



**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

**FACULTAD DE FARMACIA**

**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y BROMATOLOGÍA**

**Estudio de los índices de calidad en  
Aceites de Oliva de la provincia de Granada**

Memoria que presenta

**José Antonio Martín-Lagos Martínez**

Para optar al grado de

Doctor en Farmacia por la

Universidad de Granada





**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

**FACULTAD DE FARMACIA**

**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y BROMATOLOGÍA**

Directores de la Tesis Doctoral

**Dra. M<sup>a</sup> Carmen López Martínez**

**Dra. H López García de la Serrana**

**Dr. Rafael Giménez Martínez**

Memoria presentada por D. José Antonio Martín-Lagos Martínez

Granada, 2007



**UNIVERSIDAD DE GRANADA**

**FACULTAD DE FARMACIA**

**DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y BROMATOLOGÍA**

**La Directora del Departamento, María Fátima Olea Serrano**

**CERTIFICA:**

**Que el presente trabajo de Investigación ha sido desarrollado en el Departamento de Nutrición y Bromatología de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Granada.**

**Dra. M<sup>a</sup> Fátima Olea Serrano**

**Granada, 2007**



## **AGRADECIMIENTOS**

*Al terminar este trabajo de investigación quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a las personas que a continuación se indican.*

*A la Dra. M<sup>a</sup> del Carmen López Martínez, por compartir conmigo sus conocimientos e ideas, por su orientación, apoyo y total disposición a lo largo de la elaboración de esta Memoria sin la cual no se habría realizado.*

*A la Dra. Herminia López García de la Serrana, por su continuo interés, disponibilidad y amabilidad en la realización de este trabajo.*

*Al Dr. Rafael Giménez Martínez por su colaboración.*

*A mis padres por entener lo importante que era para mi este proyecto, por su estímulo y apoyo incondicional.*

*Por último agradezco profundamente a Bárbara su paciencia y ayuda constante y su respaldo en momentos claves en la realización de esta tesis. Y como no a Pepe y a Ana, que me iluminan día a día con su alegría y cariño. Muchas gracias a los tres por todo.*

*No quisiera que ninguno de los que han colaborado en la realización de esta Tesis Doctoral quedaran omitidos de forma involuntaria, por ello vuelvo a repetir.*

*A todos, gracias.*





*A Pepe y Ana*





*Índice*



	Página
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	5
1. La aceituna.....	7
1.1. Composición.....	7
1.2. Variedades de aceituna predominantes en al zona de Granada.....	7
1.2.1. Picual.....	10
1.2.2. Lucio.....	11
1.2.3. Loaime.....	12
1.2.4. Hojiblanca.....	13
2. Aceite de Oliva.....	15
2.1. Aceite de Oliva Virgen .....	15
2.2. Aceite de Oliva Refinado.....	16
2.3. Aceite de Oliva.....	16
2.4. Aceite de Orujo de Oliva.....	16
3. Elaboración del Aceite de Oliva.....	19
3.1. Recolección.....	19
3.2. Transporte.....	20
3.3. Recolección.....	20
3.4. Limpieza y lavado.....	21
3.5. Almacenamiento.....	22
3.6. Extracción.....	23
3.6.1. Molienda.....	24
3.6.2. Batido.....	26
3.6.3. Extracción por presión.....	27
3.6.4. Sistema continuo de extracción.....	28
3.7. Almacenamiento.....	33
3.8. Envasado.....	35
4. Calidad.....	36
4.1. Atributos de Calidad del Aceite de Oliva.....	37
4.1.1. Atributos Analíticos.....	37
4.1.2. Atributos de Pureza.....	38

4.1.3. Atributos organolépticos.....	40
4.1.3.1. Hojas de Perfil.....	42
5. Composición del Aceite de Oliva.....	44
5.1. Fracción Saponificable.....	44
5.1.1. Triglicéridos.....	45
5.1.2. Ácidos Grasos.....	47
5.2. Fracción Insaponificable.....	51
5.2.1. Hidrocarburos.....	52
5.2.2. Tocoferoles.....	52
5.2.3. Alcoholes Grasos y Alcoholes Diterpénicos.....	53
5.2.4. Esteroles.....	54
5.2.5. Mono y Diacilgliceroles.....	56
5.2.6. Pigmentos.....	56
5.2.7. Compuestos Volátiles y Aromáticos.....	57
5.3. Polifenoles.....	59
5.4. Elementos Minerales.....	61
5.4.1 Reglamentación Técnico- Sanitaria Sobre la Presencia de Metales en Aceites Vegetales Comestibles.....	62
6. Reconocimiento y Protección de la Calidad.....	63
6.1. Aceites con Denominación de Origen en España.....	65
6.1.1. Denominación de Origen “ Poniente de Granada”.....	66
6.1.2. Denominación de Origen “ Montes de Granada”.....	68
OBJETIVOS.....	71
PARTE EXPERIMENTAL.....	75
1. Toma de Muestras.....	77
2. Preparación de la muestra.....	80
3. Determinación del Grado de Acidez.....	81
4. Determinación del Índice de Peróxidos.....	84
5. Prueba Espectrofotométrica al Ultravioleta.....	89
6. Determinación del Contenido en Humedad y Materias Volátiles.....	93
7. Determinación del Contenido en Impurezas.....	96
8. Análisis de los Esteres Metilicos de los Ácidos Grasos.....	98
9. Determinación de minerales.....	101
9.1. Material utilizado.....	101

9.1.1. Aparatos.....	101
9.1.2. Material de vidrio.....	101
9.1.3. Reactivos y disoluciones.....	102
9.2. Toma de muestras.....	102
9.3. Preparación de muestras.....	103
9.4. Determinación de minerales por E.A.A-E.T.....	104
9.5. Calibrado.....	105
9.5.1. Preparación de la recta de calibrado.....	105
9.6. Condiciones instrumentales.....	106
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	109
1. Índices Fisicoquímicos Analizados.....	111
1.1. Resultados de la Determinación del Grado de Acidez Expresado en % de Ácido Oleico.....	112
1.2. Resultados de la Determinación del Índice de Peróxidos.....	118
1.3. Resultados de la Prueba Espectrofotométrica la Ultravioleta.....	124
1.4. Resultados del Contenido en Humedad y Materias Volátiles.....	135
1.5. Resultados de la Determinación del Contenido en Impurezas.....	139
2. Resultados de la Determinación de Ácidos Grasos.....	148
3. Concentraciones de Elementos Estudiados. Niveles de Hierro, Cobre, Zinc, Selenio, Níquel y Cromo en Aceite de Oliva Virgen.....	169
3.1. Hierro.....	169
3.2. Cromo.....	173
3.3. Cobre.....	176
3.4. Níquel.....	180
3.5. Selenio.....	183
3.6. Zinc.....	186
3.7. Correlaciones Entre elementos.....	189
3.8. Otras Correlaciones.....	192
CONCLUSIONES.....	195
BIBLIOGRAFÍA.....	199











## *Introducción*



El aceite, el olivo y la aceituna. Son palabras milenaria ancladas en los más hondo de nuestro idioma. La historia del olivo es la historia del mediterráneo. Ha sido un cultivo común en toda su cuenca y sus frutos han recorrido todas sus orillas y senderos (Martínez Álvarez, J et al 2005) Desde el principio, el olivo y sus frutos han estado presentes en la historia de los hombres (F. Civantos, 1999)

Se conocen muchas especies de olivo, pero la más extendida es la Olea Europea. El origen de las especies es controvertido. Según varias teorías, el olivo tal y como se conoce actualmente, crecía en el antiguo Irán y en Mesopotamia hace cinco mil años. Desde allí se extendió a Siria y Palestina. La extensión hacia el oeste del olivo fue debida a los fenicios que comercializaban en distintos puertos del mediterráneo. A partir del siglo XVI antes de Cristo, su cultivo llegó a a las Islas Griegas. Más tarde los romanos expandieron su cultivo por todo su imperio, el aceite de oliva empezó a cobrar importancia no solo como alimento básico, sino como medicina y fuente de energía.(Boskous, 1999)

La literatura latina es rica en testimonios relativos al progreso en el conocimiento de las técnicas del cultivo del olivo y de la elaboración del Aceite de Oliva. Por lo que se refiere al cultivo, los progresos se aprecian en la valoración de los lugares a emplazar el olivo, y en la mejora de las técnicas de injerto.

Los árabes incrementaron su cultivo hasta que la caída de su imperio redujo el consumo a África. (Fernández- Escobar,1993)

Durante la Edad Media, el destino principal del Aceite de Oliva no fue para el consumo humano, sino para los usos litúrgicos. El aceite consagrado el Jueves Santo era distribuido entre todas las iglesias de cada una de las diócesis, debiendo durar todo el año y, en caso de que éste se agotase, sólo podía conseguirse más con el permiso directo del Obispo. También los candiles que ardían en los altares eran alimentados exclusivamente con Aceite de Oliva, según lo prescrito por las Sagradas Escrituras.

Con el descubrimiento de América, los primeros colonizadores introdujeron la viña y el olivo. El viñedo se extendió más, mientras que el olivo se cultivó solo en determinadas áreas de Chile, Argentina y California. (Ramos et al, 1997)

España ocupa junto con Italia el primer puesto en la clasificación de los países productores de aceite de oliva a nivel mundial. Cuenta con un patrimonio olivícola de 185 millones de olivos (Tardaguila , F et al . 1996). Andalucía con el 60% de la superficie olivarera española produce el 80% del aceite de oliva; el resto se produce fundamentalmente en Castilla La Mancha, Extremadura y Cataluña.

El olivo está muy extendido en regiones áridas y semiáridas. Es un cultivo típico de secano aunque el regadío es beneficioso. En el área mediterránea, las condiciones son favorables para el cultivo, porque las lluvias son frecuentes desde el otoño hasta comienzo de primavera; por lo que no suele faltarle agua durante el tiempo de formación de la flor. (Bokous, 1999)

El olivar ha sido posiblemente, el cultivo que menos transformaciones ha sufrido en cuanto a características naturales de su ciclo vegetativo. Por lo tanto, se puede decir que, en la mayoría de las zonas de cultivo, el paisaje de la España olivarera ha cambiado muy poco desde hace mil años, cuando la civilización hispanomusulmana no sólo recogió las enseñanzas impartidas por lo antiguos romanos, sino que mejoro las formas de obtención del aceite de oliva en lugares más adecuados (almazaras) (Ávila Granados, 2002)

El aceite de oliva, sobre todo el Aceite de oliva virgen extra, es un alimento consumido tanto por motivo hedonístico como por aspectos nutricionales.



## *Antecedentes bibliográficos*





## 1. LA ACEITUNA

### 1.1 Composición

El fruto del árbol *Olea Europea* es una drupa ovalada con pericarpio (pulpa) y endocarpio (hueso). La pulpa tiene dos partes: el epicarpio (piel) y el mesocarpio (la pulpa propiamente dicha), que representa el 65-83 % del peso total de la aceituna. El endocarpio (hueso y semilla) varía entre el 13 y 30 %. (Boskous,1999)

El fruto contiene agua (hasta un 70 %), que también se conoce como “aguas de vegetación”. La composición química media de la aceituna en el momento de la recolección es la siguiente:

- Agua de vegetación 40 a 55 %
- Aceite 18 a 32 %
- Hueso 14 a 22%
- Almendra o Semilla 1 a 3%
- Epicarpio y resto de pulpa 8 a 10 %



En las aceitunas maduras, además del agua y el aceite, se encuentran azúcares, proteínas, pectinas, ácidos orgánicos, taninos, oleuropeína, componentes inorgánicos, etc., cuyas circunstancias varían con los cultivares, con las condiciones climáticas y con el grado de madurez. (L. Civantos, 1999)



El peso de las aceitunas aumenta en varias fases hasta octubre o mediados de noviembre. Después empieza a disminuir, sobre todo por la pérdida de humedad. Por ello se produce un aumento en el contenido de aceite desde octubre a diciembre. Durante el otoño y el invierno el color de la aceituna se oscurece y el contenido en aceite

alcanza su máximo. (D.Boskou,1999 )

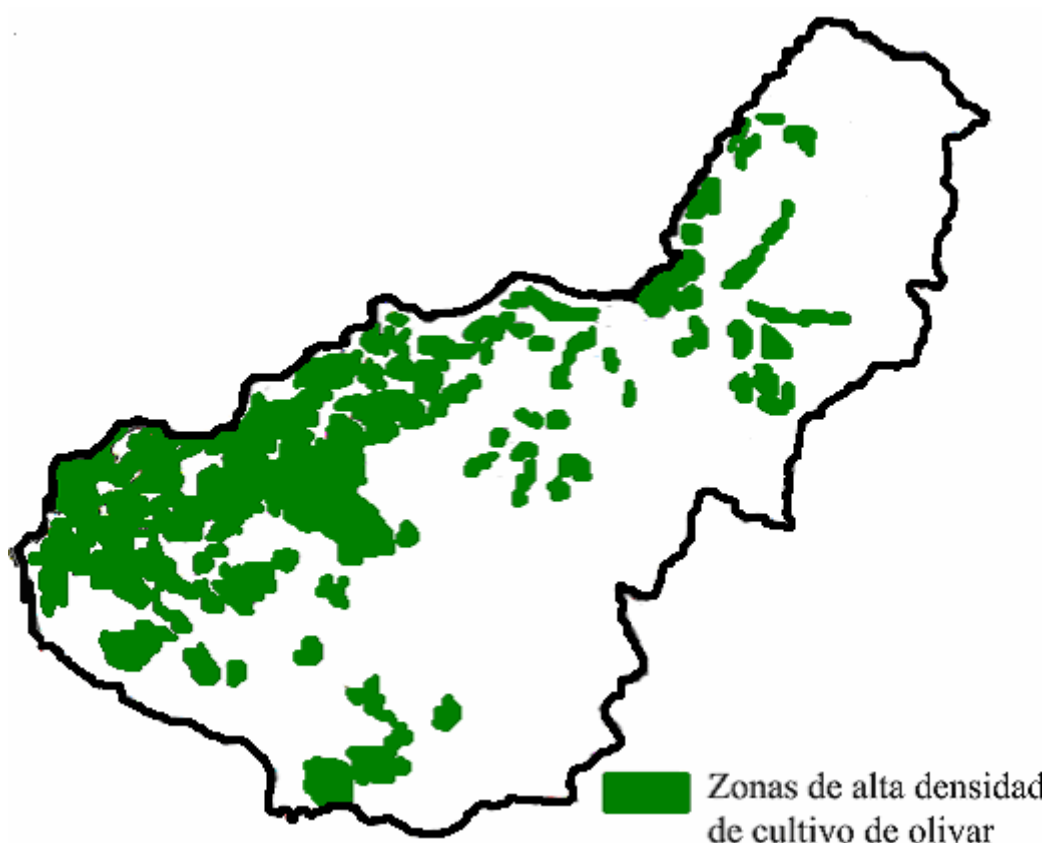
### 1.2 Variedades de aceituna predominantes en la zona de Granada

El cultivo mundial del olivar se desarrolla principalmente entre los paralelos 20° y 40° del hemisferio norte. La producción olivarera cuenta con unos 30 géneros y cerca de

600 especies de olivos, la mayoría de los cuales se localizan en el área mediterránea. (Ávila Granados, 2002)

El modelo de la distribución de las variedades de olivo en la provincia de Granada fue explicado a mediados de la década de los 70 por los Inventarios Agronómicos del olivar realizados por el M.A.P.A. en toda España y concretamente el realizado en Granada cuya publicación data de 1.976 (Espejo, J.A 2006) A pesar de haber transcurrido casi 30 años, este modelo puede servir para explicar la situación varietal que hoy encontramos en Granada, y se complementa con los estudios realizados por D. Barranco y L. Rallo publicados en 1.985 “Las variedades de olivo cultivadas en Andalucía”.

Mapa 1 Distribución del cultivo del Olivo en la provincia de Granada (Espejo, J.A. 2006)



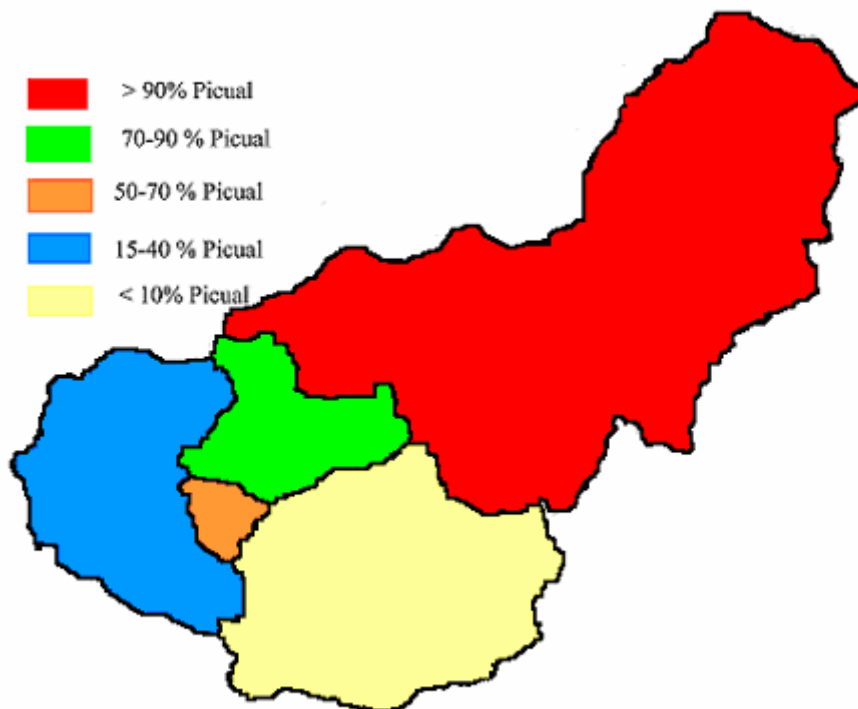
La provincia de Granada se encuentra influenciada fundamentalmente por el área de cultivo de la variedad Picual de Jaén, más intensamente cuanto más hacia el este y al norte de Granada nos desplazemos. Así, en las comarcas definidas por el inventario agronómico del olivar de 1.976, Levante (comarcas administrativas de Guadix, Baza y

Huéscar) y Norte (comarca de los Montes de Granada), sus olivares presentan, según la publicación de Barranco y Rallo (1984), un porcentaje en superficie de esta variedad superior al 50%, que descienden hasta un 25-10% al desplazarnos al suroeste de la provincia. Así, en la comarca Sur, formada por el Valle de Lecrín, la Alpujarra y la Costa de Granada, el porcentaje de la superficie de olivar Picual desciende por debajo del 10%, ya que la variedad principal en esta última zona oleícola es Lechín de Granada.(Espejo, J.A. 2006)

Los aceites que han sido analizados en este estudio pertenecen a las siguientes zonas olivareras:

- 1) Zona Montes de Granada
- 2) Comarca del Altiplano de Granada
- 3) Poniente de Granada
- 4) Comarca de la Vega de Granada-Temple

Mapa 2 Distribución de la variedad picual en la provincia de Granada.( Espejo, J.A, 2006)



De esta forma se demuestra que la variedad Picual es una variedad principal dentro del cultivo del olivar en la provincia de Granada, llegando a ser casi monovarietal en las comarcas del norte de la provincia (Guadix, Baza y Huéscar) representando en 1.976 según los inventarios cerca del 80% del olivar de estas comarcas. En el resto de la provincia, la influencia varietal del Picual se encuentra modulada cuanto más hacia el sur y oeste nos desplazamos a través de la variedad Hojiblanca y otras variedades autóctonas de Granada , principalmente la variedad Lucio y la variedad Loaime.

En el conjunto de la zona de estudio, están representadas la variedad picual que es la predominante, la Loaime ,Hojiblanca , y la variedad Lucio y otras variedades minoritarias y dispersas (se catalogan hasta 8 variedades).

### **1.2.1. PICUAL**

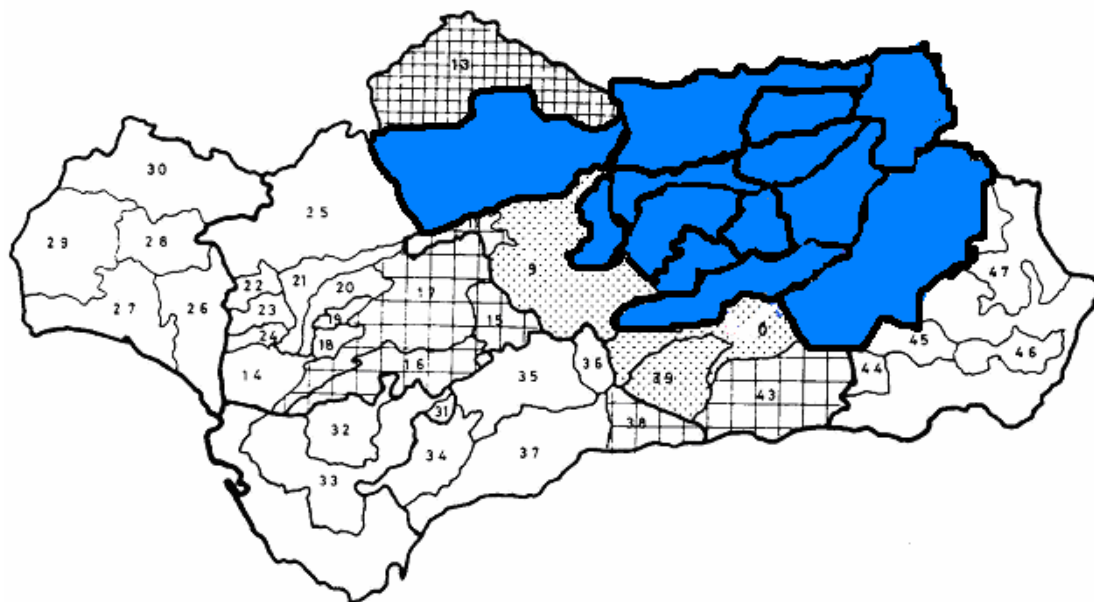
Es la variedad más importante del mundo, representando el 50 % de las aceitunas y árboles de España y por tanto, aproximadamente, el 20 % mundial. Su difusión geográfica está claramente ligada a Andalucía, principal región productora a nivel mundial, y en concreto a la provincia de Granada. Gracias al plan de reconversión y reestructuración productiva del olivar, se utiliza también en otras provincias andaluzas, ya que fue la variedad más utilizada en las nuevas plantaciones y replantaciones, dada su productividad y su precocidad de entrada de producción.



Suele ser generalmente de tamaño medio a grueso, entorno a los 3,2 gramos. La relación pulpa / hueso está entorno a 5,6. La maduración transcurre desde la segunda semana de noviembre hasta la tercera de diciembre. El rendimiento graso es muy bueno .

Su composición de ácidos grasos y su cantidad de antioxidantes naturales resulta excelente. Su alto contenido en ácido oleico (78,93%) monoinsaturado, importante para evitar riesgos de enfermedades cardiovasculares, su bajo contenido en ácido linoleico y su elevado contenido en polifenoles, lo convierten en el aceite más estable que existe, significando esto un mayor período de vida. Su aceite posee una gran

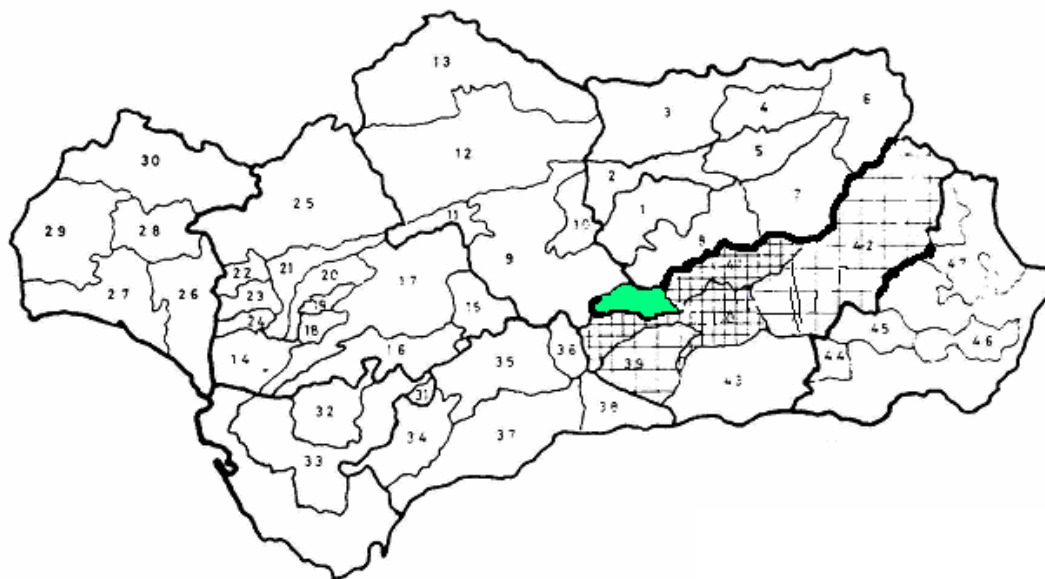
fuerza, sabor afrutado, un amargo intenso y claros tonos picantes. (Ávila granados, 2002)



Mapa.3- Distribución de la variedad Picual en Andalucía. Fuente: D. Barranco y L. Rallo: *Inventario de olivo cultivadas en Andalucía, 1984*(Espejo 2006)

### 1.2.2. LUCIO

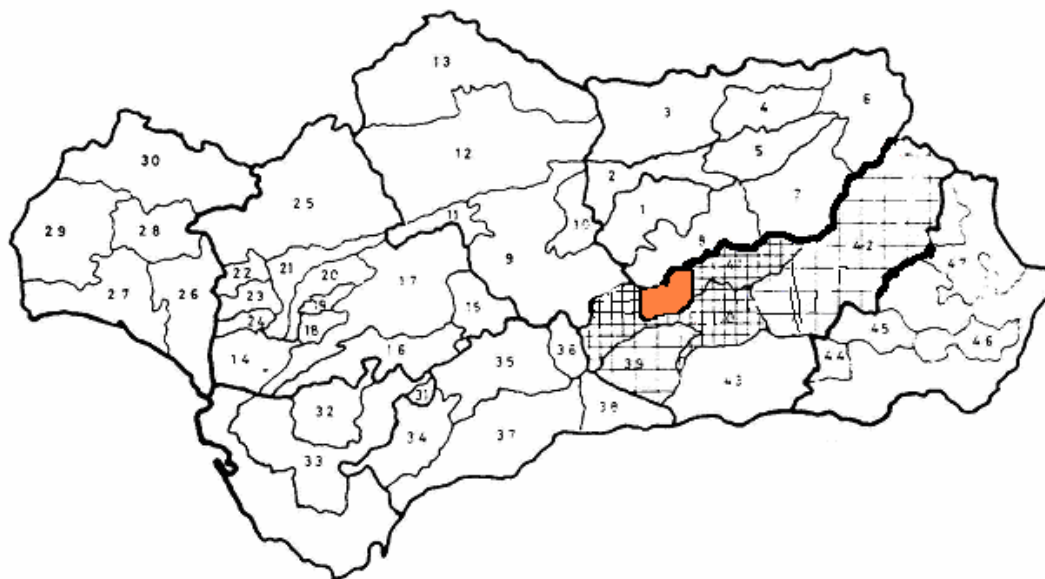
La variedad Lucio es la primera de las variedades autóctonas que se encuentran en la provincia de Granada, En total en la provincia de Granada puede haber unas 10.000 Has., siendo la comarca Norte (Montes Orientales de Granada) con 5.000 Has y la Vega de Granada con 4.000 Has, las que representan la mayor superficie de esta variedad. Los términos municipales con mayor densidad de olivos Lucio son: Illora, Moclín y Colomera. Se trata de una variedad muy vigorosa con productividad baja y alternante(Espejo, 2006).



Mapa.4- Distribución de la variedad Lucio en Granada. Fuente: D. Barranco y L. Rallo :Inventario de olivo cultivadas en Andalucía, 1984.(Espejo, 2006)

### 1.2.3. LOAIME

La segunda variedad autóctona de Granada, Loaime, representa en la provincia unas 6.000 Has repartidas entre las comarcas de la Vega y Norte . En la Vega se encuentra la mayor superficie de esta variedad con 4.000 Has., y en la zona Norte la superficie es de 2.000 Has. La zona de máxima densidad de esta variedad de olivar se encuentra en la zona sur de Sierra Arana, entre los municipios de Cogollos Vega, el que presenta la máxima densidad de olivar Loaime con 2.000 Has., Alfacar, Nívar, Víznar, Güevéjar y Peligros. Dentro de la comarca de Guadix se encuentra difundida esta variedad en menor intensidad (5% de la superficie), y se conoce con la denominación varietal errónea “Negral”. Esta variedad proporciona aceites dulces de gran intensidad aromática. (Espejo, 2006)



Mapa.5- Distribución de la variedad Loaime en Granada. Fuente: D. Barranco y L. Rallo :Inventario de olivo cultivadas en Andalucía, 1984 (Espejo, 2006)

#### 1.2.4. HOJIBLANCA

El nombre le viene del color del envés de la hoja que le confiere una claridad al árbol, teniendo este un aspecto plateado en la lejanía. Su área de influencia se extiende por Andalucía, en concreto por el este de la provincia de Sevilla, el sur de Córdoba y todo el norte de la provincia de Málaga. Puede suponer el 16 % del olivar andaluz. Su uso es tanto para aceituna de mesa negra estilo



"californiano" por la firme textura de su pulpa, como para la producción de aceite. Aunque con muchas oscilaciones, suele ser de tamaño grande a grueso alcanzando de media los 4,3 gramos.. Su rendimiento en aceite es bajo, con una media entre 17-19%.

La composición en ácidos grasos es muy equilibrada con ácidos saturados relativamente más bajos que en el resto de los aceites de otras variedades. La estabilidad ante la oxidación no es elevada y se recomienda mantener estos aceites al



amparo de la luz y sin excesiva oxigenación durante el almacenamiento. El aceite presenta una inmensa gama de sabores, pero se pueden destacar como valores comunes los atributos de dulzura al inicio de la cata, frutado herboso fresco en el aroma, ligero amargor a fruta verde y otras frutas que a veces recuerdan a una macedonia, ligero picante en garganta y regusto final almendrado.

## 2. ACEITE DE OLIVA

Es el zumo oleoso de las aceitunas, se obtiene por procedimientos mecánicos o por otros medios físicos en condiciones, especialmente térmicas, que no produzcan la alteración del aceite, que no haya tenido más tratamiento que el lavado, la decantación, la centrifugación y el filtrado. (Sánchez Pineda et al, 2000).

La calidad del aceite de oliva virgen emana de ser un producto natural, un zumo de frutas que puede consumirse directamente, lo que no puede hacerse con ningún otro aceite vegetal. (Cosio, 2006).

El Convenio Internacional del Aceite de Oliva de 1986, enmendado y reconducido en 1993 y prorrogado en último lugar en 2003 reserva la denominación de "Aceite de oliva" únicamente al aceite procedente del fruto del olivo, con exclusión de los obtenidos por disolventes, por procedimientos de reesterificación y de mezcla con aceites de otra naturaleza. No es aplicable tampoco a los aceites de orujo de aceituna.

Dentro de los aceites de oliva se pueden distinguir:

**2.1. Aceite de Oliva Virgen:** Es aquel aceite obtenido exclusivamente por procedimientos mecánicos o por otros medios físicos en condiciones, especialmente térmicas, que no produzcan la alteración del aceite, que no haya tenido más tratamiento que el lavado, la decantación, la centrifugación y el filtrado. Es un producto natural que conserva el sabor, los aromas y las vitaminas de la fruta. Tiene la personalidad de la zona de donde procede. A su vez se clasifican en:

*Aceite de Oliva virgen apto para consumo en la forma en que se obtiene:*

Aceite de Oliva Virgen Extra: Aceite de oliva virgen cuya acidez libre expresada en ácido oleico sea como máximo de 0,8 gramos por 100 gramos y cuyas características organolépticas correspondan a las previstas para esta categoría.

Aceite de Oliva Virgen: (También recibe el nombre de fino en las fases de producción y comercio al por mayor): Aceite de oliva virgen cuya acidez libre expresada en ácido oleico sea como máximo de 2 gramos por 100 gramos y cuyas características organolépticas correspondan a las previstas para esta categoría.

Aceite de Oliva Virgen Corriente: Aceite de oliva virgen cuya acidez libre expresada en ácido oleico sea como máximo de 3,3 gramos por 100 gramos y cuyas características organolépticas correspondan a las previstas para esta categoría.

*Aceite de Oliva virgen no apto para consumo en la forma en que se obtiene:*

Aceite de Oliva Virgen Lampante: Aceite de oliva virgen cuya acidez libre expresada en ácido oleico sea superior a 3,3 gramos por 100 gramos y cuyas características organolépticas correspondan a las previstas para esta categoría.

**2.2. Aceite de Oliva Refinado**: Es el obtenido por refinación de aceites de oliva vírgenes y cuya acidez libre expresada en ácido oleico no podrá ser superior a 0,3 gramos por 100 gramos, obtenido mediante técnicas de refinado que no producen alteración en la estructura glicerídica inicial. (Habitualmente se utiliza aceite de Oliva virgen lampante reduciendo la acidez por medio de refino, así como neutralizando el sabor)

**2.3. Aceite de Oliva**: Mezcla de aceites de oliva vírgenes distintos al lampante y de oliva refinado, cuya acidez libre expresada en ácido oleico no podrá ser superior a 1 gramo por 100 gramos. (Este es el producto más consumido en España).

**2.4. Aceite de Orujo de Oliva Crudo**: aceite obtenido por tratamientos de los orujos de oliva por disolventes, con exclusión de los aceites obtenidos por procedimientos de reesterificación y de toda mezcla con aceites de otra naturaleza, y destinado a posterior refino para el consumo humano o a usos técnicos. Se clasifica y denomina de la siguiente forma:

Aceite de Orujo de oliva refinado: aceite destinado a usos comestibles obtenido por refinación de este aceite de orujo crudo y cuya acidez libre expresada en ácido oleico no podrá ser superior a 0,3 gramos por 100 gramos acidez.

Aceite de Orujo de oliva: Mezcla de aceite de orujo refinado y de aceite de oliva vírgenes distintos al lampante, cuya acidez libre expresada en ácido oleico no podrá ser superior a 1 gramo por 100 gramos.

Aceite de Orujo de Oliva para usos técnicos: todos los demás aceites de orujo de oliva crudos

Las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo se incluyen como tablas 1 y 2 recogidas en el Reglamento de la Comunidad Económica Europea nº 1989/2003 de la Comisión, del 6 de noviembre de 2003.

-----Antecedentes bibliográficos

Tabla 1 y 2. Anexo 1 Características de los aceites de oliva

Categoría	Acidez (%)	Índice de peróxidos mEq O <sub>2</sub> /kg	Ceras mg/kg	Ácidos saturados en posición 2 de los triglicéridos	Estigmastadieno mg/kg	Diferencia entre ECN 42 HPLC y ECN 42 (cálculo teórico)	K232	K270	Delta-K	Evaluación organoléptica Mediana del defecto (Md)	Evaluación organoléptica Mediana del atributo frutado (Mf)
Aceite de oliva virgen extra	≤ 0,8	≤ 20	≤ 250	≤ 1,5	≤ 0,15	≤ 0,2	≤ 2,50	≤ 0,22	≤ 0,01	Md = 0	Mf > 0
Aceite de oliva virgen	≤ 2,0	≤ 20	≤ 250	≤ 1,5	≤ 0,15	≤ 0,2	≤ 2,60	≤ 0,25	≤ 0,01	Md ≤ 2,5	Mf > 0
Aceite de oliva lampante	≤ 2,0	-	≤ 300	≤ 1,5	≤ 0,50	≤ 0,3	-	-	-	Md > 2,5	-
Aceite de Oliva refinado	≤ 0,3	≤ 5	≤ 350	≤ 1,8	-	≤ 0,3	-	≤ 1,10	≤ 0,16	-	-
Aceite de oliva compuesto exclusivamente por aceites de oliva refinados y aceites de oliva vírgenes	≤ 1,0	≤ 15	≤ 350	≤ 1,8	-	≤ 0,3	-	≤ 0,90	≤ 0,15	-	-
Aceite de orujo de oliva crudo	-	-	≤ 350	≤ 2,2	-	≤ 0,6	-	-	-	-	-
Aceite de orujo de oliva refinado	≤ 0,3	≤ 5	≤ 350	≤ 2,2	-	≤ 0,5	-	≤ 2,00	≤ 0,20	-	-
Aceite de orujo de oliva	≤ 1,0	≤ 15	≤ 350	≤ 2,2	-	≤ 0,5	-	≤ 1,70	≤ 0,18	-	-

Categoría	Contenido en ácidos grasos						Sumas de los isómeros transoleico (%)	Suma de los isómeros translinoleic o, translinolenic (%)	Composición de esteroides						Esteroides totales mg/kg	Eritrodiol y uvaol (%)
	Mirístico (%)	Linoléico (%)	Araquídico (%)	Eicosanoico (%)	Behénico (%)	Lignocérico (%)			Colesterol (%)	Brasicaster ol (%)	Campester ol (%)	Estigmaste rol (%)	Betastoste rol (%)	Delta-7- estigmaste rol (%)		
Aceite de oliva virgen extra	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 4,0	< Camp.	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1000	≤ 4,5
Aceite de oliva virgen	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 4,0	< Camp.	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1000	≤ 4,5
Aceite de oliva lampante	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 4,0	< Camp.	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1000	≤ 4,5
Aceite de Oliva refinado	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,20	≤ 0,30	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 4,0	< Camp.	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1000	≤ 4,5
Aceite de oliva compuesto exclusivamente por aceites de oliva refinados y aceites de oliva vírgenes	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,20	≤ 0,30	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 4,0	< Camp.	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1000	≤ 4,5
Aceite de orujo de oliva crudo	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,20	≤ 0,10	≤ 0,5	≤ 0,2	≤ 4,0	-	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1000	≤ 4,5
Aceite de orujo de oliva refinado	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,40	≤ 0,35	≤ 0,5	≤ 0,2	≤ 4,0	< Camp.	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1000	≤ 4,5
Aceite de orujo de oliva	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,40	≤ 0,35	≤ 0,5	≤ 0,2	≤ 4,0	< Camp.	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1000	≤ 4,5

### 3. ELABORACIÓN DEL ACEITE DE OLIVA

#### 3.1. *Recolección.*

La recolección es una de las operaciones que mayor trascendencia presenta en el cultivo de olivar, porque repercute en la cantidad y la calidad del aceite obtenido, en el coste de producción y en el volumen de la cosecha siguiente.

El momento ideal para hacer la recolección sería aquel que mejor cubra la consecución de los siguientes objetivos.

- ❖ Las aceitunas deben contener la mayor cantidad de aceite.
- ❖ Los daños que sufra el olivo en la recolección deben ser mínimos y no perjudicar a la cosecha siguiente.
- ❖ El coste de la recolección será el mas económico posible.



El momento de mayor cantidad y calidad de aceite ya ha sido analizado y se sitúa en una fecha muy próxima a la desaparición de las aceitunas verdes en el olivo y el máximo porcentaje de aceitunas en envero. A este momento se le denomina Momento Crítico de recolección (M.C.R.) (L.Civantos 1999, J. Graell.1993).

Las aceitunas se defienden perfectamente de los ataque de patógenos cuando mantienen su epidermis en perfectas condiciones, por ello es necesario hacer la recolección de modo que se respete por completo esta integridad, de los métodos manuales, el ordeño es el mas aconsejable, pues satisface la exigencia anterior, en tanto que el vareo es causa de abundante daño en los frutos. La recogida mecanizada mediante vibradores de troncos es comparable con el ordeño en cuanto a la ausencia de daños y aconsejable desde el punto de vista económico (J. Humanes, 2001)



La recolección debe concluirse antes de que exista la probabilidad de caída natural acusada, porque el fruto del suelo es una materia prima de inferior calidad para la

obtención de buenos aceites y siempre debe separarse de la que se recolecta sobre el árbol y llevarla separada a la almazara.

En este sentido al recolectar los frutos caídos al suelo es más recomendable el barrido de los mismos que utilizar recogedores de rodillos.

La aceituna una vez recogida debe llevarse lo antes posible a la almazara. En el transporte no deben comprimirse las aceitunas.

### **3.2. Transporte.**

El transporte de sacos debe desecharse ya que produce una ruptura de los frutos y acelera las fermentaciones, permite la entrada de contaminantes aumenta la acidez y altera los caracteres organolépticos (Hermoso et al.1998). En los sacos se observa incremento de la acidez, índice de peróxidos y K232 y K270. Se produce también pérdida de polifenoles y pérdida de la puntuación organoléptica de 6.5 a 5 puntos. (O. Kopriungak et al. 2002)

Los mejores métodos son utilización de cajas de plástico resistentes y lavables, o carga a granel sobre remolque, sin que el fruto alcance mucha altura (menos de 1,5 metros, y separando siempre la aceituna de suelo, de peor calidad, de la de árbol o vuelo. (A. Garrido Varo et al 2000)

Al hablar de factores tecnológicos hay que referirse en primer lugar a las denominadas operaciones previas, estas son la recepción, lavado y almacenamiento.

### **3.3 Recepción.**

La recepción se realizara con precaución para evitar dañar el fruto durante la descarga. La recepción se realizara en función de la variedad de aceituna, del estado del fruto (sano, dañado por la mosca, atacado por gloesporium, de suelo, de vuelo) (J. E. Pardo. 2002, L. López et al, 1993). Las aceitunas serán clasificadas en los primeros tratamientos a que son sometidos es decir limpieza y lavado.

### **3.4. Limpieza y lavado.**

Una vez realizada la primera clasificación, la aceituna va al punto de descarga que le corresponde para su acceso al equipo de limpieza.

