución del contenido de compuestos fenólicos por exposición a la luz natural. Esta disminución siguió una tendencia diferente en función de los distintos tipos de envases. Es de resaltar que este descenso es más agudo en los aceites conservados en PET (35.16 y el 42.58%) seguido de los de cristal (rango de entre el 9.11 y el 29.7%) y metálico (rango de entre el 9 y el 14%). Méndez y Falqué (2007) demostraron que el envasado del aceite en botes de plástico no es el más adecuado para su uso ya que después de 3 meses, el aceite pierde estabilidad comparado con los aceites embotellados en otro tipo de envase como consecuencia de que la acción del oxígeno y la luz induce un deterioro rápido en las botellas de plástico. Asimismo, la acidificación, un incremento de impurezas y la pérdida de la fracción fenólica esta favorecida.

Los envases metálicos preservan mejor a los compuestos fenólicos debido a la baja transferencia de oxígeno a través de la barrera metálica. Por el contrario el aceite de oliva guardado en PET muestra una reducción mayor de polifenoles. Resultados similares se encontraron en un análisis realizado por el gobierno australiano que estudió el efecto del almacenamiento durante un periodo corto de tiempo en la calidad del aceite de oliva virgen extra (Mailer y Graham, 2009). En conclusión de este estudio se sugirió que era necesario recomendar a la industria que almacene el aceite de oliva en contenedores metálicos flexibles y sólo durante el tiempo mínimo necesario para transportar el aceite desde la industria al consumidor. Este trabajo no recomienda el uso de envases de polietileno incluso en cortos periodos de tiempo para asegurar una calidad aceptable del aceite de oliva.

**Tabla 4.3. Contenido de compuestos fenólicos totales en aceites de la variedad Arbequina sometidos a la oscuridad**

<b>MUESTRA</b>	<b>ENVASE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DE</b>
15	CC	328.70	24.52
16	CC	303.40	21.36
17	CT	290.76	13.87
18	CT	306.06	34.54
19	CT	304.71	28.95
20	CT	296.34	21.35
21	PET	281.23	23.76
22	PET	290.76	22.89
23	MET	301.36	30.21
24	MET	326.50	21.56
25	MET	380.67	22.87

Test de Kruskal-Wallis F= 2.379, p=0.156, DE=desviación estándar

**Tabla 4.4. Contenido de compuestos fenólicos totales en aceites de la variedad Arbequina sometidos a luz natural**

<b>MUESTRA</b>	<b>ENVASE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DE</b>
15	CC	287.01	23.41
16	CC	281.34	15.78
17	CT	204.32	14.67
18	CT	216.75	17.98
19	CT	257.65	24.21
20	CT	269.32	13.89
21	PET	182.34	16.43
22	PET	166.95	10.63
23	MET	272.52	13.41
24	MET	286.32	26.9
25	MET	327.01	13.21

Test de Kruskal-Wallis F= 8.283, p=0.011; Test de Wilcoxon Z=-2.934, p=0.003

DE=desviación estándar

## Resultados y Discusión

### Contenido de compuestos fenólicos totales en aceites de la variedad *Picuda*

Se ha analizado el contenido de fenoles totales en las muestras de aceite de la variedad *Picuda* de diferentes envases. Las Tablas 4.5 y 4.6 muestran los resultados de esta variedad.

En el envase metálico el porcentaje de pérdida de compuestos fenólicos fue del 7.68%. Asimismo en los aceites envasados en cristal la pérdida de compuestos fenólicos estuvo en el rango de entre el 9.10 y el 23.55%. El aceite conservado en envases de plástico sufrió una bajada elevada de compuestos fenólicos del 26%. Estos resultados corroboran otros trabajos que muestran que durante el almacenamiento en luz del aceite envasado en envases de plástico los compuestos fenólicos sufren modificaciones cualitativas y cuantitativas debido a la descomposición y reacciones de oxidación (Morello et al., 2004; Esti et al., 2009).

**Tabla. 4.5. Concentración de compuestos fenólicos totales en aceites de la variedad *Picuda* sometidos a la oscuridad**

MUESTRA	ENVASE	MEDIA	DE
26	CC	414.20	31.21
27	CC	418.30	21.85
28	CC	451.22	23.48
29	CC	470.85	38.95
30	CT	366.91	31.98
31	CT	410.70	35.61
32	CT	406.39	38.97
33	PET	367.99	21.48
34	MET	412.21	39.54

Test de Kruskal-Wallis  $F = 3.233$ ,  $p = 0.112$ , DE=desviación estándar

**Tabla 4.6. Concentración de compuestos fenólicos totales en aceites de la variedad Picuda sometidos a la luz natural**

MUESTRA	ENVASE	MEDIA	DE
26	CC	355.27	21.84
27	CC	380.23	15.64
28	CC	399.51	39.03
29	CC	390.32	28.95
30	CT	276.31	21.75
31	CT	321.53	20.64
32	CT	310.67	21.43
33	PET	272.29	20.65
34	MET	380.52	21.35

Test de Kruskal-Wallis  $F= 4.192$ ,  $p=0.073$  ;Test de Wilcoxon  $Z=-2.666$ ,  $p=0.008$

DE=desviación estándar

#### Contenido de compuestos fenólicos totales en aceites multivarietales

Se ha analizado el contenido de fenoles totales en las muestras de aceite multivarietales de diferentes envases. Las Tablas 4.7 y 4.8 muestran los resultados de la esta variedad. Los aceites envasados en Tetrabrik mostraron una mayor cantidad de compuestos fenólicos con una media de 547.30 mg/Kg. Todos los aceites analizados sufrieron una disminución de compuestos fenólicos con la exposición lumínica, siendo ésta en el rango de entre el 1.8 y el 23.7% en el caso del cristal y del 12.3% en el caso del Tetrabrik. Asimismo, Dabbou et al. (2011) mostraron que los aceites envasados en cristal presentan una menor protección a la degradación de los compuestos fenólicos.

**Tabla 4.7. Concentración de compuestos fenólicos totales en aceites multivarietales sometidos a la oscuridad**

MUESTRA	ENVASE	MEDIA	DE
35	TETRA	547.30	34.89
36	PET	378.64	32.14
37	CC	367.45	25.64
38	CT	306.94	31.21

Test de Kruskal-Wallis  $F= 5.700$ ,  $p=0.284$ , DE=desviación estándar

**Tabla 4.8. Concentración de compuestos fenólicos totales en aceites multivarietales sometidos a la luz natural**

<b>MUESTRA</b>	<b>ENVASE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>DE</b>
35	TETRA	479.62	41.53
36	PET	297.32	21.23
37	CC	280.31	20.71
38	CT	301.43	30.41

Test de Kruskal-Wallis F= 1560.31, p=0.018; Test de Wilcoxon Z=-1.826, p=0.068

DE=desviación estándar

## **5. ESTIMACIÓN DE LA INGESTA DE COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES POR POBLACIÓN ESPAÑOLA. ANÁLISIS DE ACEITES DE OLIVA VIRGEN**

El aceite de oliva es un alimento funcional que además de su contenido en ácido oleico tiene otros componentes menores de interés biológico, tales como los compuestos fenólicos que han demostrado sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias capaces de prevenir la peroxidación lipídica, induciendo cambios favorables en el perfil lipídico mejorando la función endotelial (Pérez-Martínez et al., 2011). Aunque existen numerosos estudios que analizan el impacto del tipo de variedad en el contenido fenólico del aceite de oliva, todavía faltan muchos aspectos por conocer (Rotondi et al., 2004).

Con objeto de cuantificar la cantidad de compuestos fenólicos totales presentes en aceites de oliva virgen consumidos habitualmente se procedió al análisis de muestras obtenidas en grandes superficies de Granada.

La Tabla 5.1 muestra los resultados del análisis estadístico de los compuestos fenólicos en las cuatro principales variedades de aceite de oliva virgen analizados (*Picual*, *Arbequina*, *Picuda* y *Hojiblanca*). Los resultados de este trabajo muestran que existen diferencias estadísticamente significativas en el contenido en compuestos fenólicos totales entre las diferentes variedades, siendo la variedad *Picual* la que contiene la cantidad más grande (valor medio 591.79 mg/Kg) y la variedad *Arbequina* la que presenta menor concentración de compuestos fenólicos individuales (valor medio 288.63 mg/Kg). Diferentes autores han descrito que los aceites de la variedad *Picual* son los que presentan una mayor cantidad de compuestos fenólicos de las

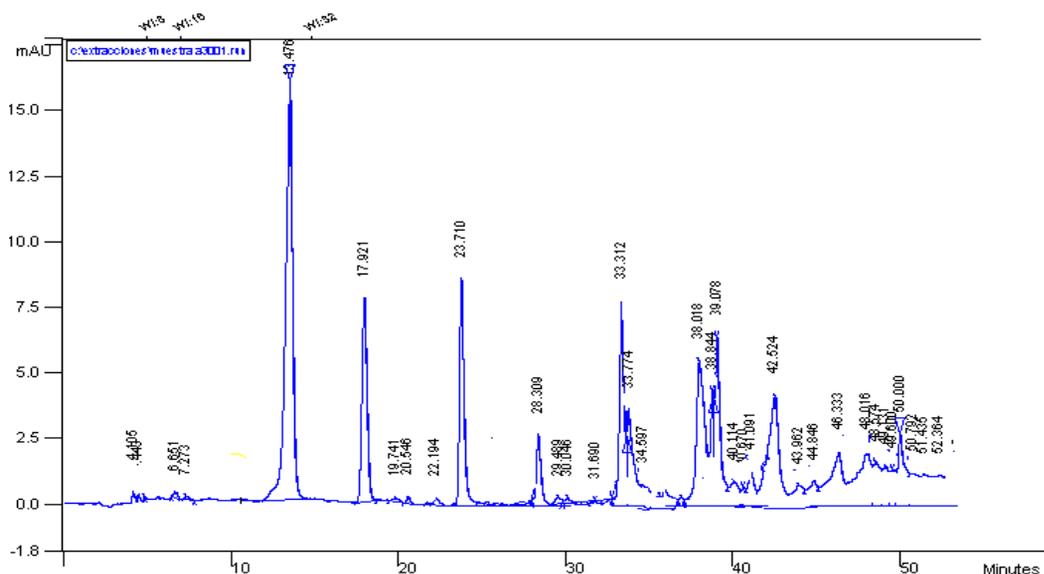
variedades estudiadas (Alvarruiz et al., 2015; Sánchez de Medina et al., 2015; Rivas et al., 2013). La Figura 5.1 muestra el cromatograma de un extracto de aceite de oliva virgen analizado para compuestos fenólicos totales mediante el método del IOC mediante HPLC-UV.

Las diferencias encontradas en el contenido de compuestos fenólicos de diferentes variedades ha sido documentada debido a que el contenido fenólico del aceite está influenciado por la variedad de aceituna, las técnicas agrícolas utilizadas, el estado de maduración de la aceituna en el momento de la recogida, el proceso de extracción del aceite de oliva, el procesado y el método de conservación (García-Villalba et al., 2011; Rivas et al., 2013). Estas diferencias en el contenido en compuestos fenólicos son causadas por reacciones químicas y las causadas por enzimas tales como las glicosidasas, fenol oxidasas o fenol polimerasas (Yousfi et al., 2006).

**Tabla 5.1. Contenido en polifenoles totales de muestras de aceite de oliva virgen obtenidas en grandes superficies de Granada de diferentes variedades**

	Media* (SD)	Mediana	Mínimo	Máximo	F **	P
Picual	591.79(128.15)	648.40	320.20	741.56		
Arbequina	288.63(36.74)	297.40	248.30	320.20	11.02	0.012
Picuda	430.40(85.42)	420.60	350.30	520.30		
Hojiblanca	487.96(78.25)	484.95	387.61	589.99		

\* mg/Kg; \*\*Test de Kruskall-Wallis



**Figura 5.1. Cromatograma de un extracto de aceite de oliva virgen extra analizado mediante HPLC-UV**

## 6. ESTIMACIÓN DE LA INGESTA DE COMPUESTOS FENÓLICOS INDIVIDUALES POR POBLACIÓN ESPAÑOLA. ANÁLISIS DE ACEITES DE OLIVA VIRGEN

Las Tablas 6.1 y 6.2 muestran los valores de compuestos fenólicos individuales de las muestras de aceites representativas del consumo. Los principales compuestos fenólicos encontrados en los aceites estudiados fueron el tirosol y el hidroxitirosol, encontrándose en concentraciones superiores en la variedad *Picual*, con un valor medio de 6.59 y 6.40 mg/Kg para el hidroxitirosol y tirosol respectivamente.

La variedad que presentó menor concentración de ambos compuestos fue la variedad *Arbequina*. Estos resultados confirman los encontrados por otros autores (García-Villalba et al., 2010; Jiménez et al., 2014). Respecto al contenido en las flavonas luteolina y apigenina, estas fueron más abundantes en la variedad *Hojiblanca*. El lignano pinoresinol se detectó en todas las muestras de aceites analizadas, siendo los aceites procedentes de la variedad *Arbequina* los que lo presentan en mayor cantidad (media 3.07 mg/Kg) como ha sido demostrado en otros estudios (García-Villalba et al., 2010).

La Tabla 6.2 muestra el contenido en ácidos fenólicos de las muestras analizadas. Los ácidos fenólicos fueron el primer grupo de fenoles identificados en el aceite de oliva virgen. Estructuralmente los ácidos fenólicos proceden de estructuras hidroxicinámicas o hidroxibenzoicas. Los ácidos fenólicos están ampliamente distribuidos en el reino animal. El ácido cafeico, p-cumárico, vanillico, ferúlico y protocatéuico están presentes en casi todas las plantas (Robbins, 2003). En años recientes, los ácidos fenólicos han recibido una atención considerable debido a que son esenciales para la calidad y propiedades nutricionales del aceite de oliva y que tienen un papel protector frente enfermedades producidas por daño oxidativo (Stalikas, 2010). Asimismo se ha demostrado que presentan numerosas propiedades de interés biológico (El-Seedi et al., 2012).

El ácido cafeico solo se encontró en los aceites procedentes de aceitunas de la variedad *Picual* y *Hojiblanca*. El ácido p-cumárico se encontró en todos las variedades de aceites analizados con la excepción de los aceites de la variedad *Arbequina*, siendo la variedad *Picual* la que presenta un valor más elevado de este compuesto fenólico. Es de resaltar que el ácido sinápico se ha encontrado solo en las aceitunas de la variedad *Picual*, por lo que este compuesto puede ser utilizado como marcador de esta variedad de aceite de oliva. Estos resultados confirmaron los previos publicados por nuestro grupo de investigación en muestras de aceites de distintas variedades procedentes de un campo de cultivo experimental (Rivas et al., 2013) donde demostramos que el contenido de ácidos fenólicos de las diferentes variedades de aceite cultivadas en Andalucía pueden ser utilizados como marcadores potenciales de la variedad de aceituna empleada para la obtención del aceite.

## Resultados y Discusión

**Tabla 6.1. Compuestos fenólicos en aceite de oliva virgen (mg/Kg de aceite)**

		Media (SD)	Mediana	Mín.	Max.	F **	p
<b>Hidroxitirosol</b>	Picual	6.59(2.72)	6.25	3.45	11.02		
	Arbequina	2.32(0.61)	2.04	1.91	3.03	8.73	0.033
	Picuda	4.89(1.62)	5.37	3.09	6.23		
	Hojiblanca	3.79(1.96)	3.18	1.70	6.71		
<b>Tirosol</b>	Picual	6.40(1.40)	6.58	4.27	8.34		
	Arbequina	3.19(0.87)	2.96	2.46	4.15	9.36	0.025
	Picuda	4.91(0.89)	4.85	4.06	5.83		
	Hojiblanca	6.09(1.21)	5.95	4.80	8.28		
<b>Vanillina</b>	Picual	0.12(0.23)	0.00	-	0.70		
	Arbequina	0.26(0.14)	0.26	0.12	0.40	2.81	0.423
	Picuda	0.15(0.06)	0.14	0.10	0.22		
	Hojiblanca	0.23(0.27)	0.15	-	0.64		
<b>Luteolina</b>	Picual	4.17(1.73)	4.17	1.66	7.72		
	Arbequina	4.87(1.65)	4.80	3.26	6.57	3.20	0.362
	Picuda	4.61(1.15)	4.69	3.43	5.73		
	Hojiblanca	5.32(1.05)	5.21	3.73	6.70		
<b>Pinoresinol</b>	Picual	0.95(0.56)	1.02	0.12	1.80		
	Arbequina	3.07(0.13)	3.03	2.98	3.22	7.83	0.050
	Picuda	0.99(0.08)	1.02	0.90	1.06		
	Hojiblanca	0.98(0.59)	1.22	0.19	1.56		
<b>Apigenina</b>	Picual	1.13(0.33)	1.20	0.57	1.50		
	Arbequina	1.95(0.17)	1.96	1.78	2.12	16.46	0.001
	Picuda	1.84(0.18)	1.89	1.63	1.99		
	Hojiblanca	2.91(0.87)	2.92	1.80	4.15		

\*(-) Debajo del límite de detección; \*\*Kruskall-Wallis test; Mín: Mínimo; Max: Máximo

**Tabla 6.2. Ácidos fenólicos en aceite de oliva virgen (mg/Kg de aceite)**

		Media (SD)	Mediana	Mín.	Max.	F **	p
<b>Ácido cafeico</b>	Picual	0.23(0.35)	0.00	-	0.80		
	Arbequina	-	-	-		2.79	0.425
	Picuda	-	-				
	Hojiblanca	0.015(0.04)	0.00	-	0.09		
<b>Ácido vanílico</b>	Picual	0.96(0.52)	0.80	0.50	1.95		
	Arbequina	0.76(0.27)	0.72	0.51	1.05	3.02	0.389
	Picuda	0.56(0.04)	0.57	0.52	0.59		
	Hojiblanca	0.66(0.79)	0.45	-	2.10		
<b>Ácido p-cumárico</b>	Picual	0.85(0.64)	0.55	-	2.05		
	Arbequina	-	-	-		6.74	0.081
	Picuda	0.44(0.41)	0.50	-	0.82		
	Hojiblanca	0.71(0.44)	0.78	-	1.10		
<b>Ácido ferúlico</b>	Picual	0.14(0.12)	0.22	-	0.29		
	Arbequina	0.19(0.04)	0.18	0.16	0.24	6.30	0.098
	Picuda	0.02(0.02)	0.02	-	0.03		
	Hojiblanca	0.09(0.01)	0.10	0.09	0.11		
<b>Ácido sinápico</b>	Picual	0.08(0.06)	0.10	-	0.18		
	Arbequina	-	-	-		10.30	0.016
	Picuda	-	-	-			
	Hojiblanca	-	-	-			

\*(-) Debajo del límite de detección; \*\*Kruskall-Wallis test

## **7. ESTIMACION DE LA INGESTA DE COMPUESTOS FENOLICOS EN POBLACION ESPAÑOLA**

Diferentes estudios han indicado que la actividad biológica de los compuestos fenólicos del aceite de oliva es superior cuando forman parte de una dieta que cuando son administrados como suplementos (Covas et al., 2006). Se ha estimado que el aceite de oliva como parte de la Dieta Mediterránea contribuye a una ingesta media de 20-30 mL/día de compuestos fenólicos. Esta ingesta se ha asociado a toda una serie de beneficios para la salud de la fracción antioxidante fenólica del aceite de oliva. sin que el consumo de grasa pueda conducir a un sobrepeso. De hecho, numerosos estudios han atribuido a la dieta Mediterránea un papel protector frente al sobrepeso/obesidad y la diabetes mellitas entre otras condiciones (Pérez-Martínez et al., 2011).

A pesar de la importancia de la ingesta de compuestos fenólicos procedentes del aceite de oliva. no existen estudios en poblaciones del sur de España que estimen su ingesta. Por ello, en este trabajo se planteo el estudio de la estimación del consumo de compuestos fenólicos procedentes del aceite de oliva virgen en una población de las provincias de Granada y Almería.

La Tabla 7.1 muestra las características de la población de estudio (1.391). La edad media de los sujetos de estudio es de 33.59 años (26.67) presentando un peso medio de 54.59 Kg (23.68). El porcentaje de población con sobrepeso es del 50.6% siendo los sujetos mayores de 50 años los que presentan un mayor proporción (80.4%).

Tabla 7.1. Características de la población de estudio.