Un equipo de limpieza generalmente consta de:



- ❖ Una o dos tolvas de entrada empotradas bajo rasante sobre las que se basculan aceitunas. El diseño de la tolva debe facilitar un tránsito del fruto poco traumático para su integridad. (Civantos, 1999)
- ❖ Cintas transportadoras entre tolvas y máquinas.
- ❖ Máquina limpiadora. Despalilladora, que quita parte de las impurezas que acompañan a la aceituna durante la recolección, principalmente hojas y ramillas, que pueden representar entre 5 y 10% del peso del fruto en el momento de entrar en la almazara.
- ❖ Máquina lavadora, Las aceitunas se mezclan con una determinada cantidad de agua en la que se inyecta aire, o se añade sal, que hace que la aceituna flote y circule en el interior del agua, depositándose en el fondo tierra y piedras. (J. E. Pardo, 2002)

Las máquinas lavadoras deben de tratar aceitunas con un grado de suciedad similar, especializando líneas para frutos muy sucios y otras diferentes para frutos más limpios. El lavado de las aceitunas limpias es de dudoso interés porque el agua residual interfiere las operaciones de extracción citándose disminuciones de la extractabilidad del 0.3 % con incremento de la riqueza grasa del orujo, y pérdidas en la estabilidad y menor intensidad en los atributos organolépticos de los aceites sobre todo en el frutado. (M. Hermoso et al, 1995) Sin embargo en contrapartida el lavado actúa como medida correctora para evitar contaminaciones procedentes de residuos de productos depositados en los frutos durante las operaciones de cultivo. Un lavado ligero seguido de secado u oreo puede ser la solución. (Luna et al 2006)



### **3.5. Almacenamiento.**

Esta última etapa es la más crítica de las operaciones previas. Una vez limpiado y pesado el fruto este se almacena en tolvas de espera y trojes hasta el momento de la molturación, el tiempo de espera debe ser inferior a las 24 horas, aunque lo ideal es que la molturación sea inmediatamente posterior al pesado (J. E. Pardo, 2002)

En las aceitunas separadas del árbol comienza, desde el primer momento una descomposición de la materia orgánica, con la desintegración de las paredes celulares y el epicarpio pierde la cualidad de barrera antimicrobiana. Las causas de la alteración de la materia grasa contenida en las aceitunas puede ser debida a una hidrólisis espontánea, una lipólisis enzimática o microbiana, y una oxidación del aceite. La causa mas frecuente es la producida por la acción de los microorganismos, principalmente mohos y levaduras, que se desarrollan sobre las aceitunas y que tienen efecto lipolitico. (Sanz et al 2005)

En el almacenamiento, cuando se almacenan aceitunas, se produce una clara elevación de la temperatura, mayor en las capas intermedias (de 30 cm a 80 cm) que en la superficial, muy aireada o en las más profundas donde se dan condiciones para anaerobiosis.

Tabla 3. Temperatura que alcanzan las aceitunas en función de la profundidad en el troje

<b>PROFUNDIDAD DE LAS ACEITUNAS EN EL TROJE (cm)</b>	<b>TEMPERATURA °C</b>
0	22
10	38
30	45
50	42
80	45
120	32
150	32

(L. Civantos, 1999)

Cuando las aceitunas proceden del suelo o están atacadas por insectos o enfermedades, la situación se agrava.

El atrojado de las aceitunas es un atentado contra la calidad del aceite: además de la elevación de la acidez, y del índice de peróxidos disminuye la estabilidad oxidativa por la bajada del contenido en polifenoles, se degradan las características organolépticas, y se modifica la composición de la fracción esterólica y aumenta el porcentaje de ceras (A. Garrido Varo et al, 2000, T. Traviesa, 1989) Aparecen una cantidad alta de ácidos volátiles como acético, butírico y de alcoholes grasos como 1-octen-3ol y 2-octen-1ol, siendo la asociación de estos compuestos la causa principal del aroma desagradable y peculiar que los caracteriza (M. Canet et al, 1999)

Cuando la entrada de aceituna en la almazara sobrepasa la capacidad de molturación y hay que atrojar, es preferible que se almacenen las aceitunas que llevan aceite de una categoría potencialmente inferior: los atacados por plagas y enfermedades, los muy sucios, con tierra, los procedentes del suelo en general, Se debe dar preferencia a la molturación a los potencialmente mejores.

Estudios del instituto de la grasa pusieron de manifiesto que la calidad de aceites vírgenes obtenidos a partir de aceituna conservada a 5°C se mantuvo durante 18 días dentro de la calidad extra en todos los parámetros analizados. (M. Canet et al, 1999)

Una vez llegado a este punto comienza propiamente dicho el proceso de extracción del aceite de oliva.

### **3.6. Extracción**

La Extracción de aceite de oliva en España hasta finales de los años sesenta se realizaba por el método tradicional, el molino de rulos, empiedro y el sistema de prensas. Este procedimiento era poco operativo y racional ya que el rendimiento horario era bajo, las necesidades de mano de obra eran elevadas y la limpieza y la higiene eran difíciles de conseguir. (Uceda et al, 2006.J.Tardaguilla, 1996). La investigación y la innovación tecnológica en el sector han provocado un notable paso adelante, y se ha registrado una significativa transformación (Di giovacchino, 1997) ; Durante muchos años los esfuerzos se han dirigido a la reducción de los costes de

extracción, pasando de las instalaciones discontinuas por presión a las continuas basadas en la centrifugación de las pastas para la separación de las fases, actualmente se tiende a modificar el ciclo de extracción a fin reducir o eliminar la producción de alpechín. (F. Espinola 2000)

Sea cual sea el método usado en la extracción de aceite de oliva, es necesario realizar previamente una preparación de la pasta de la aceituna, etapa que comprende la molienda y el batido de la misma. (Bertran et al, 2005, Uceda 1995).

### **3.6.1.Molienda.**

La molienda tiene por objeto romper las células de la pulpa y provocar la salida del aceite de las vacuolas para su reunión en gotas más gruesas y permitir su separación. (F. Espínola, 1996).

Los aspectos fundamentales a considerar en la molienda son:

- ❖ Uniformidad, de esta forma se consigue una máxima eficacia en el batido, un buen reparto de la masa en capachos, con mayor agotamiento al distribuirse la presión de forma homogénea en todos los puntos de la pasta.
- ❖ Grado de molienda. Indica el tamaño medio en el que quedan las partes mas duras de la pasta. Es regulable en los molinos de martillos en función del diámetro de los orificios de las cribas. En los de empiedros se gradúa según el tiempo de permanencia de los frutos en el moledero. Debe ser mas fino para las aceitunas de principio de campaña y mayor cuanto mas se avance en esta. Los efectos son:

- Molienda gruesa: débil rotura de los tejidos y desigual distribución de presiones en capacho. Orujos con alto contenido graso.
  - Molienda fina : pasta poco filtrante. Papillas en los tamices y finos en los alpechines.
- ❖ Aireación, deberá limitarse en lo posible mediante la reducción de la superficie y del tiempo de contacto de la pasta con el aire, ya que este provoca la iniciación de la oxidación que enrancia el aceite.

- ❖ Impurezas, hay que evitar la incorporación de cualquier tipo de materias extrañas, incluyendo trazas metálicas, porque afectan a las características organolépticas y actúan como catalizadores de la oxidación del aceite (I. Paz et al , 2001)
- ❖ Velocidad, cuando es alta produce calentamiento de la masa que facilita las reacciones bioquímicas en la pasta en detrimento de la calidad del aceite.

Una buena molienda es el punto de partida para obtener un aceite de calidad. (L. Civantos, 1999)

Esta operación se ha realizado desde las primeras épocas de la elaiotecnía por medio de los empiedros o molederos de rulos, que realizaban una doble función la molturación o rotura del fruto y la dilaceración de la pasta o efecto de cizallamiento que coadyuva a la rotura de las células oleíferas (M. Uceda 1995). Este sistema favorece la extractabilidad de la pasta de la aceituna y necesita de la repicación de rulos y soleras.(J. Pardo, 2002)



Actualmente, se vuelve a estos métodos tradicionales de molienda para la elaboración del aceite de oliva ecológico ( Stavroulakis, 1998).

Los molinos de rulos están siendo sustituidos por molinos metálicos, que aunque pierden en extractabilidad, ganan en capacidad de molturación y facilidad de manejo. Estos realizan la molienda por impacto y rozamiento. Cuando el interior no es de acero inoxidable se produce la incorporación de trazas metálicas a la pasta. Dentro de los molinos de martillos se distinguen varios tipos:

- ❖ Molino de martillos, realiza la operación de golpeo del fruto, impulsando la pasta por los martillos contra una criba de orificios calibrados en función del grado de molienda deseada.
- ❖ Molino de discos dentados, Están formados por dos discos enfrentados que gira en sentido contrario, a veces a distinta velocidad. Los discos están rodeados por una criba que gradúa la molienda.

- ❖ Molino de cilindros estriados, con dos rodillos iguales con ejes horizontales, paralelos, que giran en sentido contrario. La superficie de los rodillos es acanalada de forma que desgarran y tritura las aceitunas desde la entrada a la salida, donde al peso de las estrías es menor. La alimentación se hace por la parte superior y la salida por la inferior.(Civantos, 1999)

### **3.6.2. Batido.**

Una vez realizada la molienda del fruto se efectúa un batido de la masa a fin de formar una fase oleosa continua. Esta operación necesaria para incrementar el rendimiento(L. Di Giovacchino, 2002), se basa además de en un efecto puramente mecánico, “ en la alteración de las características de las membranas de las gotas de aceite tomando aquellas propiedades lipofílicas que permiten la agrupación de las gotas en fase oleosa” (M. Uceda, 1995) La operación de batido de la pasta de aceituna consiste en un removido lento y continuo de la misma que se efectúa en recipientes de acero inoxidable (batidoras) de forma semicilíndrica o semiesférica, provistos de un sistema de calentamiento adecuado. Este proceso debe de llevarse a cabo de forma que permita el mayor contacto posible entre las gotas de aceite, sin provocar emulsiones, que luego dificulten el proceso de extracción. En la operación de batido hay que cuidar:

- ❖ Velocidad de las paletas móviles. Si es excesiva se favorecen las emulsiones.
- ❖ Tiempo de batido. Según L. Di Giovacchino( 2002), el tiempo de batido, no debe ser inferior a 45 minutos para obtener rendimientos de aceite satisfactorios. Si esta operación llega a 90 minutos, no hay influencia significativa en las características cualitativas y organolépticas del aceite de oliva. En cuanto al contenido en fenoles totales , este aumenta en los 15- 45 minutos y disminuye de 15- 90 minutos. El tiempo también es importante porque el contacto del aceite y la pasta incrementa la lipólisis y la oxidación lipídica, debido a un incremento de la actividad de las lipasas presentes en la pasta.(G. Lecker et al, 1999. R. Amirante, 2001)
- ❖ Temperatura de la pasta, La viscosidad del aceite es función de la temperatura, al aumentar esta, la viscosidad es menor y se facilita la separación del aceite. La temperatura adecuada es de 30- 35 °C en la pasta, y si se sobrepasa se

provocan alteraciones en la calidad del aceite, pérdida de aroma, aumento del índice de peróxidos.

Las gotas que no alcanzan el tamaño apropiado permanecen en estado de emulsión y son arrastradas en los subproductos, sobre todo en el alpechín (F. Espínola, 1996)

### **3.6.3. Extracción por presión**

La extracción por presión es el método más antiguo para la extracción del aceite de oliva. El instrumental que se utiliza son prensas hidráulicas, El funcionamiento de la prensa hidráulica se basa en el principio de pascal, "la presión ejercida sobre el líquido en un recipiente cualquiera se transmite con igual intensidad a cualquier punto de las paredes del recipiente". (M. Uceda et al, 1995) La pasta preparada, se coloca en capas finas sobre discos de material filtrante denominados capachos. Los capachos se disponen unos sobre otros en una vagoneta y van guiados por una aguja central. Este conjunto de vagoneta, aguja y capachos, con su carga de pasta constituye el cargo, que se somete a una operación de prensado, es por tanto un sistema discontinuo con formación de cargo, prensado y descapachado. En el flujo de aceite que se produce durante el prensado influye positivamente la presencia de la pasta de un grado de humedad y de un alto porcentaje de materias sólidas incompresibles (hueso), condiciones que facilitan el drenaje de las fases líquidas a través de la torta del orujo. Es usual hacer el llamado repicado, es decir cuando se ha alcanzado la presión máxima, se quita la presión y cuando el cargo se separa de la parte alta, se vuelve a aplicar presión. En el intervalo, se ha producido un esponjamiento de la masa y de los capachos, se han reconstruido algunos canales de salida de líquidos y puede conseguirse una nueva fracción de mosto oleos. El sistema permite obtener aceites excelentes gracias a las bajas temperaturas a lo largo del proceso. El líquido que se obtiene en las prensas es una mezcla de aceite 40% y alpechín 60% con una cierta cantidad de materias sólidas.

Antes de separar los líquidos se debe de eliminar los sólidos presentes en el mosto, en caso contrario se depositan en el fondo de los pozuelos produciendo fermentaciones que dañan seriamente la calidad y dificultan la separación de las dos fases. Por tanto antes de entrar en los pozuelos, se dispondrán unos tamices vibratorios que retienen

los sólidos. La separación por decantación se basa en la diferencia de densidad del aceite ( 0.915-0.916) y del alpechín (1.015-1.086)(L. Civantos,1999) es por lo que al cabo del tiempo el alpechín se ira al fondo del recipiente separador y el aceite quedara en la parte superior. Los principales factores que condicionan la decantación son:

- ❖ Temperatura, debido a la pequeña diferencia de densidad entre las fases, una temperatura en torno a 20 °C es ideal para disminuir la viscosidad del aceite y facilitar la separación.
- ❖ Tiempo, el tiempo de decantación de los aceites, una vez separados del alpechín para una correcta perdida de humedad e impurezas, debe ser como mínimo de 24 horas.
- ❖ Limpieza, ha de ser cuidadosa, para evitar perdidas de calidad.

#### **3.6.4. Sistema continuo de extracción**

El sistema de centrifugación de la pasta bien sea en dos o tres fases, es el método más usado hoy en día para la extracción del aceite de oliva. A este sistema se le denomina sistema continuo (M, Uceda 1995) La centrifugación de la pasta de la aceituna es la operación básica más compleja y donde se han producido últimamente mayores cambios tecnológicos (F, Espinosa, 2000) En el sistema continuo, la extracción del aceite se realiza por acción de la fuerza centrífuga sobre la pasta de oliva recurriendo a maquinas rotativas horizontales de elevada velocidad (decanter), (Jiménez ,2006).

Estas consisten en un recipiente alargado de forma cilíndrico-cónica en cuyo interior hay un rotor hueco, de forma similar y con aletas helicoidales. La diferencia de velocidad de giro entre el recipiente y el rotor (que gira a más velocidad), expulsa los orujos por un extremo de la máquina, mientras que el aceite y el agua de vegetación salen por otro. (D. Boskou, 1999)

La fuerza centrífuga tiende a separar un cuerpo pesado del eje de rotación. Se expresa como el producto de la masa por la aceleración. La aceleración se obtiene multiplicando el radio de giro  $r$  por el cuadrado de la velocidad angular  $w$ . La fuerza centrífuga es pues  $F= m \times r \times w^2$

Si la velocidad angular  $w$  se expresa en revoluciones por minuto (r.p.m.)

$W=2\pi / 60 \times n$ , resulta la siguiente expresión:

$$F= m \times r \times \pi^2 \times n^2 / 900$$

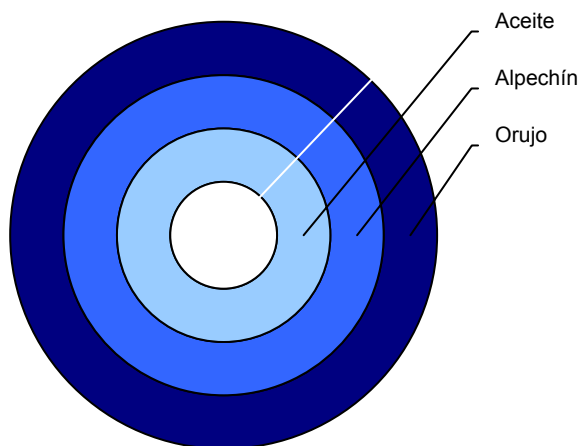
Esta formula permite obtener las siguientes conclusiones:

- ❖ La fuerza creada por una centrifuga será mayor cuando aumenta el radio interior y las revoluciones a las que gira. El incremento de la velocidad de rotación influye mas, porque esta elevada al cuadrado, que el incremento del radio.
- ❖ Para unas determinadas condiciones de radio interior y de velocidad de giro la fuerza centrifuga es proporcional a su masa que, a su vez, se puede expresar por el producto de volumen por densidad ( $d$ ). Llamando

$$K= r \times \pi^2 \times n^2 / 90, \text{ resulta } F= k \times m \quad \text{Para la unidad de volumen } Fu= k \times d$$

Las componentes de la pasta de aceituna tienen distintas densidades. Por ello en el interior de la centrifuga estarán sometidas a distintas fuerzas, y ocuparan distintos anillos al someterse al giro. Los sólidos, más densos, ocupan la parte exterior. El agua de vegetación, con densidad intermedia, se depositara a continuación. El aceite, con la densidad mas baja, ira a la zona más próxima del eje.

*Figura 1 Distribución de la pasta de la aceituna en el interior de la Centrifuga (Civantos, 1999)*

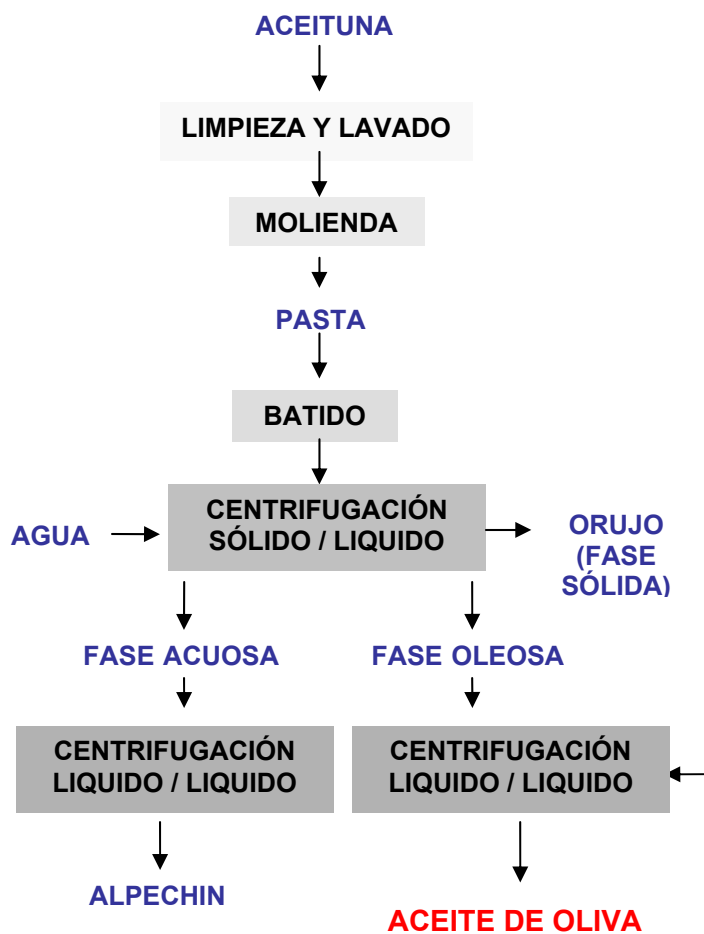




La conveniencia de utilizar sistemas de ciclo continuo deriva de la gran productividad horaria (Leone, 1993). La separación de la fase sólida de las líquidas se realiza mediante la adición de agua más o menos caliente a la pasta de la aceituna, esto tiene varios inconvenientes como el incremento de efluentes producidos además de la eliminación de determinadas sustancias contenidas en los alpechines, entre las que se encuentran principalmente los antioxidante naturales en los aceites, además de la variación de la composición de sustancias volátiles.(Lecker et al,1999;Cert et al,1999).

Figura 2 (Espinola Lozano,2000)

**EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN POR CENTRIFUGACIÓN EN TRES FASES**

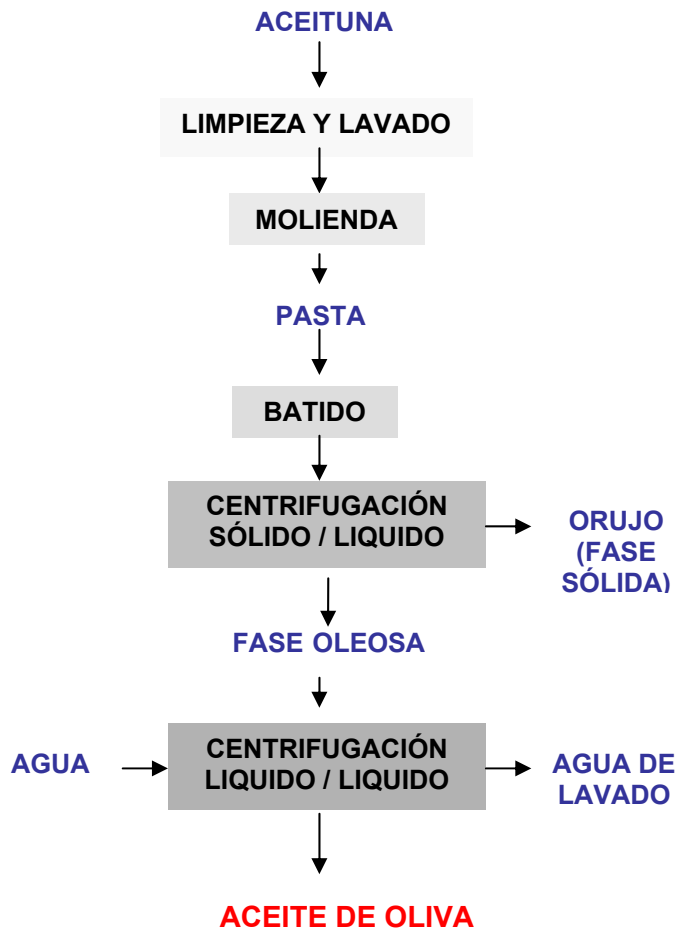


En la campaña 1991-1992 se introdujo en España el sistema de 2 fases que permite la separación del aceite sin la adición de agua, o con cantidades mínimas en caso de aceitunas con bajo contenido en humedad (F, Espinola, 1996). El decanter de dos fases trabaja mejor con aceituna de principio de campaña o recién recolectada, lo cual está relacionado con la humedad de la aceituna que es mayor al principio de temporada y para frutos poco tiempo atrojados. La calidad del aceite es mejor presentando un contenido en sustancias antioxidantes mayor que el sistema de tres fases (F. Angerosa, 1996). Tras la centrifugación obtendremos una fase oleosa (aceite con restos de agua y partículas sólidas finas), una fase sólida con bastante humedad (orujo con más agua que el que se obtiene en el sistema continuo de tres fases y algo de aceite). Los costes de producción de aceite de oliva virgen son inferiores para un sistema continuo de 2 fases (F. Espinola, 1997)

El aceite extraído con este sistema tiene mayor capacidad antioxidante debido a que las sustancias fenolicas que van a permanecer en el aceite en mayor cantidad que en un sistema de tres fases, protegen al aceite del ataque del oxígeno del aire, impidiendo así el enranciamiento con el tiempo (J. Tardaguila et al, 1996). Las sustancias fenolicas tiene también una influencia notable sobre las características organolépticas, de hecho el aceite de oliva del sistema de dos fases posee las notas de frutado, amargor y picante notablemente acentuadas respecto al sistema de tres fases (uceda et al, 1995). En general el sistema de dos fases parece atenuar la intensidad de los defectos organolépticos (Garrido et al, 2000)

Figura 3 (Espinola Lozano, 2000)

### EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN POR CENTRIFUGACIÓN EN DOS FASES



Con el sistema de extracción en dos fases se consigue una disminución importante de la contaminación, tanto cuantitativa, ya que el volumen de vertido disminuye un 75% como cualitativa porque el efluente que queda por sus características es mas tratable que el alpechín. El principal inconveniente que presenta en lo que a residuos se refiere, ha sido el aumento de la humedad final y la fluidez de los orujos. Al no separarse la fase liquida acuosa, los orujos retienen todo el agua de vegetación del fruto. La humedad media de este orujo es de 60-70% frente al 50 % del orujo procedente del decanter de tres fases y el 26% de la procedente de las prensas.(M. Hermoso y col.1994)

Las consecuencias de este aumento de humedad de los alperujos se traduce en un aumento de dificultad de su manejo, hay que almacenarlo en tolvas en lugar de apilarlo. En un encarecimiento de su secado aumento por la dificultad de funcionamiento de la secadoras tradicionales, ya que los azúcares de la aceituna, que iban disueltos en el alpechín se quedan en el orujo(Aguilera M,2005))

Las altas temperaturas de las secadoras caramelizan estos azúcares produciendo un apelmazamiento de la masa de orujo, que dificultan el secado y crea un cierto riesgo de incendio.

Las propiedades del alperujo desde el punto de vista agrícola se refieren a su potencial valor como fertilizante mineral y orgánico en función de su composición química, a su nulo valor económico, a la localización de la producción en las inmediaciones de los terrenos de aplicación ( R.Ordoñez y col, 1998)

### **3.7. Almacenamiento.**

El aceite de oliva se elabora en unas determinadas fechas, y su consumo se efectúa durante todo el año, por lo que necesita ser almacenado.

El almacenamiento del aceite de oliva tiene unas exigencias que tienen por objeto, que el producto mantenga sus cualidades y características naturales, las características del aceite de oliva almacenado son las siguientes:

- ❖ La conservación y posterior comercialización se realiza sin adición de conservantes, ni coadyuvantes que la faciliten de forma artificial. Se trata por tanto de un producto totalmente natural.
- ❖ Este zumo de fruta se ha obtenido exclusivamente por medios físicos como la presión y/o centrifugación y la filtración a temperaturas bajas. Este método de elaboración presenta características que lo diferencian de cualquier otro aceite o grasa.(Civantos, 1999)

Los barriles o depósitos para el almacenamiento deben construirse con materiales impermeables al aceite. El interior debe ser inerte, de forma que se pueda limpiar con facilidad, evitando la absorción de olores u otras sustancias (trazas de metales), que

aceleran la oxidación. El aceite debe protegerse del aire, de la luz y de las fluctuaciones de temperatura por encima de 15°C.

Los envases ideales para el almacenamiento del aceite de oliva son los de acero inoxidable (D. Boskous,2000), junto a sus características mecánicas, destacan la resistencia a la corrosión, tanto porque prácticamente no ceden partículas como por la posibilidad de realizarles lavados y descontaminaciones enérgicas. En las almazaras coexisten tres tipos de depósitos (M, Hermoso,1991)

1. Depósitos metálicos a la intemperie, que se reservan para los aceites de peor calidad, procedentes de la aceituna de suelo o en mal estado. En estos depósitos, los aceites no decantan bien a causa de la baja temperatura de la estación en que se producen. Los sólidos en suspensión incorporan olores y sabores desagradables. A partir del mes de abril la temperatura del aceite se eleva, favoreciendo con ello las oxidaciones y la pérdida de aromas. Para paliar estos inconvenientes se recurre al revestimiento con material aislante.



2. Los trujales subterráneos, contruidos de hormigón y recubiertos con losetas vidriadas. Son los mas adecuados para la conservación del aceite, siempre que su revestimiento sea correcto y se conserven en buen estado de estanqueidad, su problema es la dificultad de sangrado que presentan.
3. Los depósitos metálicos bajo cubierta en bodega, que presentan características intermedias entre los modelos citados, se comportan como los trujales subterráneos en cuanto a conservación del aceite y eliminan los inconvenientes de estos (L, Civantos, 1999)

### 3.8. Envasado.

Los envases se pueden diseñar para poder conseguir una mayor estabilidad frente a la oxidación. Hay tres factores importantes para escoger el material de los envases: impermeabilidad a la grasa, impermeabilidad a los gases y protección contra la luz.

Tabla 4 Principales tipos de envases:

ENVASE	CARACTERISTICAS			
	Impermeabilidad a la grasa	Impermeabilidad a los gases	Protección contra la luz	Resistencia a impactos
Hojalata	E	E	E	SB
Cartón especial	SB	B	E	N
Vidrio incoloro	E	E	M	M
Vidrio topacio	E	E	N	M
Vidrio ligero	E	E	M/N	M
PVC	E	B	M	SB
Polipropileno	SB	SB	N	B
Polietileno 1	N	N	M/N	B
Polietileno 2	SB	SB	N	B

1. Polímero de baja densidad; 2. Polímero de alta densidad; PVC Cloruro de polivinilo

E: Excelente; B: Buena; SB: Semibuena; N: Normal; M: Mala.

(Kiritsakis, 1992)

#### **4. CALIDAD**

La calidad de todo producto alimentario es una medida del grado de adecuación del mismo al uso esperado (P. Barcenas 1998), puede definirse como el conjunto de aquellas características de atributos individuales del mismo que son significativos para determinar el grado de aceptación que aprecia, o debe apreciar el consumidor. (F. Hidalgo 1993) En el aceite de oliva , el patrón que define la calidad vendrá representado por un zumo oleoso obtenido de aceitunas en perfectas condiciones de madurez, procedentes de un olivo sano; el aceite será obtenido sobre un fruto fresco, evitando toda manipulación o tratamiento que altere la naturaleza química de sus componentes, tanto durante su extracción como en el transcurso de su almacenamiento (F. Carpio , 1995) conviene distinguir entre calidad del aceite y tipo, el cual viene determinado por ciertas características particulares, dentro de la denominada calidad, quedando el tipo de aceite definido por las características sensoriales y componentes químicos , de forma que de dos variedades distintas o de una misma variedad situada en distinto suelo, clima o sometida a distintas técnicas de cultivo, se pueden originar diferentes tipos de aceites.

Al considerar el aceite de oliva se pueden considerar también tres definiciones “genuino o autentico”, “de calidad” y “típico”. Se entendería por “genuino” la propiedad de un aceite de ser natural, nativo y no adulterado o modificado en su composición. Un aceite sería denominado “de calidad” cuando reuniera un conjunto de de caracteres que lo hicieran diferente y superior a otro similar. Sería entendido como “Típico”, si mostrara la presencia de un carácter o caracteres que están presentes en un grupo específico de muestras y está o están causados por varias, y bien definidas influencias locales y regionales, según estas características, sólo el aceite de oliva virgen extra reuniría las características mencionadas de genuino, de calidad, y típico, mientras que el aceite de oliva virgen estaría en el límite.

El aceite contenido en el fruto es el prototipo de calidad. Cuando las aceituna se deteriora en el campo por las plagas, enfermedades, recolección inadecuada, caída al suelo, o se almacena antes de la elaboración, este proceso se realiza sin la suficiente limpieza o se conduce de forma defectuosa, el aceite adquiere malos olores y sabores y pierde una fracción de la calidad (L. Civantos, 1999)

La calidad del aceite de oliva virgen tal y como la define la Unión Europea, deriva de ser un zumo de fruta recogida en óptimas condiciones de madurez y salud y por procedimientos mecánicos y/o físico. Cuando la aceituna se deteriora o el proceso de extracción, no es el adecuado, el aceite obtenido, pierde sus cualidades potenciales adquiriendo defectos que disminuyen su calidad, e incluso, pueden llegar a hacerlo no comestible directamente, de ahí que los métodos de análisis, traten de poner de manifiesto los deterioros que hay en el aceite, proporcionando información sobre el grado de degradación del mismo. Estos criterios están definidos por parámetros que se miden a través de métodos físico-químicos y métodos sensoriales ( M<sup>ª</sup>T. Sánchez Pineda2002)

#### **4.1. ATRIBUTOS DE CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN**

Los atributos de calidad del aceite de oliva virgen se pueden agrupar en tres categorías: analíticos, de pureza y organolépticos (P. Barcenas,1998)

##### **4.1.1. Atributos analíticos**

Son todos aquellos parámetros que aunque el consumidor no detecte, son medibles y permiten evaluar las características químicas del producto.

El Reglamento (CE) no 1989/2003, define las características físicas, químicas y organolépticas de los aceites de oliva y de orujo de oliva, así como los métodos de valoración de esas características.

Con el fin de reducir el número de análisis necesarios para la clasificación de las muestras de los aceites de oliva, es preferible que los laboratorios de control efectúen los análisis de calidad y pureza de los aceites según el orden establecido en un esquema de decisiones que habrá de adoptarse para comprobar la conformidad de una muestra con la categoría declarada



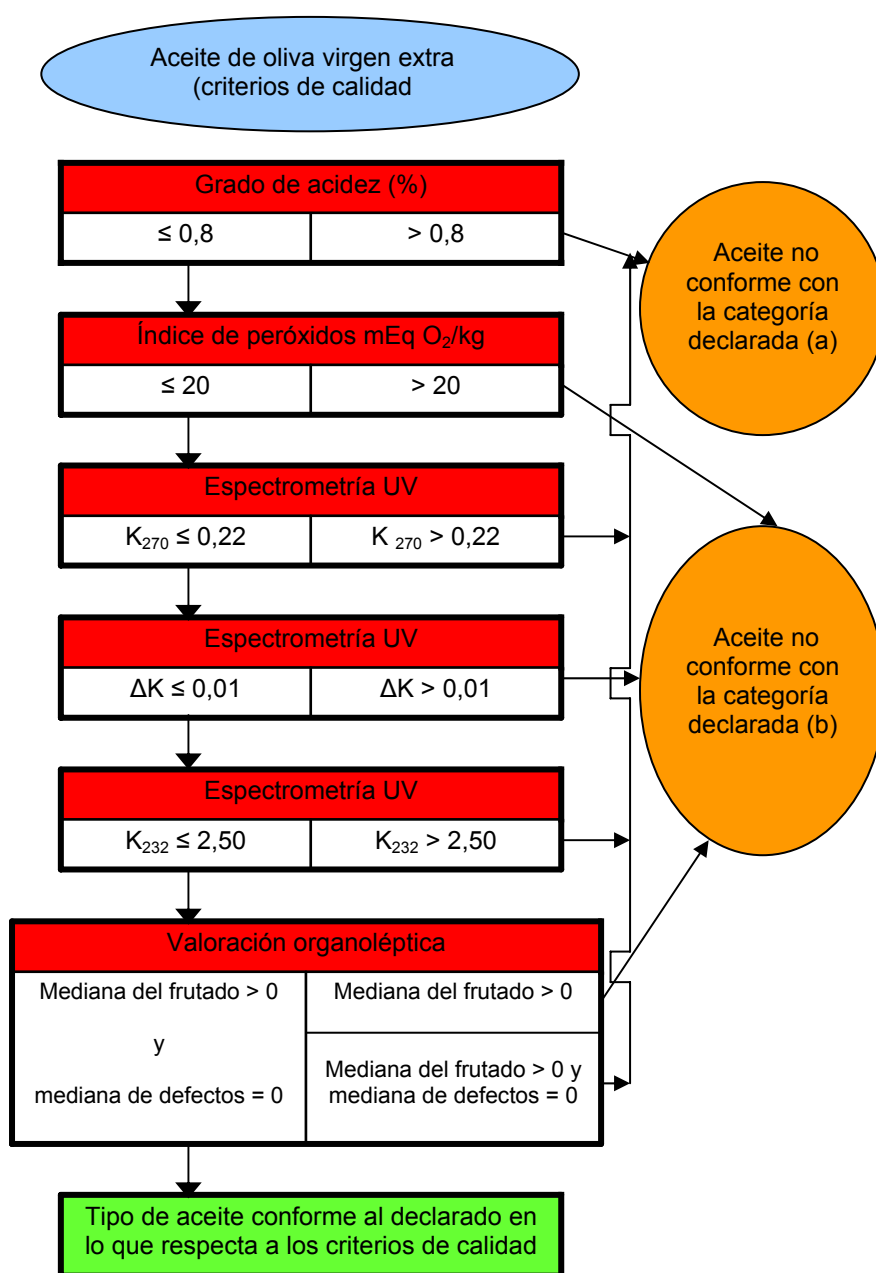


Figura 4 Reglamento (CE) No 1989/2003 de 6 de noviembre de 2003. Criterios de calidad .

#### 4.1.2. Atributos de pureza

Se los confiere su calidad de producto genuino, sin mezcla de ninguna sustancia que le haga perder valor o le comunique cualidades perjudiciales.

La pureza de un aceite de oliva se evalúa mediante la determinación en el mismo de un conjunto de componentes que permiten establecer su genuinidad. Estos componentes tiene dos orígenes diferentes, Aquellos que están presentes de forma natural y los que se forman por transformación de componentes naturales durante los procesos de obtención.(W. Moreda, 1999)

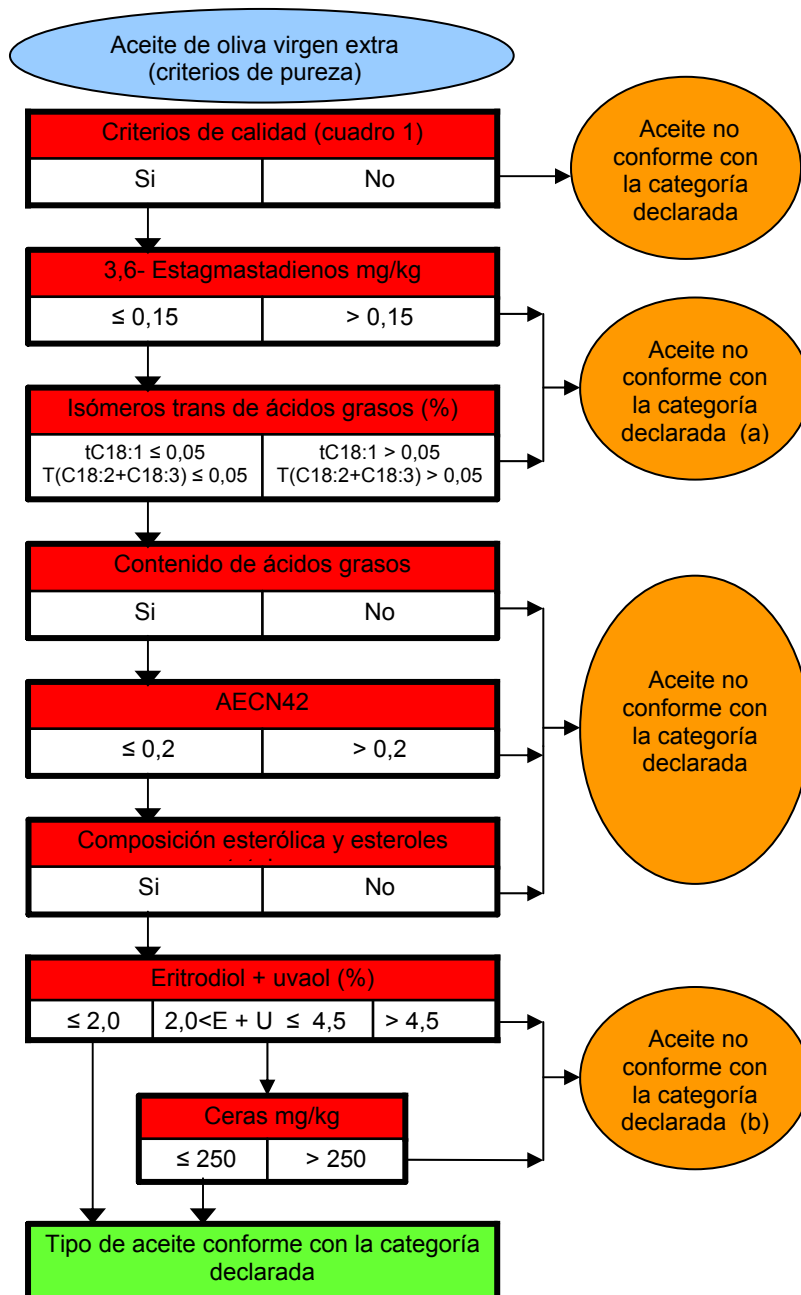


Figura 5 Reglamento (CE) No 1831/2003 de 6 de noviembre de 2003. Criterios de pureza

### **4.1.3. Atributos organolépticos**

Son aquellos que incluyen todos los factores detectables por los órganos de los sentidos. El análisis sensorial es una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones humanas ante las características de los alimentos que son percibidos por los sentidos (Bottino et al, 2004) Se realiza a través de las pruebas de panel, las cuales incluyen cualquiera de los ensayos organolépticos llevados a cabo, bajo condiciones controladas, por un grupo de catadores previamente seleccionados y entrenados, de acuerdo con técnicas sensoriales preestablecidas.

Uno de los objetivos prioritarios, ha sido convertir el análisis sensorial en una técnica normalizada. En el método propuesto en 1992 (COI/T.20/Doc nº3/Rev. 2 ), y que aparece recogida en el COI/T.20/Doc. Nº15/Rev. Del 1 de Noviembre de1996, se procede a la clasificación de los aceites de oliva vírgenes según la intensidad de los defectos determinada por un grupo de 10-12 catadores expertos, seleccionados y entrenados (D. Ryan, 1998). El aceite se clasifica en función del valor de la mediana de sus defectos. El aceite de oliva virgen se clasificará como "extra" cuando la mediana de los defectos sea igual a cero y la mediana del frutado sea superior a este valor.

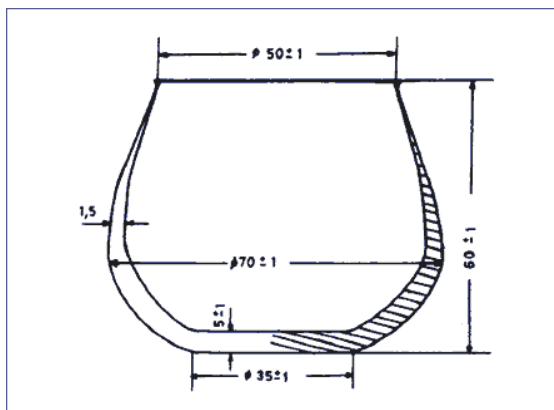
Las características mínimas de calidad en nuestra legislación vigente incluyen: aspecto, olor, sabor y color.

Para realizar el análisis sensorial se usa una copa de cata. La copa deberá estar fabricada con vidrio resistente; de color oscuro que impida apreciar la coloración de su contenido, exento de rayas o burbujas. El borde deberá ser regular, liso y rebordado.

La limpieza de las copas deberá realizarse utilizando jabón o detergente no perfumados, enjuagándose a continuación repetidas veces hasta eliminar totalmente el agente de limpieza. Se enjuaga finalmente con agua destilada, se deja escurrir y se seca en una estufa de desecación. No deben utilizarse ácidos concentrados ni mezcla crómica. Las copas deben mantenerse en la estufa hasta su utilización, o conservarse en un armario protegiéndolas de toda contaminación de olores extraños. Antes de cada utilización, deberá olerse cada copa, con el fin de comprobar la ausencia de cualquier olor extraño. Al preparar el ensayo se tendrá mucho cuidado de anotar la

clave de cada copa y el aceite que le corresponde. Esta correspondencia clave/aceite sólo será conocida por el organizador del ensayo.

Figura 6. Copa de degustación (dimensiones en milímetros) (COI/T.20/Doc. n° 5)



Para su valoración organoléptica La copa deberá contener 15 ml de aceite y estar cubierta con un vidrio de reloj.

Las muestras de aceite que vayan a catarse se mantendrán dentro de las copas a  $28^{\circ}\text{C} + 2^{\circ}\text{C}$ . Esta temperatura se ha elegido ya que permite observar diferencias organolépticas más fácilmente que a temperatura ambiente. Otra de las razones de la elección de este valor es que las temperaturas más bajas producen una débil volatilización de los compuestos aromáticos propios de estos aceites, y las temperaturas más altas provocan la formación de compuestos volátiles propios de los aceites calentados. COI/T.20/Doc. n° 5

Para la cata de aceites, las horas de trabajo óptimas son las de la mañana. Está demostrado que durante el día existen periodos de óptima percepción para el sabor y el olor. Un periodo de incremento de la sensibilidad olfato-gustativa precede a las comidas, que van seguidas de una disminución de esta sensibilidad.

Las personas que intervengan como catadores en los ensayos organolépticos de aceites de oliva deberán ser seleccionadas y entrenadas de acuerdo con su habilidad para distinguir entre muestras similares; se ha de tener en cuenta que la precisión del catador mejora con el entrenamiento.

#### 4.1.3.1. Hojas de perfil

La norma CE N°.796/2002 y COI T20/Doc.nº5 Rev.1 de 1996 fijan un modelo oficial de perfil, para realizar un análisis de clasificación comercial, común a todos los paneles oficiales del mundo (figura 7). En dicha hoja, se analiza la intensidad de cada atributo sobre una escala no estructurada de 10 cm de longitud, anclada en su origen. En concreto se analizan siete atributos negativos del aceite, relacionados con una mala calidad del fruto (atrojado, avinado, moho), del proceso de extracción y conservación (borras, rancio, metálico), o de otros aspectos (otros defectos, siempre que estén definidos en el vocabulario recogido en la norma vigente); y tres atributos positivos (frutado de aceituna, amargo y picante).

Figura 7 Hoja de perfil COI

HOJA DE PERFIL Norma COI/T.20 Doc. 15 Rev. 1		Catador: Muestra: Fecha:
PERCEPCIÓN DE LOS DEFECTOS	Intensidad	<u>observaciones</u>
Atrojado	_____▶	
Moho	_____▶	
Avinado	_____▶	
Borras	_____▶	
Metálico	_____▶	
Rancio	_____▶	
Otros (cuales)	_____▶	
<b>PERCEPCIÓN DE LOS ATRIBUTOS POSITIVOS</b>		
Frutado	_____▶	
Amargo	_____▶	
Picante	_____▶	

Sin embargo, si el panel está entrenado para ello, es posible evaluar un mayor número de atributos positivos, especialmente útil en el caso de aceites de la categoría Extra,

con ausencia total de defectos y donde las sensaciones son demasiado complejas para ser analizadas sólo a partir de tres atributos básicos (figura 8). La aplicación de dichos perfiles ampliados permite definir las características de cada variedad (Tous y Romero, 2001), así como multitud de factores de calidad, como la maduración (Pinatel, 1999) el medio agrológico (Tous et al., 1997), el efecto de los procesos de recolección (Hermoso et al., 2001) y de extracción (Angerosa et al., 1998).

Figura 8 Hoja de perfil CE

HOJA DE PERFIL		Catador:
Norma (CE) nº796/2002Nº796/2002		Muestra:
		Fecha:
A t r i b u t o s	Frutado (verde /maduro) _____▶	
	Manzana _____▶	
	Otras frutas maduras _____▶	
	-----▶	
	-----▶	
	Verde hierba/hoja _____▶	
	Amargo _____▶	
	Picante _____▶	
	Dulce _____▶	
	Astringente _____▶	
p o s i t i v o s	Otros atributos _____▶	
	-----▶	
	-----▶	
	-----▶	
	-----▶	
D e f e c t o s	Avinado (agrio/vinagre) _____▶	
	Moho-humedad _____▶	
	Borras-Turbios _____▶	
	Atrojado _____▶	
	Rancio _____▶	
	Otros defectos _____▶	
-----▶		
-----▶		
<b>Observaciones</b> -----		

## **5. COMPOSICION DEL ACEITE DE OLIVA**

El aceite de oliva esta compuesto principalmente por triglicéridos, y en menor proporción por ácidos grasos libres y un 0,5-1% de constituyentes no glicéridos. Estos constituyentes menores son importantes para la estabilidad, sabor y aroma del aceite de oliva. (D. Boskou,1999)

Los componentes del aceite de oliva se pueden dividir en:

1. Fracción saponificable.
  - Glicéridos
  - Ácidos grasos libres
  
2. Fracción insaponificable.
  - Hidrocarburos
  - Tocoferoles
  - Alcoholes grasos y alcoholes diterpenicos
  - Esteroles
  - Mono y acilgliceroles
  - Pigmentos
  - Alcoholes Alifáticos
  - Sustancias Volátiles
  
3. Polifenoles.
4. Elementos minerales.

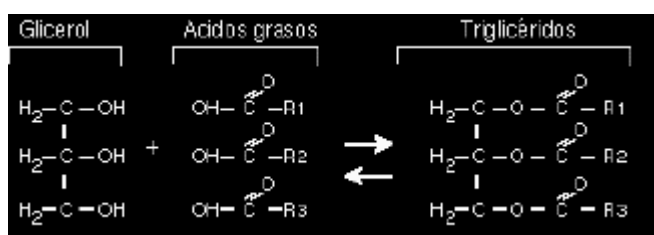
### **5.1. FRACCIÓN SAPONIFICABLE.**

La fracción insaponificable representa la casi totalidad del peso del aceite (98,5%-99,5%), mientras que la fracción saponificable esta presente en una proporción muy pequeña respecto a la anterior, pero que tiene una gran importancia desde el punto de vista del valor biológico y la conservación del aceite.

### 5.1.1. Triglicéridos

Son esteres de la glicerina y los ácidos grasos, siendo su estructura la que se esquematiza a continuación.

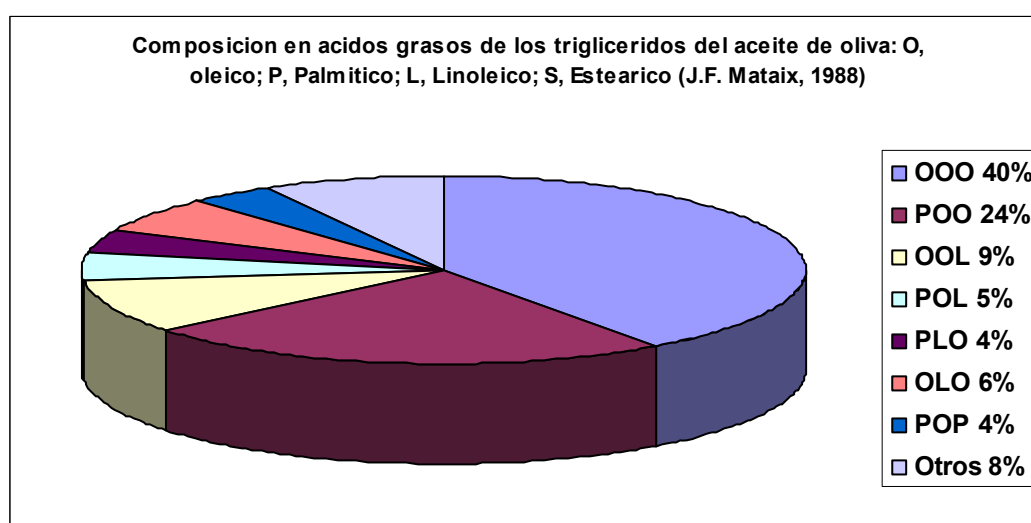
Figura 9 Estructura de triglicéridos



Dependiendo del número de grupos alcohol de la glicerina que se una con los ácidos grasos tendremos un triglicérido (tres ácidos grasos esterificando a la glicerina), un diglicérido (dos ácidos grasos) o un monoglicérido (un ácido graso).

Respecto a la composición triglicérica de los aceites de oliva, existen discrepancias, habiéndose identificado, no obstante, los principales triglicéridos:

Figura 10





Los triglicéridos constituyen el grupo mayoritario en el aceite de oliva. Los mono y diglicéridos aunque se encuentran en forma natural en pequeña cantidad en el aceite, pueden ser el resultado de la hidrólisis (ruptura) de los triglicéridos debido a la alteración del aceite. Dentro de cada tipo de glicérido, también se puede establecer otra clasificación en función del tipo de ácido graso, y la posición del mismo dentro de la molécula del glicérido.

Así por ejemplo la trinoleína (OOO) es un triglicérido en el que las tres funciones alcohol de la glicerina están esterificadas por tres moléculas de ácido oleico (este triglicérido es el mayoritario en el aceite de oliva, constituyendo alrededor del 40% del total).

La biosíntesis de triglicéridos conlleva la esterificación con carácter preferente de los ácidos grasos insaturados en posición dos en el glicerol. En los aceites de oliva el 98-99% de los ácidos oleico y linoleico, se esterifica en la posición dos de la molécula de glicerol, mientras que el contenido de ácidos grasos saturados en esta posición no supera el 2%. La determinación por cromatografía de gases del contenido en ácido estearico y palmitito en posición 2 de los triglicéridos constituye por tanto un método estándar para la detección de adulteraciones en el aceite de oliva virgen (Murkovic 2004).

Tanto el consejo Oleícola Internacional como el Consejo de las comunidades Europeas en su reglamento nº 2568/91, establecen como criterio de pureza el contenido máximo en estos ácidos grasos en posición 2, para el primero el contenido aceptable será de 1,5%, mientras que el segundo, considerara aceite de oliva virgen cuando el contenido máximo sea de 1,3%.

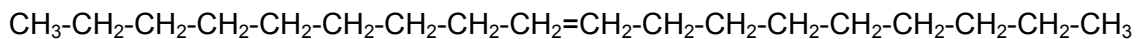
Teóricamente basándose en la composición de ácidos grasos, se pueden presentar más de 70 triglicéridos en el aceite de oliva. Sin embargo el número de triglicéridos que realmente se encuentran en dicho aceite, son muchos menos, ya que algunos no aparecen nunca y otros lo hacen en cantidades despreciables, los glicéridos totalmente saturados como PPP, EEE, PeP o EPE, nunca se encuentran en el aceite de oliva. (E. Tiscornia, 1982) El mismo caso lo tenemos con los triglicéridos triinsaturados que contienen ácido linolenico (PPIIn, EEEEn, PELn) El ácido esteárico esta ausente en los triglicéridos con 4 dobles enlaces, y los ácidos palmitico y esteárico no se presentan en los triglicéridos con 5 y 6 dobles enlaces.

### **5.1.2 Ácidos grasos**

Con este nombre se denomina a aquellas sustancias constituidas por una larga cadena hidrocarbonada (formada solo por átomos de carbono e hidrogeno) que posee en un extremo un grupo ácido (-COOH). La composición en ácidos grasos difiere de una muestra a otra dependiendo de la zona de producción del aceite de oliva. Los factores principales que afectan a la composición en ácidos grasos son: latitud, condiciones climáticas, variedad y grado de madurez de las aceitunas recogidas. (W. Moreda et al, 1995)

Los ácidos grasos pueden ser saturados (cuando no poseen dobles enlaces carbono) o insaturados (cuando poseen uno o varios dobles enlaces). A la vista de lo anterior, los ácidos grasos se diferencian por su numero de átomos de carbono (que oscila entre 16 y 20 en el aceite de oliva) y la cantidad de dobles enlaces que posea

Como ejemplo podemos citar el ácido oleico, que posee 18 átomos de carbono (C18) y un doble enlace (C') entre los átomos de carbono 9 y 10; se representa por C'18



Según el Reglamento (CE) 2205/2003 de la comisión de 17 diciembre de 2003, la composición en ácidos grasos del aceite de oliva es el siguiente.

Tabla 5

COMPONENTES MAYORITARIOS		COMPONENTES MINORITARIOS	
Ácido oleico C18:1	55,0-83,0%	Ácido mirístico	≤0,05%
Ácido palmítico C16:0	7,5-20,0%	Ácido heptadecanoico	≤0,3%
Ácido palmítoleico C16:1	0,3-3,5%	Ácido heptadecenoico	≤0,3%
Ácido esteárico C18:0	0,5-5,0%	Ácido araquídico	≤0,6%
Ácido linoleico C18:2	3,5-21,0%	Ácido gadoleico (eicosanoico)	≤0,4%
Ácido linolénico C18:3	≤1%	Ácido behénico	≤0,2%
		Ácido lignocérico	≤0,2%

Como se puede observar el ácido oleico, es el que se encuentra en mayor proporción, y al ser un ácido graso monoinsaturado le confiere al aceite menor riesgo de oxidación (Berra, 1998)

Los ácidos grasos se presentan en estado líquido a una temperatura que depende de la longitud de cadena de carbonos, a mayor longitud más elevado es el punto de fusión. También depende del número de enlaces dobles; mas enlaces dobles supone menor temperatura de fusión. Así:

Tabla 6

Nombre	Nº carbonos	Nº dobles enlaces	Temperatura fusión °C
Ácido butírico	4	0	-7,9
Ácido palmítico	16	0	63,1
Ácido esteárico	18	0	69,6
Ácido oleico	18	1	10,5
Ácido linoleico	18	2	-5,0

CIVANTOS. (1999)

Los dobles enlaces son puntos vulnerables de los aceites, por ser susceptibles a las oxidaciones debidas al oxígeno del aire, o a nivel celular por la presencia del oxígeno en la respiración. La oxidación da lugar a compuestos como alcoholes, aldehídos o cetonas que producen mal olor o sabor y son causa del enraizamiento.

Los ácidos grasos poliinsaturados, con varios enlaces dobles, son muy sensibles a la oxidación, siendo necesaria la presencia de productos antioxidantes para evitar efectos indeseables.

El comportamiento y las características de los aceites vegetales depende mucho de la proporción de los ácidos grasos que forman los glicéridos, de manera, que la estabilidad del aceite de oliva, esta relacionada con niveles elevados de triglicéridos de ácidos grasos monoinsaturados y por la presencia de antioxidantes naturales (Christopoulou et al, 2004 Blekas et col, 1995, M<sup>a</sup> Alonso et al, 1993))

La saturación y/o insaturación de los ácidos grasos y las relaciones entre ácidos grasos saturados e insaturados, además de contribuir en la estabilidad del aceite, pueden servir de punto de apoyo en la identificación de los aceites de oliva. Esta proporción también es utilizada a menudo por los expertos en nutrición para evaluar las grasas desde el punto de vista dietético y nutricional. Se trata en particular de la relación ácido graso poliinsaturado y saturado que debería situarse entre 1,25 y 1,50. Por ultimo el contenido en ácidos grasos saturados, monoinsaturados y

poliinsaturados y las relaciones entre si podrían contribuir a la caracterización varietal de los aceites de oliva y constituir una valiosa ayuda para definir a aceites de denominaciones de origen (Gouveia,1997)

En relación con esto, los porcentajes de oleico y de linoleico, y la relación entre ambos, son parámetros que pueden definir tipos de aceite de oliva. Como por ejemplo se relacionan valores de algunas de las principales variedades españolas. (L.Civantos,1999)

*Tabla 7 Relación ácido oleico/ ácido linoleico en algunas variedades españolas*

<b>Variedad</b>	<b>Acido oleico (%)</b>	<b>Acido linoleico (%)</b>	<b>O/L</b>
Picual	78,3	5,1	15,4
Hojiblanca	75,7	9,2	8,2
Lechin	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

## **5.2. FRACCIÓN INSAPONIFICABLE**

Se la define como el conjunto de productos presentes en la sustancia analizada que, después de la saponificación con un hidróxido alcalino y de la extracción por un determinado disolvente, quedan como no volátiles, y continúan siendo solubles en los disolventes clásicos de las grasas (hexano, eter)( F.Covian, 1994) La fracción insaponificable del aceite de oliva virgen esta formada por numerosas sustancias aunque en proporciones muy pequeñas, por ello también se la denomina “componentes menores del aceite de oliva”. Aunque su contenido es bajo, reviste gran importancia desde el punto de vista del valor biológico (Roca, 1998)

Es extremadamente difícil determinar de forma precisa la totalidad de constituyentes menores, debido a su naturaleza compleja y a su baja concentración. Una forma simple de resolver el problema es la determinación de la materia insaponificable. Dentro de este grupo se incluye lípidos de origen natural tales como los esteroides, los alcoholes alifáticos superiores, pigmentos e hidrocarburos.

Esta claro que todas las clases de constituyentes menores del aceite de oliva, no se obtienen por aislamiento de los insaponificables. Primero son saponificados los fosfatidos y glicéridos parciales. Después se separan los fenoles polares solubles en agua. Hay que indicar también que cuando se hace trabajo analítico con material insaponificable, se pierde información vital, ya que hay importantes compuestos tales como esteroides y alcoholes grasos que están presentes en las formas libre y esterificada. De todas formas la materia insaponificable, se ha establecido como un criterio de calidad y se utiliza a menudo en análisis rutinarios, ya que nos da la cantidad total de constituyentes no glicéridos mas importantes, tales como esteroides ( 4-desmetilesteroides, 4-metilesteroides, 4,4-dimetil esteroides, dialcoholes triterpenicos.), hidrocarburos, alcoholes grasos , fitol y pigmentos. La cuantificación de los insaponificables depende del disolvente empleado. Por ello cuando se dan resultados de determinación de insaponificable se debe mencionar el disolvente utilizado. (D. Boskous, 1999)

Los principales grupos de sustancias que componen la fracción insaponificable son los siguientes:

### **5.2.1. Hidrocarburos**

En el aceite de oliva hay presentes dos hidrocarburos en cantidades considerables: escualeno y  $\beta$ -caroteno. El escualeno es un precursor bioquímico de la biosíntesis de los esteroides. Es el principal constituyente de la materia insaponificable ( hasta el 40% del peso total)( A. Leonardis et al, 1998)

Se han encontrado otros hidrocarburos presentes en el aceite de oliva, tales como parafinas, también se han encontrado hidrocarburos de cadena ramificada , e hidrocarburos aromáticos policíclicos estos últimos encontrados en muy pequeña proporción (P. Burdaspal, 2003,Lombardero et al,2003) parecen ser fruto de contaminación ambiental.

En cuanto al  $\beta$ -caroteno dotado de acción pro vitamínica A (Tous et al, 1993) se estudiara en la sección dedicada a los pigmentos.

### **5.2.2. Tocoferoles**

Los tocoferoles son unos constituyentes importantes. Contribuyen a dar estabilidad al aceite de oliva, y tienen un papel biológico importante como antioxidantes. Los beneficios que se derivan del consumo en la dieta de aceite de oliva, se deben parcialmente a su composición en ácidos grasos y a la presencia de antioxidantes naturales. En la actualidad todos los expertos coinciden en señalar que el daño causado por radicales libres esta relacionado con los cambios celulares y extracelulares que ocurren con el tiempo en el proceso de envejecimiento, en las enfermedades crónicas y coronarias (Salvador et al 2003, L. Parcker ,1991)

El contenido de tocoferol depende mucho de la variedad de aceituna. Sus concentraciones varían desde 5 a 300 ppm (L. Perent, 1992). En los aceites de oliva de buena calidad el contenido suele estar entre 100 y 300 ppm.

La concentración de tocoferol es mayor cuando las aceitunas se recogen en el primer periodo de la campaña (E. Fedelli, 1993). Hacia el final de la recogida de las aceitunas, se reduce el contenido en tocoferoles. La biosíntesis de los tocoferoles continúa después de la recogida. El aceite obtenido de las aceitunas molidas

inmediatamente después de la recogida, puede tener un contenido mucho menor en tocoferoles que el aceite procedente de las mismas aceitunas que se dejan almacenadas durante 10- 15 días antes de la molienda. Por el contrario se reduce el contenido en compuestos fenolicos, ya que por hidrólisis se originan tirosol e hidroxitirosol. (E. Psomiadou et al, 2000)

En aceites de oliva que han sido refinados, decolorados y desodorizados, su contenido en tocoferol queda marcadamente disminuido, ya que se producen muchas perdidas en el transcurso de estos procesos, especialmente durante la desodorización.

De los varios isómeros que existen, el  $\alpha$ - tocoferol es el más activo biológicamente, ya que se asemeja a la vitamina E, siendo su porcentaje del 95 % del total de tocoferoles, las formas  $\beta$  y  $\gamma$  se encuentran por debajo del 10%

La efectividad de los tocoferoles como antioxidantes, depende enormemente de las características del material a oxidar, de la fase del proceso oxidativo en que se encuentre el lípido, de las concentraciones ambientales ( $T^a$ ) y de la concentración de tocoferoles. (Lampi et al. 1997) .

Así la acción antioxidante del tocoferol tiene lugar cuando la concentración de peróxido es significativa.

Sin embargo, en las primeras etapas de la autooxidación cuando los valores de peróxidos son muy bajos podrían actuar como prooxidante.

### **5.2.3. Alcoholes grasos y alcoholes diterpenicos.**

Los alcoholes grasos son unos constituyentes menores pero importantes en el aceite de oliva, ya que pueden ser usados para diferenciar distintos tipos de aceites. Los principales alcoholes lineales presentes en el aceite de oliva son. Docosanol, tetracosanol, hexacosanol, y octacosanol. (N. Frega, 1992). Los alcoholes de número impar de carbonos se pueden encontrar en trazas (tricosanol, pentacosanol, heptacosanol)



El contenido total de alcohol alifático no pasa normalmente de 35 mg/100 g de aceite, como ocurre con los alcoholes triterpenicos, son mas abundantes en el aceite de orujo; esterificados con ácidos grasos forman ceras.

#### **5.2.4. Esteroles**

Los esteroles son importantes constituyentes no glicéridos. Están relacionados con la calidad del aceite de oliva, y se utilizan para comprobar su autenticidad.(A. Cert et al, 1997) Hay cuatro clases de esteroles en el aceite de oliva: esteroles comunes ( $4\alpha$ -desmetil esteroles),  $4\alpha$ -metilesteroles,  $4,4$ dimetilesteroles(alcoholes triterpenicos) y dialcoholes triterpenicos.

##### *Desmetilesteroles (esteroles comunes)*

En el aceite de oliva se presentan en su forma libre y esterificada con ácidos grasos. Los esteroles mas importantes del aceite de oliva son  $\beta$ -sitosterol,  $\Delta$ -5-avenasterol y campesterol , en pequeñas cantidades tenemos :estigmasteroil, colesterol,  $24$ -metilencolesterol,  $\Delta$ -7-campesterol,  $\Delta$ -5,23-estigmastadienol, clenosterol, sitostanol,  $\Delta$ -5,24-estigmastadienol,  $\Delta$ -7-estigmastenol y  $\Delta$ -7-avenasterol.

El principal por encontrarse en mayor proporción, mas del 93% es el  $\beta$ -sitosterol (Cert et al, 1997) Los esteroles en el aceite de oliva pueden estar presentes en su forma libre o esterificados con ácidos grasos. Los valores normales de contenido total de esteroles son 100-220 mg/100 g (K.Grob, 1990)

Se relaciona el contenido total de esteroles con la acidez libre. Los aceites con un porcentaje alto de ácidos grasos libres, también tienen un valor alto de esteroles totales.

La composición de esteroles se ve afectada por el periodo de almacenamiento de la aceitunas y por su tratamiento. Durante el procesado del aceite de oliva se pueden producir perdidas significativas de esteroles. La neutralización puede provocar unas perdidas del 155 y las perdidas totales que se pueden producir durante la neutralización, decoloración, y desodorización pueden llegar a ser del 25%. (A. Pasqualone et al, 2000)

El aceite de oliva no suele tener colesterol y en el caso de que apareciera, su contenido no deberá sobrepasar el 0,5% de la fracción esterolica. La composición de la fracción esterolica del aceite de oliva es un parámetro de gran utilidad para detectar adulteraciones por la presencia de otras grasas y aceites (Cert et al, 1997)

#### 4 $\alpha$ -metilesteroles

Los esteroles 4-monometil son productos intermedios en la biosíntesis del esterol, y siempre se encuentran presentes en el aceite de oliva en pequeñas cantidades. Los esteroles 4-monometil predominantes son: obtusifoliol, gramisterol, cicloeucalenol y citrostadienol (D, Boskou, 1999)

#### 4dimetilesteroles(alcoholes triterpenicos)

Ellos se encuentran sobre todo en las cutículas vegetales y por tanto en los aceites de orujo. Los principales alcoholes triterpenicos del aceite de oliva son  $\beta$ -amirina, butirospermol, cicloartenol y 24-metilencicloartanol. Esta fracción esterolica es compleja y muchos de sus componentes están aun sin identificar. Los alcoholes triterpenicos están presentes en concentraciones que varían de 100 a 150 mg/100 g de aceite (D. Boskou, 1999)

#### dialcoholes triterpenicos

Los dos principales son el eritrodiol (Homo-olestranol, 5 $\alpha$ - olean-12-en-3 $\beta$ , 28diol) y uvaol ( $\Delta$ -12ursen-3 $\beta$ , 28diol). Las cantidades totales de eritrodiol mas uvaol en aceite de oliva, varían de 1 a 20 mg/100g de aceite, pudiendo llegar hasta 280 mg/100g en el aceite de orujo, por lo que se considera una buena determinación para determinar aceite de orujo en aceite de oliva.( T. Albi et al, 1990)

### **5.2.5. Mono y diacilgliceroles**

La presencia de glicéridos parciales en el aceite de oliva se debe a la biosíntesis incompleta de triglicéridos o a reacciones hidrolíticas. En el aceite de oliva virgen, las concentraciones varían entre 1 y 2,8 % (N. Frega, 1993). Los monoglicéridos están presentes en cantidades mucho menores (menos del 0,25%)

### **5.2.6. Pigmentos**

El aceite de oliva virgen tiene un color que va desde el verde-amarillo hasta el dorado, dependiendo de la variedad y del estado de madurez del fruto. La composición y el contenido total de pigmentos presentes de forma natural en el aceite de oliva, son importantes parámetros para la determinación de su calidad, ya que están relacionados con el color que es uno de los atributos básicos para evaluar la calidad del aceite de oliva. Los pigmentos están también involucrados en mecanismos de autooxidación y fotooxidación.

El aceite de oliva contiene dos tipos de pigmentos naturales:

- Clorofilas y feofitinas.
- Carotenoides.

Clorofilas. Las clorofilas a y b, y el producto de su degradación feofitinas a y b son los responsables del color. Su contenido en el aceite de oliva virgen varía entre 1 y 20 ppm. Predomina la feofitina a, donde su concentración representa el 70-80% del total (A. Ranalli, 1992) Si se extrae aceite de aceitunas negras, la feofitina es prácticamente el único pigmento de esta clase que encontraremos presente.

El contenido en clorofilas depende en cierto modo del sistema empleado en la extracción del aceite de oliva. La centrifugación directa produce aceites con un contenido superior de clorofila (20-40% más) que los aceites obtenidos en las clásicas prensas. En las primeras etapas de recogida de aceitunas predominan las clorofilas. Al final del periodo de recogida (enero, febrero), disminuye su concentración hasta solo unas partes por millón.

Las clorofilas tienen además un papel importante en la conservación del aceite, ya que actúan como prooxidantes en presencia de la luz y como antioxidantes en oscuridad en sinergia con los componentes fenolitos. (Tous et al, 1993)

Carotenoides. Los principales carotenoides presentes en el aceite de oliva son: luteína,  $\beta$ -caroteno, violaxantina y neoxantina. Los aceites obtenidos por el sistema de centrifugación parecen tener un contenido mayor en carotenoides en comparación con los obtenidos por percolación. Se han observado diferencias entre las mismas variedades de aceitunas cuando se utilizan diferentes molinos para moler aceitunas. (A. Ranalli, 1992).

El principal componente de la fracción carotenoide del aceite de oliva es la luteína. Hacia el final del periodo de recogida, este carotenoide se convierte el componente principal, ya que durante la maduración se produce una reducción significativa del contenido en clorofilas. (M. Minguéz, 1991)

Normalmente el contenido total de carotenoides varía entre 1 y 20 ppm en el aceite de oliva. El  $\beta$ -caroteno se encuentra en concentraciones que varían entre 0,5 y 4 ppm.

### **5.2.7. Compuestos volátiles y aromáticos**

La formación de compuestos aromáticos radica en los cloroplastos. Cuando las gotas de aceite entran en contacto con estos, los componentes volátiles son arrastrados por los lípidos. Se han identificado más de 100 componentes, así tenemos. Hidrocarburos, alcoholes, aldehídos, ésteres, fenoles y sus derivados, terpenos oxigenados y derivados del furano. No todos ellos son olorosos. Otros en las concentraciones que se encuentran en el aceite de oliva tienen una contribución muy pequeña al aroma y al sabor. (Zafra et al, 2006. E. Fedeli. 1993) Si bien es cierto que algunos de estos le confieren a los aceites unas características organolépticas particulares, olor y sabor, que se denomina "flavor", gracias a ello les proporcionan una agradable sensación del alimento. (Morales et al, 1997)

La presencia de compuestos volátiles está relacionada con la destrucción celular. El batido favorece la incorporación de aldehídos y ésteres y disminuye los alcoholes. (Kalua C et al 2007. A. Kiritsakis. 1998) Entre los compuestos aromáticos

mas importantes, esta 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, a causa de la aparición de ácidos grasos libres.

### **5.3. POLIFENOLES**

No forman parte ni de la fracción saponificable ni de la insaponificable.

El aceite de oliva virgen contiene sustancias fenólicas que afectan a su estabilidad, sabor y aroma. Los compuestos fenólicos presentes en el aceite de oliva se denominan convencionalmente como “polifenoles” y son parte de la fracción polar que se obtiene normalmente del aceite por extracción con etanol-agua, por lo que al ser solubles en agua pasan en su mayoría al alpechín en el proceso de obtención del aceite (Boskou, 2001).

La presencia de estas sustancias fenólicas esta relacionada con la vida del aceite, en el aceite de oliva se han encontrado oleuropeina, ácido galico, ácido homovalinico, ácido cafeico, ácido ferulico, ácido sinápico... Algunos de estos componentes pueden retrasar considerablemente el índice de oxidación de los triglicéridos del aceite de oliva, además de contribuir a las características organolépticas. (D. Boskou, 2006)

Los compuestos fenólicos encontrados en el aceite de oliva y en los alpechines, son distintos de los presentes en las aceitunas. Durante la maduración del fruto o durante el procesado de las aceitunas, tienen lugar una serie de reacciones químicas y enzimáticas, que dan lugar a la aparición estos fenoles libres. Estos últimos, aunque son compuestos polares, son retenidos en cantidades minúsculas en el aceite. Las concentraciones de fenoles totales varían entre 50 y 100 ppm, pero se pueden encontrar en aceites cantidades de hasta 1000 ppm (Zafra A, 2006))

El sistema de extracción empleado (clásico, por centrifugación, por percolación) es muy importante para el contenido total de fenoles. Los aceites obtenidos por sistema de centrifugación continua, presentan generalmente un contenido menor en polifenoles que los aceites extraídos por otros sistemas (clásico o percolación).

El mejor sistema de extracción es el es el sistema de dos fases, ya que en este sistema al separar la pasta sin necesidad de adicionar agua caliente, no se originan aguas de desecho, y el agua que de forma natural presentan las aceitunas, es la que luego aparece en el orujo. Los aceites producidos por este sistema presentan por tanto

concentraciones más altas de compuestos fenolicos, por lo que son más estables a la autooxidación. (Di Giovacchino, 1994)

Se ha observado que los compuestos fenolicos están implicados en las características sensoriales del aceite de oliva virgen. El amargor es un atributo sensorial positivo, que esta presente en el aceite de oliva virgen. Este atributo es función del contenido en polifenoles. El amargor de los aceites puede ser cuantificado químicamente mediante la medida del  $K_{225}$  (G. Bertran et al, 2000)

#### **5.4. ELEMENTOS MINERALES**

La presencia de minerales en el aceite de oliva es un factor a tener en cuenta , debido a que algunos como Pb y Cd pueden tener un papel perjudicial por su alta toxicidad.Otros metales como el Fe y el Cu son responsables del proceso rancidez porque aceleran los procesos de oxidación del aceite, producen cambios en el sabor y sobre la estabilidad oxidativa, alterándose los índices de calidad del aceite tales como el índice de acidez, peróxidos o el coeficiente de extinción K270nm (Zeiner et al 2005)

Este efecto de oxidación se produce porque aumentan la velocidad de formación de radicales libres, (I. Paz,2001) A partir de la formación de estos radicales libres se desencadenan fácilmente una serie de reacciones que originan entre otros , compuestos volátiles como aldehídos y cetonas que son características del olor a rancio. La mayor parte de los metales se encuentran presentes en pequeñas cantidades en los aceites crudos, pero son eliminados durante el refinado industrial. Sin embargo en aceites de oliva virgen y en otros que han sido refinados pueden aparecer cantidades traza, o bien se pueden contaminar por la presencia de metales en los equipos empleados en la tecnología extractiva o de almacenamiento. (Paz Antolin, 2001)

Durante el proceso de elaboración puede producirse aporte de trazas metálicas, destacando la fase de la molienda, sobre todo si se realiza con molinos metálicos, ya que a pesar de sus múltiples ventajas, presentan como principal inconveniente la fácil incorporación de trazas metálicas en el aceite. Así mismo, para evitar este problema se recomienda el empleo de acero inoxidable en las paredes y paleta de las batidoras, así como los tamices empleados para la separación de fases líquidas. (E. Lendinez, 2000)



#### **5.4.1 REGLAMENTACIÓN TÉCNICO- SANITARIA SOBRE LA PRESENCIA DE METALES EN ACEITES VEGETALES COMESTIBLES.**

La legislación española por el real decreto 308/1983 BOE num 44 de 22 de febrero de 1983 legisla a cuatro elementos:

Plomo <0.1 ppm

Arsénico <0.1ppm

Cobre <0.4 ppm

Hierro <1 ppm

Por su parte de COI según la norma comercial Res-2/74-IV-96, aplicable a aceite de oliva y aceite de orujo de oliva, entre los contaminantes que pueden encontrarse en estos tipos de aceites, aparecen trazas metálicas , que incluyen hierro y cobre. Se indican los siguientes valores máximos

Hierro  $\leq 3.0$ ppm

Cobre  $\leq 0.1$ ppm

## **6. RECONOCIMIENTO Y PROTECCION DE LA CALIDAD**

Si bien todos los aceites de oliva vírgenes deben de cumplir unas características mínimas de calidad, no todos son iguales en composición y en caracteres organolépticos. Como productos naturales que son se ven influenciados por las distintas condiciones del clima, suelo, variedades de aceitunas de que proceden y practicas de cultivo, recolección y elaboración (Herrero Álamo, 1990), por estas razones y como instrumento para una mejor valoración de la producción de calidad, el Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación considero plenamente oportunos la inclusión de los aceites de oliva vírgenes en el régimen de Denominaciones de Origen (Cimato, 1990). La base legal que actualmente regula las Denominaciones de Origen, Específicas y Genéricas de los productos agroalimentarios no vínicos está contenida en el Real Decreto 728/1988.

Por primera vez se reconoció el régimen de Denominación de Origen al aceite de oliva mediante el Decreto 3711/1974, aplicable exclusivamente al aceite de oliva virgen, que es el que puede presentar cualidades y características diferenciales ligadas a su origen geográfico.

Más adelante, la Comisión de las Comunidades Europeas dictó normas para la protección de las indicaciones geográficas y las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios, en el Reglamento (CEE) no 2081/92. Crea dos grados de protección, el de Denominación de Origen y el de Indicación Geográfica,

Para que un aceite de oliva virgen pueda acogerse a la calificación de de Denominación de Origen según la normativa Española, es necesario cumplir una serie de requisitos que se resumen a continuación

1. Existencia de un ámbito geográfico perfectamente delimitado, que se denomina zona de producción, con características climáticas y edafológicas definidas, que han dado lugar a un aceite diferenciado.
2. Practicas de cultivos definidos y existencia de determinadas variedades de aceituna para la obtención del aceite.

3. Métodos de elaboración uniformes que den como resultado, con el apoyo de los anteriores apartados, un aceite con las características tradicionales de la zona.

Productos que no cumplen los tres requisitos pero que reúnan especiales características y calidad, podrían acogerse a:

- Denominación Específica es la calificación aplicable a un producto que tiene cualidades diferenciales entre los de su misma naturaleza, debidas a la materia prima base de su elaboración, al medio natural o a los métodos de elaboración.

Podrá hacer referencia a:

- Lugar geográfico de procedencia cuando el producto se comercialice habitualmente con dicho nombre, y la obtención de la materia prima y la elaboración este dentro de un área limitada relacionada con el nombre geográfico
- Variedad cuando su especificad y calidad dependan exclusivamente de determinada variedad.
- Método de elaboración cuando las características de calidad y especial dependan de este.
- Denominación Generica es la calificación aplicable a un conjunto de productos que tienen caracteres comunes y especiales, debidos a su naturaleza, a los sistemas de producción empleados o a los procedimientos de elaboración, y que se diferencia por su calidad de otros semejantes.(L. Civantos, 1999)

El nombre podrá hacer referencia, cuando de ellos dependa la calidad del producto, a:

- La naturaleza del producto.
- El sistema de producción
- El método de elaboración

Una orden del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de enero de 1994 precisa la correspondencia entre la legislación española y el reglamento (CE)

nº2081/92 en materia de denominaciones de origen. Señala que la Denominación de Origen española se corresponde con la denominación de origen (DOP) comunitaria. La indicación geográfica Protegida (IGP) comunitaria corresponde con la denominación específica con referencia al nombre geográfico reconocido por la norma española.

### **6.1. ACEITES CON DENOMINACIÓN DE ORIGEN EN ESPAÑA**

Actualmente existen en España 20 Denominaciones de Origen de aceite de oliva virgen:

- ❖ Les Garrigues
- ❖ Siurana
- ❖ Terra alta
- ❖ Baix Ebre
- ❖ Bajo Aragón
- ❖ Oli Malloqui
- ❖ Montes de Toledo
- ❖ Gata Hurdes
- ❖ Monte Rubio
- ❖ Priego de Córdoba
- ❖ Baena
- ❖ Sierra de Cádiz
- ❖ Sierra de Segura
- ❖ Sierra Magina
- ❖ Sierra de Cazorla
- ❖ Montes de Granada
- ❖ Poniente de Granada
- ❖ Aceite de Estepa
- ❖ Aceite de la Rioja
- ❖ Aceite de Antequera

A continuación se describen las características de las dos Denominaciones de Origen existentes en Granada.

### **6.1.1. DENOMINACION DE ORIGEN “PONIENTE DE GRANADA”**

La zona de producción se encuentra situada al Oeste de la provincia de Granada (al Poniente de Granada, como indica la propia Denominación). Constituyen esta zona, los terrenos ubicados en los términos municipales de: Algarinejo, Alhama de Granada, Arenas del Rey, Cacín, Huétor Tájar, Íllora, Jayena, Loja, Montefrío, Moraleda de Zafayona, Salar, Santa Cruz del Comercio, Villanueva de Mesía, Zafarraya, Zagra, y del término de Moclín la zona Occidental comprendida hasta el límite natural definido por el río Velillos, todos de la provincia de Granada.



Para la elaboración de los aceites protegidos bajo la Denominación de Origen “Poniente de Granada” se empleará exclusivamente las variedades de aceitunas: Picudo, Picual ó Marteño, Hojiblanca, Lucio, Nevadillo de Alhama de Granada y Loaime.

Los aceites protegidos por la Denominación de Origen “Poniente de Granada” serán necesariamente, aceites de oliva virgen extra, que respondan a las características definidas por la legislación vigente. Dichos aceites presentarán las siguientes características químicas y organolépticas:

Acidez máxima: 0,6°

Índice de peróxidos: 15 m.eq. de oxígeno activo por Kg. de aceite.

Absorvancia al ultravioleta (K270): max. 0,15.

Humedad: max. 0,2% para aceites sin filtrar y 0,1 % para aceites filtrados.

Impurezas: max. 0,1%.

Puntuación organoléptica: min. 6,5

Son aceites moderadamente estables gracias a sus altas concentraciones en polifenoles. Presentan una composición en ácidos grasos muy equilibrada para la dieta. Esto es debido a las múltiples variedades existentes y al medio geográfico. Los

niveles de ácido oleico son de medios a altos, altos los de ácido linoleico y alta relación ácidos grasos insaturados/saturados. A nivel organoléptico son aceites ligeros en la boca. Presentan una amplia gama de aromas a frutas frescas, maduras, hierba, higuera, etc. Además, por la perfecta combinación de distintos atributos, podemos encontrar aceites equilibrados y redondos, que presentan ciertos toques de amargor y picor en perfecta armonía con sabores dulces. El color de los aceites varía en la gama del amarillo-verdoso al amarillo-dorado, dependiendo de la época de recolección, climatología, variedades y de la situación geográfica dentro de la comarca.

La zona de producción presenta unas características ambientales típicamente mediterráneas, con un régimen térmico continental. Sin embargo la ubicación de la comarca, en posición intermedia entre Andalucía Occidental y Oriental, con una orografía influida por la existencia de un gran valle (Vega del río Genil) encajado entre dos sistemas montañosos, sistemas Subbético al norte y Penibético al sur, favorece la existencia en la zona de un microclima, caracterizado por un régimen de temperaturas continentales extremas, con inviernos largos y fríos, y veranos largos y calurosos, con grandes oscilaciones térmicas entre el invierno y el verano, y entre la noche y el día. Este régimen de temperaturas extremas influye sobre la maduración final de la aceituna, incrementando los niveles en ácido oleico, así como la relación ácidos grasos insaturados/saturados. A la vez, influye sobre los contenidos de los polifenoles de la aceituna, aumentando su concentración.

Orden de 25 de septiembre de 2003, por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen Poniente de Granada y de su Consejo Regulador. (BOJA nº 194, de 8 de octubre)

### **6.1.2. DENOMINACION DE ORIGEN “MONTES DE GRANADA”**



La Zona de producción de los aceites amparados por la Denominación de Origen “Montes de Granada” está constituida por los terrenos ubicados en los términos municipales siguientes: *Alamedilla, Alfacar, Alicún de Ortega, Benalúa de las Villas, Calicasas, Campotéjar, Cogollos Vega, Colomera, Darro, Dehesas de Guadix, Deifontes, Diezma, Fonelas, Gobernador, Guadahortuna, Güevéjar, Huélagos, Iznalloz, el Norte del término de La Peza hasta el río Fardes, Montejícar, Montillana, Morelábor, Nívar, Pedro Martínez, Piñar, Torrecardela y Villanueva de las Torres*, del término de *Moclín* la zona Oriental comprendida hasta el límite natural definido por el río Velillos, y del término de *Albolote y Atarfe*, la zona Norte comprendida en el límite natural que forman los ríos Cubillas y Colomera hasta su intersección.