	< 10 años (n=394)	10-18 años (n=295)	19-49 años (n=269)	≥ 50 años (n=435)	Total (n=1391)
Edad (años)	5.42 (2.55)	11.79 (1.44)	37.54 (7.15)	67.10 (8.75)	33.59 (26.67)
Peso (Kg)	24.09 (15.10)	50.44 (14.98)	66.15 (11.73)	71.81 (10.18)	54.59 (23.68)
Altura (m)	1.18 (0.26)	1.56 (0.18)	1.64 (0.08)	1.60 (0.11)	1.50 (0.24)
IMC frecuencia (%)					
Peso normal	76.5	61.7	63.9	19.6	49.4
Sobrepeso	23.5	38.3	36.1	80.4	50.6

La Tabla 7.2 muestra el consumo de aceite de oliva virgen y otras grasas así como la ingesta de ácidos grasos por la población de estudio.

La estimación de la grasas consumidas y del aceite de oliva consumido por la población se basó en datos del cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos. Los resultados mostraron que el 89.40% de la población de estudio consume solo aceite de oliva virgen como grasa culinaria, solo un 5.00% consume aceite de girasol y un 5.60% ambos tipos de aceite. Es de resaltar que el 1.39% de los sujetos encuestados consumen otros tipos de grasa. El valor medio de consumo de aceite de oliva es de 24.49 g día (11.42). El consumo de aceite de oliva más alto fué encontrado en el grupo de edad de mayores de 50 años, con una media de 36.01 g día (5.37). Asimismo los niños menores de 10 años fue el grupo de edad que presenta un menor consumo de aceite de oliva virgen con una media de 13.82 gramos al día (7.00). La ingesta de grasa total fue superior en el grupo de población adolescente con un valor medio de 98.04 g/día (30.90), seguido de la población de 19 a 49 años con valor medio 81.48 g/día (14.97).

## Resultados y Discusión

**Tabla 7.2. Consumo de grasas de la población de estudio**

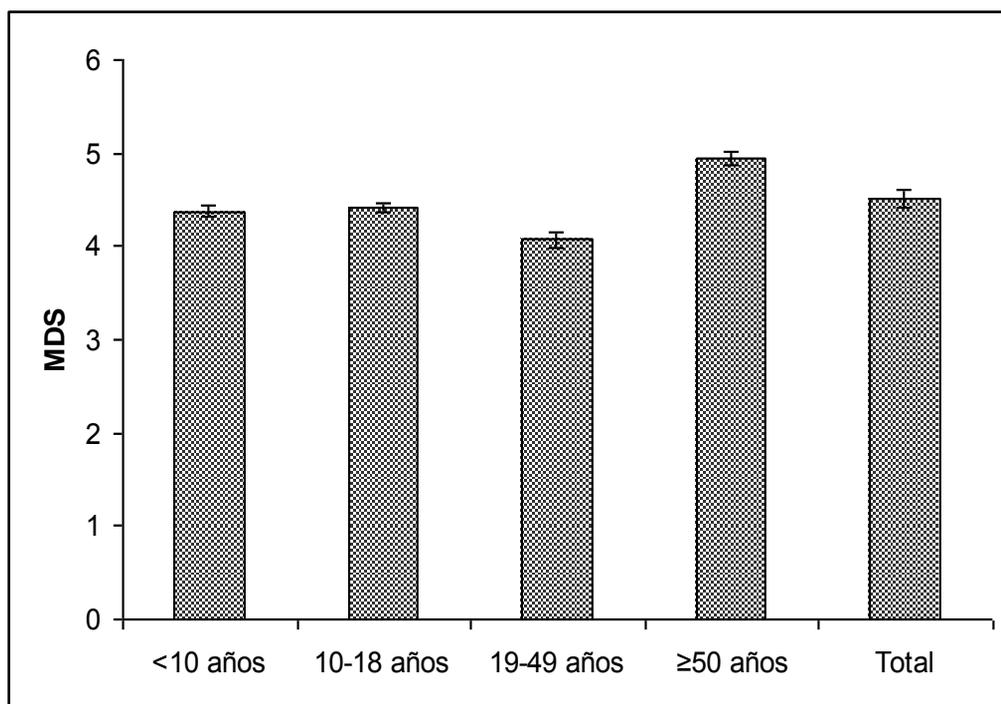
	< 10 años (n=394)	10-18 años (n=295)	19-49 años (n=269)	≥ 50 años (n=435)	Total (n=1391)
Tipo de aceite consumido (%):					
Aceite de oliva	89.50	80.90	87.00	94.40	89.40
Aceite de girasol	5.30	7.9	1.80	0.20	5.00
Ambos	1.90	8.20	8.20	3.40	5.60
Otros	3.30	3.00	3.00	2.00	1.39
<hr/>					
Aceite de oliva (g/día)	13.82 (7.00)	16.58 (8.35)	29.86 (1.74)	36.01 (5.37)	24.49 (11.42)
<hr/>					
Grasa total (g/día)	67.83 (31.14)	98.04 (30.90)	81.48 (14.97)	72.56 (13.81)	78.33 (26.53)
<hr/>					
SFA (g/día)	26.07 (12.19)	35.31 (13.68)	24.64 (6.15)	19.86 (5.63)	25.81 (11.36)
<hr/>					
MUFA (g/día)	27.40 (13.14)	40.99 (13.11)	36.27 (6.68)	36.53 (6.18)	34.84 (11.42)
<hr/>					
PUFA (g/día)	8.60 (4.97)	13.88 (4.71)	13.78 (4.49)	10.38 (3.19)	11.27 (4.86)

SFA: Ácidos grasos saturados MUFA: ácidos grasos monoinsaturados PUFA: ácidos grasos poliinsaturados

La Tabla 7.3 y la Figura 7.1 muestran la media del grado de adherencia a la dieta Mediterránea de la población de estudio con un valor medio de 4.51 (1.40) en todos los sujetos estudiados. El grupo de población que presentó una mayor adherencia a la dieta mediterránea fue el grupo de sujetos mayor de 50 años con un valor medio de adherencia de 4.94. Los sujetos con edades comprendidas entre 19 y 49 años fueron los que presentaron una menor adherencia a la dieta mediterránea con un valor medio de 4.07. Los valores de adherencia a la dieta mediterránea presentan un valor de 4.51 sobre 9 en la escala desarrollado por Trichopoulou et al. (2003). Se han encontrado valores similares de adherencia media-alta a la dieta mediterránea en otros estudios realizados en países mediterráneos (Trichopoulou et al., 2007; Mariscal-Arcas et al., 2010, 2011).

**Tabla 7.3. Índice de adherencia a la Dieta Mediterránea (Mediterranean Diet Score. MDS) de la población de estudio**

	< 10 años (n=394)	10-18 años (n=295)	19-49 años (n=269)	≥ 50 años (n=435)	Total (n=1391)
MDS	4.38	4.41	4.07	4.94	4.51
	(1.33)	(1.34)	(1.46)	(1.35)	(1.40)

**Figura 7.1. Índice de adherencia a la Dieta Mediterránea (Mediterranean Diet Score. MDS) de la población de estudio**

La Tabla 7.4 muestra la ingesta diaria media de individuo de polifenoles del aceite de oliva por grupo de edad, utilizando la concentración de compuestos de la variedad *Picual* al ser la más consumida en el área de la población de estudio. El consumo total de polifenoles del aceite oscilo entre 8.17 mg día<sup>-1</sup> (4.14) para los menores 10 años de edad y 21.31 mg día<sup>-1</sup> (3.00) para los mayores de 50 años de edad. La media de consumo de polifenoles totales por esta población es similar al estimado en otras regiones de España y está en el rango superior de lo publicado para otras partes del mundo (Tresserra-Rimbau et al., 2013). La frecuencia de consumo de aceite

## ***Resultados y Discusión***

de oliva es similar a lo publicado en otros estudios en poblaciones mediterráneas (Bonaccio et al., 2012; MAGRAMA, 2013).

El principal grupo de polifenoles fueron los fenoles simples hidroxitirosol y tirosol, con valores medios que van desde 91.12 hasta 237.44 g día<sup>-1</sup> y de 88.53 a 230.71 g día<sup>-1</sup>, respectivamente. La ingesta del flavonoide luteolina fué mayor que la de la apigenina. La ingesta del lignano pinoresinol osciló entre 13.17 a 34.32 g día<sup>-1</sup> en los grupos de edad < 10 años y ≥ 50 años, respectivamente. La ingesta de aceite de oliva proporciona ácidos fenólicos del aceite de oliva en un rango desde 1.93 mg día<sup>-1</sup> para el ácido ferúlico en el grupo de menores de 10 años a 30 mg día<sup>-1</sup> para el ácido p-cumárico en el grupo de mayores de 50 años.

En España, existen pocos estudios de ingesta de polifenoles totales o individuales debido principalmente a una información insuficiente en las bases de datos nutricionales. Es necesario tener en cuenta que para evaluar el efecto en salud de los compuestos fenólicos es necesario especificar la ingesta de los diferentes grupos y subgrupos separadamente porque los diferentes compuestos fenólicos del aceite presentan diferentes propiedades biológicas (de la Torre-Robles et al., 2014).

La principal característica que distingue la ingesta de compuestos fenólicos de la población española y probablemente de otras poblaciones mediterráneas es la presencia de compuestos fenólicos procedentes del aceite de oliva (Tresserra-Rimbau et al., 2013). Algunos compuestos fenólicos como el tirosol y el hidroxitirosol son consumidos principalmente en el aceite de oliva. La ingesta de estos compuestos es alta por la población de estudio. Este resultado es de particular importancia porque estudios recientes han demostrado que los componentes menores del aceite de oliva, particularmente el hidroxitirosol y derivados, ayudan a mejorar los niveles plasmáticos de lípidos y reparar el daño oxidativo relacionado con las enfermedades cardiovasculares (Tresserra-Rimbau et al., 2013). Estos beneficios demostrados ha guiado a que EFSA acepte recientemente como health claim el papel de los compuestos fenólicos del aceite de oliva en el efecto antioxidante en el LDL-colesterol (EFSA, 2011).

Tabla 7.4. Ingesta de polifenoles ( $\mu\text{g}/\text{día}$ ) en función del consumo estimado de aceite de oliva de la variedad Picual

	Rango de edad (años)	Media (SD)	Mínimo	Máximo
<b>Hidroxitirosol</b>	< 10	91.12(46.16)	0.00	197.82
	10-18	109.35(55.05)	0.00	197.82
	19-49	196.91(11.46)	98.91	263.76
	$\geq 50$	237.44(35.38)	0.00	263.76
<b>Tirosol</b>	< 10	88.53(44.85)	0.00	192.21
	10-18	106.25(53.49)	0.00	192.21
	19-49	191.33(11.13)	96.11	256.28
	$\geq 50$	230.71(34.38)	0.00	256.28
<b>Ácido cafeico</b>	< 10	3.21(1.63)	0.00	6.99
	10-18	3.86(1.94)	0.00	6.99
	19-49	6.95 (0.40)	3.50	9.32
	$\geq 50$	8.39(1.25)	0.00	9.32
<b>Ácido vanílico</b>	< 10	13.32(6.74)	0.00	28.92
	10-18	15.98(8.05)	0.00	28.92
	19-49	28.78(1.67)	14.46	38.56
	$\geq 50$	34.71 (5.17)	0.00	38.56
<b>Vanillina</b>	< 10	1.68(0.85)	0.00	3.66
	10-18	2.02(1.02)	0.00	3.66
	19-49	3.64(0.21)	1.83	4.88
	$\geq 50$	4.39 (0.65)	0.00	4.88
<b>Ácido p-cumárico</b>	< 10	11.80 (5.97)	0.00	25.62
	10-18	14.16(7.13)	0.00	25.62
	19-49	25.50(1.48)	12.81	34.16
	$\geq 50$	30.75(4.58)	0.00	34.16
<b>Ácido ferulico</b>	< 10	1.93(0.98)	0.00	4.20
	10-18	2.32(1.16)	0.00	4.20
	19-49	4.18(0.24)	2.10	5.60
	$\geq 50$	5.04 (0.75)	0.00	5.60

## Resultados y Discusión

	Rango de edad (años)	Media (SD)	Mínimo	Máximo
<b>Ácido sinápico</b>	< 10	1.09(0.55)	0.00	2.37
	10-18	1.31(0.65)	0.00	2.37
	19-49	2.35(0.13)	1.19	3.16
	>=50	2.84(0.42)	0.00	3.16
<b>Luteolina</b>	< 10	54.54(27.63)	0.00	118.41
	10-18	65.45(32.95)	0.00	118.41
	19-49	117.87 (6.86)	59.21	157.88
	>=50	142.13(21.18)	0.00	157.88
<b>Pinoresinol</b>	< 10	13.17(6.67)	0.00	28.59
	10-18	15.80(7.96)	0.00	28.59
	19-49	28.46(1.65)	14.30	38.12
	>=50	34.32(5.11)	0.00	38.12
<b>Apigenina</b>	< 10	15.63(7.91)	0.00	33.93
	10-18	18.75(9.44)	0.00	33.93
	19-49	33.77(1.96)	16.97	45.24
	>=50	40.73(6.07)	0.00	45.24
<b>Polifenoles Totales</b>	< 10	8177.79(4143.14)	0.00	17753.79
	10-18	9814.07(4941.21)	0.00	17753.79
	19-49	17672.88(1028.50)	8876.90	23671.72
	>=50	21310.30(3175.62)	0.00	23671.72

Las diferencias entre los grupos de edad fueron significativas en todos los casos ( $p < 0.001$  Kruskal- Wallis test). Número de individuos por muestra: < 10 años,  $n=364$ ; 10-18 años,  $n=281$ ; 19- 49 años,  $n=256$ ;  $\geq 50$  años,  $n= 411$ .

**8. FACTORES ASOCIADOS DE LA DIETA A LA INGESTA DE COMPUESTOS FENÓLICOS DEL ACEITE**

La Tabla 8.1 muestra los factores asociados con la ingesta dietética de polifenoles del aceite de oliva. La ingesta total de polifenoles se asoció significativamente con la adhesión de los sujetos a la Dieta Mediterránea, al índice de masa corporal (IMC) y el sexo. Los sujetos que presentan un modelo de dieta más cercano a la Dieta Mediterránea que a su vez presentan un menor IMC tuvieron una mayor ingesta de compuestos fenólicos del aceite. Asimismo la ingesta de compuestos fenólicos de las mujeres fue mayor que la de los hombres.

**Tabla 8.1. Factores asociados con la ingesta dietética de compuestos fenólicos del aceite de oliva. Regresión logística como variable dependiente la ingesta de polifenoles**

	p	OR	C.I. of OR	
			Lower 95.0%	Upper 95.0%
Tipo de aceite *	0.241	2.927	0.486	17.629
MDS 1 <sup>st</sup> 3 <sup>rd</sup>	0.007	1.328	1.081	1.632
IMC**	0.001	4.812	3.257	7.108
Sexo	0.001	4.312	2.918	6.373

CI, intervalo de confianza; OR, odds ratio, \* Aceite de oliva vs. no-Aceite de oliva, \*\*Índice de masa corporal: peso normal vs. sobrepeso; 1<sup>st</sup> vs. 3<sup>rd</sup> tercil del Mediterranean Diet Score

## **9. PARAMETROS DE CALIDAD FISICO-QUÍMICOS DE LOS ACEITES ESTUDIADOS**

Se han estudiado los parámetros de calidad de aceite de oliva virgen extra (AOVE) procedentes de almazaras pertenecientes a la Denominaciones de Origen Montes de Granada, Poniente de Granada, Priego de Córdoba, Montes de Toledo, Sierra de Cazorla, Sierra de Segura, Sierra Mágina, y otras muestras de aceites de oliva virgen extra comerciales. Todas las determinaciones llevadas a cabo en estos parámetros se realizaron por triplicado.

Los aceites almacenados en oscuridad mantienen mejor sus características de calidad a lo largo del período de almacenamiento, frente a los aceites expuestos a la luz natural, influyendo también el factor variedad y el tipo de envase.

Existen muchos autores que estudian la evolución de los parámetros de calidad reglamentada acidez, índice de peróxidos,  $K_{270}$  y  $K_{232}$ . Estos índices varían con el paso del tiempo, independientemente del sistema de conservación dando lugar a un descenso de la calidad, siendo el aumento más notable en los aceites que se exponen a la luz solar (Guadalmazas, 2009). Gómez-Alonso et al. (2007) en un estudio realizado con AOVE en condiciones de oscuridad durante un periodo de 21 meses de almacenamiento encuentran que el índice de peróxidos no excede del límite establecido para el AOVE ( $\leq 20$ ) a lo largo del periodo de estudio. Dabbou et al. (2011) en un estudio sobre el efecto del material de envasado y del tiempo de almacenamiento en la calidad del AOVE encuentran que el envase metálico seguido del cristal proporciona mejor protección frente a la oxidación que el envase de plástico.

### **Evolución del Índice de acidez**

Los cambios de acidez debidos al proceso hidrolítico de los triglicéridos pueden ser explicados por la permeabilidad del envase al oxígeno y a la luz a lo largo del tiempo y las distintas variedades de aceituna utilizadas para la obtención de los AOVE

En las Tablas 9.1 y 9.2 se recogen los resultados del grado de acidez de los AOVE de variedad *Picual* en distintos tipos de envases en condiciones de oscuridad y la luz natural a lo largo de 12 meses de almacenamiento.

**Tabla 9.1: Acidez en muestras de aceites de la variedad *Picual* en condiciones de oscuridad**

Período	1	2	3	4	5	6	7	8
Tiempo	CC	CC	CT	PET	PET	PET	PET	PET
1	0.22	0.14	0.20	0.17	0.42	0.37	0.17	0.17
2	0.23	0.14	0.20	0.17	0.47	0.38	0.20	0.17
3	0.29	0.22	0.28	0.25	0.54	0.44	0.27	0.25
4	0.30	0.23	0.32	0.28	0.58	0.61	0.38	0.37

Período	9	10	11	12	13	14
Tiempo	MET	MET	MET	MET	MET	CER
1	0.18	0.16	0.20	0.27	0.22	0.17
2	0.18	0.17	0.20	0.29	0.24	0.20
3	0.20	0.19	0.22	0.34	0.28	0.27
4	0.22	0.19	0.23	0.35	0.28	0.47

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

El grado de acidez de las muestras de AOVE variedad *Picual* mantenidas en condiciones de oscuridad muestran elevaciones mayores de éste índice en los envases PET donde se producen incrementos de acidez de 0.11 a 0.24. En los envases de cristal estas variaciones están comprendidas entre 0.08 a 0.12. Las muestras conservadas en envases metálicos muestran incrementos de acidez menores oscilando entre 0.03 y 0.08. En ninguna de las muestras el grado de acidez ha sobrepasado el límite establecido para AOVE ( $\leq 0.8$ ).

## Resultados y Discusión

**Tabla 9.2: Acidez en muestras de aceites de la variedad Picual expuestas a la luz natural**

Período Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8
	CC	CC	CT	PET	PET	PET	PET	PET
1	0.23	0.17	0.21	0.17	0.45	0.40	0.14	0.17
2	0.28	0.22	0.14	0.19	0.50	0.40	0.20	0.20
3	0.31	0.28	0.30	0.35	0.59	0.50	0.33	0.34
4	0.38	0.32	0.41	0.47	0.61	0.67	0.46	0.50

Período Tiempo	9	10	11	12	13	14
	MET	MET	MET	MET	MET	CER
1	0.18	0.17	0.20	0.27	0.23	0.17
2	0.20	0.17	0.20	0.28	0.26	0.24
3	0.23	0.20	0.25	0.35	0.29	0.31
4	0.27	0.25	0.28	0.38	0.31	0.50

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

Los resultados encontrados (Tabla 9.2) muestran un incremento del grado de acidez mayor en los aceites envasados en PET oscilando desde 0.16 a 0.33. En envases de cristal estos incrementos van desde 0.15 a 0.20, mientras que en los envases metálicos estas elevaciones fueron más pequeñas con valores entre 0.08 y 0.11. Otros autores encuentran cambios similares en las muestras analizadas. Gutiérrez y Fernández (2002) en un estudio realizado en aceites procedentes de la misma variedad (*Picual*) obtienen resultados de grado de acidez con incrementos de 0.11 en un período de 6 meses cifras que están de acuerdo con las elevaciones encontradas en este estudio.

En las Tablas 9.3 y 9.4 se encuentran los valores del grado de acidez de las muestras de variedad *Arbequina* en condiciones de oscuridad y expuestas a la luz natural en diferentes tipos de envases durante el período de estudio.