Para la elaboración de los aceites protegidos por la Denominación de Origen “Montes de Granada” se emplean exclusivamente las aceitunas procedentes de las siguientes variedades de olivo: Picual (denominada también Martaña, Nevado ó Nevadillo), Lucio, Loaime, Hojiblanca, Gordal de Granada, Negrillo de Iznalloz y Escarabajuelo.

De estas variedades de olivo, se considerarán a Picual, Lucio y Loaime variedades principales.

Los aceites protegidos por la Denominación de Origen “Montes de Granada” serán, exclusivamente, aceites vírgenes extra, que respondan a las características definidas por la legislación vigente. Dichos aceites presentarán las siguientes características químicas y organolépticas:

Tipo “Frutado intenso”: Acidez máxima 1º, aroma y sabor de fruta fresca, ligeramente amargo y picante.

Tipo “Frutado suave”: Acidez máxima 1º, aroma y sabor de fruta madura.

Los dos tipos de aceite virgen definidos, pueden oscilar en su coloración del verde intenso al amarillo-verdoso.

Las restantes especificaciones analíticas, deberán responder a las siguientes exigencias:

Índice de peróxidos: Máximo 20 m.e.q. de oxígeno activo por kilogramo de aceite.

Absorbancia al ultravioleta (K270): Máximo 0.15

Humedad: Máximo 0.2 % para aceites sin filtrar, y 0.1 % para aceites filtrados.

Impurezas: Máximo %.

Los aceites obtenidos proceden de la molturación conjunta de variedades principales y secundarias, por tanto son aceites multivarietales que se enriquecen de las connotaciones aportadas por las diversas variedades. De sus características organolépticas destaca el carácter fuerte que proporciona la variedad predominante Picual (color verde, amargo medio a intenso y aromas frutados) que se suaviza por la presencia de las variedades Lucio, Loaime y variedades secundarias que aportan aromas frescos que recuerdan a frutas diversas, sabor dulce y colores más dorados

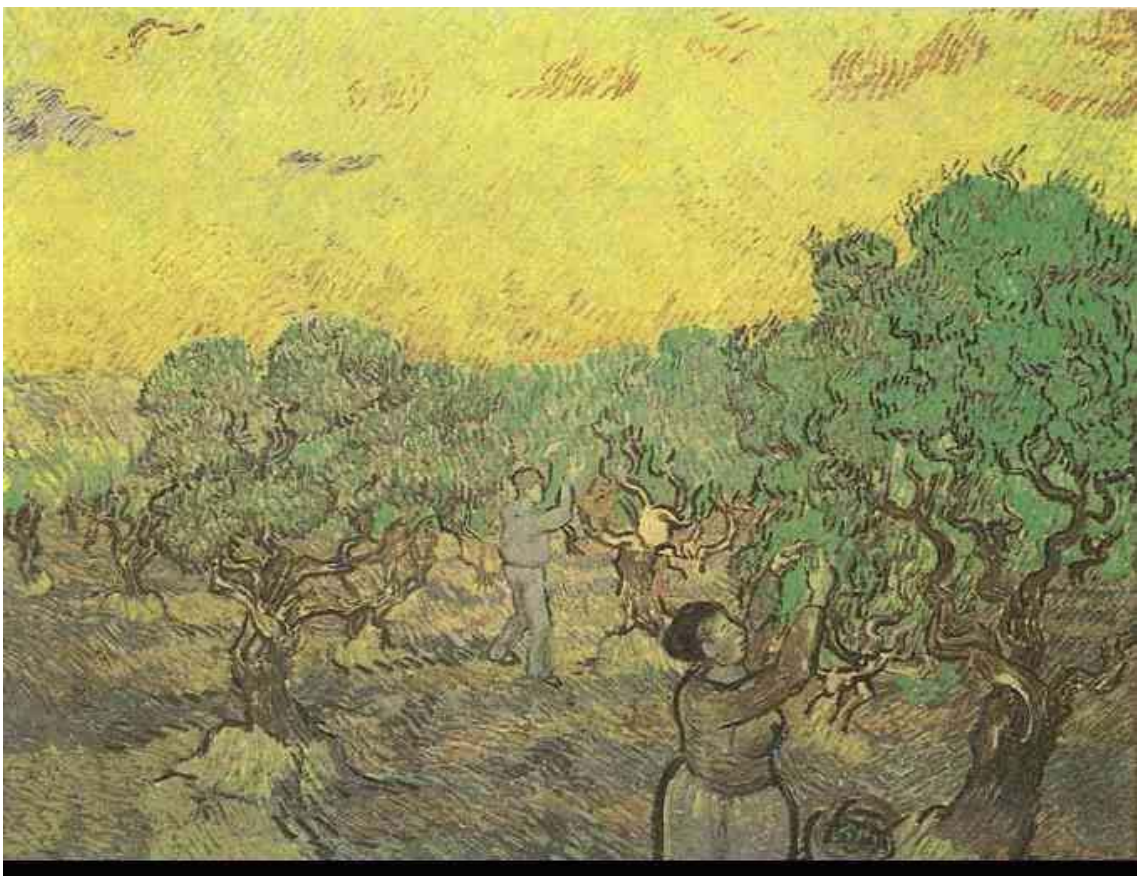
En cuanto a su perfil lipídico, destaca el alto contenido en ácido oleico, que normalmente se encuentra por encima del 80%, llegando a veces al 83%. Presentan también una alta relación de ácidos monoinsaturados/poliinsaturados (12 a 20) y por tanto un alto valor dietético. Poseen una gran estabilidad química, aportada en gran parte por los componentes responsables del sabor amargo, que los hace más resistentes a la oxidación en comparación con otros aceites de oliva Vírgenes.

Las características orográficas, edafológicas y climáticas de esta zona son singulares y extremas, como se detalla a continuación, siendo el olivar el cultivo mejor adaptado a estas bravas condiciones. La zona presenta un paisaje con predominio de media montaña, alternando depresiones de unos 750 a 900 m de altitud con alineaciones montañosas dispuestas en dirección Este-Oeste, las cuales presentan altitudes máximas que oscilan entre 1.400 y 2.000 metros y situándose la altitud media de los núcleos de población a 900 m sobre el nivel del mar. En general, sus paisajes exhiben formas más abruptas en los macizos calcáreos, junto a otras morfologías que responden a un relieve también escarpado, consistente en lomas y cerros de calizas, margocalizas y margas. Conforme avanzamos hacia el Este, el paisaje tiende a



suavizarse con tendencia a formar un altiplano de 1.200 m de altitud, que se rompe en el extremo oriental de la comarca por el valle del río Fardes, y constituye el límite natural de la comarca por el Este, a partir del cual cambia la morfología del paisaje apreciándose una orografía típica del paisaje xérico del sudeste español. La edafología de los Montes presenta una considerable complejidad tipológica de suelos, que hace que no sea frecuente la aparición nítida de un determinado suelo, sino más bien formaciones asociadas de varios tipos. Predominan los suelos procedentes de la descomposición de alguna de las variedades litológicas de caliza, son ricos en materiales margocalizos erosionados de las sierras, por tanto con un contenido elevado de carbonato cálcico (mayor al 40%) y modificados posteriormente por la constante remoción agrícola superficial. Las características climáticas de la comarca corresponden a un clima mediterráneo continental, destacando la considerable oscilación térmica, al haber una gran diferencia entre la máxima y mínima del día y la noche y del verano y el invierno. Las precipitaciones medias anuales varían de 400 a 600 mm, e incluso menos en años de sequía. Los inviernos son largos y fríos con frecuentes nevadas y heladas, y los veranos largos y calurosos, llegando incluso temperaturas extremas de 40° C.

Orden de 5 de abril de 2001, por la que se aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen Montes de Granada y de su Consejo Regulador. (BOJA nº 49, de 28 de abril)



## *Objetivos*



Granada es la tercera provincia andaluza en producción de aceite tiene una gran riqueza varietal que se distribuye a lo largo de su geografía, donde diversas variedades autóctonas como Loaime, Lucio entre otras, se salpican con las variedades predominantes que se encuentran asociadas a comarcas concretas, como la picual y la hojiblanca. En el presente estudio se han analizado muestras procedentes de las dos denominaciones de origen con las que cuenta la provincia Montes de Granada y Poniente de Granada y muestras de otras dos zonas olivareras, Altiplano de Granada y Vega-Temple de Granada, los objetivos planteados para la realización de la misma fueron:

1. Estudiar los criterios de calidad, de los aceites de oliva virgen extra producidos en las diferentes zonas seleccionadas, con el fin de establecer si existen diferencias significativas entre ellas.
2. Valorar el contenido en ácidos grasos de los aceites de las cuatro zonas establecidas en la provincia de Granada y comprobar si es discriminante de la composición en dichos componentes.
3. Estudiar las relaciones entre los ácidos grasos de los aceites con el fin de poder establecer diferencias en función de la variedad de aceituna y desde el punto de vista de implicación nutricional
4. Establecer el contenido de elementos minerales, prooxidantes y antioxidantes (Fe, Cu, Zn, Se, Ni y Cr) así como las posibles correlaciones entre ellos que sirvan de parámetro y que junto a otros índices puedan indicar la fecha de caducidad del aceite.





*Parte experimental*



## 1. TOMA DE MUESTRAS

En total se contemplan para el estudio físico-químico de los aceites de Granada un total de 145 muestras repartidas en 4 zonas oleícolas de la provincia de Granada (Zona de Montes de Granada, Comarca del Altiplano, Vega de Granada-Temple y Poniente de Granada).

La distribución de la muestras ha sido:

- 5) Montes de Granada: **39 muestras.**
- 6) Comarca del Altiplano de Granada (Guadix, Baza y Huéscar): **40 muestras.**
- 7) Comarca de la Vega de Granada-Temple: **21 muestras.**
- 8) Poniente de Granada: **45 muestras.**

Tabla.8- Resumen de las almazaras de la zona Montes de Granada.

Nombre almazara	Municipio	Nombre almazara	Municipio
<b>MONTES DE GRANADA</b>			
Ntra Sra del Rosario S.C.A.	Dehesas Viejas	Almazara de Montillana S.C.A.	Montillana
Soto del Fraile S.L.	Jaén	Joaquín sánchez González	Villanueva de las Torres
San Isidro S.C.A.	Deifontes	Santa Isabel S.C.A.	Campotejar
Ntra. Sra. De los Remedios S.C.A.	Campotejar	Ntra. Sra del Pilar S.C.A.	Colomera
San Sebastián S.C.A.	Benalua de las Villas	Virgen De la Cabeza	Montejicar
Santa Monica S.C.A.	Piñar	Ntra. Sra. De los Remedios S.C.A.	Iznalloz
Varaila	Domingo Perez		



Tabla.9- Resumen de las almazaras de la zona Altiplano de Granada.

<b>Nombre almazara</b>	<b>Municipio</b>	<b>Nombre almazara</b>	<b>Municipio</b>
<b>ALTIPLANO DE GRANADA</b>			
La Esperanza del Campo S.C.A	Cuevas del Campo	Ntra. Sra. De los Dolores S.C.A.	Freila
Olihortal S.L.	Cuevas del Campo	Vallés Operé	Campo Cámara (Cortes )
Antonio Manzano Rodríguez	Caniles	Oroliva S.L.	Caniles
Agro-olivarera Ntra. Sra. De la Cabeza	Cúllar	Aceites del Noreste	Benamaurel
Olibaza S.L.	Baza	Ntra. Sra. De la Cabeza	Zújar
Ntra. Sra. Del Rosario	Castril	Aceites almazara Sta. Cristina	Castril
S.A.T. Agrocastril	Castril	Ntra. Sra. De la Soledad	Huéscar
Lares S.C.A.	Beas de Guadix	Aceites Tejada Gómez, S.L.	Purullena
Juan y Javier Vilchez Vilchez C.B.	Marchal	Industrias Valdioliva S.L.	Guadix
Juan Sánchez Segura	Cúllar		

Tabla.10- Resumen de las almazaras de la zona Poniente de Granada.

Nombre almazara	Municipio	Nombre almazara	Municipio
<b>PONIENTE DE GRANADA</b>			
Aceites Algarinejo S.C.A	Algarinejo	Aceites Morales S.A.	Illora
Agriconsum S.A.	Illora	Almazara Casería de la Virgen S.L.	Illora
Fuentes de Cesna S.C A.	Algarinejo	Hijos de Matías Pareja S.L.	Montefrío
Hnos. Cáliz Muñóz de Toro S. L.	Algarinejo	Hnos. de Francisco Roldan	Illora
Juan Cabrera Garrido	Jayena	María Josefa Liñán Márquez	Villanueva Mesía
Ntra. Sra. los Remedios S.C.A.	Montefrío	Puerto Lope S.C.A	Moclín
San Francisco de Asís S.C.A	Montefrío	San Lorenzo S.C.A	Zagra
S.C.A San Rogelio	Illora		

Tabla.11- Resumen de las almazaras de la zona Vega de Granada-Temple.

Nombre almazara	Municipio	Nombre almazara	Municipio
<b>VEGA DE GRANADA-TEMPLE</b>			
Templeoliva S.C.A.	Ventas de Huelma	Almazara las Mercedes	Ventas de Huelma
Aceites la Purisima	Alhendin	Sierra Sur	Pinos Puente
Oleicola Granadina	Santa Fe		

Las muestras se presentan bien envasadas, bien a granel. Todos los aceites son de la categoría virgen. Y se guardan en nevera a 4°C en frasco de vidrio color topacio hasta sus correspondientes análisis (Uceda y Hermoso, 1994).

## **2. PREPARACION DE LA MUESTRA**

La preparación de la muestra depende del estado de la misma, en las muestras objeto de estudio encontramos las siguientes presentaciones ante las cuales se actuó como se explica a continuación. :

- Muestra fluida y limpia:, Se agita la muestra antes de cualquier determinación para conseguir una buena homogenización de la misma.
- Muestra fluida, pero con turbidez o materia depositada: se agita la muestra convenientemente o se coloca en estufa a 50°C, cuando se alcanza esta temperatura, agitar, dejar decantar y filtrar sobre papel en la estufa mantenida a 50°C: el filtrado debe ser limpio (MAPA,1993)

### **3. DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ACIDEZ**

Tiene por objeto la determinación de los ácidos grasos libres en el aceite de oliva. Cualquier grasa, y el aceite de oliva no es ninguna excepción, desde el punto de vista químico esta compuesto por triglicéridos, es decir, esteres de los ácidos grasos y la glicerina. La reacción de hidrólisis provoca la ruptura de estos, perdiendo ácidos grasos y dando digliceridos y monogliceridos. (M. Sanchez Pineda et al, 2000) El porcentaje en que estos ácidos grasos libres se encuentran en el aceite, referidos al porcentaje de ácido oleico, es lo que se conoce como grado de acidez.

#### *PRINCIPIO*

El método consiste en Disolución de la muestra en una mezcla de disolventes y valoración de los ácidos grasos libres mediante una disolución etanólica de hidróxido potásico, usando fenolftaleina como indicador. (Reglamento CEE 2568/91 de 5/9/91. Anexo 1)

#### *APARATOS*

- Balanza de precisión Mettler AE200 (Mettler Instrument, Zurich)

#### *MATERIAL*

- Matraz erlenmeyer de 250 ml.
- bureta de 10 ml con graduación de 0,05 ml.
- Pipeta aforada de 100 ml de capacidad.
- Matraz aforado de 1 litro de capacidad.

#### *REACTIVOS*

Todos los reactivos deben de ser de calidad analítica reconocida y el agua utilizada debe de ser agua destilada o de pureza equivalente.

- Eter dietilico (Panreac)
- Etanol 96% (V/V) (Merck)
- Hidroxido potasico 85% (panreac)

- Fenolftaleína (Probus)

a) Mezcla de éter dietílico y etanol de 96% (V/V), en proporción de volumen 1:1. Se prepara mezclando partes iguales de alcohol y eter. Debe neutralizarse exactamente en el momento de su utilización con KOH 0,1 N en presencia de 0,3 ml de la disolución de fenolftaleína por cada 100 ml de mezcla.

b) Disolución etanólica valorada de hidróxido potásico, 0,1 N, o en caso necesario 0,5 N (Si la cantidad necesaria de la disolución de hidróxido potásico de 0,1 N supera los 10 ml, debe utilizarse una disolución de 0,5 N. La disolución etanólica valorada de hidróxido potásico puede sustituirse por una disolución acuosa de hidróxido potásico o sódico siempre que el volumen de agua añadido no provoque una separación de las fases). 7 grs de KOH (P.A.) se disuelven en 200 ml de agua destilada y hervida. Una vez fría, se enrasa con el mismo agua hasta 1 litro.

c) Solución de 10 g/l de fenolftaleína en etanol de 95-96 % (V/V). 1 g de fenolftaleína, se disuelve en 100 ml de alcohol etílico.

### PROCEDIMIENTO

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. Tomar la muestra, según el grado de acidez previsto, de acuerdo con el cuadro siguiente:

Tabla 12 Reglamento CEE 2568/91 de 5/9/91. Anexo 1.

Grado de acidez previsto	Peso de la muestra (en g)	Precisión de la pesada de la muestra (en 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

Pesar la muestra en el matraz erlenmeyer

### *DETERMINACIÓN*

Disolver la muestra en 50 ml de la mezcla de éter dietílico y etanol 1:1, previamente neutralizada.

Valorar, agitando, con la disolución de hidróxido potásico de 0,1 n (Si la disolución se enturbia durante la valoración, añadir una cantidad suficiente de la mezcla de disolventes para que la disolución se aclare) hasta el 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:

$$V \cdot c \cdot \frac{M}{1000} \cdot \frac{100}{P} = \frac{10 \cdot P}{10 \cdot P}$$

siendo:

- V : volumen en ml de la disolución valorada de hidróxido potásico utilizada. Convenientemente corregidos tendiendo en cuenta la prueba en blanco.
- c : concentración exacta, en moles por litro, de la disolución 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.

#### 4. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS

##### INTRODUCCIÓN

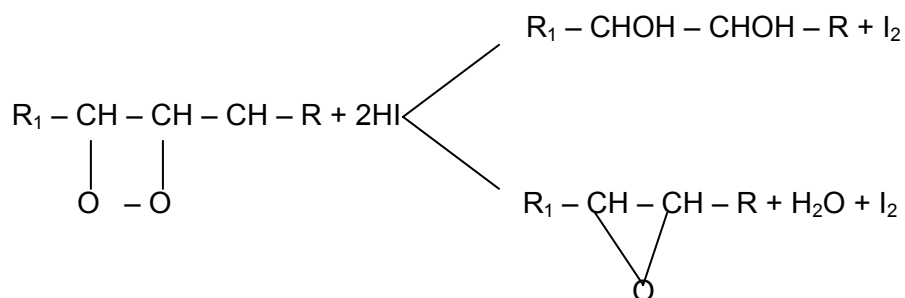
Los peróxidos son producto de oxidación existentes en una muestra, en un momento determinado. El índice de peróxidos mide el grado de oxidación primaria de una aceite, y nos indica el estado de conservación del mismo. Se expresa en miliequivalentes de oxígeno activo por kg de grasa. Su determinación se realiza por volumetría. El índice de peróxidos es la cantidad 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.

Los peróxidos se consideran como los primeros productos de la oxidación de las grasas y su formación sigue, al menos durante las primeras etapas, una marcha paralela a la cantidad de oxígeno absorbido. Reglamento CEE 2568/91 de 5/9/91.

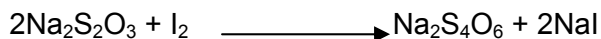
Existen una serie de factores que influyen sobre la velocidad de la oxidación de las grasas. Unos retardándola, como son ciertas sustancias denominadas antioxidantes y otras acelerándola. Dentro de estos últimos, los principales son:

- Luz
- Calor
- Trazas metálicas
- Catalizadores orgánicos. Etc.

El fundamento de la determinación volumétrica es la capacidad de los peróxidos para liberar yodo del IK según la siguiente reacción:



El Yodo liberado se valoro con tiosulfato sodico según la reacción:



Es decir, vemos que un mol de oxigeno peroxidito deja en libertad un mol de Yodo, sea cual sea el mecanismo de la reacción.

#### APARATOS

- Balanza de precisión Mettler AE200 (Mettler Instrument, Zurich)

#### MATERIAL

- Pipeta graduada de 10 mL de capacidad
- Pipeta aforada de 25 mL de capacidad
- Pipeta graduada de 1 mL de capacidad
- Erlenmeyer de 250 mL de capacidad
- Probeta graduada de 100 mL de capacidad
- Bureta graduada de 25 mL de capacidad
- Matraz aforado de 1 L de capacidad
- Matraz aforado de 100 mL de capacidad

#### REACTIVOS

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

Ácido acético glacial para análisis, exento de oxígeno por borboteo de una corriente de gas inerte puro y seco. (Panreac)

Solución acuosa saturada de yoduro potásico, recién preparada, exenta de yodo y yodatos.

Solución acuosa de tiosulfato sódico 0,01 N valorada exactamente; la valoración se efectuará inmediatamente antes del uso.

Solución de almidón, en solución acuosa de 10 g/l, recién preparada con almidón soluble.



Preparación de reactivos

- Tiosulfato sodico 0,01 N. Se pesan 2,48 g De tiosulfato sodico ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ) y se disuelven en  $\text{H}_2\text{O}$  destilada completando hasta 1 litro. Se añaden 10mgr. De  $\text{I}_2\text{Hg}$  como conservador.
- Solución saturada de IK. A  $20^\circ \text{C}$ , 144 g Se disuelven en 100 cc de  $\text{H}_2\text{O}$  destilada recién hervida. Se mantiene en frasco de topacio bien tapado.
- Solución indicador de almidón. Mezclar 5 g De almidón soluble con 0,01 gr. de  $\text{I}_2\text{Hg}$  (como estabilizante) y disolver en 30 cc. De  $\text{H}_2\text{O}$  destilada. Esta solución se agrega a 1000cc de  $\text{H}_2\text{O}$  destilada hirviendo, manteniendo la ebullición durante 3 minutos. La solución así preparada puede conservarse largo tiempo sin que se altere.

Determinación de la normalidad exacta del tiosulfato sódico

Se pone a desecar cantidad suficiente de dicromato potásico en estufa a  $90^\circ\text{C}$  y mantenido en desecador hasta peso constante, para la preparación de la disolución

0,010 N se pesan en balanza analítica con precisión de 0,1 mg, 0,49 g de dicromato potásico, se disuelve en agua destilada y se enrasa hasta 1 L en matraz aforado. Se

toman 25 mL de esta disolución y se añaden de 5 a 10 mL de disolución de ácido sulfúrico 1/5 (v/v) preparada con 50 mL de ácido sulfúrico 96% químicamente puro y 150 mL de agua destilada enrasando hasta 250 mL en matraz aforado, y 10 mL de disolución de ioduro potásico al 10% preparada con 10 g KI y 100 mL de agua destilada.

A esta disolución se añade tiosulfato sódico desde la bureta hasta viraje a color amarillo-verdoso, a continuación se le adicionan 1-2 mL de almidón 1%.

Se valora con tiosulfato desde la bureta hasta desaparición de color:

Cálculos:

$$V'.N' = V.N$$

$$N^* = N.f$$

V' = mL de la disolución de dicromato potásico.

N' = normalidad exacta de la disolución de dicromato potásico.

V = mL de solución de tiosulfato sódico empleados en el ensayo.

N = normalidad exacta de la solución de tiosulfato sódico.

f= factor de corrección

### 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 13 Reglamento CEE 2568/91 de 5/9/91. Anexo 1.(1991)

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

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 iodo 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:

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

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 será la media aritmética de las dos determinaciones efectuadas

## **5. PRUEBA ESPECTROFOTOMÉTRICA EN EL ULTRAVIOLETA**

### *INTRODUCCIÓN*

La prueba espectrofotométrica en el ultravioleta puede proporcionar indicaciones sobre la calidad de una materia grasa, su estado de conservación y las modificaciones inducidas por los procesos tecnológicos.

Las absorciones en las longitudes de onda indicadas en el método se deben a la presencia de sistemas diénicos y triénicos conjugados. Los valores de estas absorciones se expresan en extinción específica  $E_1 \text{ cm } 1\%$  (extinción de una solución de la materia grasa al 1 % en el disolvente determinado, en un espesor de 1 cm) que se expresará convencionalmente como K, también denominado coeficiente de extinción.

El aceite de oliva virgen, de buena calidad y almacenado convenientemente, contiene muy pocos productos de oxidación y presenta una extinción específica en el entorno de 270 nm.

La materia grasa 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. Reglamento CEE 2568/91 de 5/9/91. Anexo 1.(1991)

### *MATERIAL Y APARATOS*

- Espectrofotómetro para medidas de extinción en el ultravioleta entre 220 y 360 nm, con posibilidad de lectura para cada unidad nanométrica.
- Balanza de precisión Mettler AE200 (Mettler Instrument, Zurich)
- Cubetas de cuarzo, con tapadera, con paso óptico de 1 cm. Las cubetas, llenas de agua o de otro disolvente adecuado, no deben presentar entre ellas diferencias superiores a 0,01 unidades de extinción.
- Matraces aforados de 10 ml.

## REACTIVOS

- Ciclohexano (panreac)
- Alumina basica para cromatografía en columna (Merck)
- n-hexano (Merck)

## 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.

1. Se pesan con precisión 0,25 g aproximadamente de la muestra preparada y se colocan en un matraz aforado de 10 ml, se completa con el disolvente adecuado y se homogeneiza. La solución resultante debe estar perfectamente clara. Si presenta opalescencia o turbidez, se filtrará rápidamente con papel de filtro. Se llena una cubeta con la solución obtenida y se miden las extinciones, usando como referencia el disolvente empleado, a las longitudes de onda comprendidas 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 medida utilizando soluciones más concentradas o más diluidas según el caso.

2. Cuando se quiera determinar la extinción específica después del tratamiento con alúmina se procederá del siguiente modo: en la columna para cromatografía se introducen 30 g de alúmina básica en suspensión en hexano; después de asentarse el absorbente se elimina el exceso de hexano, hasta 1 cm aproximadamente sobre el nivel superior de la alúmina. Se disuelven 10 g de materia grasa, homogeneizada y filtrada, en 100 ml de hexano y se vierte esta solución en la columna. Se recoge el líquido eluido y se evapora totalmente el disolvente en vacío a una temperatura inferior a 25°C. Con la materia grasa así obtenida se procede inmediatamente tal como se indica en el apartado 1.

### EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Se expresan las extinciones específicas o coeficientes de extinción a las diversas longitudes de onda, calculadas como sigue:

$$K_{\lambda} = \frac{E_{\lambda}}{C \cdot e}$$

siendo:

- $K_{\lambda}$  : extinción específica a la longitud de onda " $\lambda$ "
- $E_{\lambda}$  : extinción medida a la longitud de onda " $\lambda$ "
- $C$  : concentración de la disolución en g por 100 ml
- $e$  : espesor de la cubeta en cm.

Los resultados deben expresarse con dos cifras decimales.

La prueba espectrofotométrica del aceite de oliva según el método oficial de los Reglamentos de la CEE requiere la determinación de la extinción específica, en solución de ciclohexano, a las longitudes de onda de 232 y 270 nm, y la determinación de  $\Delta K$  definido como:

$$\Delta K = K_m - \frac{K_{(m-4)} + K_{(m+4)}}{2}$$

donde  $K_m$  es la extinción específica a la longitud de onda  $m$ , que es la de máxima absorción alrededor de 270 nm.

### *APÉNDICE I : Preparación de la alúmina y control de actividad*

En un recipiente que pueda cerrarse herméticamente se echa la alúmina previamente desecada en horno a 380-400°C durante tres horas, se añade agua destilada en una proporción de 5 ml por 100 g de alúmina, se cierra rápidamente el recipiente, se agita repetidas veces y se deja reposar durante 12 horas como mínimo antes del uso.

Se prepara una columna para cromatografía con 30 g de alúmina. Se opera como se describe en el apartado (2). Se hace pasar a través de la columna una mezcla formada por:

- 95 % de aceite de oliva virgen, con extinción específica a 268 nm menor que 0,18.
- 5 % de aceite de cacahuete tratado con tierras decolorantes en el proceso de refinado, con una extinción específica a 268 nm mayor o igual que 4. Si, después del paso por la columna, la mezcla presenta una extinción específica a 268 nm mayor que 0,11, la alúmina es aceptable; en otro caso se debe aumentar el porcentaje de hidratación.

### *APÉNDICE II: Ajuste del espectrofotómetro*

El aparato debe revisarse periódicamente (por lo menos cada seis meses) tanto en lo que se refiere a la conformidad de la longitud de onda como a la exactitud de la respuesta. Para controlar la célula fotoeléctrica y el fotomultiplicador se procede como sigue: se pesan 0,2 g de cromato potásico de calidad para espectrofotometría, se disuelven, en un matraz aforado de 1000 ml, en una solución de hidróxido potásico 0,05 N y se completa hasta el enrase. De la solución obtenida se toman exactamente 25 ml, se transvasa a un matraz de 500 ml y se completa hasta el enrase con la misma solución de hidróxido potásico.

Se mide la extinción a 275 nm de la solución así obtenida, utilizando la solución de hidróxido potásico como referencia. La extinción medida en cubeta de 1 cm deberá ser de  $0,200 \pm 0,005$ .

## **6. DETERMINACIÓN DEL HUMEDAD Y MATERIAS VOLÁTILES (Método de la estufa de aire)**

### *PRINCIPIO.*

Se establecen las condiciones adecuadas para la determinación, en las materias grasas, del agua y de las materias volátiles, operando en las condiciones del ensayo.

Es aplicable a las grasas animales y vegetales, con la excepción de los aceites secantes o semisecantes y los aceites del grupo del coco.

El agua, aunque inmisible con el aceite, puede existir en forma de emulsión estabilizada por ciertos componentes. La humedad favorece la hidrólisis, sobre todo en aquellos aceites cuya acidez es muy elevada. Este parámetro mide la presencia de estos productos que deberían haber sido eliminados en una decantación y filtración adecuada.

La legislación española, establece una tolerancia en los aceites comestibles de humedad y materiales volátiles de un 0,1% como máximo (M<sup>ª</sup>T. Sánchez Pineda, 2000)

La determinación se efectúa siguiendo la normas 55020 y 55022, sobre muestras bien homogenizadas de las que se toman entre 5 y 10 g de aceite

### **MATERIAL Y APARATOS.**

- Balanza de precisión Mettler AE200 (Mettler Instrument, Zurich)
- Estufa de desecación, con regulación de temperatura, pudiéndose calentar hasta 150°C como mínimo; la regulación se efectuará entre unos límites de oscilación de  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ , siendo, además, la temperatura uniforme en todo el espacio interior, tolerándose diferencias que no excedan de  $1^{\circ}\text{C}$  entre posiciones extremas.
- Cápsulas de fondo plano, con dimensiones aproximadas de 80 mm de 13 y 20 mm de altura, preferiblemente de acero inoxidable o aluminio o, en su defecto, de porcelana.



- Desecador, conteniendo como agente desecante CALCIO SULFATO o 211335 GEL DE SÍLICE 3-6 mm con indicador QP, o, en su defecto, 141058 ACIDO SULFÚRICO 96% (USP-NF,BP) PRS-CODEX, aunque para asegurar una desecación efectiva deberá ser renovado con frecuencia.

*PROCEDIMIENTO.*

*Preparación de la muestra.*

La muestra debe ser previamente homogeneizada antes de pesar la cantidad con que se vaya a operar. Esto se logra, con las grasas fluidas, agitando fuertemente el frasco que contiene la muestra y vertiendo rápidamente la cantidad aproximada que se vaya a pesar en la cápsula en la que se efectúe la desecación. Si se tratase de grasas sólidas o semisólidas a la temperatura ambiente, calentar suavemente en baño de agua hasta conseguir el grado de fluidez conveniente, cuidando de no llegar a fundir completamente y homogeneizar con un mezclador adecuado o simplemente con una espátula si no se dispusiese de este instrumento.

*Técnica*

En una cápsula, desecada previamente en estufa a 105° y enfriada en un desecador, pesar, con exactitud de 1 mg, una cantidad aproximada de 5 a 10 g de muestra, según el contenido de humedad.

Colocar en la estufa, previamente regulada a 105°C, manteniéndola allí durante 30 minutos. Sacar y pasar a un desecador donde se deja enfriar, pesando a continuación. Repetir este tratamiento, en operaciones sucesivas, hasta que la diferencia entre dos pesadas consecutivas no exceda del 0,05%.

9(a).4. Cálculo.

Pa-Pf

% humedad y materia volátil =  $\frac{\text{Pa-Pf}}{\text{PM}}$  x 100

PM

Siendo:

Pa = peso, en gramos, de la cápsula con la muestra de grasa.

Pf = peso, en gramos, de la cápsula con la grasa al dar por terminada la desecación.

PM= peso, en gramos, de la muestra.

## **7. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IMPUREZAS**

### *PRINCIPIO.*

Se entiende por impurezas de una grasa el conjunto de sustancias insolubles en un disolvente volátil en las condiciones descritas, y que no hayan sido determinadas como agua y materias volátiles.

Se analiza según la norma UNE 55002, admitiéndose hasta 0,1% para los aceites de oliva virgen. (L. Civantos, 1999)

Del peso total obtenido de Impurezas habrá que deducir, eventualmente el peso de algunas de ellas, que según el convenio entre las partes o según la costumbre, no deban ser consideradas como tales.

Los jabones de cal se considerarán como impurezas, a menos que por acuerdo entre las partes se decida otra cosa. En este último caso no será considerado como impureza más que la cal que contenga, expresando en óxido de calcio.

Salvo indicaciones contrarias, los jabones alcalinos no serán considerados como impurezas más que por las bases que contengan, expresadas en óxidos.

### *REACTIVOS*

Éter de Petróleo 40-60° PA-ISO (Merck)

Las impurezas de las materias grasas comestibles y de las materias grasas brutas con destino comestible después de tratamiento adecuado se determinarán con Éter de Petróleo 40-60°C PA-ISO.

El Éter de Petróleo 40-60°C PA-ISO deja Insolubles: Impurezas mecánicas (tierra, arena y residuos diversos); parte de ácidos oxidados libres y sus productos de polimerización, lactonas-jabones de cal, hidratos de carbono, materias nitrogenadas, determinadas resinas, materias minerales, y no disuelve más que parcialmente los jabones alcalinos.

*PROCEDIMIENTO.*

Pesar exactamente con una aproximación de 0,01 g, aproximadamente 20 g de materia grasa en un erlenmeyer, con tapón de vidrio esmerilado (la grasa solamente fundida, si es necesario) agregar 200 mL del disolvente, tapar, agitar y dejar en reposo a, aproximadamente, 20°C durante 30 minutos.

Filtrar sobre filtro sin cenizas de 12 cm de diámetro , previamente secado y tarado. lavar el filtro con pequeñas porciones de disolvente, utilizando la cantidad estrictamente necesaria para que el filtro este exento de materia grasa, retirar el filtro del embudo, dejar evaporar el disolvente al aire libre, y terminar la evaporación en estufa a 103°C (±2°C). Pesar el filtro.

*CÁLCULO.*

$$\text{Impurezas \%} = \frac{100(P'-P'')}{P}$$

P'' = peso en g del filtro seco.

P' = peso en g del filtro más impurezas.

P = peso en g de la muestra.

Indicar el disolvente utilizado y, eventualmente, los componentes que han sido deducidos de las impurezas.

*OBSERVACIONES.*

Si el filtrado contiene cenizas, eliminar el disolvente por destilación, incinerar el residuo, pesar y agregar esta pesada a las impurezas del filtro.

## **8. ANÁLISIS DE LOS ESTERES METÁLICOS DE LOS ÁCIDOS GRASOS MEDIANTE CROMATOGRAFÍA DE GASES**

### *OBJETO*

El presente método tiene por objeto la determinación cualitativa y cuantitativa de una mezcla de esteres metilicos de ácidos grasos extraídos de un aceite mediante cromatógrafo de gases con columna de relleno. Reglamento (CE) No 796/2002 de 15 de mayo de 2002

### *REACTIVOS*

#### *Gas portador*

- Nitrógeno, perfectamente desecado y que contenga menos de 10 mg/kg de oxígeno.

#### *Gases auxiliares*

- Hidrogeno (pureza  $\geq 99,9\%$ ) exento de impurezas orgánicas.
- Aire u oxígeno, exento de impurezas orgánicas.

### *APARATOS*

- Cromatógrafo de gases con detector de ionización de llama en las siguientes condiciones de trabajo: T<sup>a</sup> horno, 170° C; detector e inyector, 250°C; Flujo gas portador (N<sub>2</sub>) 20 ml/min Perkin- Elmer Autosystem (M.P. 5890) PE Madrid
- Columna: capilar C:18

### *ACONDICIONAMIENTO DE LA COLUMNA*

Estando la columna desconectada del detector, si es posible, calentar el horno gradualmente hasta 185 ° C y hacer pasar a través de la columna recién preparada una corriente de gas inerte a razón de 20-60 ml/min durante 16 horas como mínimo a la temperatura citada y, a continuación , a la temperatura de 195° C durante dos horas mas.

### *JERINGA*

- Jeringa Hamilton de capacidad máxima de 10µl y estará graduada en 0,1µl

### *MATERIAL*

- Matraz de fondo plano de 50 ml cuello largo y boca esmerilada
- Refrigerante
- Pipetas graduadas de 5 y 25 ml
- Embudo
- Pipeta aforada de 5 ml
- Mechero, trípode y rejilla

### *REACTIVOS*

- Disolución de metilato sódico en metanol al 1% . Se disuelven 5 g de de sodio metal en 1000 ml de metanol absoluto
- Hexano (merck)
- Disolución de metanol absoluto(Merck), de ácido clorhídrico de 3-4% o bien de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> también en metanol
- Disolución acuosa saturada de NaCl(Merck)

### *PRINCIPIO DEL METODO*

La materia grasa objeto de análisis se calienta a reflujo con alcohol metilico y metilato sodico. Los esteres metilicos que se obtienen se extraen con hexano.

### *TECNICA*

Para preparar los esteres metilicos se parte de 0,3 g de grasa y se agregan a continuación 6 ml de metilato sódico. Se coloca el refrigerante al matraz, se hierve hasta obtención de una sola fase y, como mínimo, 5 minutos. Se interrumpe la calefacción, se agregan al matraz 6 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en metanol, se vuelve a calentar, manteniendo en ebullición durante 5 minutos. Se enfría. A continuación de agregan 5 ml de hexano y disolución acuosa saturada de NaCl en cantidad suficiente para situar la capa de hexano en el cuello del matraz. Esta disolución que contiene los esteres

metilicos, una vez filtrada se inyectara en el cromatógrafo. La cantidad a inyectar es de 5 µl

### CALCULO

La determinación se basa en el principio de que los pesos de cada uno de los componentes separados en la mezcla son proporcionales a las areas

Superficie A

Porcentaje A en peso = ----- x 100

Total de superficies

Siendo A el ester metilico correspondiente a un pico dado.

El orden de salida de los distintos esteres metilicos de los ácidos grasos será el que sigue:

De menor a mayor Peso Molecular en cuanto a los esteres metilicos de los ácidos grasos, o lo que es igual, de menor a mayor numero de átomos de carbono.  
Reglamento (CE) No 796/2002 de 15 de mayo de 2002

## **9. DETERMINACION DE MINERALES**

### **9.1 Material utilizado**

#### **9.1.1 Aparatos**

- Espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin-Elmer Corp., Norwalk, CT)
- Horno de grafito (Perkin-Elmer Corp.)
- Lámpara de cátodo hueco de Zn (Perkin-Elmer Corp.)
- Lámpara de cátodo hueco de Cu (Perkin-Elmer Corp.)
- Lámpara de cátodo hueco de Se (Perkin-Elmer Corp.)
- Lámpara de cátodo hueco de Ni (Perkin-Elmer Corp.)
- Lámpara de cátodo hueco de Fe (Perkin-Elmer Corp.)
- Lámpara de cátodo hueco de Cu (Perkin-Elmer Corp.)
- Placa de mineralización multiplazas selecta (Selecta S.A. Barcelona)
- Sistema Mili-Q de obtención de agua de grado reactivo Waters (Millipore, Gif-sur Yvette, Francia)
- Balanza de precisión Mettler AE-200 (Mettler Instrument, Zurich, Suiza)
- Micropipeta Microtranspette type digital brand (200-1000 µl) (Brand laboratory, Alemania)
- Micropipeta Sealpette (10 y 20 µl) (Universal Pipettor, UK)

#### **9.1.2 Material de vidrio**

- Material de vidrio de calidad contrastada
- Matraces aforados de 10 ml
- Recipientes de polietileno, para la conservación de patrones

El material a utilizar se lava con agua destilada y a continuación se dispone en una solución de ácido nítrico al 30% donde se mantiene con esta dilución durante 24 horas, se enjuaga con abundante agua desionizada y se deseca a temperatura ambiente en el caso del material aforado, o en estufa a 30-100° C. Por último se almacena en un lugar limpio y seco, apartado de posibles contaminaciones (Jiménez y col et al 1984; Laserna, 1985)



La habitación en que se realizan las pruebas debe ser de acceso restringido para evitar la contaminación ambiental. Igualmente es necesario el uso de guantes desechables. (Savoir y Wills, 1992)

### **9.1.3 Reactivos y disoluciones**

Todos los reactivos utilizados fueron de calidad analítica:

- Agua bidestilada desionizada (Milli-Q de Millipore)
- Ácido nítrico 65 % p/v, Carlo Erba
- Ácido perclórico 65 % p/v, Carlo Erba
- Pentóxido de Vanadio (Merck)
- Nitrato de magnesio (merck)
- Disoluciones de patrones de:
  - Fe, 1000 mg/l E. Merck)
  - Cu, 1000 mg/l E. Merck)
  - Zn, 1000 mg/l E. Merck)
  - Se, 1000 mg/l E. Merck)
  - Ni, 1000 mg/l E. Merck)
  - Cr, 1000 mg/l E. Merck)

### **9.2 Toma de muestras**

Se han recogido 39 muestras de almazaras de la zona de los Montes de Granada (pag 71) con la finalidad de determinar el contenido en minerales prooxidantes y antioxidantes.

### **9.3 Preparación de las muestras**

Para la determinación de minerales es necesario someter a la muestra a un proceso de mineralización ácida que tiene por objeto eliminar por completo la materia orgánica poniendo a la muestra en contacto con ácido a elevada temperatura.

Para que la mineralización sea buena la muestra debe quedar limpia materia orgánica y el producto obtenido será soluble en ácido. Además el método tiene que ser simple, rápido y económico.

A la hora de mineralizar una muestra hay que extremar las precauciones para evitar contaminación de muestras o pérdida de las mismas por volatilización.