**Tabla 9.3: Acidez en muestras de aceites de la variedad *Arbequina* en condiciones de oscuridad**

Periodo Tiempo	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	CC	CC	CT	CT	CT	CT	PET	PET	MET	MET	MET
1	0.17	0.14	0.11	0.12	0.17	0.19	0.20	0.14	0.11	0.17	0.11
2	0.20	0.15	0.16	0.14	0.20	0.20	0.24	0.17	0.13	0.19	0.13
3	0.25	0.24	0.18	0.25	0.27	0.29	0.35	0.32	0.19	0.21	0.18
4	0.29	0.27	0.32	0.37	0.39	0.35	0.37	0.38	0.24	0.23	0.21

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

**Tabla 9.4: Acidez en muestras de aceites de la variedad *Arbequina* expuestas a la luz natural**

Periodo Tiempo	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	CC	CC	CT	CT	CT	CT	PET	PET	MET	MET	MET
1	0.17	0.17	0.14	0.16	0.17	0.20	0.22	0.17	0.11	0.17	0.12
2	0.22	0.18	0.20	0.23	0.24	0.21	0.24	0.18	0.14	0.21	0.14
3	0.32	0.30	0.33	0.39	0.45	0.43	0.48	0.44	0.29	0.30	0.28
4	0.39	0.41	0.45	0.42	0.50	0.54	0.56	0.53	0.33	0.32	0.30

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

En condiciones de oscuridad los incrementos de grado de acidez varían desde 0.17 a 0.24 en PET. En envases de cristal los incrementos son entre 0.12 a 0.25. Los envases metálicos presentan incrementos menores desde 0.06 a 0.13. Las muestras de aceites expuestas a la luz natural de esta variedad (*Arbequina*) envasadas en PET

## Resultados y Discusión

muestran incrementos de acidez que varían entre 0.34 y 0.36. En las muestras envasadas en cristal se encuentran incrementos entre 0.20 y 0.34. Los incrementos menores corresponden a las muestras con envase metálico de 0.15 a 0.22.

Guil-Guerrero y Urda Romacho (2009) en aceites expuestos a la luz y en envases de cristal encontraron incrementos del grado de acidez de 0.03 a 0.05.

Los índices de acidez de los aceites de la variedad *Picuda* en diferentes tipos de envase y condiciones de oscuridad y luz natural en el período de estudio están reflejados en las Tablas 9.5 y 9.6.

**Tabla 9.5: Acidez en muestras de aceites de la variedad *Picuda* en condiciones de oscuridad**

Periodo	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Tiempo	CC	CC	CC	CC	CT	CT	CT	PET	MET
1	0.20	0.14	0.14	0.16	0.12	0.17	0.18	0.23	0.13
2	0.20	0.16	0.17	0.16	0.11	0.20	0.20	0.22	0.18
3	0.25	0.23	0.25	0.27	0.25	0.25	0.26	0.35	0.23
4	0.30	0.27	0.28	0.29	0.32	0.37	0.39	0.43	0.32

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

**Tabla 9.6: Acidez en muestras de aceites de la variedad *Picuda* expuestas a la luz natural**

Periodo	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Tiempo	CC	CC	CC	CC	CT	CT	CT	PET	MET
1	0.20	0.14	0.14	0.17	0.14	0.17	0.20	0.23	0.14
2	0.25	0.20	0.17	0.20	0.19	0.24	0.23	0.27	0.21
3	0.33	0.34	0.35	0.34	0.33	0.35	0.38	0.39	0.30
4	0.39	0.38	0.41	0.39	0.49	0.47	0.45	0.51	0.37

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

Las muestras mantenidas en oscuridad de la variedad *Picuda* en tipos de envases diferentes durante 12 meses muestran oscilaciones del grado de acidez

mayores en el envase PET (0.20). En los envases de cristal los incrementos varían entre 0,10 y 0.21, siendo similar este incremento en el envase metálico (0.19).

En condiciones de luz natural los incrementos de grado de acidez encontrados son mayores en el envase PET (0.28). En los envases de cristal estos valores oscilaron de 0.19 a 0.35 y en envase metálico el incremento del grado de acidez fue de 0.23.

Las Tablas 9.7 y 9.8 recogen los resultados del grado de acidez en muestras de aceites multivarietales en condiciones de oscuridad y expuestas a la luz en diferentes tipos de envases a lo largo de 12 meses de estudio. Los resultados encontrados ponen de manifiesto que los incrementos del grado de acidez en condiciones de oscuridad de aceites multivarietales en el periodo de estudio muestran mayores incrementos en el envase PET (0.20). En envases de cristal estos incrementos son intermedios (0.10 a 0.11) y las elevaciones menores corresponden a los aceites envasados en Tetrabrik (0.08).

Las muestras expuestas a la luz presentan también incrementos mayores en envase PET (0.25), valores intermedios corresponden al cristal (0.11 a 0.18) y en la muestra de Tetrabrik se produce el incremento menor (0.12)

**Tabla 9.7: Acidez en muestras de aceites multivarietales en condiciones de oscuridad**

Periodo Tiempo	35	36	37	38
	TETRA	PET	CC	CT
1	0.23	0.25	0.26	0.46
2	0.25	0.28	0.28	0.48
3	0.29	0.37	0.33	0.55
4	0.31	0.45	0.36	0.57

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

**Tabla 9.8: Acidez en muestras de aceites multivarietales expuestas a la luz natural**

Periodo Tiempo	35	36	37	38
	TETRA	PET	CC	CT
1	0.24	0.26	0.26	0.49
2	0.28	0.28	0.30	0.52
3	0.33	0.40	0.38	0.58
4	0.36	0.51	0.44	0.60

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por diferentes autores. Pristouri et al. (2010) encuentran en aceites envasados en cristal y mantenidos en la oscuridad incrementos en el índice de acidez de 0.12, y 0.16 en aceites envasados en PET.

Méndez y Falqué (2007) en un estudio realizado con aceite de oliva virgen extra en diferentes tipos de envase encuentran que se producen incrementos similares en la acidez en los diferentes tipos de envases aunque este incremento es menor en los envases Tetrabrik y en los envases metálicos seguidos de los envases de cristal puesto que no permiten la penetración de los gases, sin embargo el cristal es sensible a la acción de la luz, lo que también produce un incremento de la acidez. El incremento de acidez fue mayor en los envases de plástico. Estos resultados están de acuerdo con los encontrados en nuestro estudio.

### **Evolución del Índice de Peróxidos**

Los resultados del estudio muestran que el índice de peróxidos (IP) se ve afectado por el material de envasado y las condiciones de conservación. En las Tablas 9.9 y 9.10 se muestran los valores del índice de peróxidos de los AOVE variedad *Picual* en diferentes tipos de envase en condiciones de oscuridad y expuestos a la luz natural. En los aceites expuestos a la luz natural se encuentra el mayor incremento en el índice de peróxidos, frente a los que se han conservado en oscuridad.

**Tabla 9.9: Índice de Peróxidos en muestras de aceites de la variedad Picual en condiciones de oscuridad**

Periodo Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8
	CC	CC	CT	PET	PET	PET	PET	PET
1	2.82	3.00	4.19	3.19	5.82	6.03	3.98	2.99
2	5.42	4.24	5.23	5.92	6.00	9.00	5.80	4.84
3	11.99	10.81	12.70	13.20	14.43	15.00	16.82	16.80
4	15.62	15.40	16.56	16.82	16.65	18.02	18.62	17.97

Periodo Tiempo	9	10	11	12	13	14
	MET	MET	MET	MET	MET	CER
1	5.00	5.80	5.70	5.97	6.58	11.50
2	7.06	6.90	6.95	7.58	9.70	12.00
3	12.00	12.50	12.30	13.31	11.54	17.90
4	14.00	15.30	14.70	15.85	15.40	19.99

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

## Resultados y Discusión

**Tabla 9.10: Índice de Peróxidos en muestras de aceites de la variedad Picual expuestas a la luz natural**

Periodo Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8
	CC	CC	CT	PET	PET	PET	PET	PET
1	3.06	3.39	5.36	6.06	6.95	7.05	4.63	3.74
2	16.36	16.00	17.74	19.17	17.42	18.13	18.20	18.01
3	11.01	9.74	11.92	9.32	12.76	11.45	15.66	8.22
4	6.85	7.30	7.09	5.40	6.20	5.90	6.30	5.10

Periodo Tiempo	9	10	11	12	13	14
	MET	MET	MET	MET	MET	CER
1	5.22	5.98	7.66	6.40	7.20	11.60
2	16.10	16.30	16.90	15.00	17.00	20.05
3	16.00	12.44	13.50	12.40	15.00	11.21
4	10.03	11.00	9.18	8.20	11.35	5.00

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

Todas las muestras analizadas en condiciones de oscuridad cumplen los límites establecidos para la categoría de AOVE durante el período de almacenamiento ( $\leq 20$ ). Las muestras expuestas a la luz natural alcanzan valores máximos a los 4 meses. En el tercer periodo de lectura los valores de éste índice disminuyen debido a la que los radicales reaccionan entre si y forman productos no radicales (Aparicio y Harwood, 2003)

Gutiérrez y Fernández (2002) en un trabajo llevado a cabo en aceites de variedad Picual, indican que los cambios en el valor de peróxidos durante 6 meses de estudio en aceites expuestos a la luz son consecuencia de una depleción de oxígeno. La impermeabilidad al oxígeno del tipo de envase evita aún más la producción de peróxidos.

Los índices de peróxidos en las muestras analizadas de aceites de variedad *Arbequina* se encuentran en la Tablas 9.11 y 9.12

**Tabla 9.11: Índice de Peróxidos en muestras de aceites de la variedad Arbequina en condiciones de oscuridad**

Periodo Tiempo	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	CC	CC	CT	CT	CT	CT	PET	PET	MET	MET	MET
1	4.98	2.38	5.00	4.04	3.80	4.23	4.41	5.00	4.99	4.70	5.10
2	7.20	8.70	9.50	11.00	8.90	8.00	9.25	12.06	8.90	8.94	9.73
3	10.17	11.20	12.90	13.06	13.00	12.00	14.60	15.90	13.92	14.01	11.94
4	16.40	16.20	17.36	16.90	17.03	16.70	18.80	19.12	16.10	15.50	15.90

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

**Tabla 9.12: Índice de Peróxidos en muestras de aceites de la variedad Arbequina expuestas a la luz natural**

Periodo Tiempo	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	CC	CC	CT	CT	CT	CT	PET	PET	MET	MET	MET
1	5.10	3.90	5.40	5.60	4.10	4.90	5.23	5.80	5.32	5.20	5.50
2	19.03	18.10	18.35	19.11	18.20	19.16	20.05	21.50	18.02	17.80	17.95
3	8.18	9.06	10.9	11.00	11.72	11.85	7.80	8.50	9.15	8.40	9.20
4	5.80	6.10	6.80	5.50	6.05	5.70	4.93	4.85	8.50	7.70	8.35

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

Las muestras mantenidas en oscuridad durante todo el período de estudio presentan valores de índice de peróxidos comprendidos dentro de los límites establecidos para AOVE. Las muestras expuestas a la luz presentan un máximo en éste índice a los 4 meses.

Guil-Guerrero y Urda-Romacho (2009) observan variaciones significativas en el índice de peróxidos de los aceites envasados en cristal considerándose este índice como un indicador de la oxidación primaria del aceite.

Durante el almacenamiento, los aceites envasados en PVC y expuestos a la luz natural presentan mayores valores de IP que los envasados en cristal, lo que podría ser explicado por la permeabilidad del plástico al oxígeno. Las muestras almacenadas en oscuridad tardan más tiempo en alcanzar el mayor valor de IP. Esta tendencia está de acuerdo con los resultados de Vekiari et al. (2007).

## Resultados y Discusión

En las Tablas 9.13 y 9.14 se encuentran los resultados de índice de peróxidos en muestras de aceite de variedad *Picuda* en condiciones de luz y oscuridad durante el periodo de estudio.

**Tabla 9.13: Índice de Peróxidos en muestras de aceites de la variedad *Picuda* en condiciones de oscuridad**

Periodo Tiempo	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	CC	CC	CC	CC	CT	CT	CT	PET	MET
1	4.61	4.50	5.01	6.15	5.74	6.40	6.85	6.43	4.99
2	12.61	4.60	5.60	8.35	10.50	7.72	9.10	9.48	10.90
3	14.00	6.43	9.16	14.60	12.60	9.47	15.08	17.72	12.71
4	15.80	16.18	16.12	17.10	16.25	15.90	16.70	19.30	15.70

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

**Tabla 9.14: Índice de Peróxidos en muestras de aceites de la variedad *Picuda* expuestas a la luz natural**

Periodo Tiempo	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	CC	CC	CC	CC	CT	CT	CT	PET	MET
1	8.35	4.60	5.20	6.20	5.04	6.05	7.09	6.83	2.60
2	17.00	17.19	16.72	16.50	17.90	17.78	18.00	19.63	17.86
3	9.58	8.90	9.28	9.70	11.84	11.09	10.92	8.80	10.50
4	6.30	6.05	6.67	6.80	6.70	6.89	7.01	5.20	9.68

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

Las muestras mantenidas en oscuridad cumplen el límite establecido ( $\leq 20$ ) para la categoría AOVE durante todo el período, mientras que las muestras expuestas a la luz solo cumplen este requisito durante los 4 primeros meses del estudio.

Los índices de peróxidos en aceites multivarietales en condiciones de oscuridad y expuestas a la luz natural se reflejan en la Tabla 9.15 y 9.16.

Todas las muestras analizadas en condiciones de oscuridad presentan índices de peróxidos  $\leq 20$ , sin embargo los aceites expuestos a la luz tienen un valor máximo a los 4 meses del estudio.

Los resultados obtenidos sugieren que el polietileno sería el envase menos indicado para la conservación del AOVE. Estos resultados están de acuerdo con Pristouri et al. (2010) que en un estudio realizado para conocer el efecto del material de envasado en aceite de oliva encuentran mayores incrementos en el índice de peróxidos en las muestras envasadas en PET (12.92 a 20.61) respecto de las envasadas en cristal (12,92 a 18.86).

**Tabla 9.15: Índice de Peróxidos en muestras de aceites multivarietal en condiciones de oscuridad**

Periodo Tiempo	35	36	37	38
	TETRA	PET	CC	CT
1	2.20	5.74	6.43	6.98
2	6.76	9.80	13.90	9.07
3	7.85	16.25	14.20	9.30
4	15.90	19.05	15.90	16.78

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

**Tabla 9.16: Índice de Peróxidos en muestras de aceites multivarietales expuestas a la luz natural**

Periodo Tiempo	35	36	37	38
	TETRA	PET	CC	CT
1	3.78	6.50	6.85	6.42
2	16.35	19.80	16.70	17.78
3	10.15	9.30	10.65	11.13
4	9.70	4.93	6.27	6.38

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

Estos resultados están también de acuerdo con los encontrados por Dabbou et al. (2011) que ponen de manifiesto la influencia del material del envase sobre la

## Resultados y Discusión

variación del índice de peróxidos a los largo de 12 meses. Los AOVE almacenados en envases que puedan protegerlos de la luz y la permeabilidad al oxígeno van a contribuir favorablemente a minimizar el deterioro oxidativo durante el almacenamiento.

### Evolución de los valores de la absorción al ultravioleta ( $K_{270}$ y $K_{232}$ )

#### Valores de $K_{270}$

Los valores de la absorción al ultravioleta (UV)  $K_{270}$  en aceites de la variedad *Picual* en condiciones de oscuridad y expuestas a la luz natural se reflejan en la Tablas 9.17 a 9.24.

**Tabla 9.17:  $K_{270}$  en muestras de aceites de la variedad *Picual* en condiciones de oscuridad**

Periodo Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8
	CC	CC	CT	PET	PET	PET	PET	PET
1	0.14	0.12	0.13	0.15	0.14	0.14	0.15	0.14
2	0.14	0.13	0.15	0.17	0.15	0.16	0.16	0.17
3	0.16	0.14	0.19	0.19	0.17	0.18	0.19	0.20
4	0.25	0.24	0.28	0.35	0.29	0.37	0.33	0.31

Periodo Tiempo	9	10	11	12	13	14
	MET	MET	MET	MET	MET	CER
1	0.15	0.15	0.13	0.12	0.10	0.15
2	0.16	0.15	0.13	0.13	0.11	0.20
3	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14	0.31
4	0.24	0.26	0.23	0.21	0.22	0.40

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

**Tabla 9.18:  $K_{270}$  en muestras de aceites de la variedad *Picual* expuestas a la luz natural**

Periodo Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8
	CC	CC	CT	PET	PET	PET	PET	PET
1	0.14	0.13	0.14	0.16	0.15	0.15	0.16	0.15
2	0.22	0.23	0.23	0.26	0.24	0.25	0.25	0.27
3	0.28	0.25	0.29	0.33	0.33	0.31	0.30	0.31
4	0.30	0.30	0.31	0.39	0.36	0.38	0.38	0.40

Periodo Tiempo	9	10	11	12	13	14
	MET	MET	MET	MET	MET	CER
1	0.16	0.14	0.13	0.13	0.11	0.17
2	0.25	0.24	0.21	0.24	0.20	0.25
3	0.23	0.23	0.24	0.25	0.22	0.36
4	0.28	0.31	0.30	0.29	0.28	0.40

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

Las muestras de variedad *Picual* en condiciones de oscuridad cumplen el límite establecido para AOVE ( $\leq 0.22$ ) durante los 8 primeros meses del estudio, mientras que las expuestas a la luz ya presentan valores superiores a los 4 primeros meses.

Estos resultados están de acuerdo con los de Gutiérrez y Fernández (2002) que encuentran un incremento progresivo en éste parámetro a lo largo de los 6 meses del estudio, y sugieren que es un parámetro significativo para determinar la pérdida de calidad extra del aceite de oliva virgen.

## Resultados y Discusión

En Tablas 9.19 y 9.20 se muestran los resultados del parámetro  $K_{270}$  en las muestras de aceites de variedad *Arbequina* conservadas en oscuridad y expuestas a la luz. Las muestras conservadas en la oscuridad mantienen el valor de este parámetro dentro del límite establecido ( $\leq 0.22$ ) durante los primeros 8 meses de estudio, con la salvedad de una de las muestras, envasada en PET, que sobrepasa este límite. Las muestras expuestas a la luz presentan valores superiores a 0.22 a los 4 meses perdiendo la categoría extra el aceite de oliva virgen

**Tabla 9.19:  $K_{270}$  en muestras de aceites de la variedad *Arbequina* en condiciones de oscuridad**

Periodo Tiempo	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	CC	CC	CC	CT	CT	CT	PET	PET	MET	MET	MET
1	0.14	0.11	0.13	0.12	0.13	0.14	0.11	0.13	0.10	0.13	0.13
2	0.16	0.16	0.17	0.17	0.19	0.20	0.17	0.19	0.15	0.14	0.14
3	0.19	0.20	0.21	0.20	0.20	0.21	0.20	0.26	0.15	0.19	0.18
4	0.29	0.28	0.28	0.31	0.32	0.30	0.30	0.40	0.26	0.27	0.29

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

**Tabla 9.20:  $K_{270}$  en muestras de aceites de la variedad *Arbequina* expuestas a la luz natural**

Periodo Tiempo	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	CC	CC	CT	CT	CT	CT	PET	PET	MET	MET	MET
1	0.13	0.12	0.14	0.13	0.14	0.15	0.15	0.14	0.11	0.12	0.13
2	0.24	0.26	0.25	0.27	0.26	0.25	0.29	0.28	0.27	0.29	0.26
3	0.31	0.30	0.34	0.32	0.32	0.35	0.34	0.36	0.29	0.28	0.26
4	0.32	0.30	0.33	0.34	0.33	0.36	0.39	0.42	0.30	0.32	0.30

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

Los valores de la absorción  $K_{270}$  en aceites de la variedad *Picuda* en condiciones de oscuridad y expuestas a la luz natural se reflejan en la Tablas 9.21 a 9.22.

**Tabla 9.21:  $K_{270}$  en muestras de aceites de la variedad Picuda en condiciones de oscuridad**

Periodo Tiempo	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	CC	CC	CC	CC	CT	CT	CT	PET	MET
1	0.14	0.13	0.14	0.13	0.15	0.10	0.11	0.14	0.15
2	0.15	0.14	0.17	0.15	0.16	0.18	0.17	0.17	0.18
3	0.21	0.19	0.20	0.20	0.20	0.21	0.22	0.23	0.20
4	0.25	0.27	0.27	0.26	0.29	0.28	0.30	0.40	0.25

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

**Tabla 9.22:  $K_{270}$  en muestras de aceites de la variedad Picuda expuestas a la luz natural**

Periodo Tiempo	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	CC	CC	CC	CC	CT	CT	CT	PET	MET
1	0.15	0.13	0.15	0.14	0.16	0.12	0.13	0.15	0.16
2	0.23	0.23	0.25	0.26	0.25	0.24	0.24	0.27	0.24
3	0.29	0.22	0.25	0.25	0.30	0.23	0.24	0.34	0.26
4	0.27	0.30	0.31	0.26	0.32	0.31	0.29	0.40	0.28

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

Las muestras de esta variedad tienen un comportamiento similar a los de variedad *Arbequina*, tanto en condiciones de oscuridad como expuestos a la luz natural durante el período analizado.

Los valores de  $K_{270}$  en aceites multivarietales en condiciones de oscuridad y expuestos a la luz natural se reflejan en la Tablas 9.23 a 9.24.

**Tabla 9.23:  $K_{270}$  en muestras de aceites multivarietales en condiciones de oscuridad**

Periodo Tiempo	35	36	37	38
	TETRA	PET	CC	CT
1	0.11	0.16	0.14	0.15
2	0.15	0.18	0.15	0.19
3	0.17	0.24	0.18	0.21
4	0.26	0.38	0.26	0.30

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

**Tabla 9.24:  $K_{270}$  en muestras de aceites multivarietal expuestas a la luz natural**

Periodo Tiempo	35	36	37	38
	TETRA	PET	CC	CT
1	0.12	0.16	0.15	0.16
2	0.23	0.26	0.24	0.25
3	0.27	0.35	0.27	0.28
4	0.30	0.39	0.31	0.34

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

Las muestras de aceite multivarietal conservadas en condiciones de oscuridad cumplen el límite establecido para la categoría extra ( $\leq 0.22$ ) durante los 8 primeros meses, excepto alguna de las muestras envasada en PET supera éste límite. Las muestras expuestas a la luz presentan valores superiores de este índice a los 4 meses, perdiendo la clasificación AOVE.

En el mismo sentido Vekiari et al. (2007) encuentran bajo condiciones de luz presentan mayores valores de  $K_{270}$  por la formación de productos de oxidación secundaria.

Valores de  $K_{232}$

Los valores de  $K_{232}$  en muestras de aceites de la variedad *Picual* en condiciones de oscuridad y expuestas a la luz natural se reflejan en la Tablas 9.25 a 9.26.

**Tabla 9.25:  $K_{232}$  en muestras de aceites de la variedad *Picual* en condiciones de oscuridad**

Periodo Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8
	CC	CC	CT	PET	PET	PET	PET	PET
1	1.67	1.77	1.90	1.97	1.95	1.92	1.90	1.85
2	1.89	1.80	2.07	2.10	2.20	2.05	2.15	1.89
3	2.51	2.53	2.54	2.62	2.68	2.76	2.69	2.70
4	2.46	2.49	2.36	1.89	1.86	1.78	1.93	1.80

Periodo Tiempo	9	10	11	12	13	14
	MET	MET	MET	MET	MET	CER
1	1.80	1.82	1.79	1.46	1.51	2.15
2	1.89	2.07	1.85	1.78	1.79	2.53
3	2.52	2.57	2.54	2.49	2.50	2.16
4	2.42	2.45	2.43	2.40	2.38	2.16

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

Las muestras de variedad *Picual* en condiciones de oscuridad aumentan el valor de  $K_{232}$  en el segundo periodo de medida sin sobrepasar el límite para ser clasificado como AOVE ( $\leq 2.50$ ). Los aceites expuestos a la luz presentan incrementos mayores de este parámetro sin sobrepasar el límite establecido.

## Resultados y Discusión

**Tabla 9.26:  $K_{232}$  en muestras de aceites de la variedad Picual expuestas a la luz natural**

Período Tiempo	1	2	3	4	5	6	7	8
	CC	CC	CT	PET	PET	PET	PET	PET
1	1.78	1.70	1.88	1.97	1.94	1.96	2.10	1.85
2	1.80	1.91	2.09	2.17	2.28	2.02	2.35	1.90
3	2.55	2.61	2.58	2.68	2.70	2.81	2.79	2.75
4	2.41	2.39	2.35	1.84	1.82	1.72	1.88	1.76

Período Tiempo	9	10	11	12	13	14
	MET	MET	MET	MET	MET	CER
1	1.83	1.80	1.49	2.01	1.69	2.18
2	1.92	2.20	1.85	2.19	1.95	2.58
3	2.53	2.60	2.59	2.58	2.59	2.80
4	2.44	2.46	2.40	2.50	2.48	1.65

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

Gutiérrez y Fernández (2002) evaluando los cambios en el  $K_{232}$  en aceites de variedad Picual envasadas en cristal también encuentran un incremento notable en aceites expuestos a la luz a lo largo de 6 meses del estudio, no excediendo el valor del límite establecido a lo largo de este periodo.

Los valores de  $K_{232}$  en muestras de aceites de la variedad *Arbequina* en condiciones de oscuridad y expuestas a la luz natural se reflejan en la Tablas 9.27 y 9.28.

**Tabla 9.27:  $K_{232}$  en muestras de aceites de la variedad Arbequina en condiciones de oscuridad**

Período Tiempo	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	CC	CC	CT	CT	CT	CT	PET	PET	MET	MET	MET
1	1.63	1.75	1.95	1.90	1.77	1.92	1.75	1.77	1.82	1.79	1.90
2	1.75	1.93	1.98	1.97	1.89	1.99	2.48	2.46	1.97	1.88	1.96
3	2.56	2.58	2.61	2.59	2.68	2.72	2.75	2.81	2.60	2.62	2.55
4	2.37	2.41	2.29	2.31	2.25	2.33	1.79	1.72	2.38	2.34	2.41

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

**Tabla 9.28:  $K_{232}$  en muestras de aceites de la variedad Arbequina expuestas a la luz natural**

Período Tiempo	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	CC	CC	CT	CT	CT	CT	PET	PET	MET	MET	MET
1	1.65	1.79	1.96	1.88	1.85	1.95	1.95	1.79	1.89	1.78	1.95
2	1.87	1.98	2.09	1.99	1.94	2.00	2.13	1.98	2.05	2.02	2.01
3	2.59	2.65	2.66	2.67	2.64	2.61	2.80	2.85	2.57	2.52	2.53
4	2.36	2.33	2.28	2.25	2.25	2.30	1.70	1.68	2.31	2.30	2.35

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

Las muestras de variedad *Arbequina* se comportan de manera similar a las de variedad Picual tanto en condiciones de luz como oscuridad.

En la Tablas 9.29 y 9.30 se muestran los valores de  $K_{232}$  en muestras de aceites de la variedad Picuda en condiciones de oscuridad y expuestas a la luz natural.

## Resultados y Discusión

**Tabla 9.29:  $K_{232}$  en muestras de aceites de la variedad Picuda en condiciones de oscuridad**

Período Tiempo	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	CC	CC	CC	CC	CT	CT	CT	PET	MET
1	1.50	1.40	1.80	1.62	1.90	1.74	1.86	1.98	1.60
2	1.72	1.44	1.97	1.75	2.05	1.96	1.96	2.10	1.78
3	2.50	2.51	2.54	2.52	2.58	2.60	2.58	2.60	2.71
4	2.38	2.43	2.31	2.40	2.37	2.36	2.39	2.35	1.82

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

**Tabla 9.30:  $K_{232}$  en muestras de aceites de la variedad Picuda expuestas a la luz natural**

Período Tiempo	26	27	28	29	30	31	32	33	34
	CC	CC	CC	CC	CT	CT	CT	PET	MET
1	1.65	1.45	1.80	1.75	1.92	1.73	1.90	2.01	1.68
2	1.87	1.90	2.02	1.80	2.05	2.10	1.99	2.13	1.95
3	2.58	2.61	2.58	2.63	2.60	2.62	2.62	2.64	2.85
4	2.38	2.42	2.40	2.44	2.33	2.35	2.37	2.42	1.80

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

Las muestras cumplen el límite para AOVE ( $\leq 2.50$ ) en condiciones de oscuridad en el segundo periodo de medida, tanto en condiciones de luz como oscuridad. En el tercer periodo de medida las muestras en condiciones de oscuridad y expuestas a la luz no cumplen el límite establecido para AOVE, presentando mayores incrementos los aceites expuestos a la luz.

En la Tablas 9.31 y 9.32 se muestran los valores de  $K_{232}$  en muestras de aceites multivarietales en condiciones de oscuridad y expuestos a la luz natural.

**Tabla 9.31:  $K_{232}$  en muestras de aceites multivarietales en condiciones de oscuridad**

Período Tiempo	35	36	37	38
	TETRA	PET	CC	CT
1	1.60	1.90	1.83	1.89
2	1.81	2.47	2.10	2.15
3	2.51	2.71	2.53	2.55
4	2.49	1.81	2.46	2.40

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

**Tabla 9.32:  $K_{232}$  en muestras de aceites multivarietales Picuda expuestas a la luz natural**

Período Tiempo	35	36	37	38
	TETRA	PET	CC	CT
1	1.70	1.94	1.85	1.92
2	1.89	2.53	2.22	2.20
3	2.53	2.80	2.55	2.61
4	2.45	1.76	2.41	2.38

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses; 4: 12 meses

Las muestras de AOVE en condiciones de oscuridad cumplen el límite establecido ( $\leq 2.50$ ) en el primer periodo de medida., mientras que las muestras expuestas a la luz presentan valores superiores al este límite en el primer periodo de estudio, dado que alguna de las muestras en envase de PET tiene un valor superior a 2.50

De forma general los resultados de este estudio están de acuerdo con los obtenidos Vekiari et al. (2007) que en muestras de aceites expuestas a la luz encuentran que el material de envasado y el efecto de la luz se relaciona con los índices de deterioro oxidativo, índice de peróxidos (IP) y coeficientes de extinción  $K_{270}$  y  $K_{232}$  del AOVE, siendo el proceso de oxidación más lento en presencia de oscuridad y más rápido en presencia de luz, indicando que los mayores valores de  $K_{232}$

## ***Resultados y Discusión***

en los envases de plástico pueden ser explicados por el efecto conjunto de la luz y la permeabilidad al oxígeno de estos envases que cataliza las reacciones de oxidación.

Linares et al. (2006) encuentran que los tipos de envases más usados para el AOV son el plástico, cristal, el metal y el cartón resultando los más impermeables, y los que menos protegen de la luz, el cristal y el plástico

De todas las variedades estudiadas, la *Arbequina* es la que presenta mayor incremento en el índice de peróxidos a lo largo del tiempo de almacenamiento, sobre todo bajo el efecto de la luz natural y la *Picual* presenta menores valores de oxidación, estando de acuerdo con los resultados de Guil-Gerrero y Urda-Romacho (2009). Los compuestos fenólicos y los tocoferoles juegan un importante papel en la estabilidad y en la preservación de la oxidación del AOVE y por tanto en el mantenimiento de su calidad (Lerma-García et al., 2009; Hrnčirik y Fritsche, 2005; Lavelli et al., 2006). Los pigmentos del aceite de oliva (clorofilas y feofitinas) también juegan un papel importante pues en presencia de luz favorecen el proceso de oxidación, mientras que en oscuridad tienen efecto antioxidante, por lo que el aceite debe conservarse en oscuridad (Kiritsakis, 1992; Civantos, 2008).

## **10. ANALISIS INFERENCIAL**

Para el análisis de inferencia entre los valores obtenidos mediante análisis químico ya descrito y las variables cualitativas estimadas se han utilizados los test de Kruskal-Wallis, para la variable cualitativa identificada como tipo de envase. En estadística, la prueba de Kruskal-Wallis es un método no paramétrico para probar si un grupo de datos proviene de la misma población. Intuitivamente, es idéntico al ANOVA con los datos reemplazados por categorías. Ya que es una prueba no paramétrica, la prueba de Kruskal-Wallis no asume normalidad en los datos, en oposición al tradicional ANOVA.

La prueba de los rangos con signo de Wilcoxon es una prueba no paramétrica para comparar la mediana de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas. Se utiliza como alternativa a la prueba *t* de Student cuando no se puede suponer la normalidad de dichas muestras.

Las *pruebas-t* de dos muestras para probar la diferencia en las medias pueden ser desapareadas o en parejas. Las pruebas *t* apareadas son una forma de bloqueo estadístico, y poseen un mayor poder estadístico que las pruebas no apareadas. Las pruebas *t* de muestras dependientes o apareadas, consisten típicamente en una muestra de pares de valores con similares unidades estadísticas, o un grupo de unidades que han sido evaluadas en dos ocasiones diferentes (una prueba *t* de mediciones repetitivas).

Una vez estimado el comportamiento de las muestras de aceites analizadas hasta el momento y de acuerdo con las variables a que son sometidas las muestras, tales como las condiciones de luz/oscuridad, el tipo de envase ya se presupone que de acuerdo con las capacidades de estabilidad y migración del envase hasta el alimento (aceite), este envase puede modificar las características de calidad del AOVE. El test de Wilcoxon se ha aplicado para el análisis por parejas luz/oscuridad y variable de calidad del aceite analizado.

## Resultados y Discusión

### ENSAYOS DE COMPORTAMIENTO SEGÚN TIPO DE ENVASE Y TIEMPO

Test de Kruscal-Wallis grado de significación \* $p < 0.05$

#### Variedad *Picual*

##### 1.- Grado de acidez

GRADO DE ACIDEZ						
PICUAL						
TIPOENVASE/TIEMPO	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Chi- cuadrado	P
MUESTRAS ALMACENADAS EN OSCURIDAD						
1	0.219	0.082	0.140	0.420	1.125	0.890
2	0.231	0.091	0.140	0.470	0.590	0.964
3	0.289	0.096	0.190	0.540	2.016	0.733
4	0.344	0.130	0.190	0.610	7.822	0.098
MUESTRAS ALMACENADAS A LA LUZ						
1	0.226	0.091	0.140	0.450	1.095	0.895
2	0.249	0.096	0.140	0.500	3.448	0.486
3	0.331	0.102	0.200	0.590	7.655	0.105
4	0.415	0.128	0.250	0.670	10.938	0.027*

##### 2.- Índice de peróxidos

INDICE DE PEROXIDOS						
PICUAL						
TIPOENVASE/TIEMPO	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Chi- cuadrado	p
MUESTRAS ALMACENADAS EN OSCURIDAD						
1	5.184	2.251	2.820	11.500	7.491	0.112
2	6.903	2.113	4.240	12.000	8.857	0.065
3	13.664	2.198	10.810	17.900	10.509	0.033*
4	16.493	1.660	14.000	19.990	11.103	0.025*
MUESTRAS ALMACENADAS A LA LUZ						
1	6.021	2.169	3.060	11.600	7.509	0.111
2	17.313	1.354	15.000	20.050	10.594	0.032*
3	12.188	2.313	8.220	16.000	5.657	0.226
4	7.493	2.140	5.000	11.350	11.743	0.019*

3.- K-270

PICUAL		K270				
TIPOENVASE/TIEMPO	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Chi- cuadrado	p.
MUESTRAS ALMACENADAS EN OSCURIDAD						
1	0.136	0.015	0.100	0.150	3.934	0.415
2	0.151	0.022	0.110	0.200	8.559	0.073
3	0.178	0.043	0.140	0.310	10.661	0.031*
4	0.284	0.060	0.210	0.400	11.103	0.025*
MUESTRAS ALMACENADAS A LA LUZ						
1	0.144	0.016	0.110	0.170	7.711	0.103
2	0.239	0.019	0.200	0.270	7.527	0.111
3	0.281	0.044	0.220	0.360	11.742	0.019*
4	0.334	0.047	0.280	0.400	10.790	0.029*

4.- K-232

PICUAL		K232				
TIPOENVASE/TIEMPO	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Chi- cuadrado	p.
MUESTRAS ALMACENADAS EN OSCURIDAD						
1	1.819	0.181	1.460	2.150	10.532	0.032*
2	2.004	0.207	1.780	2.530	8.118	0.087
3	2.558	0.144	2.160	2.760	10.320	0.035*
4	2.201	0.282	1.780	2.490	11.829	0.019*
MUESTRAS ALMACENADAS A LA LUZ						
1	1.870	0.178	1.490	2.180	7.554	0.109
2	2.086	0.221	1.800	2.580	5.909	0.206
3	2.654	0.099	2.530	2.810	9.883	0.042*
4	2.150	0.340	1.650	2.500	11.469	0.022*

## Resultados y Discusión

### Variedad Arbequina

#### 1.- Grado de acidez

ARBEQUINA		GRADO DE ACIDEZ				
TIPOENVASE/TIEMPO	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Chi- cuadrado	P
MUESTRAS ALMACENADAS EN OSCURIDAD						
1	0.148	0.033	0.110	0.200	2.204	0.531
2	0.174	0.035	0.130	0.240	3.287	0.349
3	0.248	0.057	0.180	0.350	6.510	0.089
4	0.311	0.066	0.210	0.390	8.373	0.039*
MUESTRAS ALMACENADAS A LA LUZ						
1	0.164	0.032	0.110	0.220	4.133	0.247
2	0.199	0.036	0.140	0.240	3.561	0.313
3	0.365	0.074	0.280	0.480	8.626	0.035*
4	0.432	0.092	0.300	0.560	8.795	0.032*

#### 2.- Índice de peróxidos

ARBEQUINA		INDICE DE PEROXIDOS				
TIPOENVASE/TIEMPO	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Chi- cuadrado	P
MUESTRAS ALMACENADAS EN OSCURIDAD						
1	4,421	0,811	2,380	5,100	3,198	0,362
2	9,289	1,328	7,200	12,060	4,640	0,200
3	12,973	1,619	10,170	15,900	7,576	0,056
4	16,910	1,147	15,500	19,120	9,273	0,026*
MUESTRAS ALMACENADAS A LA LUZ						
1	5,095	0,595	3,900	5,800	3,659	0,301
2	18,843	1,118	17,800	21,500	8,455	0,037*
3	9,615	1,475	7,800	11,850	7,939	0,047*
4	6,389	1,284	4,850	8,500	8,250	0,041*

3.- K-270

ARBEQUINA		K270				
TIPOENVASE/TIEMPO	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Chi- cuadrado	p.
MUESTRAS ALMACENADAS EN OSCURIDAD						
1	0.125	0.013	0.100	0.140	1.181	0.758
2	0.167	0.020	0.140	0.200	8.468	0.037*
3	0.199	0.026	0.150	0.260	7.424	0.060
4	0.300	0.037	0.260	0.400	5.964	0.113
MUESTRAS ALMACENADAS A LA LUZ						
1	0.133	0.013	0.110	0.150	7.181	0.066
2	0.265	0.016	0.240	0.290	6.105	0.107
3	0.315	0.031	0.260	0.360	8.687	0.034*
4	0.337	0.039	0.300	0.420	8.851	0.031*

4.- K-232

ARBEQUINA		K232				
TIPOENVASE/TIEMPO	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Chi- cuadrado	P
MUESTRAS ALMACENADAS EN OSCURIDAD						
1	1.814	0.095	1.630	1.950	7.162	0.067
2	2.024	0.231	1.750	2.480	6.695	0.082
3	2.643	0.085	2.550	2.810	6.871	0.076
4	2.236	0.243	1.720	2.410	8.649	0.034*
MUESTRAS ALMACENADAS A LA LUZ						
1	1.858	0.098	1.650	1.960	3.767	0.288
2	2.005	0.070	1.870	2.130	3.973	0.264
3	2.645	0.103	2.520	2.850	8.455	0.037*
4	2.192	0.251	1.680	2.360	8.637	0.035*

## Resultados y Discusión

### Variedad *Picuda*

#### 1.- Grado de acidez

PICUDA		GRADO DE ACIDEZ				
TIPOENVASE/TIEMPO	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Chi- cuadrado	P
MUESTRAS ALMACENADAS EN OSCURIDAD						
1	0.1633	0.0357	0.1200	0.2300	0.000	1.000
2	0.1778	0.0327	0.1100	0.2200	0.137	0.711
3	0.2600	0.0361	0.2300	0.3500	0.152	0.696
4	0.3300	0.0548	0.2700	0.4300	4.500	0.034*
MUESTRAS ALMACENADAS A LA LUZ						
1	0.1700	0.0335	0.1400	0.2300	0.140	0.708
2	0.2178	0.0319	0.1700	0.2700	0.127	0.721
3	0.3456	0.0270	0.3000	0.3900	0.528	0.467
4	0.4289	0.0521	0.3700	0.5100	4.582	0.032*