Un factor a tener en cuenta en la mineralización es la temperatura, ya que un defecto en la misma puede provocar que no se destruya toda la materia orgánica y por el contrario un exceso conlleva a la formación de haluros o hidruros volátiles.

En este trabajo el proceso de mineralización se ha llevado a cabo utilizando una mineralización ácida con  $\text{HNO}_3$  y unos microgramos de  $\text{V}_2\text{O}_5$ , utilizando en el proceso un bloque de digestión.

El procedimiento para la mineralización es el siguiente, se pesa 1 g de aceite, y se adicionan 5.0 mL de  $\text{HNO}_3$  y unos microgramos de  $\text{V}_2\text{O}_5$  como catalizador. La mezcla contenida en los tubos es introducida en el bloque de digestión y calentada a  $60^\circ$  durante 30 minutos y posteriormente a  $120^\circ\text{C}$  60 minutos (hasta transparencia) una vez mineralizada, se deja enfriar a  $T^a$  ambiente y posteriormente se enrasa con agua bidestilada hasta un volumen de 10 ml. En esta solución se determinan los analitos por EAA-ET. Todas las muestras de aceite han sido mineralizadas por triplicado.

#### **9.4 Determinación de minerales por espectroscopia de absorción atómica con atomización electrotérmica (horno de grafito)**

El horno utilizado para la determinación ha sido el de grafito, la característica de este, es que la energía requerida para la atomización se obtiene de una corriente eléctrica a través de un tubo de grafito pirolítico con plataforma de L'vov, en el cual se coloca previamente la muestra. La atomización electrotérmica es un método de elección dada su alta sensibilidad, además permite determinar muestras con volúmenes muy pequeños y sin pretratamiento.

Como contrapartida tiene la aparición de interferencias de la matriz de la muestra que se produce cuando se evapora la matriz junto al analito a causa de una temperatura insuficiente para calcinar la matriz, para evitar esta interferencia se adicionan modificadores de matriz, que retardan la evaporación hasta que la matriz se calcina por completo.

Se han optimizado las condiciones para la medida con horno de grafito, con respecto:

- Etapa de secado, para ello se elige temperatura y tiempo acorde al volumen que se inyecta
- Etapa de mineralización o calcinación, se va variando la temperatura de calcinación se comprueba la señal de absorción en función de las distintas temperaturas, se selecciona un tiempo acorde al volumen.
- Etapa de atomización, se busca la temperatura de atomización con la que se obtiene mayor señal, se establece el tiempo de atomización que permita al pico volver a la línea base.
- Etapa de limpieza, se calienta el horno a temperatura máxima de 2 a 5 segundos.

De la revisión bibliográfica observamos que distintos autores utilizan la EAA-ET como método de determinar trazas de metales en distintas matrices. Cuadrado et al (1995) evaluaron concentraciones de Fe, Cu, Zn, Se, Ni y Cr en distintos alimentos con esta técnica. Cabrera et al (1995) determinaron Fe; Cu, Zn y Mn en bebidas alcoholicas mediante EAA-ET.

## **9.5 Calibrado**

LA EAA, al igual que muchas otras técnicas analíticas requiere un proceso de calibración, entre los que se pueden emplear los siguientes métodos:

- Método de calibración lineal mediante establecimiento de una recta de calibrado a partir de disoluciones de concentración conocida en los distintos elementos.
- Método de adición de patrón, que se aconseja en muestras biológicas por la complejidad de la matriz, para eliminar posibles interferencias producidas por ella.

En el presente trabajo y tras comprobar que no existen interferencias de matriz, se Empleo el método de calibración lineal, para ello se estableció una recta patrón resultado de correlacionar las lecturas de absorbancia obtenidas en el espectrofotómetro con la concentración de los distintos analitos.

### **9.5.1 Preparación de la recta de calibrado**

Para realizar las rectas de calibrado para cada uno de los elementos, se parte de disoluciones estándar de 1000 ppm, desde las cuales se preparan disoluciones con agua bidestilada.

Todas las disoluciones se prepararon en el momento de la medid. Asimismo se midieron previamente los correspondientes blancos de reactivos.

La medida obtenida para cada disolución estándar se midió en altura de pico.

En este procedimiento de calibración se representa la medida espectrofotométrica de la absorbancia frente a la concentración de analito.

**9.6 Condiciones instrumentales***Tabla 14*

<b>Cromo</b>
Longitud de onda: 357,9 nm
Resolución de la rendija: 0,7 nm
Intensidad de lámpara: 18 mA
Tubo: grafito con plataforma
Corrector de fondo: lámpara de deuterio
Tiempo de integración: 6s
Modificador de matriz: Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> al 0,5%
Volumen inyección de muestra: 20µl
Lectura: Altura de pico
Recta de calibrado: $A=0,026+0,0186$ (Cr, ng/ml)

*Tabla 15*

<b>Zinc</b>
Longitud de onda: 213,9 nm
Resolución de la rendija: 1 nm
Intensidad de lámpara: 20 mA
Tubo: grafito con plataforma
Corrector de fondo: lámpara de deuterio
Tiempo de integración: 5s
Modificador de matriz: Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> al 0,05%
Volumen inyección de muestra: 10µl
Lectura: Altura de pico
Recta de calibrado: $A=0,001+0,075$ (Zn, ng/ml)

Tabla 16

<b>Cobre</b>
Longitud de onda: 324,8 nm
Resolución de la rendija: 0,7 nm
Intensidad de lámpara: 15 mA
Tubo: grafito sin plataforma
Corrector de fondo: lámpara de deuterio
Tiempo de integración: 6s
Modificador de matriz: Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> al 0,03%
Volumen inyección de muestra: 20µl
Lectura: Altura de pico
Recta de calibrado: $A=0,025+0,010$ (Cu, ng/ml)

Tabla 17

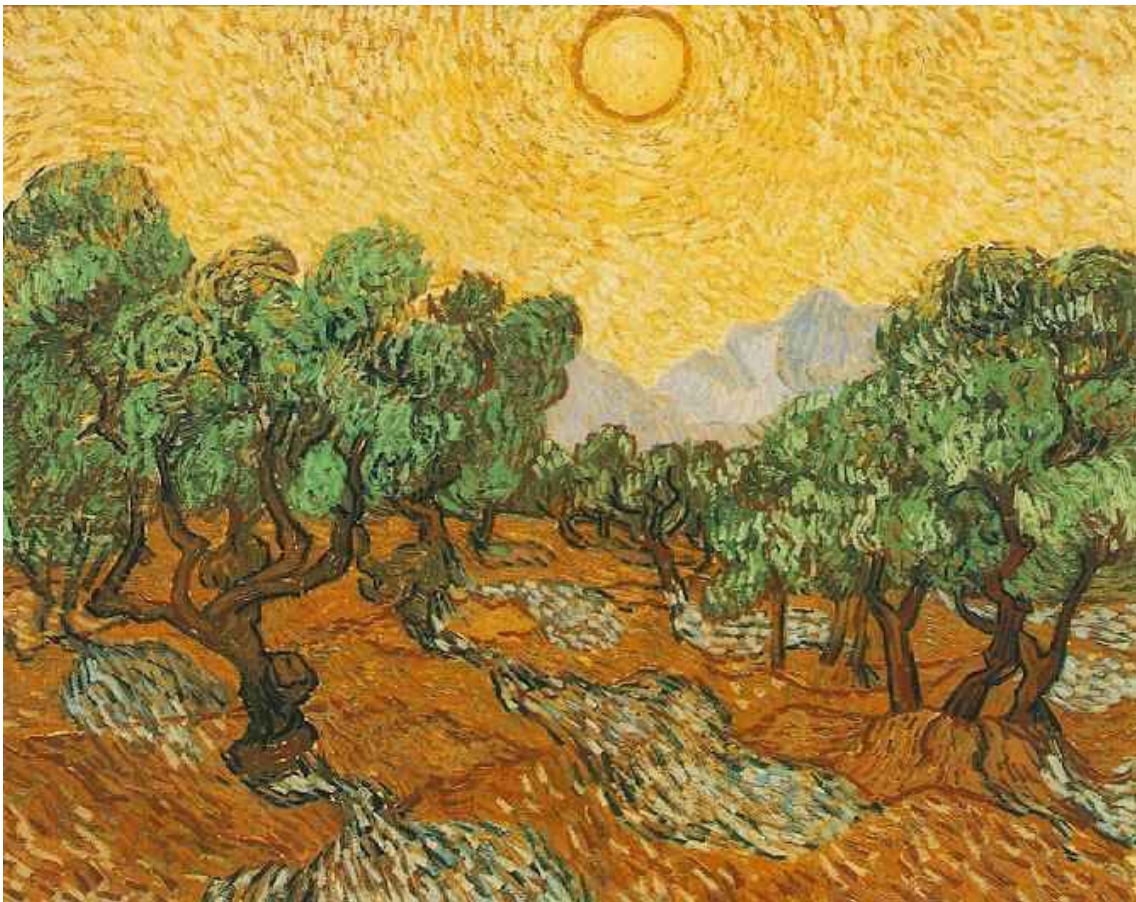
<b>Níquel</b>
Longitud de onda: 232,0 nm
Resolución de la rendija: 0,2 nm
Intensidad de lámpara: 20 mA
Tubo: grafito sin plataforma
Corrector de fondo: lámpara de deuterio
Tiempo de integración: 6s
Modificador de matriz: no utilizado
Volumen inyección de muestra: 20µl
Lectura: Altura de pico
Recta de calibrado: $A=0,0051+0,0082$ (Ni, ng/ml)

Tabla 18

<b>Hierro</b>
Longitud de onda: 248,3 nm
Resolución de la rendija: 0,2 nm
Intensidad de lámpara: 18 mA
Tubo: grafito con plataforma
Corrector de fondo: lámpara de deuterio
Tiempo de integración: 6s
Modificador de matriz: No utilizado
Volumen inyección de muestra: 20µl
Lectura: Altura de pico
Recta de calibrado: $A=0,012+0,028$ (Fe, ng/ml)

Tabla 19

<b>Selenio</b>
Longitud de onda: 196,0 nm
Resolución de la rendija: 0,2 nm
Intensidad de lámpara: 11 mA
Tubo: grafito sin plataforma
Corrector de fondo: lámpara de deuterio
Tiempo de integración: 6s
Modificador de matriz: Ni al 0,5%
Volumen inyección de muestra: 20µl
Lectura: Altura de pico
Recta de calibrado: $A=0,004+0,00097$ (Se, ng/ml)



## *Resultados y Discusión de los resultados*





## **1. INDICES FISICOQUIMICOS ANALIZADOS**

La evaluación de la calidad del aceite de oliva se ciñó a aquellas determinaciones analíticas que son casi las únicas de interés para el sector industrial, y que permiten encuadrar el producto final según, la normativa vigente.

La calidad del aceite de oliva virgen tal y como lo define la unión europea, deriva de ser un zumo de fruta recogidas en optimas condiciones de madurez y salud y por procedimientos mecánicos y/o físicos. Cuando la aceituna se deteriora o el proceso de obtención no es el adecuado, el aceite obtenido pierde sus cualidades potenciales adquiriendo defectos que disminuyen su calidad, e incluso, pueden llegar a hacerlo no comestible (Sánchez Pineda de las Infantas et al, 2000)

Numerosos factores afectan a la calidad del aceite de oliva y actúan a lo largo de toda la cadena que conduce al producto final (Ryan y cols, 1998; Uceda et al, 1998).

La cantidad y la calidad del aceite de oliva virgen que se obtiene, está muy relacionada con la cantidad de aceitunas y con las condiciones en las que se realice el proceso de elaboración, los factores que más pueden afectar la calidad del aceite son aquellos que favorecen los procesos de oxidación y la pérdida de aromas. (Alba et al, 1997)

Respecto a los índices físico-químicos del aceite de oliva virgen, en el presente estudio se han analizado, acidez, peróxidos, K270 y K232, humedad e impurezas.

**1.1. RESULTADOS DE LA DETERMINACION DEL GRADO DE ACIDEZ EXPRESADO EN % DE ACIDO OLEICO.**

Las tablas 20 y 21 muestran los resultados del grado de acidez de los aceites analizados de las distintas zonas de producción objeto de estudio

Tabla 20

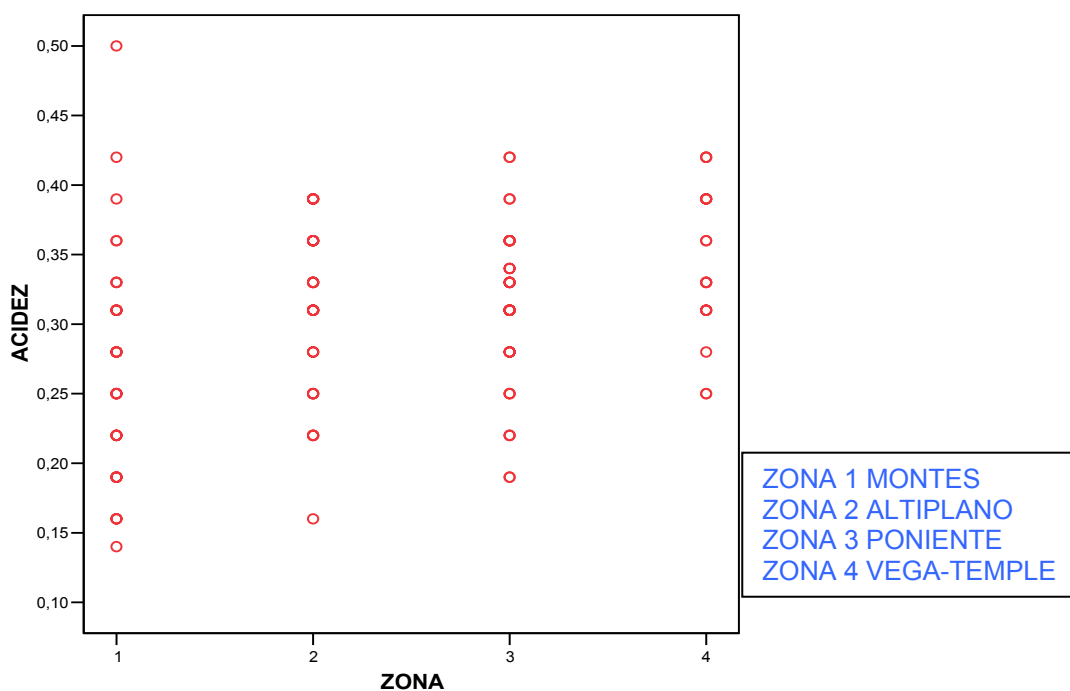
MONTES DE GRANADA		MONTES DE GRANADA		ALTIPLANO DE GRANADA		ALTIPLANO DE GRANADA	
Nº	ACIDEZ %	Nº	ACIDEZ %	Nº	ACIDEZ %	Nº	ACIDEZ %
1	0.31	21	0.22	1	0.39	21	0.22
2	0.28	22	0.14	2	0.39	22	0.25
3	0.22	23	0.36	3	0.36	23	0.36
4	0.22	24	0.42	4	0.33	24	0.36
5	0.28	25	0.39	5	0.39	25	0.28
6	0.31	26	0.5	6	0.33	26	0.28
7	0.36	27	0.33	7	0.31	27	0.39
8	0.31	28	0.31	8	0.39	28	0.31
9	0.19	29	0.19	9	0.25	29	0.31
10	0.19	30	0.25	10	0.33	30	0.33
11	0.28	31	0.28	11	0.31	31	0.28
12	0.28	32	0.25	12	0.33	32	0.36
13	0.16	33	0.31	13	0.36	33	0.31
14	0.16	34	0.25	14	0.31	34	0.36
15	0.33	35	0.19	15	0.39	35	0.22
16	0.31	36	0.16	16	0.36	36	0.16
17	0.22	37	0.33	17	0.22	37	0.31
18	0.22	38	0.25	18	0.25	38	0.25
19	0.19	39	0.25	19	0.33	39	0.22
20	0.19			20	0.31	40	0.36

Tabla 21

PONIENTE DE GRANADA		PONIENTE DE GRANADA		VEGA DE GRANADA-TEMPLE	
Nº	ACIDEZ %	Nº	ACIDEZ %	Nº	ACIDEZ %
1	0.39	24	0.36	1	0.42
2	0.28	25	0.34	2	0.31
3	0.33	26	0.31	3	0.31
4	0.22	27	0.42	4	0.28
5	0.28	28	0.31	5	0.39
6	0.28	29	0.36	6	0.39
7	0.31	30	0.42	7	0.33
8	0.31	31	0.33	8	0.42
9	0.36	32	0.36	9	0.33
10	0.33	33	0.31	10	0.25
11	0.36	34	0.36	11	0.31
12	0.31	35	0.31	12	0.36
13	0.31	36	0.33	13	0.31
14	0.19	37	0.31	14	0.25
15	0.31	38	0.25	15	0.39
16	0.31	39	0.22	16	0.36
17	0.25	40	0.36	17	0.33
18	0.22	41	0.39	18	0.39
19	0.19	42	0.36	19	0.42
20	0.25	43	0.39	20	0.39
21	0.31	44	0.33	21	0.33
22	0.33	45	0.36		
23	0.34				

En la figura 11 se muestra un gráfico con los valores de acidez de los aceites objeto de estudio en las cuatro zonas analizadas

Figura 11



El resultado del índice de acidez obtenido para nuestros aceites concuerda con los datos aportados por otros autores (M. Tsimidou et al,2005, Angioni et al 2006). El valor medio de acidez encontrado en el aceite de oliva virgen es de 0.26 % para la zona de los montes con un intervalo de confianza al 95% para las mismas de (0.24%, 0,29%), de 0.31 % para el altiplano con un intervalo de confianza al 95% para las mismas de (0.30%, 0,33), 0.32 % para el poniente con un intervalo de confianza al 95% para las mismas de (0.29%, 0,33) y 0.35% con un intervalo de confianza al 95% para las mismas de (0.32%, 0,37) para la zona vega-temple de granada .

Las tablas 22 y 23 recogen la estadística descriptiva aplicada a los datos obtenidos y las figuras 12 a 15 muestran las distribuciones de la acidez para las muestras analizadas en las distintas campañas.

Tabla 22

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error típico
ACIDEZ_MONTES	39	.36	.14	.50	.2664	.01253
ACIDEZ_ALTIPLANO	40	.23	.16	.39	.3140	.00920
ACIDEZ_PONIENTE	45	.23	.19	.42	.3158	.00819
ACIDEZ_TEMPLE	21	.17	.25	.42	.3462	.01149

Tabla 23

	Dev. típ.	Varianza	Curtosis		Intervalo de confianza para la media al 95%	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Límite inferior	Límite superior	Error típico
ACIDEZ_MONTES	.07822	.006	.749	.2411	.2918	.741
ACIDEZ_ALTIPLANO	.05821	.003	-.166	.2973	.3344	.733
ACIDEZ_PONIENTE	.05492	.003	.143	.2976	.3306	.695
ACIDEZ_TEMPLE	.05268	.003	-.832	.3222	.3702	.972

Figura 12

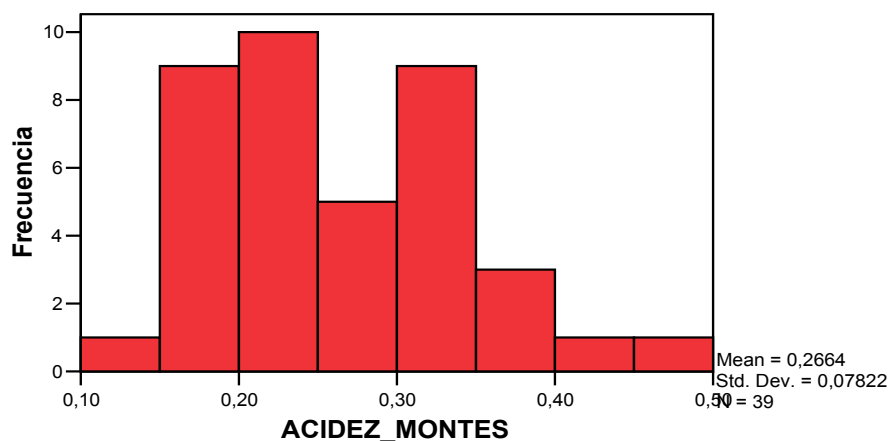


Figura 13

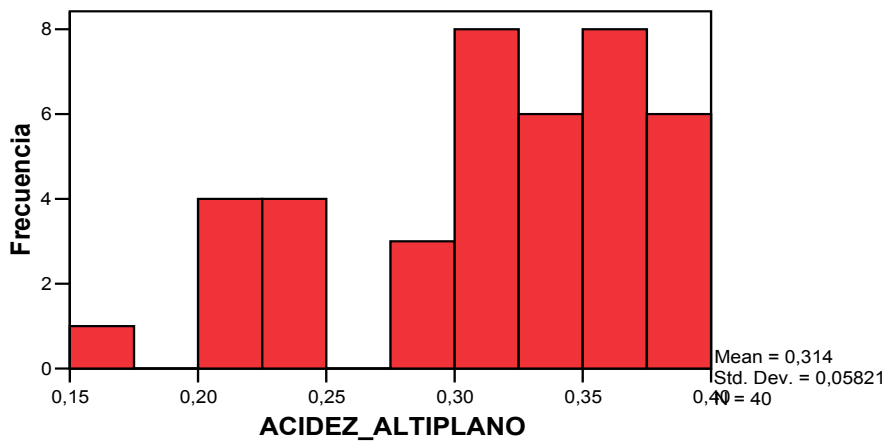


Figura 14

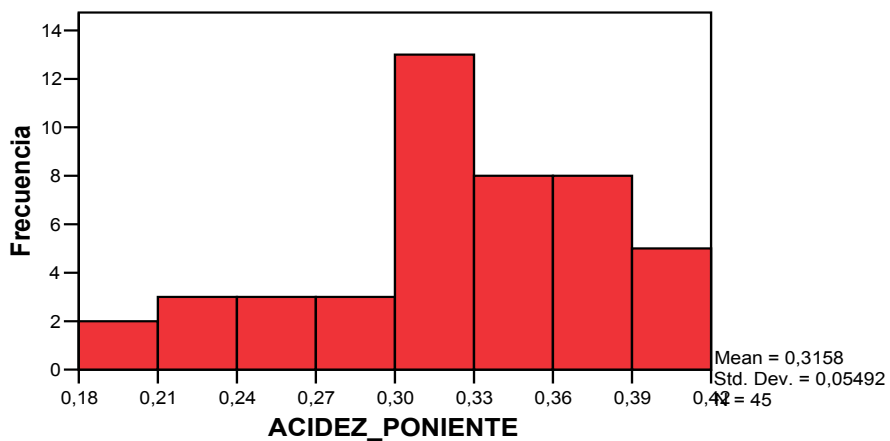
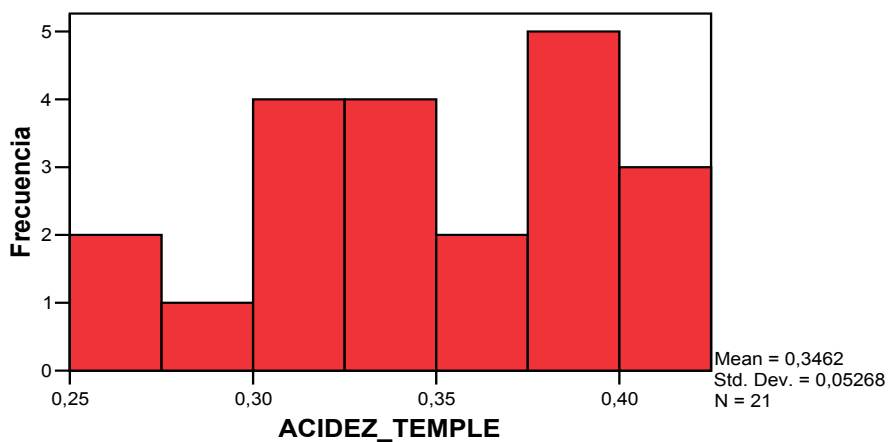
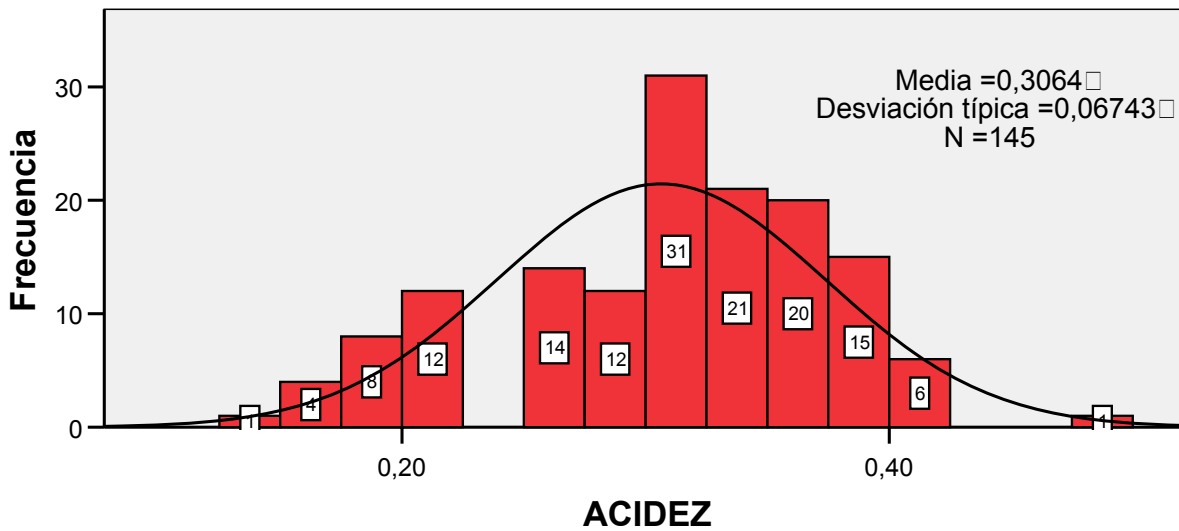


Figura 15



Considerando el global de todos los valores obtenidos, los niveles de acidez para los aceites de oliva analizados oscilaron entre 0.14% y 0.50%. Se comprobó que el global de los valores obtenidos presentaba una distribución normal, valida para realizar posteriormente los ensayos estadísticos.

Figura 16 Histograma de resultados obtenidos para la acidez, distribución normal



El tratamiento estadístico que se ha realizado sobre los resultados obtenidos en las muestras de ensayo incluye el análisis de la varianza (ANOVA) tabla 24, existiendo diferencias altamente significativas entre las cuatro zonas objeto de estudio ( $p < 0.001$ ).

Tabla 24

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.102	3	.034	8.662	.000
Intra-grupos	.553	141	.004		
Total	.655	144			



**1.2. RESULTADOS DE LA DETERMINACION DEL INDICE DE PEROXIDOS.**

Las tablas 25 y 26 muestran los resultados del Índice de peróxidos de los aceites analizados en las diferentes zonas objeto de nuestro estudio.

Tabla 25

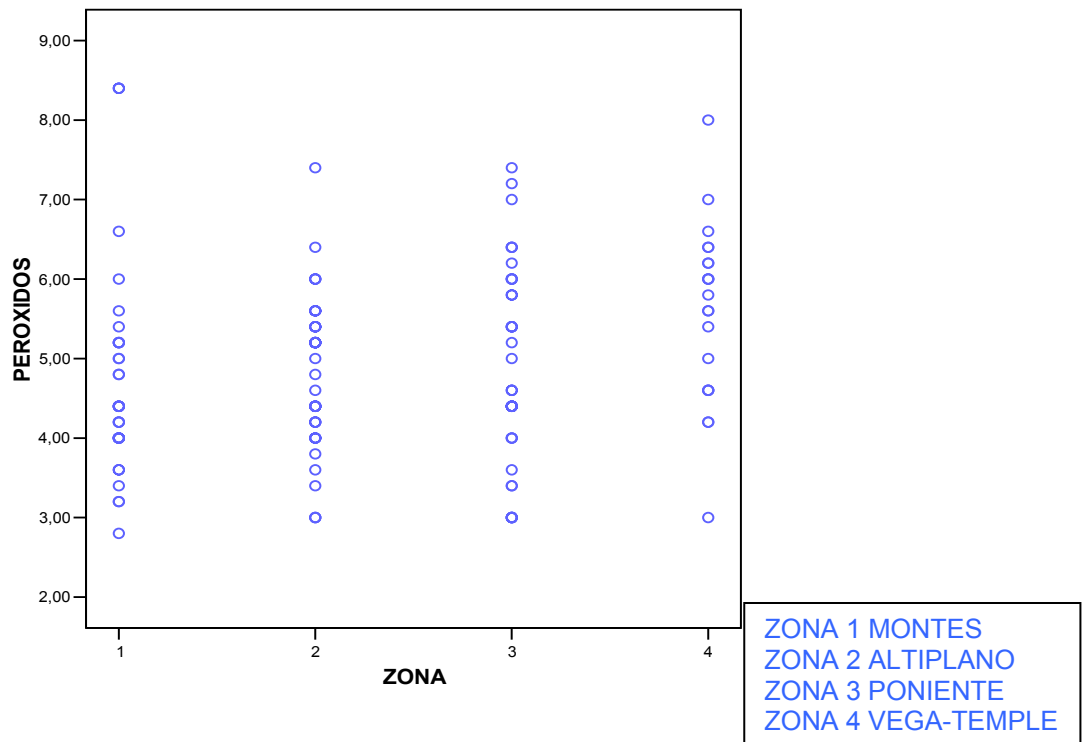
MONTES DE GRANADA		MONTES DE GRANADA		ALTIPLANO DE GRANADA		ALTIPLANO DE GRANADA	
Nº	meqO <sub>2</sub> /Kg Aceite	Nº	meqO <sub>2</sub> /Kg Aceite	Nº	meqO <sub>2</sub> /Kg Aceite	Nº	meqO <sub>2</sub> /Kg Aceite
1	4.0	21	4.2	1	4.4	21	6.0
2	4.4	22	5.0	2	3.8	22	6.0
3	3.6	23	5.4	3	4.8	23	5.4
4	3.6	24	5.2	4	4.4	24	5.2
5	4.0	25	5.0	5	4.0	25	5.6
6	8.4	26	5.6	6	4.4	26	5.4
7	8.4	27	4.4	7	4.2	27	4.4
8	5.2	28	4.0	8	4.0	28	4.2
9	2.8	29	4.8	9	4.0	29	5.0
10	3.2	30	4.4	10	3.4	30	4.4
11	4.0	31	4.0	11	3.0	31	5.4
12	4.4	32	5.2	12	3.6	32	5.2
13	6.6	33	4.2	13	6.0	33	5.6
14	3.2	34	4.0	14	3.0	34	4.2
15	4.4	35	4.2	15	4.4	35	4.4
16	5.2	36	3.4	16	4.4	36	5.2
17	4.4	37	4.0	17	4.6	37	4.0
18	4.0	38	4.8	18	7.4	38	5.2
19	4.0	39	6.0	19	5.6	39	5.2
20	4.4			20	6.4	40	5.2

Tabla 26

PONIENTE DE GRANADA		PONIENTE DE GRANADA		VEGA DE GRANADA-TEMPLE	
Nº	meqO <sub>2</sub> /Kg Aceite	Nº	meqO <sub>2</sub> /Kg Aceite	Nº	meqO <sub>2</sub> /Kg Aceite
1	3.0	24	6.0	1	5.0
2	4.4	25	5.4	2	4.6
3	4.4	26	5.2	3	4.2
4	3.0	27	3.0	4	5.4
5	4.4	28	4.4	5	5.6
6	6.0	29	6.4	6	6.0
7	3.0	30	4.4	7	3.0
8	4.4	31	4.4	8	4.6
9	4.0	32	5.0	9	5.6
10	3.4	33	4.4	10	4.2
11	3.0	34	5.4	11	6.6
12	3.6	35	4.0	12	8.0
13	6.0	36	3.4	13	6.0
14	3.0	37	3.0	14	6.2
15	4.4	38	5.4	15	5.8
16	4.4	39	5.8	16	6.4
17	4.6	40	4.0	17	4.6
18	4.4	41	6.4	18	6.2
19	4.6	42	6.2	19	7.0
20	6.4	43	5.8	20	6.4
21	6.0	44	7.2	21	6.0
22	7.4	45	7.2		
23	5.4				

En la figura 17 se expresa de forma grafica los valores del índice de peróxidos por zonas

Figura 17



Para el índice de peróxidos el resultado obtenido es similar o inferior a los resultados aportados por otros autores (Ranalli et al, 1999). El valor medio del índice de peróxidos encontrado en el aceite de oliva virgen oscila entre los 4.77 meqO<sub>2</sub>/Kg Aceite, para la zona de los montes de Granada y los de 5,59 meqO<sub>2</sub>/Kg para la zona de vega-temple de Granada.

Las tablas 27 y 28 recogen la estadística descriptiva aplicada a los datos obtenidos y las figuras 18 a 21 muestran las distribuciones para el Índice de peróxidos en las muestras analizadas en las distintas zonas.

Tabla 27

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error típico
PEROXIDOS_MONTES	39	5.60	2.80	8.40	4.6154	.18895
PEROXIDOS_ALTIPLANO	40	4.40	3.00	7.40	4.7750	.14644
PEROXIDOS_PONIENTE	45	4.40	3.00	7.40	4.7867	.18558
PEROXIDOS_TEMPLE	21	5.00	3.00	8.00	5.5905	.24552

Tabla 28

	Dev. típ.	Varianza	Curtosis		Intervalo de confianza para la media al 95%	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Límite inferior	Límite superior	Error típico
PEROXIDOS_MONTES	1.18000	1.392	3.996	4.2329	4.9979	.741
PEROXIDOS_ALTIPLANO	.92619	.858	.470	4.4301	5.0333	.733
PEROXIDOS_PONIENTE	1.24492	1.550	-.804	4.4537	5.2009	.695
PEROXIDOS_TEMPLE	1.12512	1.266	.514	5.0783	6.1026	.972

Figura 18

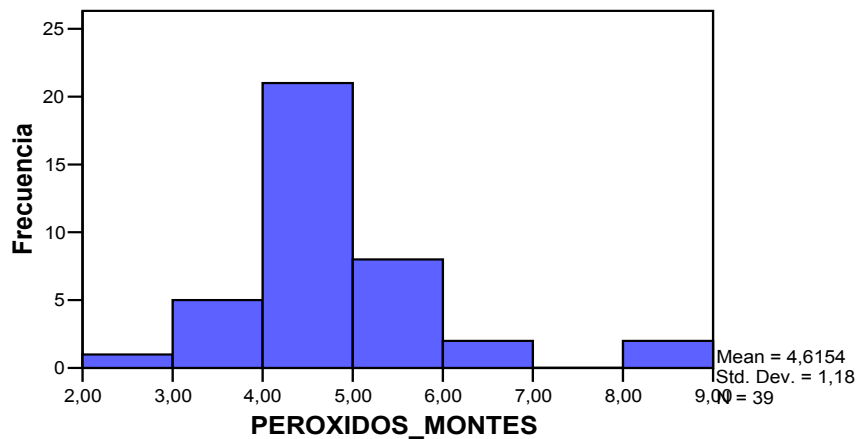


Figura 19

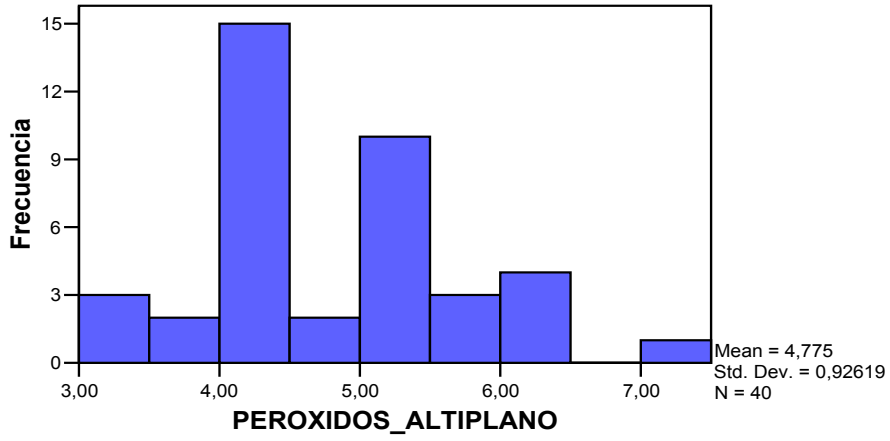


Figura 20

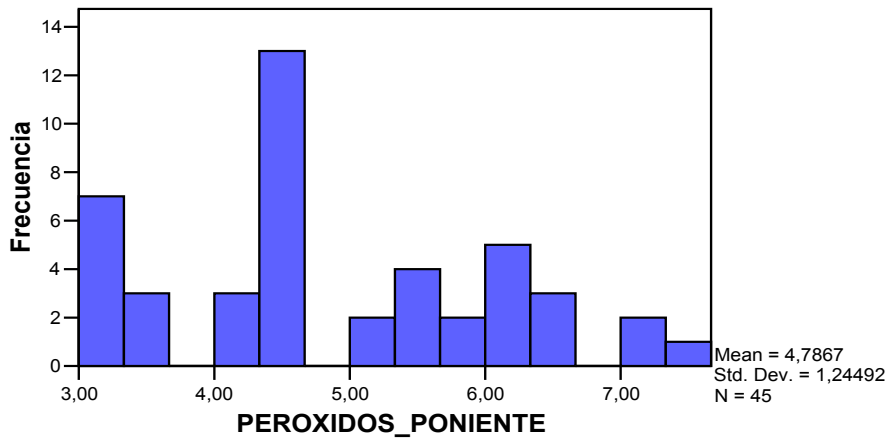
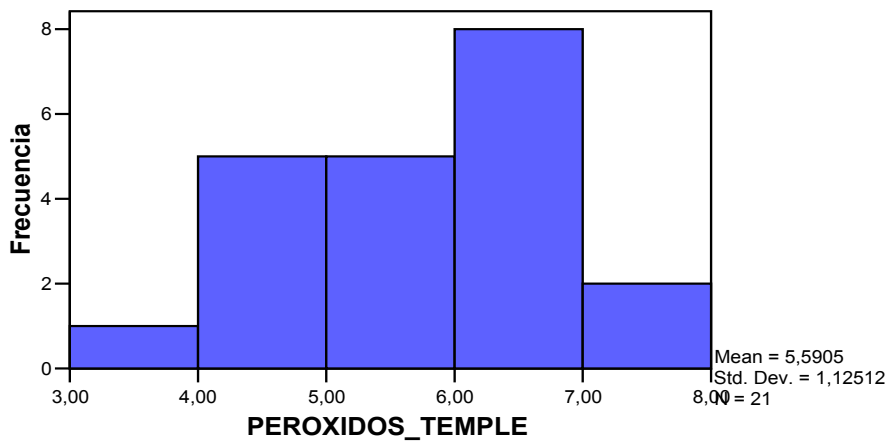


Figura 21



A fin de evaluar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores obtenidos para el índice de peróxidos en las distintas zonas objeto de estudio, se han sometido los datos al análisis de la varianza (ANOVA) (tabla 29), apareciendo los siguientes resultados.

Tabla 29

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	14.255	3	4.752	3.729	.013
Intra-grupos	179.685	141	1.274		
Total	193.940	144			

Esto demuestra la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las distintas zonas objeto de estudio ( $p < 0.05$ ).

### 1.3. RESULTADOS DE LA PRUEBA ESPECTROFOTOMETRICA AL ULTRAVIOLETA

Las tablas 30 a 33 y las figuras 22 y 23 muestran los resultados del  $K_{270}$  y el  $K_{232}$  así como el  $\Delta K$  de los aceites analizados en las distintas zonas objeto del estudio.