#### 2.- Índice de peróxidos

PICUDA		INDICE DE PEROXIDOS				
TIPOENVASE/TIEMPO	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Chi- cuadrado	P
MUESTRAS ALMACENADAS EN OSCURIDAD						
1	5.631	0.874	4.500	6.850	0.000	1.000
2	8.762	2.540	4.600	12.610	0.500	0.480
3	12.419	3.495	6.430	17.720	0.500	0.480
4	16.561	1.118	15.700	19.300	0.125	0.724
MUESTRAS ALMACENADAS A LA LUZ						
1	5.773	1.661	2.600	8.350	0.000	1.000
2	17.620	0.934	16.500	19.630	4.500	0.034*
3	10.068	1.064	8.800	11.840	4.500	0.034*
4	6.811	1.212	5.200	9.680	3.125	0.077

3.- K-270

PICUDA		K270				
TIPOENVASE/TIEMPO	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Chi- cuadrado	p.
MUESTRAS ALMACENADAS EN OSCURIDAD						
1	0.132	0.017	0.100	0.150	0.519	0.471
2	0.163	0.014	0.140	0.180	2.625	0.105
3	0.207	0.012	0.190	0.230	1.681	0.195
4	0.286	0.046	0.250	0.400	4.582	0.032*
MUESTRAS ALMACENADAS A LA LUZ						
1	0.143	0.014	0.120	0.160	0.292	0.589
2	0.246	0.013	0.230	0.270	0.033	0.856
3	0.264	0.038	0.220	0.340	0.000	1.000
4	0.304	0.041	0.260	0.400	1.559	0.212

4.- K-232

PICUDA		K232				
TIPOENVASE/TIEMPO	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Chi- cuadrado	P
MUESTRAS ALMACENADAS EN OSCURIDAD						
1	1.711	0.194	1.400	1.980	3.125	0.077
2	1.859	0.206	1.440	2.100	2.036	0.154
3	2.571	0.065	2.500	2.710	4.582	0.032*
4	2.312	0.188	1.820	2.430	0.500	0.480
MUESTRAS ALMACENADAS A LA LUZ						
1	1.766	0.168	1.450	2.010	2.000	0.157
2	1.979	0.109	1.800	2.130	3.125	0.077
3	2.637	0.083	2.580	2.850	0.519	0.471
4	2.323	0.199	1.800	2.440	4.500	0.034*

## Resultados y Discusión

### ANÁLISIS DEL COPORTAMIENTO POR PARES LUZ/OSCURIDAD Y TIEMPO

Test de Wilcoxon grado de significación \* $p < 0.05$

#### 1.- Variedad *Picual*

VARIEDAD PICUAL								
TIEMPO	Acidez		Índice Peróxidos		K270		K232	
	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P
1	-1.651	0.099	-3.296	0.001	-2.840	0.005	-1.178	0.239
2	-1.967	0.049	-3.296	0.001	-3.346	0.001	-2.377	0.017
3	-3.304	0.001	-1.538	0.124	-3.301	0.001	-3.301	0.001
4	-3.307	0.001	-3.296	0.001	-3.187	0.001	-1.510	0.131

#### 2.- Variedad *Arbequina*

VARIEDAD ARBEQUINA								
TIEMPO	Acidez		Índice Peróxidos		K270		K232	
	Z	P	Z	P	Z	P	Z	P
1	-2.388	0.017	-2.936	0.003	-1.941	0.052	-2.451	0.014
2	-2.825	0.005	-2.934	0.003	-2.943	0.003	-1.069	0.285
3	-2.937	0.003	-2.934	0.003	-2.947	0.003	-0.356	0.722
4	-2.941	0.003	-2.934	0.003	-2.940	0.003	-2.809	0.005

**3.- Variedad *Picuda***

VARIEDAD PICUDA								
TIEMPO	Acidez	P	Índice Peróxidos	P	K270	P	K232	P
1	-1.857	0.063	-0.296	0.767	-2.640	0.008	-2.380	0.017
2	-2.539	0.011	-2.666	0.008	-2.673	0.008	-2.527	0.012
3	-2.673	0.008	-1.599	0.110	-2.670	0.008	-2.677	0.007
4	-2.668	0.008	-2.666	0.008	-2.238	0.025	-0.351	0.725

**4.- Multivarietal**

MULTIVARIETAL								
TIEMPO	Acidez	P	Índice Peróxidos	P	K270	P	K232	P
1	-1.633	0.102	-1.095	0.273	-1.732	0.083	-1.826	0.068
2	-1.604	0.109	-1.826	0.068	-1.841	0.066	-1.826	0.068
3	-1.841	0.066	-0.730	0.465	-1.826	0.068	-1.841	0.066
4	-1.826	0.068	-1.826	0.068	-1.841	0.066	-1.841	0.066

## Resultados y Discusión

### 11. EVOLUCIÓN DEL ANÁLISIS SENSORIAL

En las Tablas 9.33 a 9.40 se muestra la evolución de los resultados de la valoración organoléptica en las muestras analizadas de aceite de oliva de las variedades *Picual*, *Arbequina*, *Picuda* y multivarietal en diferentes tipos de materiales de envasado, expuestas a la luz natural y en condiciones de oscuridad.

**Tabla 9.33: Valoración organoléptica de muestras de AOV variedad Picual en diferentes envases y condiciones de oscuridad.**

Período Tiempo	1 CC	2 CC	3 CT
	Mf	Mf	Mf
1	5,00 S*=-0,26 CV%=5,24	5,15 S*=-0,20 CV%=3,81	4,40 S*=-0,21 CV%=4,84
2	4,25 S*=-0,21 CV%=5,01	4,30 S*=-0,21 CV%=4,95	4,00 S*=-0,25 CV%=6,14
3	4,00 S*=-0,19 CV%=4,58	3,90 S*=-0,29 CV%=7,54	3,30 S*=-0,27 CV%=8,10

Período Tiempo	4 PET	5 PET	6 PET
	Mf	Mf	Mf
1	3,45 S*=-0,26 CV%=7,59	3,75 S*=-0,52 CV%=13,97	2,95 S*=-0,33 CV%=11,10
2	3,00 S*=-0,35 CV%=11,83	2,95 S*=-0,24 CV%=8,15	2,80 S*=-0,43 CV%=15,20
3	2,35 S*=-0,34 CV%=14,33	2,00 S*=-0,32 CV%=16,20	2,15 S*=-0,18 CV%=8,37

Período Tiempo	7 PET	8 PET	14 CER
	Mf	Mf	Mf
1	3,10 S*=-0,13 CV%=4,22	2,80 S*=-0,18 CV%=6,43	2,75 S*=-0,27 CV%=9,72
2	2,95 S*=-0,34 CV%=11,41	2,60 S*=-0,23 CV%=9,01	2,50 S*=-0,23 CV%=9,17
3	2,25 S*=-0,28 CV%=12,36	2,05 S*=-0,28 CV%=13,57	1,25 S*=-0,20 CV%=15,71
			Md
3			1,40 S*=-0,21 CV%=15,20

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses

**Tabla 9.33 (continuación)**

Período Tiempo	9 MET	10 MET	11 MET
	Mf	Mf	Mf
1	5,70 S*=0,25 CV%=4,33	4,50 S*=0,44 CV%=9,82	4,40 S*=0,26 CV%=5,99
2	4,00 S*=0,49 CV%=12,28	3,85 S*=0,38 CV%=9,89	3,95 S*=0,11 CV%=2,90
3	3,40 S*=0,23 CV%=6,74	3,30 S*=0,36 CV%=10,93	3,20 S*=0,34 CV%=10,52

Período Tiempo	12 MET	13 MET
	Mf	Mf
1	4,05 S*=0,42 CV%=10,48	4,70 S*=0,35 CV%=7,48
2	3,50 S*=0,25 CV%=7,01	3,55 S*=0,26 CV%=7,38
3	3,15 S*=0,15 CV%=4,65	3,20 S*=0,19 CV%=5,79

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses

Mf = Mediana del Frutado

Md = Mediana del Defecto de mayor intensidad

S\*= Desviación estándar

CV% = Coeficiente de variación

## Resultados y Discusión

**Tabla 9.34: Valoración organoléptica de muestras de AOV variedad Picual en diferentes envases expuestas a la luz natural**

Período Tiempo	1 CC	2 CC	3 CT
	Mf	Mf	Mf
1	5,00 S*=-0,26 CV%=5,24	5,15 S*=-0,20 CV%=3,81	4,40 S*=-0,21 CV%=4,84
2	4,05 S*=-0,42 CV%=10,48	3,90 S*=-0,15 CV%=3,78	3,55 S*=-0,34 CV%=9,68
3	2,08 S*=-0,19 CV%=6,68	1,75 S*=-0,13 CV%=7,48	1,35 S*=-0,11 CV%=8,49
	Md	Md	Md
3	1,00 S*=-0,12 CV%=12,0	1,50 S*=-0,15 CV%=9,8	2,20 S*=-0,33 CV%=14,88

Período Tiempo	4 PET	5 PET	6 PET
	Mf	Mf	Mf
1	3,45 S*=-0,26 CV%=7,59	3,75 S*=-0,52 CV%=13,97	2,95 S*=-0,33 CV%=11,10
2	2,50 S*=-0,32 CV%=12,96	3,00 S*=-0,23 CV%=7,57	2,80 S*=-0,21 CV%=7,60
3	1,00 S*=-0,09 CV%=9,36	1,75 S*=-0,35 CV%=19,86	1,00 S*=-0,08 CV%=8,18
	Md	Md	Md
3	1,35 S*=-0,24 CV%=17,82	1,35 S*=-0,27 CV%=19,80	2,35 S*=-0,41 CV%=17,41

Período Tiempo	7 PET	8 PET	14 CER
	Mf	Mf	Mf
1	3,10 S*=-0,13 CV%=4,22	2,80 S*=-0,18 CV%=6,43	2,75 S*=-0,27 CV%=9,72
2	2,50 S*=-0,40 CV%=16,05	2,40 S*=-0,29 CV%=12,28	2,10 S*=-0,23 CV%=10,91
3	1,55 S*=-0,28 CV%=17,95	1,10 S*=-0,11 CV%=10,42	1,00 S*=-0,05 CV%=5,35
	Md	Md	Md
3	1,50 S*=-0,25 CV%=16,37	1,50 S*=-0,25 CV%=16,37	1,35 S*=-0,25 CV%=18,81

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses

**Tabla 9.34 (continuación)**

Período Tiempo	9 MET	10 MET	11 MET
	Mf	Mf	Mf
1	5,70 S*=0,25 CV%=4,33	4,50 S*=0,44 CV%=9,82	4,40 S*=0,26 CV%=5,99
2	3,45 S*=0,26 CV%=7,59	3,60 S*=0,49 CV%=13,64	3,40 S*=0,39 CV%=11,55
3	2,00 S*=0,33 CV%=16,37	1,75 S*=0,22 CV%=12,55	1,65 S*=0,31 CV%=18,63
	Md	Md	Md
3	1,00 S*=0,15 CV%=14,73	1,80 S*=0,26 CV%=14,64	1,35 S*=0,25 CV%=18,81

Período Tiempo	12 MET	13 MET
	Mf	Mf
1	4,05 S*=0,42 CV%=10,48	4,70 S*=0,35 CV%=7,48
2	3,60 S*=0,17 CV%=4,65	4,30 S*=0,38 CV%=8,76
3	2,00 S*=0,16 CV%=8,02	2,10 S*=0,32 CV%=15,35
	Md	Md
3	1,00 S*=0,19 CV%=18,71	1,05 S*=0,22 CV%=20,01

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses

Mf = Mediana del frutado

Md = Mediana del defecto de mayor intensidad

S\* = Desviación estándar

CV% = Coeficiente de variación

## Resultados y Discusión

**Tabla 9.35: Valoración organoléptica de muestras de AOV variedad Arbequina en diferentes envases y condiciones de oscuridad.**

Período Tiempo	15 CC	16 CC	17 CT
	Mf	Mf	Mf
1	4,85 S*=-0,23 CV%=4,72	4,05 S*=-0,21 CV%=5,25	4,20 S*=-0,28 CV%=6,63
2	3,70 s*=-0,41 CV%=11,06	3,85 S*=-0,54 CV%=14,03	3,30 S*=-0,49 CV%=14,98
3	3,05 S*=-0,31 CV%=10,20	2,05 S*=-0,10 CV%=4,79	2,85 S*=-0,49 CV%=17,23

Período Tiempo	18 CT	19 CT	20 CT
	Mf	Mf	Mf
1	4,60 S*=-0,33 CV%=7,26	4,40 S*=-0,28 CV%=6,31	4,70 S*=-0,08 CV%=1,64
2	3,10 S*=-0,20 CV%=6,61	3,20 S*=-0,42 CV%=13,27	3,60 S*=-0,17 CV%=4,65
3	2,00 S*=-0,37 CV%=18,71	2,00 S*=-0,13 CV%=6,55	3,10 S*=-0,08 CV%=2,49

Período Tiempo	21 PET	22 PET	23 MET
	Mf	Mf	Mf
1	4,50 S*=-0,26 CV%=5,83	4,05 S*=-0,25 CV%=6,06	6,00 S*=-0,13 CV%=2,18
2	3,30 S*=-0,25 CV%=7,44	3,00 S*=-0,13 CV%=4,36	5,10 S*=-0,28 CV%=5,14
3	2,95 S*=-0,10 CV%=3,33	2,05 S*=-0,39 CV%=19,16	3,35 S*=-0,23 CV%=6,84
	Md	Md	
3	1,10 S*=-0,21 CV%=19,34	1,35 S*=-0,18 CV%=12,12	

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses

**Tabla 9.35 (continuación)**

Período Tiempo	24 MET	25 MET
	Mf	Mf
1	5,30 S*=0,31 CV%=5,80	5,35 S*=0,15 CV%=2,75
2	4,20 S*=0,16 CV%=63,90	3,90 S*=0,28 CV%=7,13
3	3,80 S*=0,11 CV%=3,02	3,25 S*=0,13 CV%=4,03

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses

Mf = Mediana del frutado

Md = Mediana del defecto de mayor intensidad

S\*= Desviación estándar

CV% = Coeficiente de variación

**Resultados y Discusión**

**Tabla 9.36: Valoración organoléptica de muestras de AOV variedad Arbequina en diferentes envases expuestas a la luz natural**

Período Tiempo	15 CC	16 CC	17 CT
	Mf	Mf	Mf
1	4,85 S*=0,23 CV%=4,72	4,05 S*=0,21 CV%=5,25	4,20 S*=0,28 CV%=6,63
2	2,00 S*=0,20 CV%=10,25	1,90 S*=0,34 CV%=17,87	1,70 S*=0,29 CV%=17,30
	Md	Md	Md
2	1,30 S*=0,23 CV%=18,02	1,20 S*=0,11 CV%=9,00	1,00 S*=0,07 CV%=6,68

Período Tiempo	18 CT	19 CT	20 CT
	Mf	Mf	Mf
1	3,10 S*=0,20 CV%=6,61	3,20 S*=0,42 CV%=13,27	3,10 S*=0,08 CV%=2,49
2	1,80 S*=0,21 CV%=11,88	1,65 S*=0,29 CV%=17,86	1,70 S*=0,26 CV%=15,41
	Md	Md	Md
2	1,25 S*=0,20 CV%=18,04	1,10 S*=0,05 CV%=4,46	1,70 S*=0,13 CV%=7,70

Período Tiempo	21 PET	22 PET	23 MET
	Mf	Mf	Mf
1	3,30 S*=0,25 CV%=7,44	3,00 S*=0,13 CV%=4,36	6,00 S*=0,13 CV%=2,18
2	1,55 S*=0,11 CV%=7,39	1,25 S*=0,20 CV%=15,71	2,95 S*=0,28 CV%=8,88
	Md	Md	Md
2	1,25 S*=0,23 CV%=18,33	1,25 S*=0,18 CV%=14,40	1,10 S*=0,15 CV%=13,39

1: medida inicial; 2: 4 meses

**Tabla 9.36 (continuación)**

Período Tiempo	24 MET	25 MET
	Mf	Mf
1	4,60 S*=-0,33 CV%=7,26	5,35 S*=-0,15 CV%=2,75
2	2,60 S*=-0,25 CV%=9,50	1,60 S*=-0,22 CV%=13,73
	Md	Md
2	1,10 S*=-0,03 CV%=2,81	1,50 S*=-0,22 CV%=14,64

1: medida inicial; 2: 4 meses

Mf= Mediana del Frutado

Md = Mediana del Defecto de mayor intensidad

S\*=- Desviación estándar

CV% = Coeficiente de variación

## Resultados y Discusión

**Tabla 9.37: Valoración organoléptica de muestras de AOV variedad Picuda en diferentes envases y condiciones de oscuridad.**

Período Tiempo	26 CC	27 CC	28 CC
	Mf	Mf	Mf
1	5,10 S*=0,25 CV%=4,84	5,05 S*=0,20 CV%=3,89	5,00 S*=0,37 CV%=7,41
2	3,05 S*=0,08 CV%=2,68	3,00 S*=0,33 CV%=10,91	3,10 S*=0,10 CV%=3,17
3	2,60 S*=0,34 CV%=13,22	2,10 S*=0,31 CV%=14,81	2,25 S*=0,43 CV%=18,91

Período Tiempo	29 CC	30 CT	31 CT
	Mf	Mf	Mf
1	5,00 S*=0,14 CV%=2,78	4,30 S*=0,35 CV%=8,25	4,65 S*=0,20 CV%=4,22
2	3,00 S*=0,28 CV%=9,28	2,80 S*=0,38 CV%=13,45	3,25 S*=0,18 CV%=5,54
3	2,20 S*=0,36 CV%=16,37	2,05 S*=0,33 CV%=15,97	2,10 S*=0,16 CV%=7,79

Período Tiempo	32 CT	33 PET	34 MET
	Mf	Mf	Mf
1	4,10 S*=0,23 CV%=5,65	3,10 S*=0,10 CV%=3,31	5,80 S*=0,23 CV%=3,99
2	3,55 S*=0,26 CV%=7,38	2,70 S*=0,34 CV%=12,73	4,35 S*=0,80 CV%=18,43
3	2,70 S*=0,33 CV%=12,12	2,30 S*=0,26 CV%=11,39	3,00 S*=0,15 CV%=4,88

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses

Mf = Mediana del frutado

Md = Mediana del defecto de mayor intensidad

S\* = Desviación estándar

CV% = Coeficiente de variación

**Tabla 9.38: Valoración organoléptica de muestras de AOV variedad Picuda en diferentes envases expuestas a la luz natural**

Período Tiempo	26 CC	27 CC	28 CC
	Mf	Mf	Mf
1	5,10 S*=-0,25 CV%=4,84	5,05 S*=-0,20 CV%=3,89	5,00 S*=-0,37 CV%=7,41
2	3,00 S*=-0,23 CV%=7,64	3,00 S*=-0,07 CV%=2,18	3,25 S*=-0,31 CV%=9,57
3	2,40 S*=-0,41 CV%=17,05	2,50 S*=-0,36 CV%=14,40	1,90 S*=-0,13 CV%=6,89
	Md	Md	Md
3	1,05 S*=-0,07 CV%=6,24	1,50 S*=-0,26 CV%=17,46	1,40 S*=-0,23 CV%=16,37

Período Tiempo	29 CC	30 CT	31 CT
	Mf	Mf	Mf
1	5,00 S*=-0,14 CV%=2,78	4,30 S*=-0,35 CV%=8,25	4,65 S*=-0,20 CV%=4,22
2	2,95 S*=-0,25 CV%=8,32	2,95 S*=-0,29 CV%=9,99	1,85 S*=-0,26 CV%=14,16
3	2,20 S*=-0,25 CV%=11,16	1,35 S*=-0,21 CV%=15,76	1,75 S*=-0,25 CV%=14,03
	Md	Md	Md
3	1,85 S*=-0,26 CV%=14,16	2,05 S*=-0,03 CV%=1,60	1,20 S*=-0,16 CV%=13,64

Período Tiempo	32 CT	33 PET	34 MET
	Mf	Mf	Mf
1	4,10 S*=-0,23 CV%=5,65	3,10 S*=-0,10 CV%=3,31	5,80 S*=-0,23 CV%=3,99
2	3,00 S*=-0,18 CV%=6,00	2,80 S*=-0,21 CV%=7,50	4,00 S*=-0,16 CV%=4,09
3	1,45 S*=-0,20 CV%=13,55	1,25 S*=-0,23 CV%=18,33	3,20 S*=-0,43 CV%=13,30
	Md	Md	Md
3	1,35 S*=-0,23 CV%=16,97	1,95 S*=-0,36 CV%=18,47	1,15 S*=-0,20 CV%=17,08

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses

Me Fr = Mediana del frutado

Md = Mediana del defecto de mayor intensidad

S\* = Desviación estándar

CV% = Coeficiente de variación

## Resultados y Discusión

**Tabla 9.39: Valoración organoléptica de muestras de AOV multivarietal en diferentes envases y condiciones de oscuridad.**

Período Tiempo	35 TETRA	36 PET	37 CC
	Mf	Mf	Mf
1	3,35 S*=0,28 CV%=8,31	3,35 S*=0,33 CV%=9,77	5,00 S*=0,29 CV%=5,86
2	2,50 S*=0,25 CV%=9,82	2,95 S*=0,07 CV%=2,22	3,25 S*=0,34 CV%=10,58
3	1,95 S*=0,15 CV%=7,55	2,15 S*=0,41 CV%=19,03	2,10 S*=0,36 CV%=17,15

Período Tiempo	38 CT
	Mf
1	5,40 S*=0,29 CV%=5,43
2	3,20 S*=0,20 CV%=6,14
3	1,90 S*=0,26 CV%=13,78

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses

Mf = Mediana del frutado

Md = Mediana del defecto de mayor intensidad

S\*= Desviación estándar

CV% = Coeficiente de variación

**Tabla 9.40: Valoración organoléptica de muestras de AOV multivarietal en diferentes envases expuestas a la luz natural**

Período Tiempo	35 TETRA	36 PET	37 CC
	Mf	Mf	Mf
1	3,35 S*=0,28 CV%=8,31	3,35 S*=0,33 CV%=9,77	5,00 S*=0,29 CV%=5,86
2	2,75 S*=0,28 CV%=10,12	2,50 S*=0,28 CV%=11,11	3,10 S*=0,32 CV%=10,39
3	1,15 S*=0,23 CV%=19,93	1,00 S*=0,13 CV%=13,09	1,65 S*=0,29 CV%=17,86
	Md	Md	Md
3	2,00 S*=0,25 CV%=12,28	1,95 S*=0,23 CV%=11,75	1,60 S*=0,23 CV%=14,32

Período Tiempo	38 CT
	Mf
1	5,40 S*=0,29 CV%=5,43
2	3,00 S*=0,42 CV%=14,15
3	1,90 S*=0,18 CV%=9,48
	Md
3	1,05 S*=0,10 CV%=9,35

1: medida inicial; 2: 4 meses; 3: 8 meses

Mf = Mediana del frutado

Md = Mediana del defecto de mayor intensidad

S\* = Desviación estándar

CV% = Coeficiente de variación

## **Resultados y Discusión**

En todas las muestras de aceite estudiadas se encuentra un descenso en la calidad sensorial a lo largo del tiempo de almacenamiento, siendo este descenso mucho mayor en los aceites que se han mantenido expuestos a la luz natural frente a los mantenidos en oscuridad.

Las muestras de variedad *Picual* analizadas en condiciones de oscuridad cumplen la característica de AOVE, con mediana de frutado  $>0$  y mediana de los defectos igual a 0. Sin embargo el atributo frutado fue disminuyendo su intensidad en los tres periodos de tiempo analizados. Las muestras expuestas a la luz natural no cumplen estas características en el tercer periodo de valoración, encontrándose una mediana de los defectos entre 1.00 y 2.35, por lo que estos aceites estarían clasificados como AOV al ser la mediana de los defectos  $\leq 3.5$ .

Los aceites de variedad *Arbequina* envasados en PET en condiciones de oscuridad presentaron defectos en la valoración organoléptica en el tercer periodo de análisis. Los aceites expuestos a la luz natural presentaron defectos en el análisis sensorial en el tercer periodo de valoración.

Las muestras de variedad *Picuda* en condiciones de oscuridad mantienen la categoría de AOVE respecto al análisis sensorial, mientras que las expuestas a la luz presentan defectos en el tercer periodo. Los aceites multivarietales presentan un comportamiento similar.

Los resultados de este estudio muestran que el deterioro en la calidad sensorial es más rápido en los aceites expuestos a la luz en todas las variedades estudiadas, siendo la más estable la *Picual* y la menos estable la *Arbequina*. Estos resultados están de acuerdo con los de Gutiérrez y Fernández (2002), que encuentran que en muestras expuestas a la luz hay una disminución de los atributos positivos y aparición de atributos negativos a lo largo de un periodo de estudio de 6 meses.

Jiménez et al. (2012) realizan un estudio sobre la influencia del proceso de maduración del fruto en la calidad sensorial de aceites de oliva vírgenes de las variedades *Picual*, *Hojiblanca* y *Picuda*, concluyendo que el perfil sensorial característico del aceite de cada variedad estudiada es modulado a lo largo de la maduración del fruto, permitiendo establecer una fecha óptima de recolección de la aceituna dando lugar a aceites de mayor calidad sensorial.

Delgado y Guinard (2011) en un estudio sobre caracterización de las propiedades sensoriales de AOVE identifican el perfil organoléptico por ser un parámetro de gran importancia para la clasificación de los AOV, resaltando que una de las etapas más importante en su deterioro es el almacenamiento del aceite, pues durante este proceso se pueden desarrollar defectos siendo el más frecuente el atributo negativo *rancio* debido a condiciones no apropiadas del almacenamiento: la exposición al oxígeno, la luz y altas temperaturas.



## **VI. CONCLUSIONES**



## VI. CONCLUSIONES

El análisis de los resultados presentados en este trabajo junto con la revisión de las publicaciones científicas, nos han permitido enunciar las siguientes conclusiones:

1. El método de extracción de compuestos fenólicos utilizado mostró unas recuperaciones elevadas para todos los compuestos en un rango entre 83.2% y 98.5%. Los compuestos fenólicos vanillina, pinoresinol y apigenina presentaron los mayores valores de recuperación de los compuestos estudiados.
2. Se ha desarrollado una metodología cromatográfica rápida, eficiente y sensible para la determinación de 11 compuestos fenólicos individuales y de los totales en aceite de oliva virgen mediante UPLC-TOF y HPLC-UV. Todas las curvas de calibrado fueron lineales en el rango estudiado con coeficientes de correlación superiores a 0.99 para todos los compuestos.
3. Se han analizado AOV procedentes de 7 denominaciones de origen de las variedades *Picual*, *Picuda*, *Arbequina* y *Hojiblanca*. El análisis demostró una disminución en el contenido en compuestos fenólicos totales en las muestras expuestas a la luz natural. Por el contrario, la exposición a la luz de los aceites de todas las variedades estudiadas incrementó su contenido en tirosol e hidroxitirosol
4. Existen diferencias estadísticamente significativas en el contenido de compuestos fenólicos totales entre las diferentes variedades, siendo la variedad *Picual* la que contiene la cantidad más grande con un valor medio 591.79 mg/Kg y la variedad *Arbequina* la que presenta menor concentración con un valor medio 288.63 mg/Kg.

## Conclusiones

5. El estudio epidemiológico de la población situada en el area de influencia de comercialización de estos aceites mostró que la variedad mas consumida es la Picual (mas del 90%). La ingesta total de compuestos fenólicos procedentes de esta variedad osciló entre 8,17 mg día<sup>-1</sup> para los menores 10 años de edad y 21,31 mg día<sup>-1</sup> para los mayores de 50 años. Los principales biofenoles fueron los fenoles simples hidroxitirosol y tirosol, con valores medios que van desde 91,12 hasta 237,44 µg día<sup>-1</sup> y de 88,53 a 230,71 µg día<sup>-1</sup>, respectivamente.
6. La ingesta total de compuestos fenólicos se asoció significativamente con la adhesión de los sujetos a la Dieta Mediterránea, al IMC y al sexo. Los sujetos que presentan un modelo de alimentación más cercano a la Dieta Mediterránea que a su vez presentan un menor IMC tuvieron una mayor ingesta de compuestos fenólicos. Además la ingesta de compuestos fenólicos fue mayor en las mujeres que en los hombres.
7. Los parámetros de calidad grado de acidez, índice de peróxidos, K<sub>270</sub> y K<sub>232</sub> y el analisis sensorial permitieron la clasificación de todos los aceites objeto de estudio dentro de la categoria aceite de oliva virgen extra.
8. El estudio de la influencia del estudio de factores como tiempo, tipo de envase y protección frente a la luz ha mostrado que los aceites analizados pierden su máxima calidad pasados los cuatro primeros meses de estudio.
9. El parámetro de calidad más determinante es la valoración organoléptica al ser el primero que no se cumple en los aceites de variedad *Arbequina*, apareciendo atributos negativos ( $\leq 3.5$ ), clasificándose como aceite de oliva virgen. Esto confirma la importancia del análisis sensorial en la clasificación del AOV.

10. Los resultados obtenidos en la evolución de los parámetros de calidad reglamentada muestran que el envase más indicado para mantener las características de calidad del aceite de oliva virgen extra es el metálico, seguido del cristal y el menos recomendado es el envase de plástico en todas las muestras analizadas.



## **VII. BIBLIOGRAFIA**



## **VII. BIBLIOGRAFIA**

Alarcón de la Lastra C, Barranco MD, Motilva V, Herrerías J. (2001). Mediterranean diet and health: biological importance of olive oil. *Curr Pharm DesJul*;7(10):933-50.

Alvarruiz A, Álvarez-Ortí M, Mateos B, Sena E, Pardo JE. (2015). Quality and Composition of Virgin Olive Oil from Varieties Grown in Castilla-La Mancha (Spain). *J Oleo Sci*. 2015 Sep 15.

Angerosa F, Di Giacinto, L. (1996). Antioxidantes naturales de aceite de oliva virgen obtenido por decantadores centrifugos de dos y tres fases. *Grasas Y Aceites*, vol.47, N° 4

Aparicio R, Harwood J. (2003). Manual del aceite de oliva. A. Madrid Vicente, Ediciones y Mundi-Prensa.

Barranco D. (1997). Las principales variedades de olivo en España. *Vida rural*, ISSN 1133-8938, N° 55, 1997:32-34

Barreto J, Estrada AR. (2011). Papel de la nutrición en la prevención de la actividad arteriosclerótica. Importancia de los suplementos dietéticos: nutracéuticos. *Rev Esp Cardiol Supl*.2011: 11(E) : 13-17.

Beauchamp G, Keast R, Morel D, Lin J, Pika J, Han Q, Lee C, Smith A & Breslin P.(2005). Phytochemistry: Ibuprofen-like activity in extra-virgin olive oil. *Nature* 437, 45-46 | doi:10.1038/437045a.

Bendini A, Cerretani L, Carrasco-Pancorbo A, Gómez-Caravaca AM, Segura-Carretero A, Fernández-Gutiérrez A, Lercker G.(2007). Phenolic Molecules in Virgin Olive Oils: a Survey of Their Sensory Properties, Health Effects, Antioxidant Activity and Analytical Methods. An Overview of the Last Decade. *Molecules*, 12: 1679-1719.

Bermúdez B, Pacheco YM, López S, Abia R, Muriana FJG.(2004). Digestion and absorption of olive oil. *Grasas y Aceites* 55(1): 1-10

Bhilwade NH, Tatewaki N, Nishida H, Konishi T.(2010). Squalene as Novel Food Factor. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. 8:875-880

Bogani P, Galli C, Villa M, Visioli F.(2007).Postprandial anti-inflammatory and antioxidant effects of extra virgin olive oil, *Atherosclerosis*.190(1): 181-186, ISSN 0021-9150,

Bonaccio M, Bonanni AE, Di Castelnuovo A, De Lucia F, Donati MB, de Gaetano G, Iacoviello L, Moli-sani Project Investigators. (2012). Low income is associated with poor adherence to aMediterranean diet and a higher prevalence of obesity: cross-sectional results from the Moli-sani study. *BMJ Open*. 2: e001685. doi:10.1136/bmjopen-2012-001685

## ***Bibliografía***

Bonanome A, Pagnan A, Biffanti S, Opportuno A, Sorgato F, Dorella M, Maiorino M, Ursin F.(1992).Effect of dietary monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on the susceptibility of plasma low density lipoproteins to oxidative modification . *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*. 12:529-533

Brenes M, García A, García P, Garrido A.(2001). Acid hydrolysis of secoiridoid aglycons during storage of virgin olive oil. *J Agric Food Chem*. Nov;49(11):5609-14.

CAC/RCP 36-1987 (2015). Código Internacional de Prácticas recomendado para el almacenamiento y transporte a granel de aceites y grasas comestibles. Revisión 1999, 2001, 2005, 2011, 2013 y 2015.

CAC/RCP 1-1969 (2003). Código Internacional de Prácticas Recomendado - Principios Generales de Higiene de los Alimentos. Revisión.

Cárdeno A, Magnusson MK, Strid H, Alarcón de La Lastra C, Sánchez-Hidalgo M, Ohman L.(2014). The unsaponifiable fraction of extra virgin olive oil promotes apoptosis and attenuates activation and homing properties of T cells from patients with inflammatory bowel disease. *Food Chem*. 15(161):353-60

Cardoso AR, Cabral-Costa JV., Kowaltowski AJ.(2010). Effects of a high fat diet on liver mitochondria: increased ATP-sensitive K<sup>+</sup> channel activity and reactive oxygen species generation. *Journal of Bioenergetics and Biomembranes*. 42(3): 245-253.

Carluccio MA, Massaro M, Scoditti E, De Caterina R. (2007). Vasculoprotective potential of olive oil components. *Mol Nutr Food Res*.;51(10):1225-34.

Carrasco-Pancorbo A, Cerretani L, Bendini A, Segura-Carretero A, Gallina-Toschi T, Fernandez-Gutiérrez A.(2005). Analytical determination of polyphenols in olive oils. *J Sep Sci*. 28(9-10):837-58.

Castañer O, Fitó M, López-Sabater MC, Poulsen HE, Nyssönen K, Schröder H, Salone JT, De la Torre-Carbot K, Zunft HF, De la Torre R, Baumler H, Gaddi AV, Saez GT, Tomás M, Covas MI for the EUROLIVE Study Group.(2011). The effect of olive oil polyphenols on antibodies against oxidized LDL. A randomized clinical trial. *Clinical Nutrition*, 30(4): 490-493.

Castañer O, Covas MI, Khymenets O, Nyssönen K, Kontantinidou V., Zunft HF, de la Torre R, Muñoz-Aguayo D, Vila J, Fitó M.(2012). Protection of LDL from oxidation by olive oil polyphenols is associated with a downregulation of CD40-ligand expression and downstream products in vivo in humans. *Am J Clin Nutr*. 95(5): 1238-1244.

Cayuela JA., García, JM., y Gutiérrez-Rosales, F.(2006). Influencia de la producción integrada del olivar sobre la calidad del aceite de oliva virgen *Grasas y Aceites*, 57, N° 4.

Cerretani L, Bendini A, Del Caro A, Piga A, Vacca V, Caboni MF.(2006). Preliminary characterisation of virgin olive oils obtained from different cultivars in Sardinia. *Eur Food Res Technol*, 222: 354-361.

Chew YL, Chan EW, Tan PL, Lim YY, Stanslas J, Goh JK.(2011). Assessment of phytochemical content, polyphenolic composition, antioxidant and antibacterial activities of Leguminosae medicinal plants in Peninsular Malaysia. *BMC Complement Altern Med*, 11(1): 12.

Cicerale, S., Conlan, XA., Sinclair, AJ., Keast, RS. (2009). Chemistry and Health of Olive Oil Phenolics. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 49 (3): 223-226.

Cicerale, S., Lucas, L., Keast, RS.(2010). Biological Activities of Phenolics Compounds Present in Virgin Olive Oil. *Int.J.Mol.Sci.*, 11: 458-479.

Cicerale, S., Lucas, L. J. and Keast, RSJ.(2012). Antimicrobial, antioxidant and anti-inflammatory phenolic activities in extra virgin olive oil, *Current opinion in biotechnology*, 23 (2):129-135

Cinquanta, L., Esti, M., La Notte, E.(1997). Evolution of Phenolic Compounds in Virgin Olive Oil During Storage. *JAOCs*, 74(10): 341-356.

Civantos López-Villalta, L.(2008). *Obtención del Aceite de Oliva*. 3ª Edición. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid.

Codex Stan 33-1981 (2015). Norma para los aceites de oliva y aceites de orujo de oliva. Adoptada en 1981. Revisada en 1989, 2003, 2009, 2013 y 2015.

Codex Stan 193-1995 (2015). Norma General del Códex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos. Revisión 1997, 2006, 2008, 2009. Enmienda 2010, 2012, 2013, 2014 y 2015.

COI/T.15/NC N° 3/Rév.7 (2013). Norma comercial aplicable a los aceites de oliva y los aceites de orujo de oliva

COI/T.20/DOC n°29 (2009).Determinación de los Biofenoles del aceite de oliva mediante HPLC

COI/T.20/DOC. 4/Rev.1 (2007). Análisis sensorial : vocabulario general básico

COI/T.20/DOC. 5/Rev.1 (2007). Copa para la degustación de aceites

COI/T.20/DOC. 6/Rev.1 (2007). Guía para la instalación de una sala de cata

COI/T.20/DOC. 14 (2013). Guía para la selección, el entrenamiento y el control de los catadores cualificados de aceite de oliva virgen

## ***Bibliografía***

COI/T.20/DOC. 15/Rev.7 (2015). Análisis sensorial del aceite de oliva - Método de evaluación organoléptica del aceite de oliva virgen

Congreso Internacional sobre aceite de oliva y salud (CIAS 2004). Jaén, 21-23 de octubre de 2004.

Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía (2011). Análisis de mercado del aceite de oliva. Campaña 2009/10. Febrero 2011.

Consejo Oleícola Internacional (2004). El olivo, el aceite, las aceitunas. Depósito Legal M-46.836. 2004

Consejo Oleícola Internacional T.33/Doc. nº2-4(2006). Guía de gestión de la calidad de la industria del aceite de oliva: las almazaras.

Consejo Oleícola Internacional T.33-2/Doc. nº4(2006). Guía de gestión de la calidad de la industria del aceite de oliva: las empresas de envasado.

Corona, G., Spencer JPE., Dessi, MA.(2009). Extra virgin oil phenolics: absorption, metabolism, and biological activities in the GI tract. *Toxicology and Industrial Health* 25: 285-289.

Cotiñas, A., Martínez, S., Carballo, J., Franco, I.(2008). Detección de adulteraciones y /o contaminaciones en el aceite de oliva virgen extra con aceites de semillas y aceite de orujo de oliva. *Grasas y Aceites*, 59 (2). ABRIL-JUNIO, 97-103.

Coutelieris, FA., Kanavouras, A(2006). Experimental and theoretical investigation of packaged olive oil: Development of a quality indicator based on mathematical predictions. *Journal of Food Engineering*. 73 (1):85–92

Covas, MI.; Lamuela-Raventós, RM.; Vila, J.; de la Torre, C.; Marrugat, J.; Fitó, M.(2000). Aceite de oliva e inhibición de la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad. Importancia de los compuestos fenólicos. *Med Clin (Barc)*. 115 (5):166-9

Covas, MI., Nyssönen, K., E. Poulsen, HE., Kaikkonen, J., Zunft, HJF., Kiesewetter, H., Gaddi, A., de la Torre, R., Mursu, J., MSC., Baumler, H., Nascetti, S., Salonen, JT., Fitó, M., Virtanen, J., Marrugat, J., and for the EUROLIVE Study Group(2006). The Effect of Polyphenols in Olive Oil on Heart Disease Risk Factors. A Randomized Trial *Ann Intern Med*. 145:333-341.

Covas, MI.(2008). Bioactive effects of olive oil phenolic compounds in humans: reduction of heart disease factors and oxidative damage. *Inflammopharmacology*. 16(5):216-8.

Covas, MI., Konstantinidou, V., Fitó, M.(2009). Olive oil and cardiovascular health. *Journal of Cardiovascular Pharmacology* 54(6): 477-82.

Dabbou, S., Gharbi, I., Dabbou, S., Brahmi, F., Nakbi, A., Hammami, M.(2011). Impact of packaging material and storage time on olive oil quality. *African Journal of Biotechnology*. Journal Home, 10 (74):38-46

Delgado C., Guinard, JX.(2011). Sensory Properties of Californian and Imported Extra Virgin Oils. *Journal of Food Science*. 76 (3): 243-250.

De la Torre-Robles A, Rivas A, Lorenzo-Tovar ML, Monteagudo C, Mariscal-Arcas M, Olea-Serrano F.(2014.)Estimation of the intake of phenol compounds from virgin olive oil of a population from southern Spain. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 31(9):1460-9.

De Oliveira Alves, M.A., Silvia Arruda, C., Ogliari, PJ., Meinert, EM., Teixeira, E., Barrera-Arellano, D., Block, JM. (2005). Efecto de la adición del absorbedor UV (Tinuvín 234) sobre la calidad del aceite de soja en envases de polietileno tereftalato (PET). *Grasas y Aceites*. 56. (4): 280-289.