Tabla 30

MONTES DE GRANADA				MONTES DE GRANADA			
Nº	$K_{232}$	$K_{270}$	$\Delta K$	Nº	$K_{232}$	$K_{270}$	$\Delta K$
1	1.65	0.13	0.003	21	1.75	0.13	0.002
2	1.63	0.10	0.004	22	1.8	0.13	0.001
3	1.69	0.11	0.005	23	1.81	0.13	0.002
4	1.67	0.14	0.002	24	1.87	0.14	0.001
5	1.58	0.14	0.006	25	1.56	0.13	0.007
6	1.63	0.12	0.001	26	1.37	0.12	0.002
7	1.63	0.14	0.008	27	1.45	0.10	0.000
8	1.59	0.12	0.004	28	1.78	0.14	0.006
9	1.45	0.10	0.000	29	1.69	0.11	0.002
10	1.63	0.13	0.004	30	1.76	0.12	0.003
11	1.69	0.11	0.002	31	1.63	0.12	0.001
12	1.72	0.13	0.001	32	1.63	0.14	0.008
13	1.86	0.12	0.000	33	1.71	0.13	0.003
14	1.71	0.13	0.003	34	1.81	0.13	0.002
15	1.74	0.12	0.008	35	1.87	0.14	0.001
16	1.69	0.13	0.003	36	1.56	0.13	0.007
17	1.78	0.14	0.006	37	1.65	0.13	0.003
18	1.87	0.14	0.007	38	1.87	0.14	0.001
19	1.76	0.12	0.003	39	1.76	0.12	0.003
20	1.83	0.14	0.003				

Tabla 31

ALTIPLANO DE GRANADA				ALTIPLANO DE GRANADA			
Nº	K <sub>232</sub>	K <sub>270</sub>	ΔK	Nº	K <sub>232</sub>	K <sub>270</sub>	ΔK
1	1.79	0.11	0.001	21	1.56	0.11	0.001
2	1.45	0.13	0.002	22	1.67	0.12	0.005
3	1.56	0.10	0.000	23	1.63	0.13	0.006
4	1.63	0.11	0.001	24	1.66	0.10	0.001
5	1.85	0.13	0.001	25	1.71	0.11	0.003
6	1.78	0.12	0.003	26	1.99	0.12	0.002
7	1.54	0.15	0.005	27	1.54	0.13	0.002
8	1.56	0.13	0.001	28	1.56	0.10	0.000
9	1.70	0.14	0.004	29	1.54	0.15	0.005
10	1.54	0.14	0.003	30	1.56	0.13	0.001
11	1.60	0.14	0.002	31	1.72	0.13	0.003
12	1.54	0.13	0.002	32	1.66	0.10	0.001
13	1.75	0.13	0.002	33	1.78	0.14	0.000
14	1.88	0.14	0.002	34	1.56	0.10	0.006
15	1.65	0.11	0.002	35	1.67	0.14	0.002
16	1.72	0.13	0.003	36	1.58	0.14	0.006
17	1.57	0.12	0.002	37	1.67	0.12	0.005
18	1.78	0.14	0.000	38	1.45	0.10	0.000
19	1.56	0.10	0.006	39	1.78	0.14	0.006
20	1.63	0.12	0.009	40	1.69	0.11	0.002



Tabla 32

PONIENTE DE GRANADA				PONIENTE DE GRANADA			
Nº	K <sub>232</sub>	K <sub>270</sub>	ΔK	Nº	K <sub>232</sub>	K <sub>270</sub>	ΔK
1	1.67	0.10	0.002	24	1.79	0.13	0.004
2	1.62	0.10	0.006	25	1.83	0.13	0.001
3	1.53	0.09	0.001	26	1.67	0.14	0.002
4	1.61	0.09	0.009	27	1.7	0.13	0.002
5	1.51	0.12	0.001	28	1.56	0.13	0.001
6	1.61	0.11	0.004	29	1.70	0.14	0.004
7	1.52	0.11	0.008	30	1.54	0.14	0.003
8	1.65	0.10	0.001	31	1.45	0.12	0.002
9	1.79	0.13	0.001	32	1.54	0.14	0.001
10	1.7	0.13	0.002	33	1.56	0.13	0.001
11	2.11	0.15	0.001	34	1.72	0.13	0.003
12	1.77	0.15	0.008	35	1.66	0.14	0.002
13	1.81	0.15	0.006	36	1.84	0.13	0.002
14	1.45	0.12	0.002	37	1.65	0.13	0.003
15	1.54	0.14	0.001	38	1.87	0.14	0.001
16	1.73	0.14	0.006	39	1.56	0.13	0.007
17	1.8	0.14	0.004	40	1.37	0.12	0.002
18	1.66	0.14	0.002	41	1.79	0.13	0.004
19	1.84	0.13	0.002	42	1.78	0.14	0.006
20	1.65	0.13	0.003	43	1.69	0.11	0.002
21	1.87	0.13	0.001	44	1.78	0.14	0.006
22	1.72	0.13	0.004	45	1.69	0.11	0.002
23	1.68	0.13	0.001				

Tabla 33

VEGADE GRANADA-TEMPLE				VEGADE GRANADA-TEMPLE			
Nº	K <sub>232</sub>	K <sub>270</sub>	ΔK	Nº	K <sub>232</sub>	K <sub>270</sub>	ΔK
1	1.54	0.14	0.003	12	1.72	0.13	0.003
2	1.45	0.12	0.002	13	1.66	0.10	0.001
3	1.69	0.11	0.005	14	1.83	0.14	0.003
4	1.79	0.13	0.001	15	1.74	0.12	0.008
5	1.7	0.13	0.002	16	1.69	0.13	0.003
6	1.63	0.12	0.001	17	1.78	0.14	0.006
7	1.63	0.14	0.008	18	1.87	0.14	0.007
8	1.61	0.09	0.009	19	1.76	0.12	0.003
9	1.45	0.10	0.000	20	1.65	0.10	0.001
10	1.63	0.13	0.004	21	1.79	0.13	0.001
11	1.56	0.13	0.001				

Figura 22

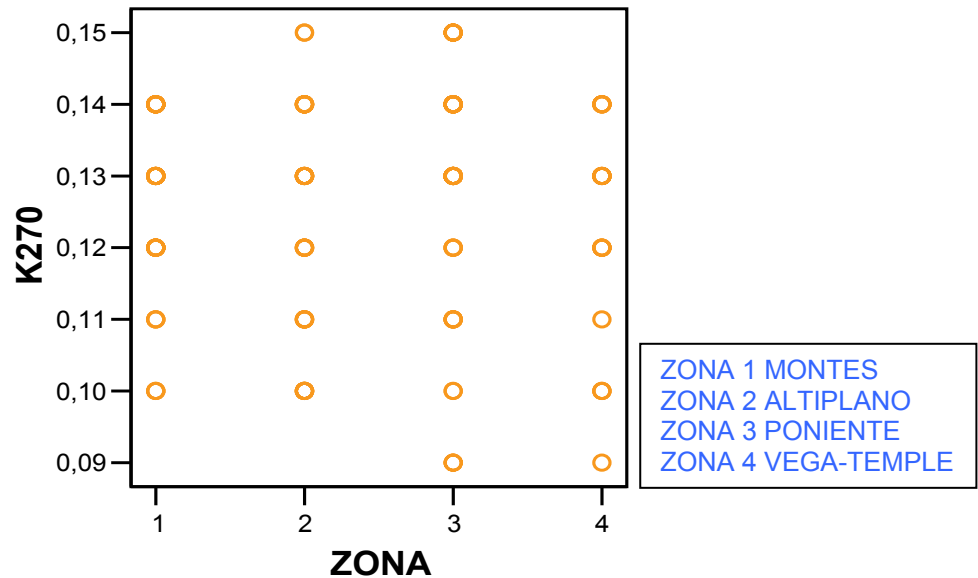
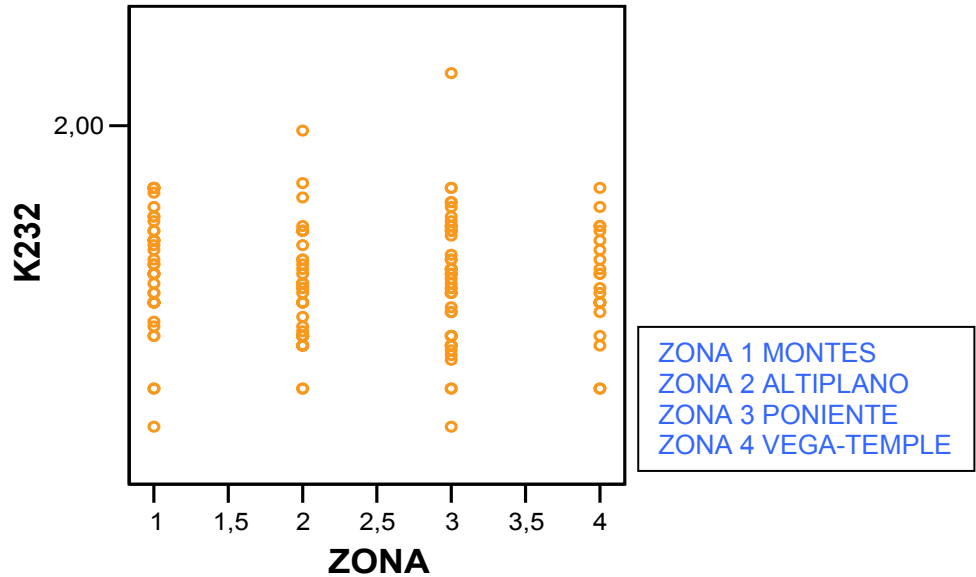


Figura 23



En Cuanto a la prueba espectrofotométrica en el ultravioleta. El valor medio del  $K_{232}$  encontrado en el aceite de oliva virgen es de 1.70 para la zona de los montes con un intervalo de confianza al 95% para las mismas de (1.65-1.73), de 1.65 para la del altiplano con un intervalo de confianza al 95% para las mismas de (1.61-1.68), 1.68 para el poniente con un intervalo de confianza al 95% para las mismas de (1.63-1.72) y 1.67 en el caso de la zona del temple con un intervalo de confianza al 95% para las mismas de (1.62-1.72).

Las tablas 34 y 35 recogen la estadística descriptiva aplicada a los datos obtenidos y las figuras 24 a 27 muestran las distribuciones para el  $K_{232}$  en las muestras analizadas en las distintas zonas.

Tabla 34

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error típico
K232MONTES	39	.50	1.37	1.87	1.6956	.01935
K232_ALTIPLANO	40	.54	1.45	1.99	1.6515	.01855
K232_PONIENTE	45	.74	1.37	2.11	1.6796	.02049
K232_TEMPLE	21	.42	1.45	1.87	1.6748	.02478

Tabla 35

	Desv. típ.	Varianza	Curtosis		Intervalo de confianza para la media al 95%	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Límite inferior	Límite superior	Error típico
K232MONTES	.12087	.015	.359	1.6565	1.7348	.741
K232_ALTIPLANO	.11731	.014	.492	1.6154	1.6885	.733
K232_PONIENTE	.13748	.019	1.054	1.6375	1.7221	.695
K232_TEMPLE	.11356	.013	-.170	1.6231	1.7265	.972

Figura 24

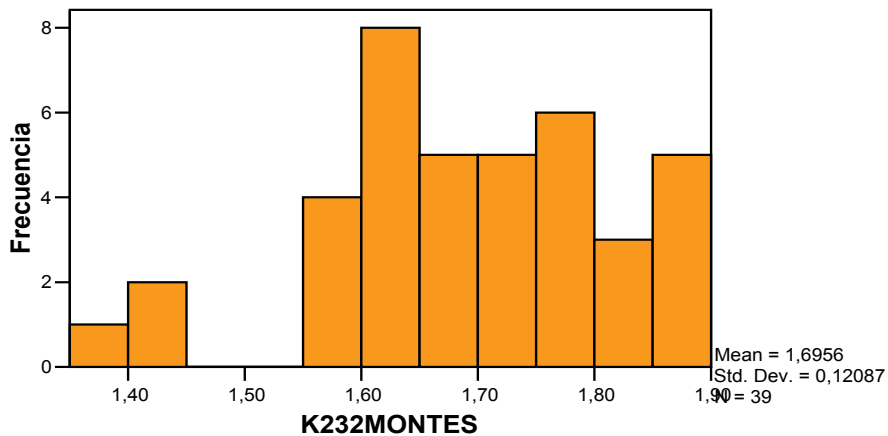


Figura 25

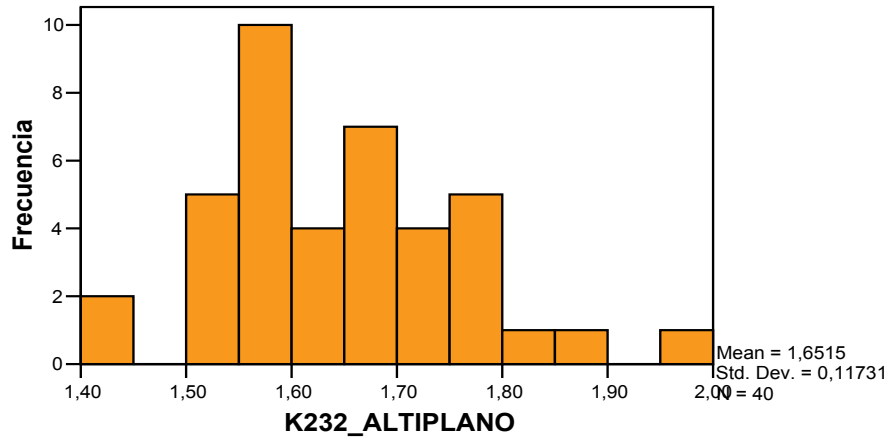


Figura 26

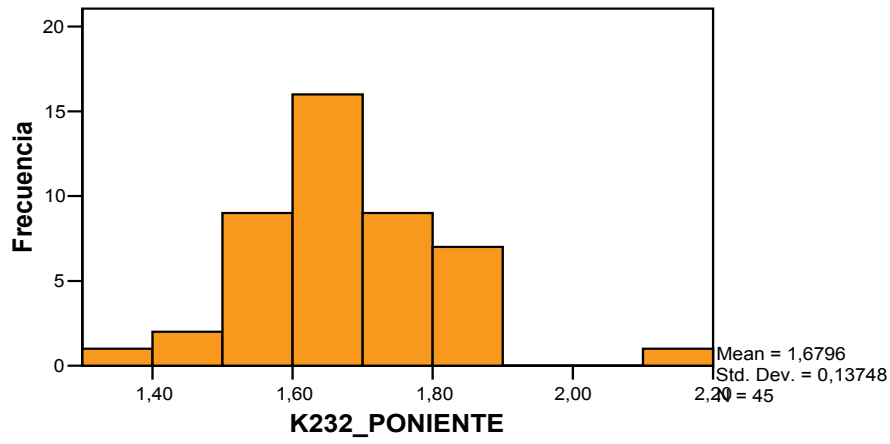
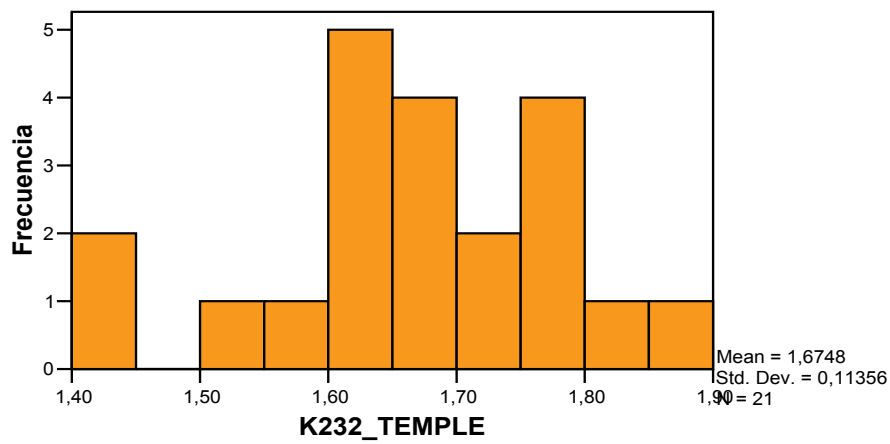


Figura 27



A los datos obtenidos en las muestras de oliva analizadas se les realiza el análisis de la varianza (ANOVA) (tabla 36), no encontrando diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.15$ ) entre los valores para el  $K_{232}$  en función de la zona de procedencia de la muestra

Tabla 36

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.039	3	.013	.848	.470
Intra-grupos	2.182	141	.015		
Total	2.221	144			

El valor medio del  $K_{270}$  encontrado en el aceite de oliva virgen se encuentra entre el 0.12 para la zona de los montes y 0.13 para el poniente.

Las tablas 37 y 38 recogen la estadística descriptiva aplicada a los datos obtenidos y las figuras 28 a 31 muestran las distribuciones para el  $K_{270}$  en las muestras analizadas en las distintas Zonas.

Tabla 37

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error típico
K270_MONTES	39	.04	.10	.14	.1267	.00192
K270_ALTIPLANO	40	.05	.10	.15	.1235	.00244
K270_PONIENTE	45	.06	.09	.15	.1276	.00225
K270_TEMPLE	21	.05	.09	.14	.1233	.00333

Tabla 38

	Desv. típ.	Varianza	Curtosis		Intervalo de confianza para la media al 95%	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Límite inferior	Límite superior	Error típico
K270_MONTES	.01199	.000	-.102	.1228	.1306	.741
K270_ALTIPLANO	.01545	.000	-1.143	.1180	.1279	.733
K270_PONIENTE	.01510	.000	.368	.1237	.1326	.695
K270_TEMPLE	.01528	.000	-.338	.1164	.1303	.972

Figura 28

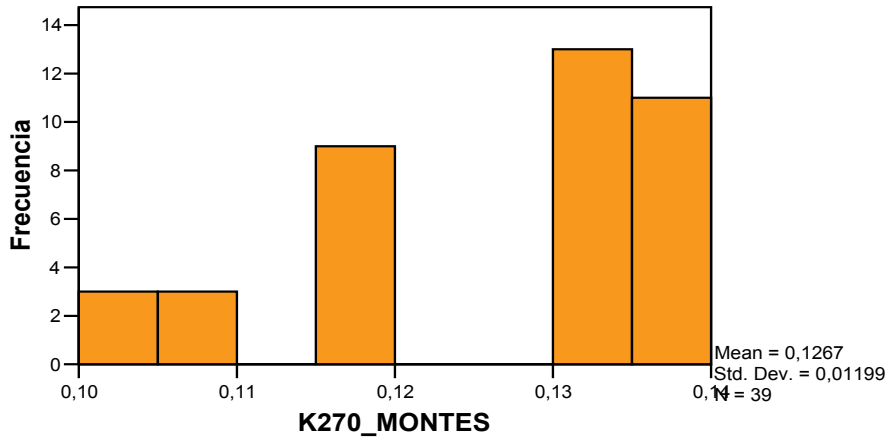


Figura 29

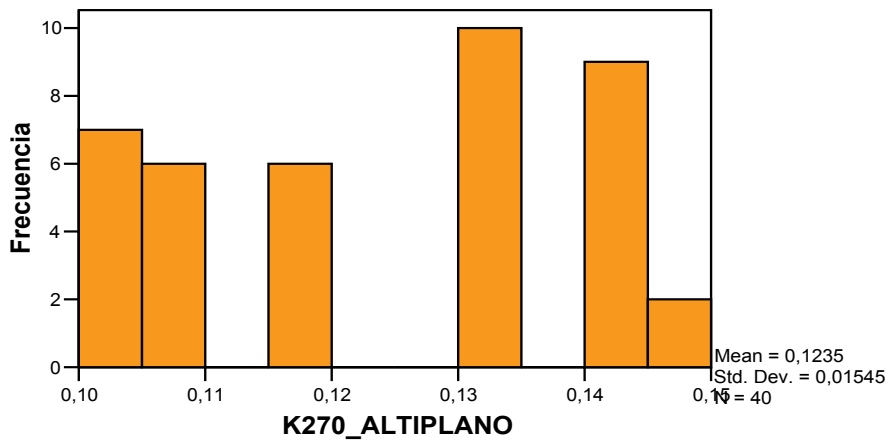


Figura 30

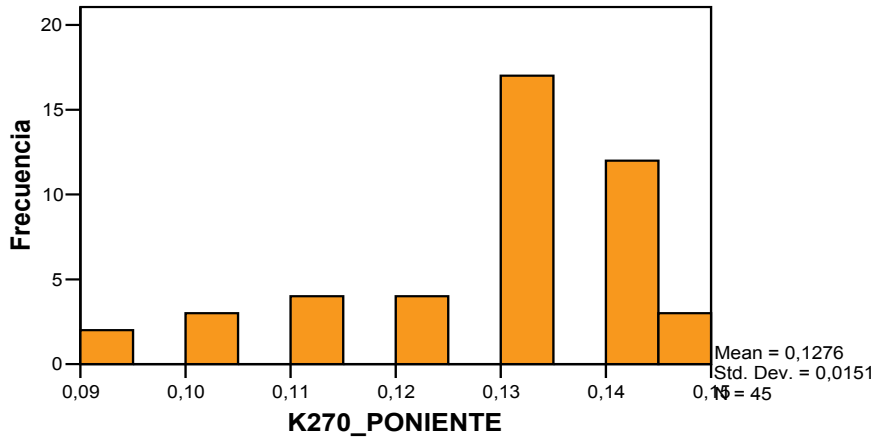
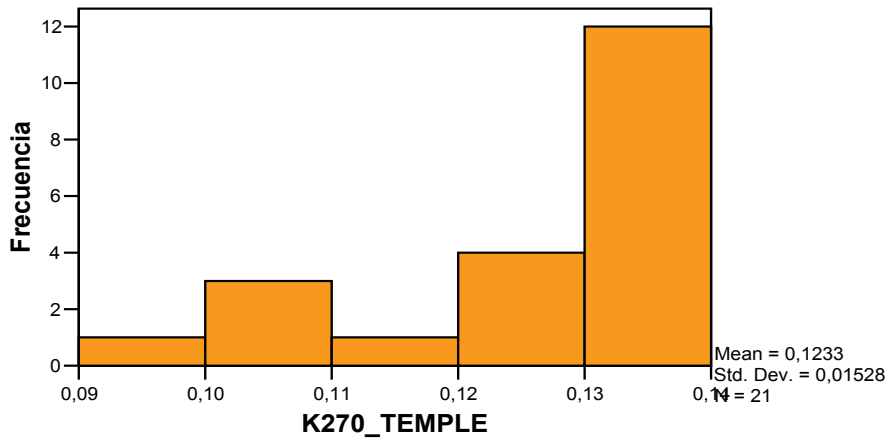


Figura 31



A fin de evaluar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores obtenidos para el  $K_{270}$  en las distintas zonas objeto de estudio, se han sometido los datos al análisis de la varianza (ANOVA) (tabla 39), apareciendo los siguientes resultados

Tabla 39

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.001	3	.000	1.187	.317
Intra-grupos	.029	141	.000		
Total	.030	144			



Esto demuestra la no existencia de diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.15$ ).

Los datos obtenidos del K232 y del K270, concuerdan con lo encontrado en la bibliografía consultada (Cert et al 1996, Canet et al 1999).

#### 1.4. RESULTADOS DEL CONTENIDO EN HUMEDAD Y MATERIAS VOLATILES

Las tablas 40 y 41 muestran los resultados del contenido en humedad de los aceites analizados en las diferentes zonas de estudio.

Tabla 40

MONTES DE GRANADA		MONTES DE GRANADA		ALTIPLANO DE GRANADA		ALTIPLANO DE GRANADA	
Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	0.10	21	0.04	1	0.06	21	0.09
2	0.10	22	0.09	2	0.09	22	0.07
3	0.09	23	0.08	3	0.10	23	0.09
4	0.1	24	0.09	4	0.08	24	0.11
5	0.11	25	0.03	5	0.11	25	0.09
6	0.04	26	0.09	6	0.10	26	0.09
7	0.10	27	0.11	7	0.09	27	0.06
8	0.08	28	0.09	8	0.06	28	0.11
9	0.09	29	0.11	9	0.09	29	0.09
10	0.11	30	0.04	10	0.07	30	0.10
11	0.04	31	0.09	11	0.08	31	0.10
12	0.10	32	0.10	12	0.06	32	0.08
13	0.12	33	0.09	13	0.06	33	0.07
14	0.06	34	0.08	14	0.11	34	0.04
15	0.10	35	0.09	15	0.06	35	0.09
16	0.11	36	0.10	16	0.08	36	0.07
17	0.09	37	0.09	17	0.10	37	0.09
18	0.07	38	0.09	18	0.11	38	0.08
19	0.11	39	0.09	19	0.07	39	0.09
20	0.09			20	0.09	40	0.07

Tabla 41

PONIENTE DE GRANADA		PONIENTE DE GRANADA		VEGA DE GRANADA-TEMPLE	
Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	0.10	24	0.09	1	0.10
2	0.12	25	0.08	2	0.11
3	0.11	26	0.08	3	0.10
4	0.10	27	0.10	4	0.08
5	0.11	28	0.11	5	0.09
6	0.11	29	0.10	6	0.07
7	0.09	30	0.10	7	0.11
8	0.10	31	0.09	8	0.09
9	0.09	32	0.10	9	0.09
10	0.13	33	0.06	10	0.07
11	0.09	34	0.10	11	0.08
12	0.10	35	0.10	12	0.10
13	0.10	36	0.09	13	0.11
14	0.09	37	0.07	14	0.09
15	0.10	38	0.11	15	0.06
16	0.12	39	0.09	16	0.08
17	0.11	40	0.11	17	0.10
18	0.06	41	0.11	18	0.11
19	0.10	42	0.04	19	0.09
20	0.09	43	0.11	20	0.09
21	0.10	44	0.09	21	0.11
22	0.07	45	0.11		
23	0.11				

El resultado del contenido en humedad y materias volátiles obtenido para nuestros aceites concuerda con los datos aportados por otros autores. El valor medio de humedad encontrado en el aceite de oliva virgen es de 0.087% para la zona de los montes, de 0.083 % para la zona del altiplano, 0.095 % para el poniente y 0.091% para el temple.

Las tablas 42 y 43 recoge la estadística descriptiva aplicada a los datos obtenidos y la figura 32 muestran las distribuciones para el contenido en humedad en las muestras analizadas.

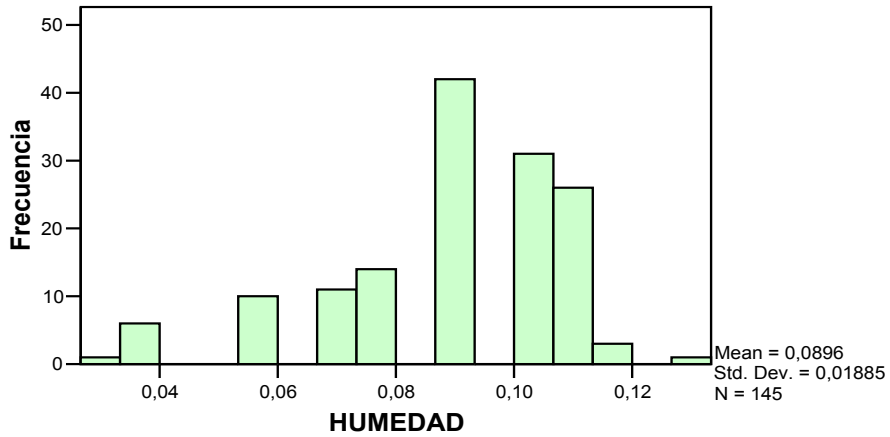
Tabla 42

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error típico
HUMEDAD_MONTES	39	.09	.03	.12	.0872	.00358
HUMEDAD_ALTIPLANO	40	.07	.04	.11	.0838	.00274
HUMEDAD_PONIENTE	45	.09	.04	.13	.0958	.00253
HUMEDAD_TEMPLE	21	.05	.06	.11	.0919	.00321

Tabla 43

	Desv. típ.	Varianza	Curtosis		Intervalo de confianza para la media al 95%	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Límite inferior	Límite superior	Error típico
HUMEDAD_MONTES	.02235	.000	.963	.0799	.0944	.741
HUMEDAD_ALTIPLANO	.01735	.000	-.429	.0787	.0896	.733
HUMEDAD_PONIENTE	.01699	.000	1.948	.0905	.1009	.695
HUMEDAD_TEMPLE	.01470	.000	-.459	.0852	.0986	.972

Figura 32



A fin de evaluar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los valores obtenidos para el contenido en humedad en las distintas zonas objeto de estudio, se han sometido los datos al análisis de la varianza (ANOVA) (tabla 44), apareciendo los siguientes resultados

Tabla 44

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.003	3	.001	3.121	.028
Intra-grupos	.048	141	.000		
Total	.051	144			

Esto demuestra la existencia de diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

**1.5. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO EN IMPUREZAS**

Las tablas 45 y 46 muestran los resultados del contenido en impurezas de los aceites analizados en las cuatro zonas objeto de nuestro estudio

Tabla 45

MONTES DE GRANADA		MONTES DE GRANADA		ALTIPLANO DE GRANADA		ALTIPLANO DE GRANADA	
Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	0.004	21	0.023	1	0.019	21	0.013
2	0.006	22	0.023	2	0.026	22	0.014
3	0.008	23	0.019	3	0.023	23	0.034
4	0.017	24	0.021	4	0.024	24	0.063
5	0.012	25	0.027	5	0.022	25	0.062
6	0.007	26	0.018	6	0.027	26	0.018
7	0.002	27	0.018	7	0.025	27	0.023
8	0.004	28	0.008	8	0.038	28	0.026
9	0.010	29	0.007	9	0.026	29	0.023
10	0.012	30	0.007	10	0.016	30	0.029
11	0.005	31	0.006	11	0.035	31	0.029
12	0.007	32	0.023	12	0.024	32	0.024
13	0.019	33	0.010	13	0.023	33	0.022
14	0.005	34	0.012	14	0.026	34	0.027
15	0.006	35	0.021	15	0.024	35	0.022
16	0.018	36	0.027	16	0.029	36	0.014
17	0.001	37	0.007	17	0.029	37	0.034
18	0.007	38	0.012	18	0.024	38	0.023
19	0.006	39	0.006	19	0.021	39	0.035
20	0.006			20	0.015	40	0.024

Tabla 46

PONIENTE DE GRANADA		PONIENTE DE GRANADA		VEGA DE GRANADA-TEMPLE	
Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	0.008	24	0.011	1	0.003
2	0.003	25	0.022	2	0.008
3	0.011	26	0.018	3	0.008
4	0.013	27	0.009	4	0.023
5	0.007	28	0.003	5	0.026
6	0.003	29	0.011	6	0.029
7	0.008	30	0.007	7	0.002
8	0.004	31	0.003	8	0.004
9	0.007	32	0.029	9	0.006
10	0.009	33	0.024	10	0.012
11	0.015	34	0.012	11	0.016
12	0.010	35	0.035	12	0.030
13	0.011	36	0.024	13	0.022
14	0.014	37	0.004	14	0.027
15	0.008	38	0.007	15	0.025
16	0.010	39	0.016	16	0.038
17	0.012	40	0.034	17	0.001
18	0.008	41	0.026	18	0.023
19	0.006	42	0.023	19	0.026
20	0.030	43	0.018	20	0.006
21	0.026	44	0.022	21	0.007
22	0.016	45	0.11		
23	0.034				

El resultado del contenido en impurezas obtenido para nuestros aceites concuerda con los datos aportados por otros autores.

El valor medio de impurezas encontrado en el aceite de oliva virgen es de 0.011% para la zona de los montes, de 0.026 % para las muestras del altiplano, 0.014% para el poniente y 0.016% para el temple.

Las tablas 47 y 48 recogen la estadística descriptiva aplicada a los datos obtenidos y la figura 33 muestra las distribuciones para el contenido en impurezas en las muestras analizadas.

Tabla 47

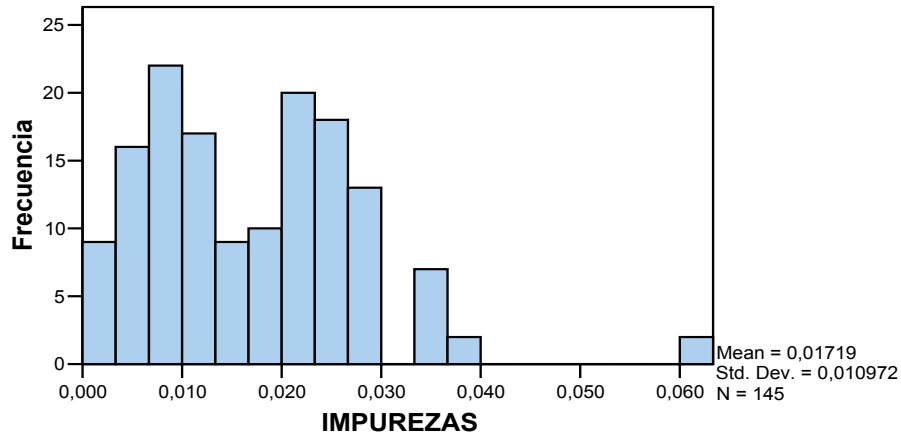
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error típico
IMPUREZAS_MONTES	39	.026	.001	.027	.01172	.001178
IMPUREZAS_ALTIPLANO	40	.050	.013	.063	.02638	.001614
IMPUREZA_PONIENTE	45	.032	.003	.035	.01420	.001369
IMPUREZAS_TEMPLE	21	.037	.001	.038	.01629	.002460

Tabla 48

	Desv. típ.	Varianza	Curtosis		Intervalo de confianza para la media al 95%	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Límite inferior	Límite superior	Error típico
IMPUREZAS_MONTES	.007355	.000	-.865	.00933	.01410	.741
IMPUREZAS_ALTIPLANO	.010210	.000	6.565	.02262	.02924	.733
IMPUREZA_PONIENTE	.009182	.000	-.336	.01153	.01715	.695
IMPUREZAS_TEMPLE	.011274	.000	-1.354	.01115	.02142	.972



Figura 33



El análisis de la varianza (tabla 49) aplicado a los resultados obtenidos en las muestras de aceite de oliva analizadas, revela que hay diferencias estadísticamente significativas entre los resultados del contenido en impurezas en los aceites estudiados en las distintas zonas de estudio ( $p < 0.001$ ). Los resultados del análisis son:

Tabla 49

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	.005	3	.002	17.340	.000
Intra-grupos	.013	141	.000		
Total	.017	144			

Los antecedentes encontrados en bibliografía, sitúan a los aceites objeto de nuestro estudio dentro de los parámetros normales tratándose de aceite de oliva virgen. Los trabajos referidos a características fisicoquímicas de los aceites de oliva son múltiples y aquí se detallan alguno de los trabajos más relevantes de los encontrados.

Olias et al (1988) analizan muestras de aceite de oliva con el fin de medir ácidos grasos libres, en este trabajo llevan también a cabo la determinación de Índices de acidez y peróxidos obteniendo para el primero valores de 0.16%, para el índice de peróxidos, valores de 7.0 a 18,2 meq O<sub>2</sub>/kg

Totosaus (1990) también evalúa las diferencias en los parámetros de calidad en función del método de extracción, hace un seguimiento de aceites a lo largo de distintas campañas encontrando valores de acidez media de entorno al 0.4% para un sistema de filtración selectiva, de unos 0.6% para una extracción por prensa y decantación natural, y de 0.25% para un sistema continuo. Para el I.P. los valores medios se sitúan en 4.5 meqO<sub>2</sub>/Kg para los tres sistemas y el K<sub>270</sub> se sitúa menor de 0.10 para las tres formas de extracción.

J. Graell et al (1993), en sus estudio sobre la calidad del aceite de la D.O. Borjas Blancas, en la actualidad D.O. Les Garrigues encuentran que los aceites correspondientes a esa D.O. tienen una acidez media de 0.18%, un índice de peróxidos de 5.75 meqO<sub>2</sub>/Kg, un K<sub>232</sub> de 1.60 y un K<sub>270</sub> de 0.11. Los valores de humedad obtenidos están un poco por debajo de 0.5% un valor alto que se explica por un mal funcionamiento de las centrifugas verticales. Y para las impurezas también los valores son elevados pero con el almacenamiento estos valores disminuyen.

Valores similares a los que se vienen mostrando obtiene Amirante et al (1993) en su estudio para aceites obtenidos por dos fases con valores de acidez de 1.06%, I.P de 9.5 meqO<sub>2</sub>/Kg, K<sub>270</sub> de 0.14 y K<sub>232</sub> de 1.94.

Durante las campañas 92/93 y 93/94 (Hermoso et al, 1995) realizan extracciones de aceite usando sistemas de extracción continua de dos y tres fases, obteniendo que para el grado de acidez los valores se sitúan en 0.17% para en sistema de dos fases y 0.13 para el sistema de tres fases. En cuanto a los peróxidos no hay diferencias significativas entre los dos sistemas encontrando valores medios de 6.66 meqO<sub>2</sub>/Kg

Aceite. La prueba espectrofotométrica en el ultravioleta muestra valores para el  $K_{270}$  de 0.13 y 0.11 para sistema de extracción de dos fases y tres fases respectivamente. En cuanto al  $K_{232}$  los valores se hallan entre 1.59 y 1.40.

Uceda et al, (1995) evalúan diferencias entre los aceites obtenidos por ambos sistemas y encuentran valores medios para el I.P. de 9.39 y 8.62 meqO<sub>2</sub>/Kg para el sistema de extracción de dos fases y tres fases respectivamente., para el  $K_{270}$  0.1 y 0.090 respectivamente y para el  $K_{232}$  1.35 para las dos fases y 1.42 para las tres fases.

A. Cert et al (1996) estudian la precisión de métodos analíticos para aceite de oliva. Para ello hacen un estudio colaborativo implicando a 22 laboratorios en los que miden entre otros métodos, el  $K_{232}$ , Ácidos grasos o triginoleína. Los resultados para la determinación para el  $K_{232}$  están divididos en muestras sin purificar y muestras purificadas, la purificación se lleva a cabo por el método de la columna de sílica gel.

En el caso de muestras sin purificar los valores medios son de 4.19 para aceite de oliva crudo, 2.74 para aceite de oliva refinado, 2.85 para aceite de oliva lampante y 3.34 para aceite de oliva refinado. En cuanto a las muestras purificadas, los valores medios son de 1.71 para el aceite de oliva crudo, 1.68 para el oliva refinado, 1.30 para el oliva lampante y 2.42 para el orujo refinado.

A. Ranalli et al. (1996) Comparan equipos de extracción de aceites con sistema de dos fases y tres fases en tres tipos de variedades de aceitunas, Coratina, Nebbio y Grossa di Cassano, las diferencias en cuanto al índice de acidez para la variedad Coratina fue de 0.25% y de 0.27 para el sistema de tres fases de 0.33 y 0.34% para la variedad Nebbio y 0.22 y .23 para la Grossa di Casano.

M<sup>a</sup> J. Montilva et al (1998) en otro estudio sobre los aceites de Les Garriges hace un seguimiento a lo largo de una cosecha de los aceites de esta zona, encontrando que los valores de la acidez varían de un 0.15% en aceites extraídos al principio de la campaña a un 0.25% con los aceites extraídos al final de la campaña. En cuanto al índice de peróxidos y al  $K_{270}$  decir que no hay diferencias significativas entre aceites de principio de la campaña y de final siendo los datos medios de 6 meqO<sub>2</sub>/Kg para el I.P. y de 0.15 para el  $K_{270}$ .

M.D. Salvador (1998) en su estudio sobre la composición química de aceite de oliva virgen cornicabra de las cosechas 95-96 y 96-97. Obtiene resultados para la acidez de 0.08%, para el I.P: 9 meq O<sub>2</sub>/Kg y para las pruebas espectrofotométricas, 1.73 y 0.15 para el K<sub>232</sub> y K<sub>270</sub> respectivamente.

Alba en 1999 analiza aceites obtenidos mediante el sistema de dos fases y aporta los siguientes datos medios. Acidez de 0.54%, I.P. 11.74 meqO<sub>2</sub>/Kg, K<sub>270</sub> 0.14 y K<sub>232</sub> 1.70, esto concuerda con los datos obtenidos por Di Giovacchiono (1994) que encuentra también para aceites extraídos por dos fases una acidez de 0.73%, un I.P. de 8.3 meqO<sub>2</sub>/Kg , 0.17 para el K<sub>270</sub> y 1.82 para el K<sub>232</sub> .

Uceda y Hermoso (1999) diferencian valores analíticos según la procedencia de las muestras. En las de vuelo encuentran valores de acidez de 0.15%, de índice de peróxidos de 3.44 meqO<sub>2</sub>/Kg y K<sub>270</sub> de 0.10 frente a valores de 1.28%, 9.53 meqO<sub>2</sub>/Kg y 0.12 respectivamente cuando las muestras procedían de suelo, resaltando la necesidad absoluta de recolectar, transportar y procesar separadamente las aceitunas de ambas procedencia.

M. Canet (1999) estudiaron la influencia que tubo en el aceite , el almacenamiento de de aceitunas en una cámara fría a 5°C durante 18 días como máximo, antes de la extracción del aceite y se observo que todos los aceites analizados se mantenían dentro de la categoría extra con valores para la acidez de 0.53%, para el I.P. el valor sería de 3.50, y para los K valores medios de 1.68 para el K<sub>232</sub>, y valores de 0.12 para el K<sub>270</sub>

Jiménez et al (2000) en un estudio para mejora de la calidad del aceite en tres almazaras de la provincia de Córdoba encuentra valores medios de acidez de 0.13% y valores de I.P y de K<sub>270</sub> dentro de la normalidad y lo exigido para aceites de oliva virgen extra.

J. Giacomettiet al, (2001) analizan aceites producidos en Istria e Isla Krk localizadas en la republica de Croacia, durante tres campañas de 1997 a 1999, y encuentra valores medios para la acidez de 0.27 a 0.60%, para el IP la media para las tres campañas se sitúa en 9 meq O<sub>2</sub>/kg, y para La absorción al ultravioleta, los valores están cercanos a 2 para el K<sub>232</sub> y entorno a 0.15 para el K<sub>270</sub>.

S. Vekiari (2002) estudian el efecto de los diferentes métodos de extracción del aceite, tales como en sistema de Theocharis, el Alfa-Lavai, el Amenduni, en distintos parámetros de calidad, tales como el  $K_{232}$  y  $K_{270}$ , la conclusión del estudio es que no hay variación en la calidad del aceite atendiendo a criterios de extracción. Los valores medios para el  $K_{232}$  y  $K_{270}$ , no exceden los límites marcados por la legislación.

En el estudio de Aceites de la variedad empeltre del Bajo Aragón en 2001, M<sup>a</sup> Gracia encuentra para la acidez valores medios menores de 0.5%. El índice de peróxidos medio de las tres cosecha analizadas en este estudio osciló entre 9.64 y 13.90 meqO<sub>2</sub>/Kg, para el  $K_{270}$  estos valores oscilaron entre 0.10 y 0.13 y para el  $K_{232}$  hubo valores de 1.76 a 1.98.

L. Di Giovacchino et al (2002), realizaron pruebas experimentales para verificar la influencia del tiempo batido sobre los rendimientos en aceite y sobre las características del aceite y de la calidad de los aceites obtenidos con un decanter centrifugo con ahorro de agua. En este estudio se observó que el tiempo de batido no influye en los índices fisicoquímicos obteniendo valores de acidez cercanos a 0.5% . I.P entre 3.8 y 7.3 meq O<sub>2</sub>/kg, y valores par  $K_{232}$  y  $K_{270}$  de 1.50 y 0.12 respectivamente.

Aparicio et al (2003) en análisis de aceites obtenidos en sistema de dos fases encuentran valores de 0.35% para la acidez, 3.8 meqO<sub>2</sub>/Kg para el índice de peróxidos, 0.10 para el  $K_{270}$  y 1.55 para el  $K_{232}$ .

Lendinez, (2004) en su estudio de aceites de oliva encuentra valores de acidez que van desde 0.15 a 0.68% en aceites procedentes de aceituna de vuelo, y valores de 1.56 a 5.20% en aceituna de suelo. Respecto al Índice de peróxidos encuentra valores de entre 2.02 y 8.53 meqO<sub>2</sub>/Kg para aceite procedente de aceitunas del árbol y valores de entre 6.18 y 13.06 para las que eran de suelo o mezcla de suelo y vuelo. En cuanto al  $K_{270}$ , las diferencias entre ambas procedencias no son significativas con valores de 0.09 a 0.20 para el vuelo y 0.12 a 0.19 para el suelo y el  $K_{232}$  con valores de 1.43 a 2.27 para vuelo y 1.36 a 1.87 para suelo.

M. Tsimidou (2005) realizan un estudio almacenando durante nueve meses aceite de oliva virgen antes de filtrarlo y embotellarlo, el objeto es ver como van evolucionando los parámetros de calidad a medida que pasan los meses., en el estudio observan que

el índice de peróxidos paso de ser de 8.8 meq O<sub>2</sub>/kg, en la primera medición a 26 meq O<sub>2</sub>/kg , después de 9 meses de almacenamiento.