Diccionario de la Lengua Española (2001) 22ª Edición. Editorial Espasa Calpe S.A. Madrid.

Dowling G, Gallo P, Regan L.(2009). Confirmatory analysis of firocoxib in bovine milk by rapid resolution liquid chromatography tandem mass spectrometry. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*. 877(5-6):541-6.

EFSA (2011). Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to polyphenols in olive and protection of LDL particles from oxidative damage (ID 1333, 1638, 1639, 1696, 2865), “maintenance of normal blood HDL cholesterol concentrations” (ID 1639), “maintenance of normal blood pressure”(ID 3781), “anti-inflammatory properties” (ID 1882), “contributes to the upper respiratory tract health” (ID 3468), “can help to maintain a normal function of gastrointestinal tract” (3779), and “contributes to body defences against external agents” (ID 3467) pursuant to Article 13 (1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA J*. 9:2033.

El sector del aceite en la unión europea (2002) Comisión Europea. Dirección General de Agricultura. Número de catalogo KF-44-02-084-ES-D. Texto finalizado en junio de 2002.

El-Seedi, H.R., El-Said, A., Khalifa, S., Goransson, U., Bohlin, L., Borg-Karlson, A.K., Verpoorte R.(2012). Chemistry, natural sources, dietary intake and pharmacokinetic properties of hydroxycinnamic acids. *J. Agric. Food Chem*. 60:10877-10895

Esti M, Contini M, Moneta E, Sinesio F.(2009). Phenolics compounds and temporal perception of bitterness and pungency in extra-virgin olive oils: Changes occurring throughout storage. *Food Chem* 113: 1095-1100.

Estruch, R.(2010). Anti-inflammatory effects of the Mediterranean diet: the experience of the PREDIMED study *Proceedings of the Nutrition Society*. 69(3): 333–340.

## ***Bibliografía***

European Union Commission. (1991). Regulation EEC No. 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-residue oil and on the relevant methods of analysis. Official Journal, L 248, 1–83.

Fabiani, R., De Bartolomeo, A, Rosignoli, P, Servili, M., Selvaggini, R., Montedoro, GF., Di Saverio, C., Morozzi, G.(2006). Virgin Olive Oil Phenols Inhibit Proliferation of Human Promyelocytic Leukemia Cells (HL60) by Inducing Apoptosis and Differentiation American Society for Nutrition J. Nutr. 136:614-619,

Fernández, DG., Espínola F., Moya, M.(2008). Influencia de diferentes coadyuvantes tecnológicos en la calidad y rendimiento del aceite de oliva virgen utilizando la metodología de superficies de respuesta. Grasas y aceites 59:39-44.

Fernández, A., Segura, A. (2009). El Aceite de Oliva Virgen: Tesoro de Andalucía. Servicio de Publicaciones de la Fundación Unicaja. Málaga. ISBN 978-84-92526-30-7

Fitó, M., Cladellas, M., de la Torre R., Martí, J., Alcántara, M., Pujadas-Bastardes, M., Marrugat, J., Bruguera, J., López-Sabater, MC., Vila, J., Covas, MI. (2005). Antioxidant effect of virgin olive oil in patients with stable coronary heart disease: a randomized, crossover, controlled, clinical trial. *Atherosclerosis*. 181 (1):149-158,

Fitó, M., de la Torre R., Covas, MI.(2007). Olive oil and oxidative stress. *Molecular Nutrition & Food Research*. Special Issue: Virgin Olive Oil. 51 (10):1215-1224

Fitó, M., de la Torre R., Farré-Albadalejo, M., Khymenetz, O., Marrugat, J., Covas, M.I.(2007). Bioavailability and antioxidant effects of olive oil Phenolic compounds in humans: a review. *ANN IST SANITÀ* 43(4): 375-381.

Gambacorta, G., Faccia, M., Previtali, MA., Pati, S., La Notte, E., Baiano, A.(2010). Effects of Olive Maturation and Stoning on Quality Indices and Antioxidant Content of Extra Virgin Oils (cv. Coratina) during Storage. *Journal of Food Science* 75 (3): 515-532.

Garcia, JM., Yousfi, K.(2006). The postharvest of mill olives. *Grasas y Aceites*, 57(1): 16-24

García-Villalba R, Carrasco-Pancorbo A, Zurek G, Behrens M, Bässmann C, Segura-Carretero A, Fernández-Gutiérrez A.(2010) Nano and rapid resolution liquid chromatography-electrospray ionization-time of flight mass spectrometry to identify and quantify phenolic compounds in olive oil. *J Sep Sci*. 33(14):2069-78.

García-Villalba R, Pacchiarotta T, Carrasco-Pancorbo A, Segura-Carretero A, Fernández-Gutiérrez A, Deelder AM, Mayboroda OA. Gas chromatography-atmospheric pressure chemical ionization-time of flight mass spectrometry for profiling of phenolic compounds in extra virgin olive oil. *J Chromatogr A*. 1218(7):959-71.

Gómez-Alonso, S., Mancebo-Campos, V., Salvador, MD., Fregapane, G. (2007). Evolution of major and minor components and oxidation indices of virgin olive oil during 21 months storage at room temperature. *Food Chemistry* 100: 36–42

Guadalmillas, C., Martínez Román, F., Moyano Pérez, M.J. (2009). Influencia de las condiciones de conservación en el color del aceite de oliva virgen. Aplicaciones de la colorimetría triestímulo en relación con otros parámetros de calidad. *Expoliva*, Jaén,

Guil-Guerrero JL., Urda-Romacho, J. (2009) Quality of extra virgin olive oil affected by several packaging variables. *Grasas y Aceites*, 60 (2):125-133

Gutierrez, F., Fernández, JL. (2002). Determinant Parameters and Components in the Storage of Virgin Olive Oil. Prediction of Storage Time beyond Which the Oil Is No Longer of “Extra” Quality. *J. Agric. Food Chem.* 50: 571-577.

Hamdan M, Monteagudo C, Lorenzo-Tovar ML, Tur JA, Olea-Serrano F, Mariscal-Arcas M. (2013). Development and validation of a nutritional questionnaire for the Palestine population. *Public Health Nutr.* 16:1–7.

Hao, J., Shen, W., Yu, G., Jia, H., Li X., Feng, Z., Wang, Y., Weber, P., Wertz, K., Sharman, E., Liu, J. (2010). Hydroxytyrosol promotes mitochondrial biogenesis and mitochondrial function in 3T3-L1 adipocytes *The Journal of Nutritional Biochemistry* 21(7): 634-644

Hari, NB., Naoto, T., Hiroshi, N., Tetsuya, K. (2010). Squalene as Novel Food Factor. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 11(8): 875-880(6)

Hashim, YZ., Eng, M., Gill, CI., McGlynn, H., & Rowland, IR. (2005). Components of olive oil and chemoprevention of colorectal cancer. *Nutrition reviews*, 63(11): 374-386.

Hrcirick, K., Fritsche, S. (2005). Relation between the Endogenous Antioxidant System and the Quality of Extra Virgin oil under Accelerated Storage Conditions. *J. Agric. Food Chem.* 53: 2103-2110.

Impellizzeri D, Esposito E, Mazzon E, Paterniti I, Di Paola R, Bramanti P, Morittu VM, Procopio A, Perri E, Britti D, Cuzzocrea S. (2012) The effects of a polyphenol present in olive oil, oleuropein aglycone, in an experimental model of spinal cord injury in mice. *Biochem Pharmacol.* 83(10):1413-26.

Inarejos-García, AM., Gómez-Rico, A., Salvador, MD., Fregapane, G. (2010). Effect of Preprocessing Olive Storage Conditions on Virgin Olive Oil Quality and Composition. *J. Agric. Food Chem.* 58: 4858-4865.

Iñiguez Monterde A, Paz Compañ S, Sánchez Riquelme L. (1999). Variedades del olivo de la c. valenciana. Edita: Generalitat Valenciana Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación.

## ***Bibliografía***

Interprofesional del Aceite de Oliva Español.(2015). Dossier informativo aceite de oliva de España. Campaña de promoción exterior 2010.

Jiménez A., Hermoso M., Uceda M.(1995). 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. *Grasas y Aceites*. 46 (4-5): 299-303.

Jiménez, B., Rivas, A., Sánchez-Ortiz, A., Lorenzo, ML., Úbeda, M., Callejón, R.M. y Ortega, E.(2012). Influencia del proceso de maduración del fruto en la calidad sensorial de aceites. *Grasas y aceites*, 63 (4):403-410

Jiménez B, Sánchez-ortiz A, Lorenzo ML, Rivas A.(2013). Influence of fruit ripening on agronomic parameters, quality indices, sensory attributes and phenolic compounds of picudo olive oils.*Food Research International* 4: 1860-1867.

Jiménez B, Sánchez-Ortiz A, Lorenzo ML, Rivas A.(2014). Influence of the malaxation time and olive ripening stage on the physico-chemical and nutritional characteristics of virgin olive oils. *International Journal of Food Science and Technology*: 221-234.

Justino, CI., Pereira, R., Freitas, AC., Rocha-Santos, TA., Panteleitchouk, TS., & Duarte, A. C.(2012). Olive oil mill wastewaters before and after treatment: a critical review from the ecotoxicological point of view. *Ecotoxicology*, 21(2): 615-629

Kalua, CM., Bedgood, DR. Jr., Bishop, AG. and. Prenzler, PD.(2008). Changes in Virgin Olive Oil Quality during Low-Temperature Fruit Storage. *J. Agric. Food Chem*. 56 (7): 2415–2422

Kanavouras, A., Coutelieris FA.(2006). Shelf-life predictions for packaged olive oil based on simulations. *Food Chemistry*. 96 (1): 48–55

Keys, A.(1970). Coronary heart disease in seven countries. *Circulation*. 41S: 1-211.

Khalatbary AR, Zarrinjoei GR.(2012) Anti-inflammatory effect of oleuropein in experimental rat spinal cord trauma. *Iran Red Crescent Med J*. 14(4):229-34.

Kiritsakis, AK.(1992). *El aceite de oliva*. Ed. Madrid Vicente Madrid.

Kiritsakis, AK.(1998). Flavor components of olive oil. A review. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75 (6):673-681.

Lairon, D.(2007). Intervention Studies on Mediterranean diet and cardiovascular risk. *Mol Nutr Food Res*. 51(10):1209-14.

Lavelli, V., Fregapane, G., Salvador, MD.(2006). Effect of Storage on Secoiridoid and Tocopherol Contents and Antioxidant Activity Monovarietal Extra Virgin olive oils. *J. Agric. Food Chem*. 54:3002-3007.

Lerma-García, MJ., Simó-Alfonso, EF., Chiavaro, E., Bendini, A., Lercker, G., Cerretani, L. (2009). Study of Chemical Changes Produced in Virgin Olive Oils with Different Phenolics Contents during an Accelerated Storage Treatment. *J. Agric. Food Chem.* 57:7834-7840.

Libro Blanco sobre Seguridad Alimentaria. (1999). Comisión de las Comunidades Europeas. Bruselas, 12.1.2000 COM (1999) 719 final

Limón P, Malheiro R, Casal S, Ación-Fernández FG, Fernández-Sevilla JM, Rodrigues N, Cruz R, Bermejo R, Pereira JÁ. (2015). Improvement of stability and carotenoids fraction of virgin olive oils by addition of microalgae *Scenedesmus almeriensis* extracts. *Food Chem.* 15:175:203-11.

Linares, J., García, M., Iñigo, M., García, JM., Berzosa, J. (2006). Olive and olive pomace oil parking and marketing. *Grasas y Aceites* 57 (1): 68-85.

Long GL, Winffordner JD (1983). Limit of detection. A closer look at the IUPAC definition *Analytical Chemistry.* 55: 712-714

López, S., Pacheco, YM., Bermúdez, B., Abia, R., Muriana, F. (2004). Olive Oil and cancer. *Grasas y Aceites* 55(1): 33-41

López-Huertas, E. (2010). Health effects of oleic acid and long chain omega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched milks. A review studies. *Pharmacol Res.* 61(3):200-7.

López-Miranda, J., Pérez-Jiménez, F., Ros, E., De Caterina, R., Badimón, L., Covas, MI., & Yiannakouris, N. (2010). Olive oil and health: summary of the II international conference on olive oil and health consensus report, Jaén and Córdoba (Spain). *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases,* 20(4): 284-294.

Lozano-Sánchez, J., Cerretani, L., Bendini, A., Gallina-Toschi, T., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A. (2012). New filtration Systems for Extra-Virgin Olive oil: Effect on Antioxidant Compounds, Oxidative Stability, and Physicochemical and Sensory Properties. *J. Agric. Food Chem.* 60: 3754-3762.

Lozano-Sánchez J, Segura-Carretero A, Menendez JA, Oliveras-Ferraro C, Cerretani L, Fernández-Gutiérrez A. (2010). Prediction of extra virgin olive oil varieties through their phenolic profile. Potential cytotoxic activity against human breast cancer cells. *J Agric Food Chem.* 58(18):9942-55.

Lukić M, Lukić I, Krapac M, Sladonja B, Piližota V. (2013). Sterols and triterpene diols in olive oil as indicators of variety and degree of ripening. *Food Chem.* 136(1):251-8.

Mac Dougall D., Amore FJ, Cox GV, Crosby DG. (1980) Guidelines for data acquisition and data quality evaluation in environmental chemistry. *Analytical Chemistry* 52: 2242-2249.

## ***Bibliografía***

Magee PJ, McGlynn H, Rowland IR(2004). Differential effects of isoflavones and lignans on invasiveness of MDA-MB-231 breast cancer cells in vitro. *Cancer Lett.* 208(1):35-41.

Mailer RJ, Graham K (2012).The Effect of Storage Conditions on Extra Virgin Olive Oil Quality. RIRDC Publication No.12/024. Rural Industries Research and Development Corporation, Australian Government.

Mancebo-Campos, V., Salvador, MD., Fregapane, G(2007). Comparative Study of Virgin olive Oil Behavior under Rancimat Accelerated Oxidation Conditions and Long-Term Room Temperature Storage *J. Agric. Food Chem.* 55: 8231-8236

MAGRAM (2013). Ministry of agriculture, food and environment. Available from: <http://aplicaciones.magrama.es/pwAgenciaAO/General.aao>

Mariscal-Arcas M, Romaguera D, Rivas A, Feriche B, Pons A, Tur JA, Olea-Serrano F(2007) Diet quality of young people in southern Spain evaluated by a Mediterranean adaptation of the Diet Quality Index-International (DQI-I). *Br J Nutr.* 98:1267–1273.

Mariscal-Arcas M, Rivas A, Monteagudo C, Granada A, Cerrillo I, Olea-Serrano F (2009). Proposal of a Mediterranean diet index for pregnant women. *Br J Nutr.* 102:744–749.

Mariscal-Arcas M, Velasco J, Monteagudo C, Caballero-Plasencia MA, Lorenzo-Tovar ML, Olea-Serrano F (2010).Comparison of methods to evaluate the quality of the Mediterranean diet in a large representative sample of young people in Southern Spain. *Nutr Hosp* 25(6):1006-13.

Mariscal-Arcas M, Caballero-Plasencia ML, Monteagudo C, Hamdan M, Pardo-Vasquez MI, Olea-Serrano F(2011). Validation of questionnaires to estimate adherence to the Mediterranean diet and life habits in older individuals in Southern Spain. *J Nutr Health Aging.* 15(9):739-43.

MARM (2009). Estudio de Mercado. Observatorio del Consumo y la Distribución Alimentaria.

MARM (2013). Bases de Datos de Consumo de Hogares.

Mateos R, Domínguez MM, Espartero JL, Cert A (2003). Antioxidant effect of phenolic compounds, alpha-tocopherol, and other minor components in virgin olive oil. *J Agric Food Chem.* 51(24):7170-5.

Martín, D (2009). Tendencias del consumo. Panel de consumo. Efecto de la globalización. *Expoliva*, Jaén ,2009.

Martinez Nieto, L., Hodaifa, G. and Lozano Peña, JL.(2010). Changes in phenolic compounds and Rancimat stability of olive oils from varieties of olives at different stages of ripeness. *J. Sci. Food Agric.* 90:2393–2398

Mataix, J., Ochoa, JJ., Quiles, JL. (2006). Olive oil and mitochondrial oxidative stress. *Int J Vitam Nutr Res.* 76(4): 178-83

Mataix, J., Barbancho FJ. (2008). El aceite de oliva, alma del mediterráneo. Instituto de Estudios Giennenses. Diputación de Jaen, 2008.

Mataix, J., Palomeque, F., Carpio, A. Rodriguez, G. (2009). El aceite de oliva: su obtención y propiedades. 173. Ed. Fundación del olivar. Jaén, 2009

Méndez, AI., Falqué, E.(2007). Effect of storage time and container type on the quality of extra-virgin olive oil. *Food Control* 18, 521–529

Monteagudo C, Mariscal-Arcas M, Palacin A, Lopez M, Lorenzo ML, Olea-Serrano F (2013). Estimation of dietary folic acid intake in three generations of females in Southern Spain. *Appetite.* 67:114-118

Morales MT. Angerosa F., Aparicio R. (1999). Effect of the extraction conditions of virgin olive oil on the lipoxygenase cascade: Chemical and sensory implications. *Grasas y Aceites.* 50 (2): 114-121

Morello JR, Motilva MJ, Tovar MJ, Romero MP. (2004). Changes in commercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. *Food Chem* 85:357-364.

Morrós Sardá, Arteta, JL., Martínez Díaz.(2000). El aceite de oliva desde el punto de vista medico. 145. Ed. El Olivo S.L.L.Jaén

Nakbi, A., Tayeb, W., Grissa, A., Issaoui, M., Dabbou, S., Chargui, I., Ellouz M., Miled, A., Hammami, M.(2010). Effects of olive oil and its fractions on oxidative stress and the liver's fatty acid composition in 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid-treated rats. *Nutrition & Metabolism* . 7:80 doi:10.1186/1743-7075-7-80

Ortega Anta R, López Sobaler A, Andrçes Carvajales P, Requejo Marcos A, Aparicio Vizuet A, Molinero Casares LM. DIAL 1.0 Programa para la evaluación de dietas y gestión de datos de alimentación © 2008 ALCE INGENIERIA

Ortega-Garcia F, Blanco S, Peinado MA, Peragon J (2008). Polyphenol oxidase and its relationship with oleuropein concentration in fruits and leaves of olive (*Olea europaea*) cv. 'Picual' trees during fruit ripening. *Tree Physiol.* 28:45–54.

Owen, RW., Giacosa, A., Hull, WE. , Haubner, R., Würtele, G. Spiegelhalder, B., Bartsch, H.(2000). Olive-oil consumption and health: the possible role of antioxidants. *The Lancet Oncology.*1 (2): 107-112

Owen RW, Haubner R, Würtele G, Hull E, Spiegelhalder B, Bartsch H.(2004). Olives and olive oil in cancer prevention. *Eur J Cancer Prev.* 13(4):319-26

## ***Bibliografía***

Panza, F., Solfrizzi, V., Colacicco, AM., D'Introno, A., Capurso, C., Torres, F., Del Parigi, A., Capurso, S. and Capurso A.(2004). Mediterranean diet and cognitive decline. *Public Health Nutrition* 7:959-963

Pelucchi, C., Bosetti, C., Rossi, M., Negri, E., La Vecchia, C.(2009). Selected Aspects of Mediterranean Diet and Cancer Risk. *Nutrition and Cancer*. 61 (6): 28-33.

Peñafiel, MD., Peñamil, JA.(2004). Guía Mercacei de los Aceites de Oliva Virgen Extra de España. Edimarket Editores, S.L., Madrid. Depósito legal M-35108-2004. ISBN 84-609-1897-1

Pérez-Martínez P, García-Ríos A, Delgado-Lista J, Pérez-Jiménez F, López-Miranda J (2011).Mediterranean diet rich in olive oil and obesity, metabolic syndrome and diabetes mellitus. *Curr Pharm Des*. 17(8):769-77.

Pérez, V., Gil-Cunquero, JM., Borrego, FJ., Grassó, M., Segura, P., Warletta, F., Lozano, JL., Costa, LA., Torres, J., Gaforio, JJ., Villarrubia, VG.(2007). Estudio preliminar sobre eficacia y tolerancia de un “coupage” de aceite de oliva en pacientes con enfermedad renal crónica. Evaluación del estado de nutrición. *Nefrología*. 27(4): 472-81.