Angioni et al (2006) midieron parámetros de calidad en 9 variedades de olivo Italianas encontrando valores de entre 0.26% y 0.65% para la acidez, de 4.02 a 6.6 meq O<sub>2</sub>/kg para el índice de peróxidos y valores medios de 0.12 y 2.01 para el K270 y K 232 respectivamente

## 2. RESULTADOS DE LA DETERMINACIÓN DE ACIDOS GRASOS.

Las tablas 50 a 53 recogen los niveles de ácidos grasos en % encontradas en las muestras de aceite analizadas de las distintas zonas de estudio

Tabla 50

Montes de Granada

	1	2	3	4	5	6
Ac. Palmitoleico	0,6	0,61	0,63	0,58	0,55	0,56
Ac. Palmítico	9,9	9,55	10,15	10,26	10,26	10,25
Ac. Esteárico	2,79	2,86	2,89	2,95	2,75	2,95
Ac. Oleico	80,85	80,79	79,31	79,55	80,81	80,55
Ac. Linoleico	4,65	4,55	4,52	4,55	4,43	4,75
Ac. Linolenico	0,68	0,69	0,61	0,59	0,68	0,68
R/Insat./saturado	6,84	6,98	6,52	6,45	6,65	6,56
R.Mono/poliinsat	15,28	15,53	15,58	15,59	15,92	14,94
R.Oleico/Linoleico	17,39	17,76	17,55	17,48	18,24	16,96
Oleico/Linolenico	118,90	117,09	130,02	134,83	118,84	118,46
R. w6/w3	6,84	6,59	7,41	7,71	6,51	6,99
	7	8	9	10	11	12
Ac. Palmitoleico	0,63	0,71	0,71	0,72	0,75	0,65
Ac. Palmítico	9,48	8,83	8,95	9,34	9,95	10,13
Ac. Esteárico	2,75	2,64	2,68	2,99	2,97	2,84
Ac. Oleico	81,64	81,83	79,99	80,15	81,31	80,29
Ac. Linoleico	4,68	4,95	4,36	4,15	4,26	4,25
Ac. Linolenico	0,71	0,64	0,65	0,56	0,59	0,75
R/Insat./saturado	7,17	7,68	7,37	6,94	6,73	6,63
R.Mono/poliinsat	15,26	14,77	16,11	17,17	16,92	16,19
R.Oleico/Linoleico	17,44	16,53	18,35	19,31	19,09	18,89
Oleico/Linolenico	114,99	127,86	123,06	143,13	137,81	107,05
R. w6/w3	6,59	7,73	6,71	7,41	7,22	5,67
	13	14	15	16	17	18
Ac. Palmitoleico	0,68	0,61	0,51	0,56	0,71	0,74
Ac. Palmítico	10,29	11,87	9,97	9,35	9,74	9,9
Ac. Esteárico	2,81	2,79	2,86	2,89	2,87	2,98
Ac. Oleico	80,36	80,12	79,98	80,89	80,81	80,89
Ac. Linoleico	4,12	4,75	4,65	4,25	4,85	4,54
Ac. Linolenico	0,69	0,69	0,68	0,75	0,74	0,56
R/Insat./saturado	6,55	5,88	6,69	7,06	6,91	6,73
R.Mono/poliinsat	16,85	14,84	15,10	16,29	14,58	16,01
R.Oleico/Linoleico	19,50	16,87	17,20	19,03	16,66	17,82
Oleico/Linolenico	116,46	116,12	117,62	107,85	109,20	144,45
R. w6/w3	5,97	6,88	6,84	5,67	6,55	8,11

-----Resultados y Discusión de los resultados

	19	20	21	22	23	24
Ac. Palmitoleico	0,65	0,62	0,63	0,57	0,68	0,54
Ac. Palmítico	9,75	9,85	8,99	9,87	9,85	9,96
Ac. Esteárico	2,97	2,85	2,97	2,93	2,89	2,89
Ac. Oleico	81,26	81,24	81,36	82,03	81,45	81,45
Ac. Linoleico	4,26	4,31	4,63	4,52	4,42	4,44
Ac. Linolenico	0,66	0,65	0,71	0,72	0,72	0,75
R/Insat./saturado	6,83	6,84	7,30	6,86	6,85	6,78
R.Mono/poliinsat	16,65	16,50	15,35	15,76	15,98	15,80
R.Oleico/Linoleico	19,08	18,85	17,57	18,15	18,43	18,34
Oleico/Linolenico	123,12	124,98	114,59	113,93	113,13	108,60
R. w6/w3	6,45	6,63	6,52	6,28	6,14	5,92
	25	26	27	28	29	30
Ac. Palmitoleico	0,6	0,61	0,63	0,64	0,58	0,57
Ac. Palmítico	10,15	10,25	9,76	10,36	10,25	10,29
Ac. Esteárico	2,85	2,84	2,75	3,06	2,95	3,01
Ac. Oleico	81,45	80,64	80,94	80,25	80,46	79,54
Ac. Linoleico	4,47	4,48	4,47	4,25	4,1	4,52
Ac. Linolenico	0,65	0,64	0,71	0,63	0,65	0,56
R/Insat./saturado	6,71	6,60	6,93	6,39	6,50	6,41
R.Mono/poliinsat	16,03	15,87	15,75	16,58	17,06	15,77
R.Oleico/Linoleico	18,22	18,00	18,11	18,88	19,62	17,60
Oleico/Linolenico	125,31	126,00	114,00	127,38	123,78	142,04
R. w6/w3	6,88	7,00	6,30	6,75	6,31	8,07
	31	32	33	34	35	36
Ac. Palmitoleico	0,69	0,64	0,55	0,67	0,69	0,68
Ac. Palmítico	9,4	9,67	9,81	10,02	10,1	10,06
Ac. Esteárico	2,87	2,97	3,05	2,99	2,97	2,95
Ac. Oleico	80,56	80,76	81,45	80,03	81,06	82,95
Ac. Linoleico	4,62	4,48	4,32	4,56	4,22	4,16
Ac. Linolenico	0,64	0,62	0,63	0,68	0,69	0,66
R/Insat./saturado	7,05	6,84	6,76	6,61	6,63	6,80
R.Mono/poliinsat	15,45	15,96	16,57	15,40	16,65	17,35
R.Oleico/Linoleico	17,44	18,03	18,85	17,55	19,21	19,94
Oleico/Linolenico	125,88	130,26	129,29	117,69	117,48	125,68
R. w6/w3	7,22	7,23	6,86	6,71	6,12	6,30
	37	38	39			
Ac. Palmitoleico	0,65	0,64	0,62			
Ac. Palmítico	10,12	9,78	9,7			
Ac. Esteárico	3,06	2,95	2,99			
Ac. Oleico	81,12	80,98	80,8			
Ac. Linoleico	4,64	4,38	4,35			
Ac. Linolenico	0,7	0,72	0,71			
R/Insat./saturado	6,61	6,81	6,81			
R.Mono/poliinsat	15,31	16,00	16,09			
R.Oleico/Linoleico	17,48	18,49	18,57			
Oleico/Linolenico	115,89	112,47	113,80			
R. w6/w3	6,63	6,08	6,13			



Tabla 51

Altiplano de Granada

	1	2	3	4	5	6
Ac. Palmitoleico	0,66	0,68	0,65	0,66	0,64	0,62
Ac. Palmítico	9,89	9,8	9,86	9,75	9,81	9,85
Ac. Esteárico	2,79	2,81	2,88	2,75	2,76	2,73
Ac. Oleico	81,35	81,45	81,05	81,26	81,15	81,46
Ac. Linoleico	4,14	4,15	4,27	4,05	4,26	4,11
Ac. Linolenico	0,65	0,66	0,64	0,64	0,68	0,67
R/Insat./saturado	6,85	6,89	6,80	6,93	6,90	6,90
R.Mono/poliinsat	17,12	17,07	16,64	17,47	16,56	17,17
R.Oleico/Linoleico	19,65	19,63	18,98	20,06	19,05	19,82
Oleico/Linolenico	125,15	123,41	126,64	126,97	119,34	121,58
R. w6/w3	6,37	6,29	6,67	6,33	6,26	6,13
	7	8	9	10	11	12
Ac. Palmitoleico	0,64	0,65	0,62	0,66	0,65	0,66
Ac. Palmítico	9,76	9,8	9,86	9,75	9,79	9,86
Ac. Esteárico	2,89	2,85	2,77	2,74	2,82	2,83
Ac. Oleico	81,55	81,3	81,36	81,65	81,54	81,09
Ac. Linoleico	4,12	4,03	4,01	4,22	4,28	4,33
Ac. Linolenico	0,63	0,67	0,68	0,65	0,64	0,63
R/Insat./saturado	6,87	6,85	6,86	6,98	6,91	6,83
R.Mono/poliinsat	17,30	17,44	17,48	16,90	16,71	16,48
R.Oleico/Linoleico	19,79	20,17	20,29	19,35	19,05	18,73
Oleico/Linolenico	129,44	121,34	119,65	125,62	127,41	128,71
R. w6/w3	6,54	6,01	5,90	6,49	6,69	6,87
	13	14	15	16	17	18
Ac. Palmitoleico	0,68	0,67	0,64	0,66	0,65	0,71
Ac. Palmítico	9,8	9,84	9,75	9,75	9,81	9,83
Ac. Esteárico	2,77	2,79	2,75	2,85	2,83	2,8
Ac. Oleico	81,46	81,4	81,26	81,35	81,25	81,34
Ac. Linoleico	4,28	4,11	4,05	4,18	4,09	4,15
Ac. Linolenico	0,66	0,65	0,62	0,63	0,68	0,61
R/Insat./saturado	6,93	6,87	6,93	6,89	6,86	6,87
R.Mono/poliinsat	16,63	17,24	17,54	17,05	17,17	17,24
R.Oleico/Linoleico	19,03	19,81	20,06	19,46	19,87	19,60
Oleico/Linolenico	123,42	125,23	131,06	129,13	119,49	133,34
R. w6/w3	6,48	6,32	6,53	6,63	6,01	6,80
	19	20	21	22	23	24
Ac. Palmitoleico	0,61	0,61	0,66	0,68	0,65	0,68
Ac. Palmítico	9,69	9,56	9,9	9,91	9,85	9,83
Ac. Esteárico	2,81	2,76	2,73	2,83	2,87	2,77
Ac. Oleico	81,15	81,05	81,14	81,29	81,18	81,45
Ac. Linoleico	4,18	4,09	4,03	4,22	4,15	4,17
Ac. Linolenico	0,69	0,62	0,68	0,64	0,66	0,64
R/Insat./saturado	6,93	7,01	6,85	6,82	6,81	6,90
R.Mono/poliinsat	16,79	17,34	17,37	16,87	17,01	17,07
R.Oleico/Linoleico	19,41	19,82	20,13	19,26	19,56	19,53
Oleico/Linolenico	117,61	130,73	119,32	127,02	123,00	127,27
R. w6/w3	6,06	6,60	5,93	6,59	6,29	6,52

-----Resultados y Discusión de los resultados

	25	26	27	28	29	30
Ac. Palmitoleico	0,67	0,66	0,64	0,64	0,68	0,62
Ac. Palmítico	9,71	9,86	9,86	9,82	9,84	9,72
Ac. Esteárico	2,75	2,76	2,69	2,81	2,86	2,76
Ac. Oleico	81,37	81,29	81,24	81,19	81,25	81,36
Ac. Linoleico	4,06	4,03	4,16	4,12	4,12	4,21
Ac. Linolenico	0,62	0,62	0,63	0,68	0,64	0,67
R/Insat./saturado	6,96	6,86	6,91	6,86	6,83	6,96
R.Mono/poliinsat	17,53	17,62	17,09	17,05	17,21	16,80
R.Oleico/Linoleico	20,04	20,17	19,53	19,71	19,72	19,33
Oleico/Linolenico	131,24	131,11	128,95	119,40	126,95	121,43
R. w6/w3	6,55	6,50	6,60	6,06	6,44	6,28
	31	32	33	34	35	36
Ac. Palmitoleico	0,66	0,61	0,61	0,63	0,61	0,63
Ac. Palmítico	9,75	9,68	9,82	9,77	9,76	9,83
Ac. Esteárico	2,87	2,88	2,7	2,79	2,81	2,82
Ac. Oleico	81,22	81,15	81,41	81,26	81,31	81,27
Ac. Linoleico	4,01	4,03	4,16	4,06	4,07	4,19
Ac. Linolenico	0,66	0,64	0,65	0,67	0,68	0,65
R/Insat./saturado	6,86	6,88	6,94	6,90	6,89	6,86
R.Mono/poliinsat	17,53	17,51	17,05	17,31	17,25	16,92
R.Oleico/Linoleico	20,25	20,14	19,57	20,01	19,98	19,40
Oleico/Linolenico	123,06	126,80	125,25	121,28	119,57	125,03
R. w6/w3	6,08	6,30	6,40	6,06	5,99	6,45
	37	38	39	40		
Ac. Palmitoleico	0,64	0,62	0,65	0,63		
Ac. Palmítico	9,86	9,81	9,76	9,76		
Ac. Esteárico	2,79	2,75	2,81	2,85		
Ac. Oleico	81,38	81,34	81,27	81,17		
Ac. Linoleico	4,09	4,02	4,09	4,13		
Ac. Linolenico	0,63	0,64	0,65	0,65		
R/Insat./saturado	6,86	6,90	6,89	6,87		
R.Mono/poliinsat	17,38	17,59	17,28	17,11		
R.Oleico/Linoleico	19,90	20,23	19,87	19,65		
Oleico/Linolenico	129,17	127,09	125,03	124,88		
R. w6/w3	6,49	6,28	6,29	6,35		

Tabla 52

Poniente de Granada

	1	2	3	4	5	6
Ac. Palmitoleico	0,6	0,61	0,65	0,64	0,58	0,57
Ac. Palmítico	9,83	9,87	9,77	9,87	9,84	9,85
Ac. Esteárico	2,4	2,46	2,22	2,24	2,52	2,46
Ac. Oleico	77,89	77,75	77,93	77,86	77,89	77,82
Ac. Linoleico	7,82	7,86	7,95	7,93	8,06	7,58
Ac. Linolenico	0,77	0,78	0,68	0,79	0,81	0,75
R/Insat./saturado	7,12	7,06	7,27	7,20	7,07	7,04
R.Mono/poliinsat	9,14	9,07	9,11	9,00	8,85	9,41
R.Oleico/Linoleico	9,96	9,89	9,80	9,82	9,66	10,27
Oleico/Linolenico	101,16	99,68	114,60	98,56	96,16	103,76
R. w6/w3	10,16	10,08	11,69	10,04	9,95	10,11
	7	8	9	10	11	12
Ac. Palmitoleico	0,62	0,65	0,66	0,53	0,5	0,51
Ac. Palmítico	9,97	9,75	9,91	9,95	9,84	9,84
Ac. Esteárico	2,49	2,31	2,29	2,46	2,35	2,46
Ac. Oleico	77,89	78,12	77,75	77,96	77,34	77,69
Ac. Linoleico	8,16	7,19	7,56	7,98	7,67	7,68
Ac. Linolenico	0,79	0,82	0,69	0,67	0,83	0,75
R/Insat./saturado	7,02	7,20	7,10	7,02	7,08	7,04
R.Mono/poliinsat	8,77	9,83	9,50	9,07	9,16	9,28
R.Oleico/Linoleico	9,55	10,87	10,28	9,77	10,08	10,12
Oleico/Linolenico	98,59	95,27	112,68	116,36	93,18	103,59
R. w6/w3	10,33	8,77	10,96	11,91	9,24	10,24
	13	14	15	16	17	18
Ac. Palmitoleico	0,65	0,62	0,58	0,59	0,57	0,56
Ac. Palmítico	9,56	9,87	9,91	9,85	9,67	10,1
Ac. Esteárico	2,49	2,36	2,27	2,48	2,45	2,36
Ac. Oleico	77,46	77,89	77,48	78,12	78,25	77,45
Ac. Linoleico	7,85	7,99	8,06	7,79	7,84	8,14
Ac. Linolenico	0,77	0,72	0,69	0,68	0,81	0,8
R/Insat./saturado	7,20	7,13	7,13	7,07	7,22	6,98
R.Mono/poliinsat	9,06	9,01	8,92	9,29	9,11	8,73
R.Oleico/Linoleico	9,87	9,75	9,61	10,03	9,98	9,51
Oleico/Linolenico	100,60	108,18	112,29	114,88	96,60	96,81
R. w6/w3	10,19	11,10	11,68	11,46	9,68	10,18
	19	20	21	22	23	24
Ac. Palmitoleico	0,52	0,56	0,53	0,58	0,59	0,61
Ac. Palmítico	9,86	9,99	9,91	9,92	9,77	9,54
Ac. Esteárico	2,29	2,27	2,26	2,4	2,46	2,38
Ac. Oleico	77,65	77,68	77,61	78,01	77,68	78,01
Ac. Linoleico	7,85	7,55	8,06	7,76	7,97	7,98
Ac. Linolenico	0,65	0,77	0,79	0,83	0,77	0,76
R/Insat./saturado	7,13	7,06	7,15	7,08	7,11	7,33
R.Mono/poliinsat	9,20	9,40	8,83	9,15	8,96	9,00
R.Oleico/Linoleico	9,89	10,29	9,63	10,05	9,75	9,78
Oleico/Linolenico	119,46	100,88	98,24	93,99	100,88	102,64
R. w6/w3	12,08	9,81	10,20	9,35	10,35	10,50

	25	26	27	28	29	30
Ac. Palmitoleico	0,62	0,62	0,61	0,58	0,61	0,57
Ac. Palmítico	9,64	9,84	9,91	9,96	9,99	10,03
Ac. Esteárico	2,27	2,57	2,44	2,35	2,21	2,42
Ac. Oleico	77,95	77,49	77,82	77,82	77,58	77,24
Ac. Linoleico	7,63	7,88	7,74	8,06	7,64	7,97
Ac. Linolenico	0,69	0,7	0,75	0,68	0,75	0,79
R/Insat./saturado	7,30	6,99	7,04	7,08	7,10	6,95
R.Mono/poliinsat	9,44	9,10	9,24	8,97	9,32	8,88
R.Oleico/Linoleico	10,22	9,83	10,05	9,66	10,15	9,69
Oleico/Linolenico	112,97	110,70	103,76	114,44	103,44	97,77
R. w6/w3	11,06	11,26	10,32	11,85	10,19	10,09
	31	32	33	34	35	36
Ac. Palmitoleico	0,63	0,64	0,66	0,63	0,59	0,62
Ac. Palmítico	9,83	9,76	10,12	9,85	9,82	9,46
Ac. Esteárico	2,4	2,36	2,41	2,4	2,23	2,47
Ac. Oleico	78,06	77,39	77,59	77,34	77,93	77,69
Ac. Linoleico	7,93	8,12	8,06	7,91	7,97	7,73
Ac. Linolenico	0,8	0,71	0,77	0,87	0,86	0,87
R/Insat./saturado	7,15	7,17	6,95	7,08	7,25	7,28
R.Mono/poliinsat	9,01	8,84	8,86	8,88	8,89	9,11
R.Oleico/Linoleico	9,84	9,53	9,63	9,78	9,78	10,05
Oleico/Linolenico	97,58	109,00	100,77	88,90	90,62	89,30
R. w6/w3	9,91	11,44	10,47	9,09	9,27	8,89
	37	38	39	40	41	42
Ac. Palmitoleico	0,57	0,62	0,6	0,58	0,66	0,61
Ac. Palmítico	10,06	9,86	9,58	9,89	9,86	9,93
Ac. Esteárico	2,39	2,34	2,52	2,48	2,33	2,24
Ac. Oleico	77,83	77,91	77,89	77,74	77,54	77,82
Ac. Linoleico	7,82	8,16	8,01	7,65	8,1	7,86
Ac. Linolenico	0,81	0,68	0,87	0,83	0,8	0,76
R/Insat./saturado	6,99	7,16	7,22	7,02	7,15	7,15
R.Mono/poliinsat	9,08	8,88	8,84	9,24	8,79	9,10
R.Oleico/Linoleico	9,95	9,55	9,72	10,16	9,57	9,90
Oleico/Linolenico	96,09	114,57	89,53	93,66	96,93	102,39
R. w6/w3	9,65	12,00	9,21	9,22	10,13	10,34
	43	44	45			
Ac. Palmitoleico	0,58	0,64	0,6			
Ac. Palmítico	9,76	9,84	9,58			
Ac. Esteárico	2,51	2,31	2,42			
Ac. Oleico	77,96	77,92	77,58			
Ac. Linoleico	7,98	7,95	7,73			
Ac. Linolenico	0,68	0,65	0,8			
R/Insat./saturado	7,11	7,17	7,23			
R.Mono/poliinsat	9,07	9,13	9,17			
R.Oleico/Linoleico	9,77	9,80	10,04			
Oleico/Linolenico	96,09	114,57	89,53			
R. w6/w3	9,65	12,00	9,21			

Tabla 53

Vega de Granada -Temple

	1	2	3	4	5	6
Ac. Palmitoleico	0.72	0.77	0.73	0.75	0.68	0.69
Ac. Palmítico	10.05	10.13	10.01	10.11	9.95	10.12
Ac. Esteárico	3.38	3.33	3.29	3.15	3.24	3.42
Ac. Oleico	78.36	78.45	78.35	78.59	78.65	78.45
Ac. Linoleico	5.81	5.77	5.69	5.58	5.57	5.76
Ac. Linolenico	0.62	0.68	0.67	0.61	0.6	0.59
R/Insat./saturado	6.37	6.36	6.42	6.45	6.48	6.31
R.Mono/poliinsat	12.30	12.28	12.43	12.82	12.86	12.46
R.Oleico/Linoleico	13.49	13.60	13.77	14.08	14.12	13.62
Oleico/Linolenico	126.39	115.37	116.94	128.84	131.08	132.97
R. w6/w3	9.37	8.49	8.49	9.15	9.28	9.76
	7	8	9	10	11	12
Ac. Palmitoleico	0.66	0.75	0.71	0.68	0.71	0.73
Ac. Palmítico	10.13	10.03	10.05	10.15	9.99	10.15
Ac. Esteárico	3.33	3.46	3.24	3.25	3.36	3.16
Ac. Oleico	78.23	78.52	78.64	78.26	78.54	78.59
Ac. Linoleico	5.48	5.65	5.55	5.52	5.568	5.77
Ac. Linolenico	0.73	0.74	0.68	0.65	0.64	0.71
R/Insat./saturado	6.32	6.35	6.44	6.35	6.40	6.45
R.Mono/poliinsat	12.70	12.41	12.74	12.79	12.77	12.24
R.Oleico/Linoleico	14.28	13.90	14.17	14.18	14.11	13.62
Oleico/Linolenico	107.16	106.11	115.65	120.40	122.72	110.69
R. w6/w3	7.51	7.64	8.16	8.49	8.70	8.13
	13	14	15	16	17	18
Ac. Palmitoleico	0.77	0.72	0.71	0.71	0.66	0.64
Ac. Palmítico	10.05	10.04	10.05	9.95	10.1	10.09
Ac. Esteárico	3.54	3.49	3.43	3.34	3.41	3.35
Ac. Oleico	78.68	78.57	78.61	78.54	78.69	78.59
Ac. Linoleico	5.82	5.75	5.91	5.89	5.68	5.76
Ac. Linolenico	0.64	0.72	0.58	0.62	0.61	0.65
R/Insat./saturado	6.32	6.34	6.37	6.45	6.34	6.37
R.Mono/poliinsat	12.30	12.26	12.22	12.17	12.62	12.36
R.Oleico/Linoleico	13.52	13.66	13.30	13.33	13.85	13.64
Oleico/Linolenico	122.94	109.13	135.53	126.68	129.00	120.91
R. w6/w3	9.09	7.99	10.19	9.50	9.31	8.86
	19	20	21			
Ac. Palmitoleico	0.72	0.72	0.7			
Ac. Palmítico	9.99	10.11	10.02			
Ac. Esteárico	3.14	3.18	3.24			
Ac. Oleico	78.54	78.55	78.36			
Ac. Linoleico	5.77	5.83	5.69			
Ac. Linolenico	0.68	0.64	0.68			
R/Insat./saturado	6.53	6.45	6.44			
R.Mono/poliinsat	12.29	12.25	12.41			
R.Oleico/Linoleico	13.61	13.47	13.77			
Oleico/Linolenico	115.50	122.73	115.24			
R. w6/w3	8.49	9.11	8.37			

Diversos autores han demostrado la influencia del medio agrológico sobre la fracción de ácidos grasos del aceite de oliva (Cimato et al., 1.991; Alessandri et al., 1.992; Tous y Romero 1.997; Uceda et al., 2006), de tal forma que en climas más fríos la proporción de ácidos grasos insaturados es mayor. Por otro lado, la distribución de ácidos grasos está influenciada por la variedad de olivo, y cuya distribución varietal es típica de cada zona, además de las fechas de recolección que pueden alterar apreciablemente la proporciones relativas de los distintos ácidos grasos en el fruto (Cimato et al., 1991). La distribución de los diversos ácidos grasos y las diversas relaciones entre ellos constituyen el perfil ácido de un aceite, pudiéndose ser utilizado para identificarlos y diferenciarlos de otros, por tanto podría equipararse a las “huellas dactilares humanas”.(Recogido del proyecto de ampliación de la D.O. Montes de Granada, Espejo, 2006)

En las siguientes tablas (54 a 59) se presenta la estadística descriptiva para el contenido en ácidos grasos de los aceites de oliva analizados, estos resultados concuerdan con los datos aportados por otros autores para el contenido en ácidos grasos del aceite de oliva.

Tabla 54

*Ácido Palmítico*

PARAMETRO	MONTES	ALTIPLANO	PONIENTE	TEMPLE
<b>Media</b>	9.90	9.79	9.84	10.06
<b>Varianza</b>	0.25	0.005	0.021	0.004
<b>Desv.típica</b>	0.50	0.06	0.14	0.06
<b>Rango</b>	8.83-11.87	9.56-9.91	9.46-10.12	9.95-10.15
<b>Kurtosis</b>	5.65	2.39	0.64	-0.94
<b>Intervalo de confianza al 95%</b>	9.73-10.06	9.77-9.81	9.79-9.88	10.03-10.08

Tabla 55

Ácido Palmítico

PARAMETRO	MONTES	ALTIPLANO	PONIENTE	TEMPLE
<b>Media</b>	0.63	0.64	0.59	0.71
<b>Varianza</b>	0.003	0.001	0.002	0.001
<b>Desv.tipica</b>	0.058	0.024	0.40	0.034
<b>Rango</b>	0.51-0.75	0.61-0.71	0.50-0.60	0.64-0.77
<b>Kurtosis</b>	-0.62	-0.25	-0.58	-0.15
<b>Intervalo de confianza al 95%</b>	0.61-0.65	0.63-0.65	0.58-0.61	0.69-0.72

Tabla 56

Ácido Estéarico

PARAMETRO	MONTES	ALTIPLANO	PONIENTE	TEMPLE
<b>Media</b>	2.89	2.79	2.38	3.32
<b>Varianza</b>	0.01	0.003	0.009	0.013
<b>Desv.tipica</b>	0.10	0.50	0.09	0.11
<b>Rango</b>	2.64-3.06	2.69-2.89	2.21-2.57	3.14-3.54
<b>Kurtosis</b>	0.004	-0.67	-0.96	-0.83
<b>Intervalo de confianza al 95%</b>	2.86-2.93	2.78-2.81	2.35-2.41	3.26-3.37

Tabla 57

Ácido Oleico

PARAMETRO	MONTES	ALTIPLANO	PONIENTE	TEMPLE
<b>Media</b>	80.81	81.30	77.76	78.51
<b>Varianza</b>	0.52	0.018	0.053	0.018
<b>Desv.tipica</b>	0.72	0.13	0.23	0.13
<b>Rango</b>	79.31-82.95	81.05-81.65	77.24-78.25	78.23-78.69
<b>Kurtosis</b>	0.93	0.09	-0.415	-0.301
<b>Intervalo de confianza al 95%</b>	80.58-81.05	81.25-81.34	77.69-77.83	78.45-78.57

Tabla 58

Ácido Linoleico

PARAMETRO	MONTES	ALTIPLANO	PONIENTE	TEMPLE
<b>Media</b>	4.45	4.13	7.87	5.70
<b>Varianza</b>	0.042	0.007	0.039	0.015
<b>Desv.tipica</b>	0.20	0.08	0.19	0.12
<b>Rango</b>	4.10-4.95	4.01-4.33	7.19-8.16	5.48-5.91
<b>Kurtosis</b>	-0.34	-0.43	1.69	-0.903
<b>Intervalo de confianza al 95%</b>	4.39-4.52	4.10-4.15	7.81-7.93	5.64-5.76

Tabla 59

Ácido Linolenico

PARAMETRO	MONTES	ALTIPLANO	PONIENTE	TEMPLE
<b>Media</b>	0.66	0.65	0.76	0.65
<b>Varianza</b>	0.003	0	0.004	0.002
<b>Desv.tipica</b>	0.05	0.02	0.62	0.04
<b>Rango</b>	0.56-0.75	0.61-0.69	0.65-0.87	0.58-0.74
<b>Kurtosis</b>	-0.34	-0.91	-0.90	-0.81
<b>Intervalo de confianza al 95%</b>	0.65-0.68	0.64-0.65	0.74-0.78	0.63-0.67

Como valores guía a la hora de hacer una comparativa con los datos encontrados en bibliografía vamos a utilizar el contenido en ácido oleico y en linoleico, por ser dos valores de referencia con los que se define el perfil de un aceite.

Los valores que aparecen en las muestras para el ácido oleico se encuentran entre 77.76 % para el poniente con un intervalo de confianza al 95% para los mismos de (77.69-77.83) y el 81.30% para las muestras procedentes del altiplano de Granada con un intervalote confianza al 95% de (81.25-81.34), entre estos dos valores aparece la zona de los Montes con valores medios de 80.81% y la comarca de la Vega –Temple con 78.51.



En el caso del ácido linoleico los valores medios para los montes son de 4.45% con un intervalo de confianza al 95% para los mismos de (4.39-4.52), para el altiplano 4.13% con un intervalo de confianza al 95% para los mismos de (4.10-4.15) para el poniente de 7.78% con un intervalo de confianza al 95% para los mismos de (7.81-7.93) y para la zona vega-temple de 5.70% con un intervalo de confianza al 95% para los mismos de (5.64-5.76).

M. Alonso et al (1993) estudiaron la posibilidad de discriminación en aceites de oliva procedentes de regiones de España, Italia, y Portugal mediante sus ácidos grasos, encontrando, que para muestras procedentes de Andalucía la concentración media para el ácido oleico encontrada fue de 78.4 y para el ácido linoleico fue de 6.16%, ambos datos están muy cercanos a los valores obtenidos en nuestro estudio.

A. Cert et al (1996) en su estudio de precisión de métodos analíticos para aceite de oliva. Obtiene valores de ácido oleico de 72.78 para el oliva crudo, de 73.517 para el oliva refinado, 74.28 para el oliva lampante y 71.53 para el orujo refinado. En cuanto al linoleico el oliva crudo tubo un 9.89, el oliva refinado un 9.56, el oliva lampante 8.62 y el orujo refinado un 11.433.

J. Alba (1996) estudian la viabilidad de la segunda centrifugación estudiada como sistema para mejorar el agotamiento de los orujos producidos por el sistema de centrifugación de dos fases, para ello evalúan distintas variedades de aceitunas obteniendo valores de ácido oleico similares en ambos tipos de sistema extractivo que oscilan en función de la variedad de aceite de oliva entre 63.74 y 73.51% y en al casos del ácido linoleico valores comprendidos entre 7.84 y 14.46%.

J. Salas (1997) estudio la composición relativa de ácidos grasos, características organolépticas y parámetros de calidad de los aceites producidos en olivares de secano o regados con distintas dosis de agua, El contenido en ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados fue mayor en los aceites de secano, mientras que los ácidos grasos saturados fue mayor en el regadío, los valores obtenidos para el ácido oleico se sitian entre 67,53% y 81.70%.

J. Tous et al (1997) Analizan aceites de la variedad arbequina cultivados en distintas zonas de España obteniendo cierta variabilidad en el contenido en ácido oleico que va

desde 65.7% en aceites obtenidos en Andalucía a 73.8 de aceites de la Denominación Les Garriges, variabilidad que también se observa en el ácido linoleico, la explicación puede ser debido a la influencia del medio y del sistema de cultivo.

M.D. Salvador (1998) estudian la composición química de aceite de oliva virgen cornicabra de las cosechas 95-96 y 96-97. La media de ácido oleico para estas dos campañas es de 80.84% y para el linoleico es de 4.66%.

C. Lanza et al(1998) analizaron los principales ácidos grasos para 111muestras de aceite de oliva virgen extra procedente del este de Sicilia, los resultados obtenidos para el ácido oleico y para el linoleico son de 69.15 y 2.20% respectivamente. Los resultados obtenidos en este estudio muestran valores de ácido oleico que van desde 72.28 a 78.14%, y el estudio de oscilan entre 8.3 a 8.49%.Ácido linoleico

A. Ranalli et al (1999) hicieron un estudio para evidenciar la importancia y la influencia que la zona de origen tiene sobre las variables analíticas del aceite de oliva , para ello seleccionaron cinco zonas geográficas de Italia, y de estas zonas tomaron muestras de variedades de aceitunas Frantoio, Lección y Moraiolo, las cuales fueron procesadas en micro-molino de aceite, en su estudio llegan a la conclusión de que si existe gran influencia en los parámetros de calidad o flavor dependiendo del lugar de origen en cuanto al ácido oleico y al linoleico, los valores medios para el primero fueron de 80.5 y para el ac. Linoleico valores de 5%.

S. Sogni (1999) analizan composición de ácidos grasos de aceites elaborados en la Republica popular china, y encuentra valores que se podrían considerar normales, con valores que van para el ácido oleico de 70.9 a 78.7% y para el ácido linoleico de 4 a 9.7%.

J.J. Sánchez (1999) estudian 4 variedades de aceitunas, carrasqueña, cacereña, morisca y verdial de Badajoz, cultivadas en Extremadura, con el objetivo de hacer una caracterización global de estos aceites en cuanto a calidad y composición. Los valores que obtiene de ácido oleico son normales con valores medios que van desde 69.17% para la variedad morisca a 83.10 para la variedad cacereña.

J. Giacometti et al (2001) en su estudio en aceite de oliva de las islas del norte de la región adriática, encuentran concentraciones medias para el ácido oleico de 75.57% y para el linolenico la concentración media sería de 8.23, estos datos concuerdan con los obtenidos por Bruni et al (1994) en aceites de oliva Italianos.

L. Mannina et al (2001) estudiaron 16 monovarietales de aceite de oliva, obtenidas de algunos olivares mediterráneos cultivados contemporáneamente en campos experimentales de Italia y en la región de Catamarca en Argentina. Las concentraciones para el ácido oleico oscilaron entre un valor máximo para los aceites provenientes de la variedad Italiana I-77, mientras que el valor mínimo correspondió a la procedentes de arbequina argentina con 53.39, en el caso del linoleico el valor máximo fue para la arbequina argentina con 18.72%, y el valor mínimo para la I77 con 5.82%.

E. Stefanoudaki (2001) se estudiaron valores de calidad reglamentaria en aceites de oliva vírgenes de la variedad Koroneiki sometidos a ditintos regimenes hidricos. Los valores para el ácido oleico están en torno a 75%, y para el linoleico son de 6.20%

M<sup>a</sup> Gracia (2001) analiza la variabilidad de los parámetros de composición química en aceites de oliva virgen de la variedad empeltre de 472 muestras de la zona del Bajo Aragón durante tres campañas en sus datos obtenidos los valores medios de ácido oleico son de 72.96% y de acido linoleico son de 11.79, no observándose grandes diferencias entre los valores de ácidos grasos para distintas campañas.

M<sup>a</sup> J. Montilva (2001) analiza 190 muestras de la D.O. P. Les Garriges de tres campañas consecutivas, y observa que la mayor variabilidad en cuanto al perfil de ácidos grasos es debida a aspectos relacionados con la climatología y a la procedencia de los aceites, Las concentraciones medias encontradas para el acido oleico están en torno a 73.50% y para el linoleico unos valores de 9.59%.

J.A. Pereira (2002) analizaron la evolución de la calidad de aceites de tres variedades portuguesas, la Cobrancosa, Madural y Verdeal transmontana, extrayendo aceite en tres periodos después de su recolección. El mismo día, a los 7 días y a los 14 días. El porcentaje de ácidos grasos se mantiene constante y no hay afectación en estos parámetros en función de el tiempo de almacenaje.

D. Brodnjak-voncina (2005) analizaron ácidos grasos en 132 muestras de aceites de oliva, girasol, cacahuete, maíz, calabaza, soja. Su propósito fue el de clasificar estos aceites de forma rápida mediante su contenido en ácidos grasos, los valores para el ácido oleico oscilaron entre 22.1 80.6 %, lo que nos muestra gran variabilidad en función del tipo de aceite

M.P. Aguilera et al (2005) hacen una caracterización de aceites procedentes de olivos Italianos y crecidos en Andalucía en dos regiones Mengibar en Jaén y Cabra en Córdoba, las variedades de olivos son: Frantoio y Leccino. Y observan que para la variedad Frantoio crecida en Cabra los valores para el ácido oleico son de 78.3 y para los crecidos en Mengibar el ácido oleico se sitúa en un 70.9%. Y los valores para el ácido linoleico son de 6.49% para los de Cabra y 10.43 par los de Mengibar. En cuanto a la variedad Lección, el ácido oleico de los crecidos en Cabra esta en torno al 77.8% y para los de Mengibar 74.1%, y el ácido linoleico de cabra para esta variedad de aceituna la sitúan en 5.30 % y en 6.73 para los criados en Mengibar. Estos valores a su vez son distintos de los valores obtenidos para estas variedades cuando se cultivan en Italia, par Aguilera los factores climáticos, edáficos e incluso la tecnología extractiva tienen un papel muy importante a la hora de definir las características finales de un aceite de oliva.

G. Beltrán et al (2005) hacen un estudio sobre la influencia de la maduración en el contenido en antioxidantes de la variedad, en este estudio también evaluaron el contenido en ácidos grasos a lo largo de tres campañas y obtuvieron datos para el ácido oleico que iban de 70.5 a 75.5% y para el linoleico de 5.58 a 10.7%.

A fin de entender si existen características singulares que identifiquen alguna de la cuatro zonas de diseño un modelo estadístico usando Análisis Discriminante Multivariante (Espejo, J.A. 2006). Se utilizan las 145 muestras anteriormente citadas de la provincia de Granada, que se distribuyen en 4 grupos estadísticos, numerados como sigue: **Grupo 1:** Zona Montes de Granada (39 muestras), **Grupo 2:** zona Altiplano de Granada (40 muestras), **Grupo 3:** Zona de la Vega de Granada-Temple (21 muestras), **Grupo 4:** Zona Poniente de Granada (45 muestras). El objeto final es determinar si hay semejanzas entre los grupos

Las variables a tener en cuenta son las que se citan a continuación:

*Variable de Clasificación:*

Zona (Se consideran 4 zonas y, por tanto, 4 niveles estadísticos).

*Variables Independientes:*

Composición en % de los ácidos grasos respecto del total de ácidos grasos:

Ac. Esteárico.

Ac. Linoleico.

Ac. Linolénico.

Ac. Oleico.

Ac. Palmítico.

Ac. Palmitoleico.

Relaciones entre las concentraciones de los ácidos grasos:

Relación ácidos grasos insaturados totales / saturados totales.

Relación ácidos grasos monoinsaturados / poliinsaturados.

Relación Ac. Oleico / Linoleico.

Relación w6 / w3.

El Análisis Discriminante Multivariante son conjunto de métodos estadísticos cuya finalidad es analizar simultáneamente conjuntos de datos multivariantes en el sentido de que hay varias variables medidas para cada individuo ú objeto estudiado.

Su razón de ser radica en un mejor entendimiento del fenómeno objeto de estudio obteniendo información que los métodos estadísticos univariantes y bivariantes son incapaces de conseguir.El método consiste en la evaluación del conjunto de muestras mediante un análisis de varianza múltiple, el cual estudia la varianza como la combinación lineal de las varianzas de las variables que participan en el sistema, pero introduciendo un factor de clasificación que agrupa las muestras a nivel de probabilidad en varios grupos homogéneos.(Espejo, J.A, 2006)

El programa informático que se ha utilizado para el análisis estadístico es SPSS 14.0. para Windows.

En las tablas de las páginas siguientes aparecen los resúmenes del diseño estadístico.

Tabla 60

Función	Autovalor	% de varianza	% acumulado	Correlación canónica
1	119.930(a)	88.5	88.5	.996
2	15.302(a)	11.3	99.8	.969
3	.299(a)	.2	100.0	.480

a Se han empleado las 3 primeras funciones discriminantes canónicas en el análisis.

Tabla 61

Contraste de las funciones	Lambda de Wilks	Chi-cuadrado	gl	Sig.
1 a la 3	.000	1094.852	15	.000
2 a la 3	.047	425.919	8	.000
3	.770	36.538	3	.000

Tabla 62 Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas

	Función		
	1	2	3
Ac. Palmitoleico	-.055	-.259	.576
Ac. Esteárico	-.238	-.719	.285
Ac. Oleico	-.404	.138	-.526
Ac. Linoleico	1.461	.968	1.069
R.Oleico/Linoleico	.682	1.392	1.453

Tabla 63 Matriz de estructura

	Función		
	1	2	3
Ac. Linoleico	.887(*)	-.237	-.187
R.Oleico/Linoleico	-.709(*)	.494	.449
R.Mono/poliinsat(a)	-.693(*)	.436	.482
R. w3/w6(a)	.405(*)	-.110	.037
Ac. Palmítico(a)	.099(*)	-.046	-.003
Ac. Esteárico	-.225	-.624(*)	.371
Ac. Oleico	-.327	.368(*)	-.214
R/Insat./saturado(a)	-.002	.258(*)	-.164
Ac. Palmitoleico	-.045	-.163	.571(*)
R. Oleico/Linolenico(a)	.066	-.054	.173(*)
Ac. Linolenico(a)	-.102	.041	-.155(*)

Correlaciones intra-grupo combinadas entre las variables discriminantes y las funciones discriminantes canónicas tipificadas

Variables ordenadas por el tamaño de la correlación con la función.

\* Mayor correlación absoluta entre cada variable y cualquier función discriminante.

a Esta variable no se emplea en el análisis.