Perez-Jimenez F, Alvarez de Cienfuegos G, Badimon L, Barja G, Battino M, Blanco A, Bonanome A, Colomer R, Corella-Piquer D, Covas I, Chamorro-Quiros J, Escrich E, Gaforio JJ, Garcia Luna PP, Hidalgo L, Kafatos A, Kris-Etherton PM, Lairon D, Lamuela-Raventos R, Lopez-Miranda J, Lopez-Segura F, Martinez-Gonzalez MA, Mata P, Mataix J, Ordovas J, Osada J, Pacheco-Reyes R, Perucho M, Pineda-Priego M, Quiles JL, Ramirez-Tortosa MC, Ruiz-Gutierrez V, Sanchez-Rovira P, Solfrizzi V, Soriguer-Escofet F, de la Torre-Fornell R, Trichopoulos A, Villalba-Montoro JM, Villar-Ortiz JR, Visioli F(2005). International conference on the healthy effect of virgin olive oil. *Eur J Clin Invest*. 35 (7): 421-4

Pérez-Jiménez, F., Ruano J., Perez-Martinez P., Lopez-Segura F., Lopez-Miranda, J.(2007). The influence of olive oil on human health: not a question of fat alone. *Mol Nutr Food Res*. 51(10):1199-208.

Perona, JS., Cabello-Moruno, R., Ruiz-Gutierrez, V.(2006). The role of virgin olive oil components in the modulation of endothelial function. *J Nutr Biochem*. 17(7):429-45.

Preedy, VR., Watson, RR.(2010). Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention. Edited by:Victor R. Preedy and Ronald Ross Watson . ISBN: 978-0-12-374420-3

Quiles, JL, Ochoa, JJ, Ramirez-Tortosa, MC, Huertas, JR, Mataix J.(2006). Age-related mitochondrial DNA deletion in rat liver depends on dietary fat unsaturation. *Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 61(2):107-14.

Raederstorff, D.(2009). Antioxidant activity of olive polyphenols in humans: a review. *Int J Vitam Nutr Res.*79(3):152-65.

Razquin, C., Martinez, JA, Martinez-Gonzalez, MA, Mitjavila, MT, Estruch, R, Marti, A.(2009). A3 years follow-up of a Mediterranean diet rich in virgin olive oil is associated with high plasma antioxidant capacity and reduced body weight gain *European Journal of Clinical Nutrition.* 63: 1387–1393.

Rigane, G., Bouaziz, M., Sayadi, S., Salem, RB.(2013). Effect of storage on refined olive oil composition: stabilization by addition of chlorophyll pigments and squalene. *J Oleo Sci.* 2013;62(12):981-7.

Rivas A, Cerrillo I, Granada A, Mariscal-Arcas M, Olea-Serrano F (2007). Pesticide exposure of two age groups of women and its relationship with their diet. 2007. *Sci Total Environ.* 382:14-21.

Rivas, A., Sanchez-Orti, A., Jimenez, B., García-Moyano, J., Lorenzo, ML.(2013). Phenolic acid content and sensory properties of two Spanish monovarietal virgin olive oils. *European Journal of Lipid Science and Technology* 4: 621-630.

Ródenas, S., Rodríguez-Gil, S., Merinero, MC, Sánchez-Múniz, FJ.(2005).Dietary Exchange of an Olive Oil and Sunflower Oil Blend for Extra Virgin Olive Oil Decreases the Estimate Cardiovascular Risk and LDL and Apolipoprotein AII Concentrations in Postmenopausal Women *J Am Coll Nutr* October 2005 vol. 24 no. 5 361-369.

Rotondi, A., Bendini, A., Cerretani, L., Mari, M., Lercker, G., Toschi, T.G.(2004). Effect of olive ripening degree on the oxidative stability and organoleptic properties of cv. Nostrana di Brisighella extra virgin olive oil. *J. Agric. Food Chem.* 2004, 52, 3649-3654.

Robbins, R.J.(2003). Phenolic acids in foods: an overview of analytical methodology. *J. Agric. Food Chem.* 2003, 51, 2866-2887.

Ruano J., López-Miranda J., Marín C., Gómez P.,Moreno JA., Fuentes F.,Cortés B., Lozano A., Pérez-Martínez P., Pérez-Jiménez F.(2005). La ingesta aguda de un desayuno basado en aceite de oliva con alto contenido en polifenoles mejora la función endotelial en el período postprandial. *Nutr. Hosp.* v.20 supl. 1 Madrid mar 2005

Ruíz, FJT., Zamora, MV., & Salcedo, MG.(2012). Análisis de la confusión sobre los aceites de oliva y su efecto en el mercado. *Distribución y consumo*, 22(122), 52-52.

Salas, J., Pastor, M., Castro, J.(1997). Influencia del riego sobre la composición y características organolépticas del aceite de oliva. *Grasas y Aceites*, Vol 48, No 2 doi:10.3989/gya.1997.v48.i2.771

## ***Bibliografía***

Sánchez de Medina, V., Priego-Capote, F., de Castro, MD.(2015). Characterization of monovarietal virgin olive oils by phenols profiling. *Talanta*. 132:424-32. doi: 10.1016/j.talanta.2014.09.039. Epub 2014 Oct 7. PubMed PMID: 25476327.

Sánchez, J., De Miguel, C., Osorio, E., Marín, J., Gallardo, L., Martínez, M.(2006). Calidad sensorial de aceites de oliva virgen procedentes de variedades de aceitunas producidas en Extremadura. *Grasas y Aceites*, 57 (3): 313-318.

Serra Magem, Ll.(2009). *Dieta Mediterránea: características y tendencias*. Expoliva, Jaén, 2009.

Servilli, M., Esposito, S., Fabiani, R., Urbani, S., Taticchi, A., Mariucci, F., Selvaggini, R., Montedoro, G.F.(2009). Phenolic compounds in olive oil: antioxidant, health and organoleptic activities according to their Chemicals structure. *Inflammopharmacology* 17:76-84.

Silva, S., Bronze, MR., Figueira, ME., Siwy, J., Mischak, H., Combet, E., Mullen, W.(2015). Impact of a 6-wk olive oil supplementation in healthy adults on urinary proteomic biomarkers of coronary artery disease, chronic kidney disease, and diabetes (types 1 and 2): a randomized, parallel, controlled, double-blind study. *Am J Clin Nutr*. 101(1):44-54.

Solfrizzi, V., Frisardi, V.,Capurso, C., D'Introno, A., Colacicco, AM., Vendemiale, G., Capurso, A., Panza, F.(2010). Dietary fatty acids in dementia and predementia syndromes: Epidemiological evidence and possible underlying mechanisms. *Ageing Research Reviews* 9 (2):184-199.

Solfrizzi V., Panza F., Frisardi V., Seripa D., Logroscino G., Imbimbo BP., Pilotto Capurso C.(2011). Diet and Alzheimer´s disease risk factors or prevention: the current evidence. *Expert Review of Neurotherapeutics*. 11(5): 677-708

Stalikas, C.D.(2010). Phenolic acids and flavonoids: occurrence and analytical methods. *Methods Mol. Biol*. 610: 65-90.

Suaterna Hurtado, AC.(2011). La fritura de los alimentos: el aceite de fritura. *Perspectivas en Nutrición Humana*, 11(1): 39-53.

Syed,O.(2010a). Oleuropein in olive and its pharmacological effects. *Sci Pharm*. 78(2):133-54.

Syed,O.(2010b). Cardioprotective and neuroprotective roles of oleuropein in olive. *Saudi Pharmaceuticals Journal*. 18 (3): 111-121

Tresserra-Rimbau A, Medina-Remón A, Pérez-Jiménez J, Martínez-González MA, Covas MI, Corella D, Salas-Salvadó J, Gómez-Gracia E, Lapetra J, Arós F, Fiol M, Ros E, Serra-Majem L, Pintó X, Muñoz MA, Saez GT, Ruiz-Gutiérrez V, Warnberg J, Estruch R, Lamuela-Raventós RM (2013). Dietary intake and major food sources of

polyphenols in a Spanish population at high cardiovascular risk: the PREDIMED study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 23(10):953-9.

Tierney, A. C. and Roche, H. M.(2007). The potential role of olive oil-derived MUFA in insulin sensitivity. *Mol. Nutr. Food Res.* 51: 1235–1248.

Torres, FJ., Barreda, R., Vega, Z., Gutiérrez, M., Murgado EM.(2010). El efecto de los atributos del envase en la percepción de calidad en el proceso de cata del aceite de oliva. *Revista de Estudios Empresariales. Segunda época.*Número:1(2010). Páginas: 129-43.

Tripoli, E., Giammanco, M., Tabacchi, G., Di Majo, D.,Giammanco, S., La Guardia, M.(2005). The phenolic compounds of olive oil: structure, biological activity and beneficial effects on human health. *Nutrition Research Reviews* 18(1): 98 112

Trichopoulou A, Costacou T, Bamia C, Trichopoulos D.(2003) Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *N Engl J Med.* 348(26):2599-608.

Trichopoulou A, Bamia C, Norat T, Overvad K, Schmidt EB, Tjønneland A et al.(2007) Modified Mediterranean diet and survival after myocardial infarction: the EPIC-Elderly study. *Eur J Epidemiol.* 22(12):871-81.

Uceda, M., Jiménez, A. Beltrán, G.(2006). Olive oil extraction y calidad. *Grasas y Aceites*, 57 (1): 25-31.

Urpi-Sarda, M., Casas,R., Chiva-Blanca, G, Romero-Mamania, ES, Valderas-Martínez, P., Arranza, S, Andres-Lacueva C., Llorach, R., Medina-Remón, A., Lamuela-Raventosa, R.M., Estruch, R.(2012). Virgin olive oil and nuts as key foods of the Mediterranean diet effects on inflammatory biomarkers related to atherosclerosis *Pharmacological Research* 65(6): 577–583

Vekiari, SA., Papadopoulo, P., Kiritsakis, AK.(2007).. Efectos de los métodos de procesado y de las condiciones de almacenamiento comercial en los índices de calidad del aceite virgen extra. *Grasas y Aceites* , 58(3): 23-29..

Vera, M.(2011). Aceite de oliva virgen extra: su obtención y conservación. A. Madrid Vicente Ediciones. ISBN: 978-84-96709-68-3.

Violante B., Gerbaudo, L., Borretta, G., Tassone, F.(2009). Effects of extra virgin olive oil supplementation at two different low doses on lipid profile in mild hypercholesterolemic subject: a randomised clinical trial. *J. Endocrinol Invest.* 32 (10): 794-6.

Vissers MN, Zock PL, Roodenburg A.J.C, Leenen R, and Katan MB.(2002). Olive oil phenols are absorbed in humans. *J Nutr.* 132:409– 417.

## ***Bibliografía***

Visioli F, Poli A, Galli C.(2002). Antioxidant and other biological activities of phenols from olives and olive oil. *Med Res Rev.* 22(1):65-75

Visioli F, Bogani P., Grande S., Galli C.(2005). Mediterranean food and health: building human evidence. *Journal of Physiology and Pharmacology* 56 (1): 37-49

Waterman, E, Lockwood, B.(2007). Active components and clinical applications of olive oil. *Altern Med Rev.* 12(4):331-42.

Willett, W.C (1990). *Nutritional Epidemiology.* Oxford University Press, New York, NY.

Yousfi, K., Cert, R.M., Garcia, J.M.(2006). Changes in quality and phenolic compounds of virgin olive oils during objectively described fruit maturation. *Eur Food Res.Tech.* 223: 117-124.

Yousfi, K., Cayuela, JA. y García, JM.(2008). Reduction of virgin olive oil bitterness by fruit cold storage. *Journal of agricultural and food chemistry.* 56(21):10085-10091.

Yousfi, K., Weiland, CM., y García, JM.(2012). Effect of Harvesting System and Fruit Cold Storage on Virgin Olive Oil Chemical Composition and Quality of Superintensive Cultivated “Arbequina” Olives. *J.Agric. Food Chem.* 60: 4743-4750.

Xia L, Liu HL, Li P, Zhou JL, Qi LW, Yi L, Chen J.(2008). Rapid and sensitive analysis of multiple bioactive constituents in Compound Danshen preparations using LC-ESI-TOF-MS. *J Sep Sci.* 31(18):3156-69.

Zampelas, A., Kafatos, AG.(2004). Olive oil intake in relation to cardiovascular diseases. *Grasas y aceites (Sevilla) A.* 55 (1): 24-32

## **DISPOSICIONES EUROPEAS**

Directiva 84/500/CEE del Consejo, de 15 de octubre de 1984, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre objetos de cerámica destinados a entrar en contacto con los alimentos

Reglamento (CEE) N° 136/66 del Consejo de 22 de septiembre de 1966, por el que se establece la organización común de mercados en el sector de las materias grasas

Reglamento (CE) n° 2568/91 de 11 de julio de 1991, relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis.

Reglamento (CE) N° 178/2002, de 28 de enero de 2002, por el que se establecen los principios generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria

Reglamento (CE) N° 796/2002 de la Comisión de 6 de mayo de 2002 ,por el que se modifica el Reglamento (CEE) n° 2568/1991 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis, así como las notas complementarias que figuran en el anexo del Reglamento 2658/87 del Consejo relativo a la nomenclatura arancelaria y estadística y al arancel aduanero común.

Reglamento CE N° 1989/2003 de la Comisión de 6 de noviembre de 2003, que se modifica el Reglamento (CEE) n° 2568/1991 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis.

Reglamento (CE) N° 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios.

Reglamento (CE) N° 882/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 sobre los controles oficiales efectuados para garantizar la verificación del cumplimiento de la legislación en materia de piensos y alimentos y la normativa sobre salud animal y bienestar de los animales

Reglamento (CE) N° 1935/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos y por el que se derogan las Directivas 80/590/CEE y 89/109/CEE.

Reglamento (CE) N° 396/2005, del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de febrero de 2005 (CE) relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal.

Reglamento (CE) N° 2023/2006 de la Comisión de 22 de diciembre de 2006 sobre buenas prácticas de fabricación de materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos

Reglamento (CE) N° 1881/2006 de la Comisión de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios

Reglamento (CE) N° 702/2007 de la Comisión de 21 de junio de 2007 por el que se modifica el Reglamento (CEE) N° 2568/91 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis

Reglamento (CE) N° 834/2007 del Consejo de 28 de junio de 2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) n° 2092/91

Reglamento (CE) N° 640/2008 de la Comisión de 4 de julio de 2008 que modifica el Reglamento (CE) N° 2568/91 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis

## ***Bibliografía***

Reglamento (CE) N° 1333/2008 del Parlamento europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre aditivos alimentarios

Reglamento (UE) N° 61/2011 de la Comisión de 24 de enero de 2011, por el que se modifica el Reglamento (CEE) N° 2568/91 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis

Reglamento (UE) N° 1169/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n o 1924/2006 y (CE) n o 1925/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se derogan la Directiva 87/250/CEE de la Comisión, la Directiva 90/496/CEE del Consejo, la Directiva 1999/10/CE de la Comisión, la Directiva 2000/13/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 2002/67/CE, y 2008/5/CE de la Comisión, y el Reglamento (CE) n o 608/2004 de la Comisión

Reglamento 10/2011 de 14 de enero de 2011 sobre materiales y objetos plásticos destinados a estar en contacto con los alimentos

Reglamento de ejecución (UE) N° 29/2012 de la Comisión, de 13 de enero de 2012, sobre las normas de comercialización del aceite de oliva.

Reglamento (UE) N° 432/2012 de La Comisión, de 16 de mayo de 2012, por el que se establece una lista de declaraciones autorizadas de propiedades saludables de los alimentos distintas a las relativas a la reducción del riesgo de enfermedad y al desarrollo y la salud de los niños-

Reglamento (UE) n° 1151/2012 del Parlamento Europeo y del consejo de 21 de noviembre de 2012 sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y alimenticios

Reglamento (UE) N° 1308/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de diciembre de 2013 por el que se crea la organización común de mercados de los productos agrarios y por el que se derogan los Reglamentos (CEE) n° 922/72, (CEE) n° 234/79, (CE) n° 1037/2001 y (CE) n° 1234/2007

Reglamento de ejecución (UE) n° 299/2013 de la Comisión de 26 de marzo de 2013 que modifica el Reglamento (CEE) n o 2568/91 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis

Reglamento de ejecución (UE) N ° 1348/2013 de la Comisión de 16 de diciembre de 2013 que modifica el Reglamento (CEE) n o 2568/91 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis

Reglamento de ejecución (UE) 1833/2015 de la Comision de 12 de Octubre de 2015 que modifica el Reglamento (CE) n° 2568/91 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis.

## DISPOSICIONES NACIONALES

Decreto 268/2003, de 30 de septiembre, por el que se crea el Registro de Entidades de Inspección y Certificación de Productos Agroalimentarios y Pesqueros en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Decreto 229/2007, de 31 de julio, por el que se regula la marca «Calidad Certificada» para los productos agroalimentarios y pesqueros.

Real Decreto 308/1983, de 25 de enero, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria de Aceites Vegetales Comestibles

Real Decreto 891/2006, de 21 de julio, por el que se aprueban las normas técnico-sanitarias aplicables a los objetos de cerámica para uso alimentario.

Real Decreto 1334/1999 de 31 de julio por el que se aprueba la Norma General de Etiquetado, Presentación y Publicidad de los Productos Alimenticios

Real Decreto 1201/2002, de 20 de noviembre, por el que se regula la producción integrada de productos agrícolas.

Real Decreto 191/2011, de 18 de febrero, sobre Registro General Sanitario de Empresas Alimentarias y Alimentos.

Real Decreto 895/2013, de 15 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1431/2003, de 21 de noviembre, por el que se establecen determinadas medidas de comercialización en el sector de los aceites de oliva y del aceite de orujo de oliva.

Real Decreto 640/2015, de 10 de julio, por el que se aprueba la lista de coadyuvantes tecnológicos autorizados para la elaboración de aceites vegetales comestibles y sus criterios de identidad y pureza, y por el que se modifica el Real Decreto 308/1983, de 25 de enero, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria de Aceites Vegetales Comestibles.

Resolución de 27 de octubre de 2003 de la Secretaría General de Agricultura y Ganadería sobre buenas prácticas en el sector oleícola de Andalucía para mejorar la calidad de sus producciones.

## DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

[http://ec.europa.eu/sanco\\_pesticides/](http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/)

[http://europa.eu/publications/index\\_es.htm](http://europa.eu/publications/index_es.htm)

[http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/index_en.htm)

<http://bookshop.europa.eu/es/el-sector-del-aceite-de-oliva-en-la-uni-n-europea-pbKF4402084/>

## ***Bibliografía***

<http://www.internationaloliveoil.org/>

<http://www.imim.es>

[http://www.imim.cat/programesrecerca/epidemiologia/es\\_riscvascularnutricia.html](http://www.imim.cat/programesrecerca/epidemiologia/es_riscvascularnutricia.html)

<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/servicios/estadisticas/estudios-e-informes/agricultura/olivar/analisis-de-mercado-del-aceite-de-oliva.-campana-200910.html>

<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/areas-tematicas/industrias-agroalimentarias/calidad-y-promocion-agroalimentaria/denominaciones-de-calidad/aceite-de-oliva.html>

<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/areas-tematicas/produccion-ecologica/index.html>

<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/areas-tematicas/industrias-agroalimentarias/produccion/index.html>

<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/areas-tematicas/industrias-agroalimentarias/organizaciones-y-entidades/entidades/index.html>

<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/areas-tematicas/industrias-agroalimentarias/calidad-y-promocion-agroalimentaria/solicitud-autorizacion-de-la-marca-calidad-certificada.html>

<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/areas-tematicas/produccion-ecologica/produccion/agricultura-ecologica/la-agricultura-ecologica-ue.html>

<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/areas-tematicas/produccion-ecologica/informacion-de-operadores/certificacion/index.html>

<http://www.magrama.gob.es/>

<http://aplicaciones.magram.es/pwAgenciaAO/>

<http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-agroalimentaria/>

[\(http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/produccion-integrada/\)](http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/produccion-integrada/).

[\(http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/la-agricultura-ecologica/\)](http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/la-agricultura-ecologica/)

<http://www.interprofesionaldelaceitedeoliva.com/portal/>

<http://www.interprofesionaldelaceitedeoliva.com/portal/descargas/prensa/dossiercampanapromo.pdf>

[http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/cadena\\_alimentaria/](http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/cadena_alimentaria/)

[http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/cadena\\_alimentaria/subseccion/fitosanitarios.shtml](http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/cadena_alimentaria/subseccion/fitosanitarios.shtml)

[http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/evaluacion\\_riesgos/evaluacion\\_riesgos.shtml](http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/evaluacion_riesgos/evaluacion_riesgos.shtml)

<http://anierac.org/consumo-oliva-segun-el-marm/>

<http://www.anierac.org/>

<http://www.oleohispana.com>



**ANEXO**