Tabla 64 Coeficientes de las funciones canónicas discriminantes

	Función		
	1	2	3
Ac. Palmitoleico	-1.312	-6.146	13.684
Ac. Esteárico	-2.644	-7.979	3.161
Ac. Oleico	-.990	.340	-1.290
Ac. Linoleico	8.803	5.833	6.441
R.Oleico/Linoleico	1.307	2.667	2.784
(Constante)	17.603	-74.756	6.379

Tabla 65 Funciones en los centroides de los grupos

ZONA	Función		
	1	2	3
1	-7.943	.136	-.796
2	-9.063	3.169	.602
3	15.710	1.246	-.021
4	-1.649	-8.958	.377

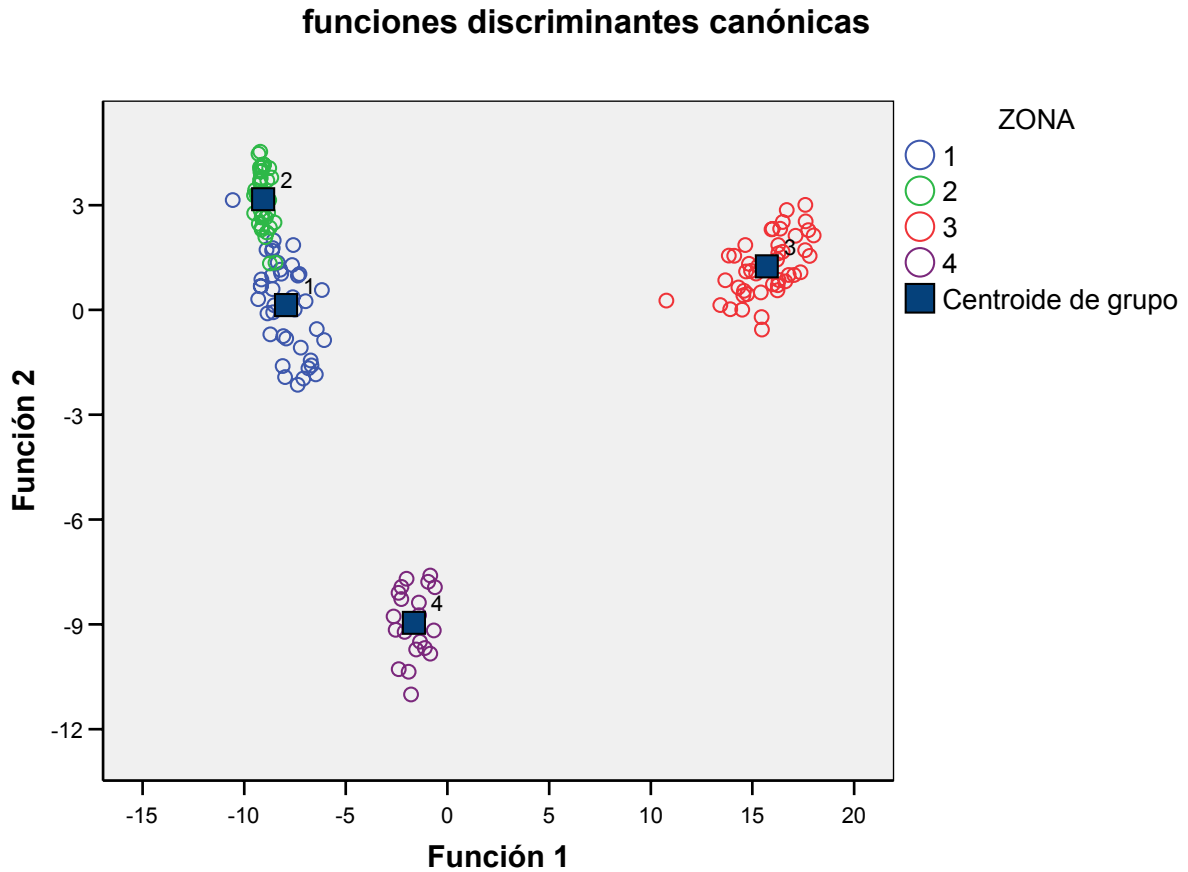
Funciones discriminantes canónicas no tipificadas evaluadas en las medias de los grupos

Como se puede observar en la tabla 60, el grado de significación del modelo estadístico obtenido es bastante alto, las dos primeras funciones discriminantes presentan un nivel de significación superior al 99,8%, con una correlación canónica para la primera función discriminante de 0,996. La primera función discriminante nos basta para el explicar el 88.5 % de la varianza del sistema, y si acoplamos además la 2ª función discriminante, cuya representación en un plano cartesiano aparece en la grafica en color que viene a continuación (Figura 34), explican juntas el 100% de la varianza global de este modelo estadístico.

La variable que más peso ha tenido para explicar la variabilidad del sistema ha sido el porcentaje de Acido Linoleico con un valor estandarizado de 0.887,(tabla 63) la relación ácido oleico/linoleico con un valor estandarizado de -0.709, la relación ácidos grasos monoinsaturados/poliinsaturados, con un valor estandarizado de - 0.693. Todas ellas pertenecientes a la función discriminante. 1.



Figura 34 Grafica del Análisis Discriminante de Ácidos Grasos en Aceites de la Provincia de Granada.



Si representamos las dos funciones discriminantes en ejes cartesianos obtenemos una grafica (figura 34) que nos muestra la existencia de 4 zonas olivareras. La primera zona está formada por la zona de los Montes de Granada y solapada con el Altiplano de Granada que es la segunda zona, ambas zonas tienen la característica de ser prácticamente monovarietales de picual. La tercera zona es la del Poniente de Granada, donde predominan 4 variedades principales (Picual, Lucio, Hojiblanca y Picudo). La cuarta zona es la formada por la Vega de Granada- Temple, en la que existe picual, hojiblanca y algo de Loaime

En la tabla 66 se representan los valores medios de los ácidos grasos y las relaciones de éstos, y las figuras-histogramas de estos ácidos grasos.

Tabla 66

ZONA		Ac. Palmitoleico	Ac. Palmítico	Ac. Esteárico	Ac. Oleico	Ac. Linoleico	Ac. Linolenico
1	Media	.6323	9.9015	2.8979	80.8179	4.4579	.6677
	N	39	39	39	39	39	39
	Desv. típ.	.05891	.50184	.10100	.72538	.20435	.05224
2	Media	.6473	9.7978	2.7970	81.3003	4.1305	.6500
	N	40	40	40	40	40	40
	Desv. típ.	.02418	.06833	.05075	.13541	.08351	.02088
3	Media	.5982	9.8402	2.3822	77.7616	7.8707	.7620
	N	45	45	45	45	45	45
	Desv. típ.	.04030	.14365	.09422	.23098	.19774	.06214
4	Media	.7110	10.0605	3.3205	78.5124	5.7056	.6543
	N	21	21	21	21	21	21
	Desv. típ.	.03448	.06201	.11517	.13296	.12298	.04632
Total	Media	.6372	9.8769	2.7712	79.6686	5.6074	.6901
	N	145	145	145	145	145	145
	Desv. típ.	.05512	.28601	.32212	1.60976	1.61023	.06857

Continuación tabla 66

ZONA		R/Insaturado	R.Mono/polinsat	R.Oleico/Linoleico	R.Oleico/Linolenico
1	Media	6.775946	15.918109	18.166253	121.769648
	N	39	39	39	39
	Desv. típ.	.3037356	.6831765	.8533526	9.6477025
2	Media	6.886324	17.147246	19.690624	125.203412
	N	40	40	40	40
	Desv. típ.	.0458189	.3017622	.3927136	4.0325214
3	Media	7.118540	9.082061	9.886298	102.732480
	N	45	45	45	45
	Desv. típ.	.0932192	.2206683	.2615839	8.6034487
4	Media	6.396422	12.460739	13.766515	120.569559
	N	21	21	21	21
	Desv. típ.	.0604671	.2293631	.2920569	8.5141232
Total	Media	6.857752	13.634927	15.379924	116.635001
	N	145	145	145	145
	Desv. típ.	.2870650	3.4186790	4.1643592	12.3224729

Figura 35

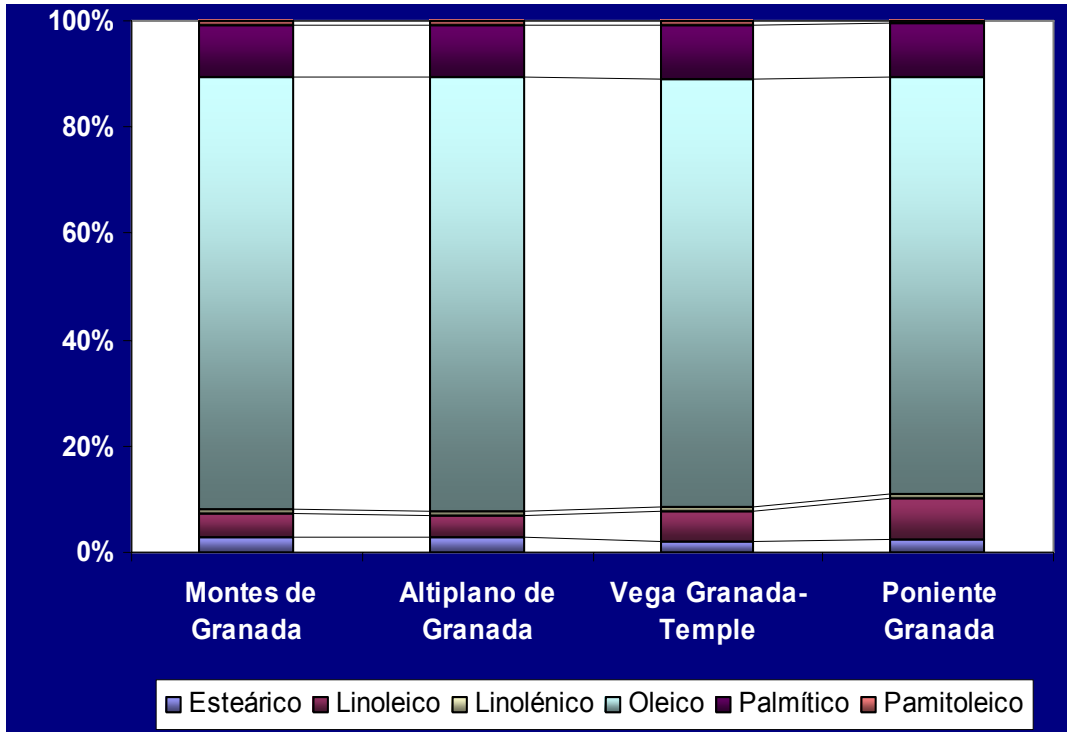
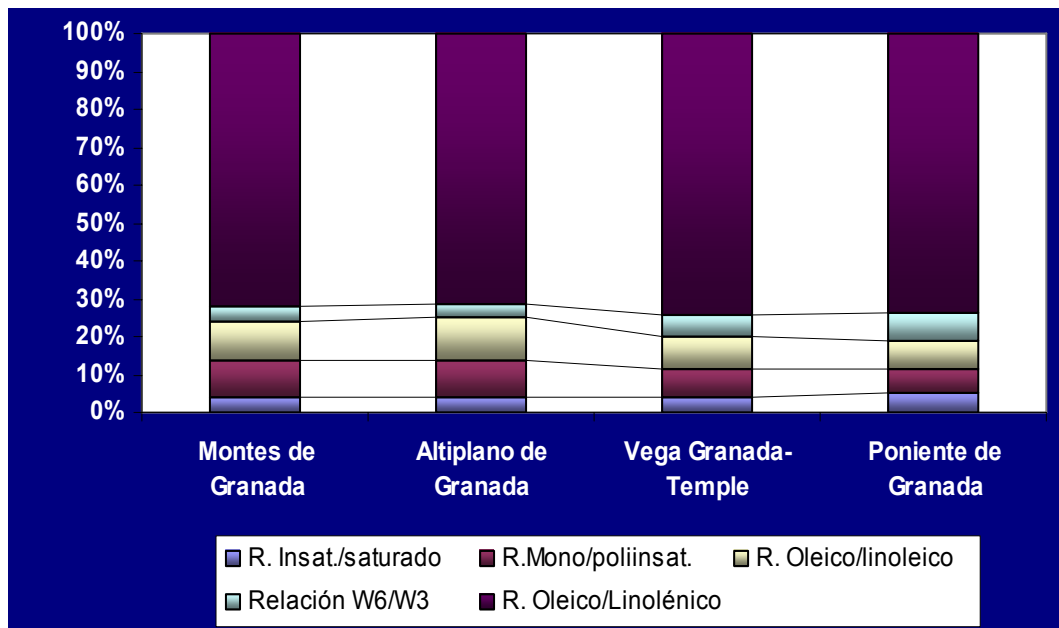


Figura 36



3.

### 3. CONCENTRACIONES DE ELEMENTOS ESTUDIADOS

#### **NIVELES DE HIERRO, COBRE, ZINC, SELENIO, NIQUEL y CROMO EN ACEITE DE OLIVA VIRGEN.**

Una vez establecidas las condiciones de medida para la determinación de estos seis metales y tras comprobar los parámetros de calidad del método propuesto (pg 100), se ha procedido a cuantificar la presencia de estos elementos en 39 muestras de aceite de oliva virgen pertenecientes a la zona de la D.O. Montes de Granada (pg 73)

#### **3.1 HIERRO**

La tabla 67 recoge los niveles de hierro en mg/kg encontradas en las muestras de aceite analizadas

Tabla 67

Nº de Muestra	Hierro mg/kg	Nº de Muestra	Hierro mg/kg
1	0,049	21	0,052
2	0,651	22	0,037
3	0,381	23	0,172
4	0,132	24	0,524
5	0,109	25	0,327
6	0,749	26	0,012
7	0,712	27	0,093
8	0,551	28	0,115
9	0,048	29	0,412
10	0,082	30	0,125
11	0,041	31	0,027
12	0,550	32	0,045
13	0,420	33	0,211
14	0,089	34	0,465
15	0,136	35	0,295
16	0,659	36	0,035
17	0,524	37	0,089
18	0,436	38	0,126
19	0,187	39	0,569
20	0,056		

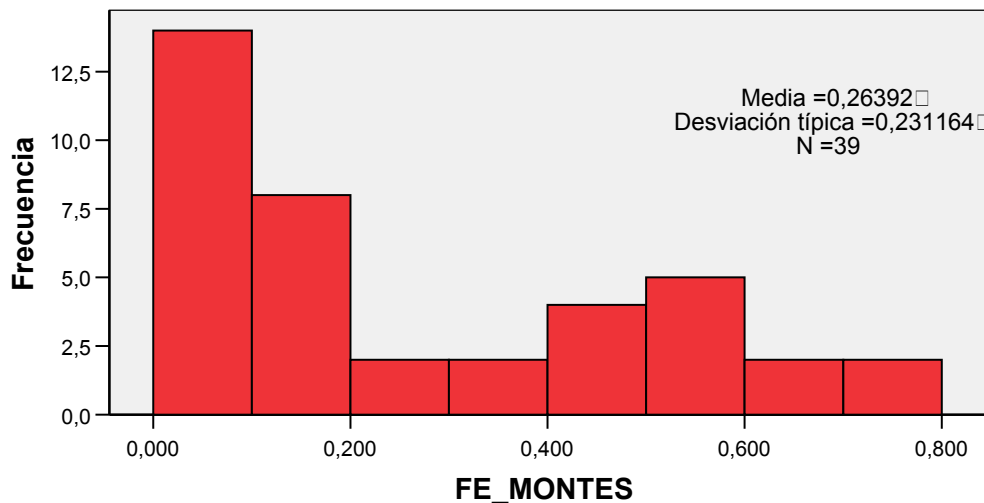
Las concentraciones medias de hierro encontradas en aceite de oliva virgen son de 0.263 mg/kg, con un intervalo de confianza al 95% para las mismas de (0.188,0.338). Existe cierta variabilidad en las concentraciones encontradas en los distintos aceites, las concentraciones oscilan entre 0.01 y 0.75mg/kg, a continuación se muestra un resumen (tabla 68) de la estadística descriptiva de los resultados obtenidos en la determinación de Hierro mg/kg en aceite de oliva virgen

Tabla 68

PARAMETRO	
<b>Media</b>	0.263
<b>Varianza</b>	0.053
<b>Desviación estandar</b>	0.231
<b>Rango</b>	0.012-0.749
<b>Kurtosis</b>	-0.992
<b>Cuartil inferior</b>	0.056
<b>Cuartil superior</b>	0.465
<b>Intervalo de confianza para la media 95%</b>	0.188-0.338

La distribución del contenido en hierro para los aceites analizados aparece a continuación

Figura 37



Las concentraciones de hierro encontradas en los aceites analizados son similares a las encontradas en bibliografía y en todos los casos están por debajo el límite máximo permitido por la legislación española de 0,1ppm, así como el establecido por el COI de  $\leq 3.0$  ppm

Entre los numerosos factores que pueden influir sobre la estabilidad de los aceites vegetales esta la presencia de metales. Los metales pesados sobre todo aquellos con dos o mas estados de oxidación (cobre, hierro..) son buenos catalizadores del proceso de oxidación del aceite. El principal efecto que pueden producir metales como el hierro es aumentar la velocidad de formación de radicales libres, acelerándose el procedimiento de envejecimiento del aceite.

La mayoría de las almazaras controlan los puntos más críticos en la cesión de trazas metálicas, pero existen en la actualidad almazaras con instalaciones más antiguas cuyos molinos, sistema de conducción y depósitos pueden ceder concentraciones de Fe y Cu.

Autores como (Garrido el al, 1993; Martin-Polvillo el al., 1994) encuentran concentraciones inferiores de hierro en otros aceites como girasol o almendras. En otros aceites como el cacahuete, los niveles encontrados de Fe son mayores, Hon et al 1980 aportan valores de Fe para estos aceites de 1.45 mg/kg.. El método de extracción también puede determinar diferencias significativas (Di Battista et al, 1993). En aceites de orujo de oliva se produce gran variabilidad de resultados apareciendo concentraciones de hasta 3.63 mg/kg (Roca,1997)

Nake et al(2000) en su estudio de aceite procedente de almazadas españolas y de aceite obtenido en laboratorio por el método abencor analizan un total de 184 muestras y encuentran que las concentraciones de Fe se encuentran en un intervalo de 0.01 a 1 ppm.

T. Galeano (2003), desarrollan dos métodos para determinación de hierro en aceite de oliva por espectrofotometria y encuentran concentraciones de hierro en aceites de 0.296 a 0.658 ppm.

Lendinez, E. (2004) analiza muestras de aceitunas, de masa de aceitunas y del aceite obtenido al final del proceso y en todos los casos las concentraciones oscilan entre 0.01 y 0.88 ppm siendo las concentraciones medias para el aceite de 0.32 ppm.

Zeiner, M et al (2005) analizaron muestras de aceite de oliva virgen extra comerciales de 14 zonas diferentes de Croacia, la técnica usada para la determinación fue por ICP-AES obteniendo valores para el Fe de 0.15 mg/kg con intervalos que oscila entre 0.13 y 0.18 mg/kg.

Crindrit, I et al (2006) estudiaron el contenido de hierro de aceite de oliva virgen extra, aceite de girasol, aceite de sésamo, de arroz y de soja consumidos en Croacia la técnica usada fue ICP-AES y los valores medios obtenidos fueron de 0.15 para el oliva, 0,15 para el girasol, 0,14 para el aceite de sesamo y 0.23 en el caso del aceite de soja.

**3.2. CROMO**

La tabla 69 y recoge los niveles de Cromo en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  encontradas en las muestras de aceite analizadas

Tabla 69

Nº de Muestra	Cromo $\mu\text{g}/\text{kg}$	Nº de Muestra	Cromo $\mu\text{g}/\text{kg}$
1	21.42	21	21.25
2	19.60	22	36.17
3	21.08	23	21.28
4	29.79	24	22.65
5	19.37	25	25.76
6	23.99	26	35.42
7	35.40	27	27.69
8	27.18	28	41.18
9	29.82	29	35.86
10	29.85	30	23.87
11	22.50	31	23.54
12	21.65	32	35.68
13	22.69	33	20.19
14	28.75	34	23.65
15	21.22	35	24.95
16	24.05	36	32.23
17	33.26	37	24.73
18	26.52	38	39.50
19	29.56	39	36.07
20	31.26		



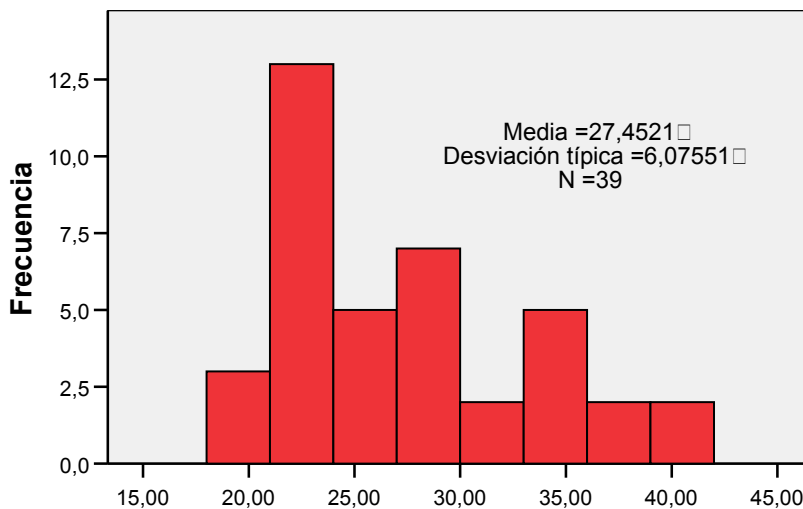
Los valores que aparecen en las muestras se encuentran entre 19.37 y 41.18  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . La concentración media de cromo encontrada en el aceite ha sido de 27,45  $\mu\text{g}/\text{kg}$  con un intervalo de confianza al 95% para las mismas de (25.48, 29.42) La tabla 70 recoge la estadística descriptiva aplicada a los datos obtenidos.

Tabla 70

PARAMETRO	
<b>Media</b>	27.45
<b>Varianza</b>	36.91
<b>Desviación estandar</b>	6.07
<b>Rango</b>	19.37-41.18
<b>Kurtosis</b>	-0.775
<b>Cuartil inferior</b>	22.50
<b>Cuartil superior</b>	32.23
<b>Intervalo de confianza para la media 95%</b>	25.48-29.42

La figura 38 muestra las distribuciones del contenido en cromo para las muestras analizadas.

Figura 38



Di Battista et al (1993) encuentran diferencias en el contenido en cromo en función del método de obtención del aceite, en su estudio constatan que los aceites obtenidos por percolación tienen más concentración de cromo que los obtenidos por centrifugación y presión.

El cromo es un material muy utilizado a nivel industrial, con gran aplicación en tecnología de los alimentos. Repetto (1995) menciona como fuentes de exposición al cromo a la metalurgia, galvanizados pinturas, cemento.

Lendinez en 1996, en un estudio sobre contenido en Cromo en alimentos encuentra en el caso de aceites de oliva concentraciones de 40,60  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

Roca (2001) encuentra concentraciones de 18.14  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en aceite de oliva virgen y 17,44 $\mu\text{g}/\text{kg}$  en aceite de oliva.

Lendinez et al (2003) hacen un estudio de contenido en cromo en alimentos básicos de la dieta española incluyendo el aceite de oliva y encuentran que para este producto la concentración media de cromo en las muestra analizadas es de 21.25  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

Las concentraciones de cromo encontradas por Lendinez et al (2004) en su estudio sobre aceites comestibles son similares a los obtenidos en nuestro estudio encontrando un valor medio de 24,26 $\mu\text{g}/\text{kg}$  de cromo en muestras de aceite de oliva,

Los valores obtenido por Cindrit, I et al (2006) en su estudio con aceite de oliva virgen extra, aceite de girasol, aceite de sésamo, de arroz y de soja consumidos en Croacia fueron en todos los casos inferiores al limite de detección (LOD:0.81 $\mu\text{g}/\text{g}$ )

**3.3. COBRE**

La tabla 71 y la recoge los niveles de Cobre en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  encontradas en las muestras de aceite analizadas

Tabla 71

Nº de Muestra	Cobre $\mu\text{g}/\text{kg}$	Nº de Muestra	Cobre $\mu\text{g}/\text{kg}$
1	5.59	21	2.83
2	5.45	22	4.50
3	7.66	23	5.98
4	6.80	24	10.15
5	9.00	25	8.40
6	13.83	26	12.10
7	9.37	27	8.60
8	3.42	28	9.82
9	6.69	29	4.66
10	10.73	30	8.23
11	6.50	31	3.58
12	4.78	32	4.13
13	6.79	33	6.79
14	7.21	34	9.67
15	8.43	35	7.65
16	12.49	36	10.26
17	8.66	37	9.34
18	5.14	38	8.97
19	7.01	39	5.01
20	11.19		

Los valores determinados se encuentran entre 2.83 y 13.83  $\mu\text{g}/\text{kg}$  con un intervalo de confianza al 95% para las mismas de (6.76, 8.48). La concentración media de cobre

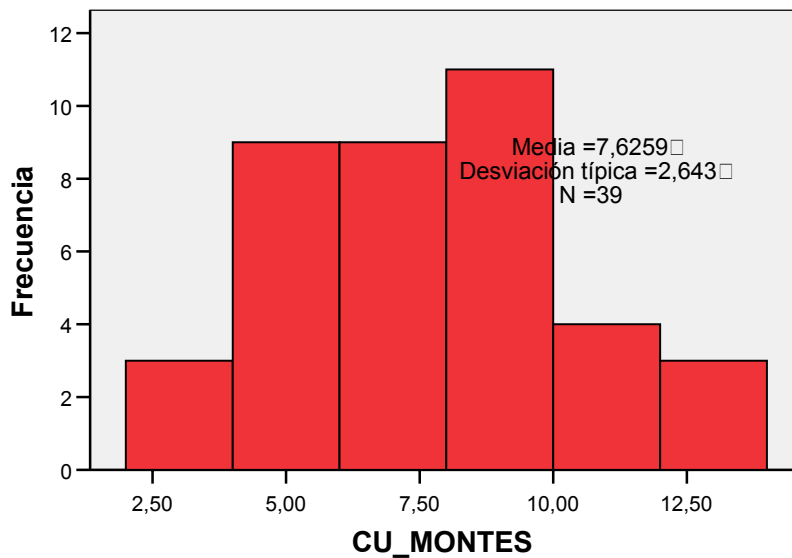
encontrada en el aceite ha sido de 7.62 µg/kg. La tabla 72 recoge la estadística descriptiva aplicada a los datos obtenidos.

Tabla 72

PARAMETRO	
<b>Media</b>	7.62
<b>Varianza</b>	6.98
<b>Desviación estandar</b>	2.64
<b>Rango</b>	2.83-13.83
<b>Kurtosis</b>	-0.418
<b>Cuartil inferior</b>	5.45
<b>Cuartil superior</b>	9.37
<b>Intervalo de confianza para la media 95%</b>	6.76-8.48

La distribución del contenido en Cobre para los aceites analizados aparece a continuación

Figura 39



Las concentraciones de cobre encontradas en los aceites estudiados no superan los límites establecidos por la legislación Española y por el COI fijados en 0.1 ppm.

Viladrich et al. (1986) señalan que los niveles de cobre son superiores en aceites de oliva vírgenes que en el resto de las grasas, encontrando diferencias estadísticamente significativas ( $p>0.25$ ) entre la concentración de este elemento en los aceites de oliva vírgenes y en los de oliva.

Martín–Polvillo et al (1994) encuentra valores comprendidos entre 73-86  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en las muestras analizadas de aceite de oliva virgen.

Roca (1997) al analizar muestras de aceite de oliva virgen, de oliva y de orujo de oliva, encuentra que el contenido en cobre fue de 48.18  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en aceite de oliva virgen, de 45.16  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en aceite de oliva y de 47,40  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en aceite de orujo. Roca indica que las concentraciones más elevadas de Cu aparecen en muestras comercializadas etiquetadas con mayor acidez, si bien resalta que este dato resulta solo indicativo puesto que dicho valor de acidez puede verse modificado por factores como la luz, aire etc.

L.La Pera et al ,(2002) estudian concentraciones de cobre en aceites de oliva virgen a lo largo de dos cosechas la 99/00 y la 00/01 en aceites de distinta variedades cultivados en varias zonas de Italia, en su estudio obtienen cierta variabilidad en los resultados, si bien todas la muestra tienen concentraciones de Cu inferiores a 60  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , el origen de la gran variabilidad de resultados encontrados puede deberse a diversos factores que sobre todo pueden estar relacionados con la transferencia de estos metales a la planta después de la fertilización.

Lendinez (2004) en su estudio de aceitunas masa y aceite encuentra concentraciones de Cu de entre 10.33 y 18.24  $\mu\text{g}/\text{kg}$ .

Zeiner, m et al (2005) en su estudio de aceites de Croacia , observa valores para el Cu de 0.82  $\mu\text{g}/\text{kg}$  . La determinación se realizó mediante ETA-AAS.

Los valores obtenido por Cindrit, I et al (2006)en su estudio con aceite de oliva virgen extra, aceite de girasol, aceite de sésamo, de arroz y de soja consumidos en Croacia

fueron oscilaron entre 0.05µg/kg para el aceite de oliva y 0.51µg/kg para el aceite de sesamo.

Angioni et al (2006) en su estudio sobre si el contenido en metales de un aceite puede variar en función del grado de maduración del la aceituna encuentran valores para el Cu de entre 4,1 y 4.4 µg/kg .No encontrando diferencias significativas en aceites procedentes de aceitunas con distinto grado de maduración.

**3.4. NIQUEL**

La tabla 73 recoge los niveles de Niquel en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  encontrados en las muestras de aceite analizadas

Tabla 73

Nº de Muestra	Niquel $\mu\text{g}/\text{kg}$	Nº de Muestra	Niquel $\mu\text{g}/\text{kg}$
1	14.87	21	21.64
2	15.16	22	16.56
3	13.29	33	20.80
4	18.17	24	12.51
5	16.40	25	10.27
6	16.86	26	18.28
7	15.41	27	18.00
8	19.28	28	19.23
9	16.68	29	13.88
10	17.75	30	21.47
11	13.24	31	19.44
12	14.16	32	15.92
13	12.83	33	20.37
14	17.16	34	11.23
15	14.63	35	11.94
16	15.19	36	18.01
17	14.82	37	16.95
18	20.01	38	18.61
19	17.26	39	14.27
20	18.00		

Los valores que aparecen en las muestras se encuentran entre 10.27 y 21.64  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . La concentración media de Niquel encontrada en el aceite ha sido de 16.42  $\mu\text{g}/\text{kg}$  con

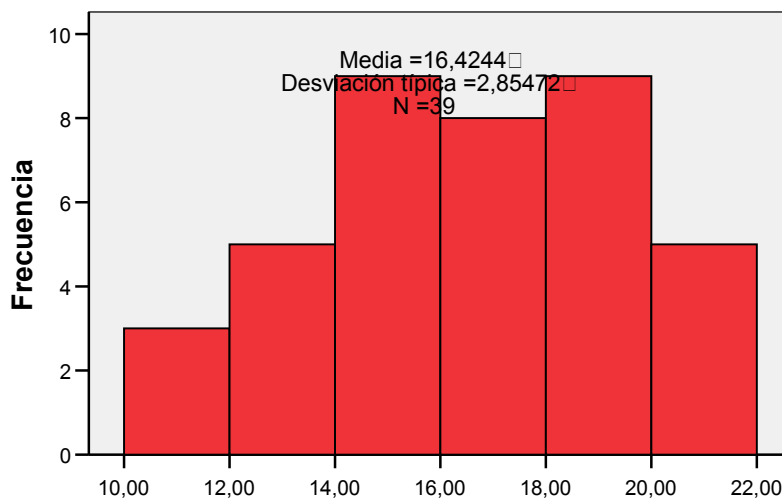
un intervalo de confianza al 95% para las mismas de (15.49-17.34). La tabla 74 recoge la estadística descriptiva aplicada a los datos obtenidos.

Tabla 74

PARAMETRO	
<b>Media</b>	16.42
<b>Varianza</b>	8.14
<b>Desviación estandar</b>	2.85
<b>Rango</b>	10.27-21.64
<b>Kurtosis</b>	-0.595
<b>Cuartil inferior</b>	14.27
<b>Cuartil superior</b>	18.28
<b>Intervalo de confianza para la media 95%</b>	15.49-17.34

La figura 40, indica la distribución de los resultados obtenidos en las muestras de aceites de oliva analizadas

Figura 40





Roca (1997) encuentra concentraciones medias 30 µg/kg para aceite de oliva virgen y de 89.92µg/kg para aceite de oliva, observándose gran variabilidad entre concentraciones.

Lendinez (2004) analiza aceite de oliva virgen y encuentra concentraciones medias de 23,35µg/kg, con niveles que oscilan entre 10.28µg/kg y 65.91 µg/kg.

Zeiner, m et al (2005) analizaron muestras de aceite de oliva virgen extra comerciales de 14 zonas diferentes de Croacia, los valores para el Ni fueron de 0.79 µg/kg.

Cindrit, I et al (2006) encuentra que el contenido en Niquel para aceites de oliva producidos en Croacia tiene valores medios de 1.9 µg/kg. En el caso de otros aceite como aceite de girasol, de sesamo o soja los valores son inferiores a 0.28 µg/kg.

### 3.5. SELENIO

La tabla 75 recoge los niveles de Selenio en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  encontradas en las muestras de aceite analizadas

Tabla 75

Nº de Muestra	Selenio $\mu\text{g}/\text{kg}$	Nº de Muestra	Selenio $\mu\text{g}/\text{kg}$
1	75.87	21	80.70
2	68.40	22	95.10
3	60.50	23	98.80
4	82.43	24	102.30
5	76.50	25	105.70
6	76.43	26	107.85
7	100.00	27	90.80
8	90.01	28	91.30
9	92.34	29	59.42
10	92.56	30	79.87
11	78.36	31	82.06
12	67.22	32	93.37
13	58.61	33	97.75
14	84.97	34	101.91
15	75.52	35	102.43
16	77.14	36	102.11
17	95.64	37	92.27
18	93.21	38	89.83
19	94.44	39	61.78
20	91.53		

Los valores que aparecen en las muestras se encuentran entre 59.42-107.85  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . La concentración media de Selenio encontrada en el aceite ha sido de 86.33  $\mu\text{g}/\text{kg}$  con un

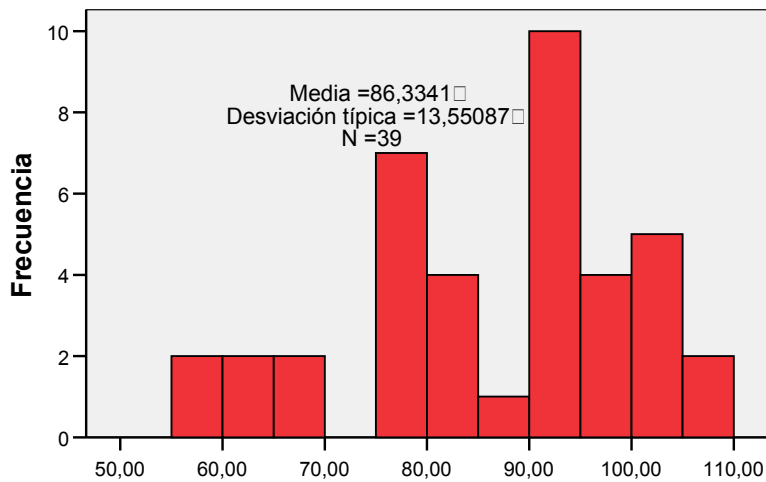
intervalo de confianza al 95% para las mismas de (81.94,90.72). La tabla 76 recoge la estadística descriptiva aplicada a los datos obtenidos.

Tabla 76

PARAMETRO	
<b>Media</b>	86.33
<b>Varianza</b>	183.62
<b>Desviación estandar</b>	13.55
<b>Rango</b>	59.42-107.85
<b>Kurtosis</b>	-0.571
<b>Cuartil inferior</b>	76.50
<b>Cuartil superior</b>	95.64
<b>Intervalo de confianza para la media 95%</b>	81.94-90.72

La figura 41, indica la distribución de los resultados obtenidos en las muestras de aceites de oliva analizadas

Figura 41



Roca en su estudio de determinación de niveles de distintos minerales en aceites de oliva comercializados en Andalucía (2000) encuentra niveles de Selenio en aceite de oliva virgen que van desde no detectable a 153.04 µg/kg, para el aceite de oliva intervalos de no detectable a 153,65µg/kg y para el orujo de oliva intervalos de 57,93 a178,51 µg/kg.

Dugo G et al (2004) estudian la influencia de la zona y la variedad del olivo en el contenido en Selenio en aceite de oliva virgen. Analizaron 50 muestras de aceite de oliva virgen, que fueron clasificadas en función de la zona de producción y de la variedad de aceituna encontrando diferencias siinificativas en las concentraciones de Selenio en estos aceites con valores que oscilaron entre 50.3 y 122.06 µg/kg

**3.6. ZINC**

La tabla 77 recoge los niveles de Zn en  $\mu\text{g}/\text{kg}$  encontradas en las muestras de aceite analizadas

Tabla 77

Nº de Muestra	Zinc $\mu\text{g}/\text{kg}$	Nº de Muestra	Zinc $\mu\text{g}/\text{kg}$
1	10.20	21	29.80
2	12.27	22	27.27
3	18.40	23	31.00
4	21.30	24	14.90
5	15.20	25	17.50
6	15.70	26	17.90
7	16.22	27	11.93
8	20.40	28	11.90
9	30.10	29	18.60
10	14.40	30	19.00
11	11.41	31	27.11
12	12.38	32	26.49
13	19.67	33	29.84
14	18.75	34	15.20
15	12.27	35	18.67
16	12.46	36	17.95
17	15.51	37	12.57
18	19.96	38	13.01
19	28.71	39	19.01
20	15.43		

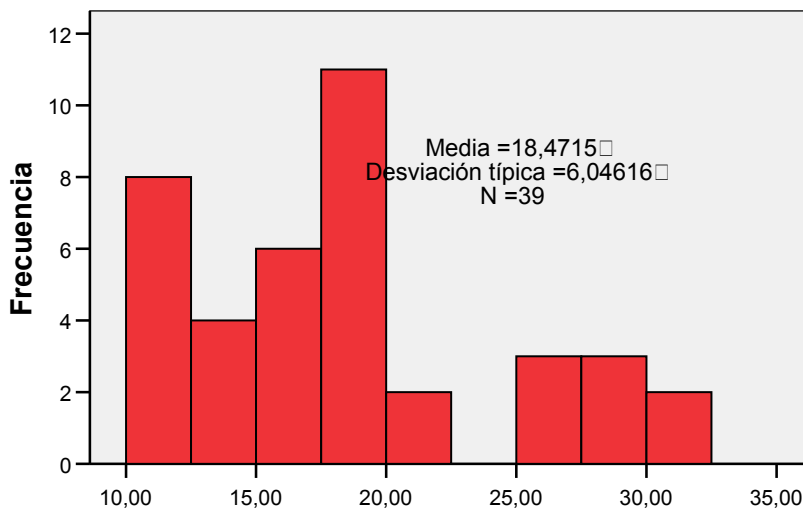
Los valores que aparecen en las muestras se encuentran entre 10.2-31.0  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . La concentración media de Zinc encontrada en el aceite ha sido de 18.47  $\mu\text{g}/\text{kg}$  con un intervalo de confianza al 95% para las mismas de (16.51,20.43). La tabla 78 recoge la estadística descriptiva aplicada a los datos obtenidos.

Tabla 78

PARAMETRO	
<b>Media</b>	18.47
<b>Varianza</b>	36.55
<b>Desviación estandar</b>	6.04
<b>Rango</b>	10.2-31.0
<b>Kurtosis</b>	-0.430
<b>Cuartil inferior</b>	13.01
<b>Cuartil superior</b>	20.40
<b>Intervalo de confianza para la media 95%</b>	16.51-20.43

La figura, indica la distribución de los resultados obtenidos en las muestras de aceites de oliva analizadas

Figura 42



Roca et al, 2000 obtienen valores de Zinc en aceites de oliva virgen producidos en Andalucía de entre 8.75 y 36.575 µg/kg, intervalos para el aceite de oliva de 10.00 a 36.28 µg/kg y de entre 10.23 a 32.97 µg/kg para el aceite de orujo de oliva.

L. La pera et al (2002) en su estudio para medir concentraciones de Zn en aceites de oliva virgen a lo largo de dos cosechas la 99/00 y la 00/01 en aceites de distinta variedades cultivados en varias zonas de Italia, por métodos potenciométricos obtienen concentraciones de Zn inferiores a 610 µg/kg

Lo Coco et al (2003) pusieron a punto un método para determinar Cd y Zn en aceite de oliva por potenciometria derivativa, y obtuvieron valores de Zn de entre 25,5 a 68,3 µg/kg en muestras de aceite de oliva comercial.

Zeiner, m et al (2005) en muestras de aceite de oliva virgen de Croacia, obtuvo valores para el Zn de 3.39 µg/kg con intervalos que oscila entre 0.13 y 0.18 mg/kg.

Angioni et al(2006) en su estudio sobre las concentraciones de Zn en 9 variedades de aceite producidos en Italia encuentran valores de Zn de entre 0,7 µg/kg en el caso de la variedad Ogliastrina y de 18.3 en el caso de Tonda di Cagliari, observando gran variabilidad en el contenido en este elemento en función del grado de maduración de la aceituna.

### **3.7. CORRELACIONES ENTRE ELEMENTOS**

Los estudios de interacciones entre los distintos elementos traza presentan gran importancia como medida para detectar problemas medioambientales, debido a la interacción de elementos esenciales con metales tóxicos como consecuencia de la polución.

La absorción y biodisponibilidad de los elementos minerales y elementos traza pueden verse modificadas por interacciones entre ellos y con los nutrientes de la dieta, si estos se encuentran en cantidades no apropiadas (Roca A, 1998)

Alvarez et al. (1986) encuentran una relación Ca/Mg, Na/K, Fe/Zn, Fe/Cu y Zn/Cu superior a la unidad tanto en aceite de oliva como en como en otros aceites (colza, semillas, maíz, girasol, soja)

Garrido et al.(1994), establecen una correlación ( $p < 0.001$ ) entre los niveles de Ca y Mg en aceite de maíz también hallan correlaciones estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ) entre la concentraciones de Fe y Zn y entre las concentraciones de Mg y Ca en aceite de girasol;

Roca (1997) encuentra en aceite de oliva correlaciones estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ), entre las siguientes parejas de metales: Fe-Mn, Se-Cr, Se\_Cd y Mn-Pb; para  $p < 0.01$  entre Cd-Mn y de  $p < 0.05$  entre Mg-Ni, Mn-Cr, Cd-Cd y Pb-Cd. En aceite de oliva virgen comprueba una correlacion significativa ( $p < 0.01$ ) entre Mg-Zn, Cu-Pb, Mn-Pb, Mn-Cd, Zn-Ni, Se-Cr y Se-Cd.

Lendinez (2004) en su estudio de presencia de elementos minerales en aceitunas, masa y aceite, encuentra una relación significativa en el contenido de Fe y Cu en aceituna, correlación significativa en masa entre Fe-Cu, Fe-Ni. En cuanto a las muestras de aceite de oliva solo se observa relación significativa entre Cu-Ni.

En la presente memoria, se ha efectuado el estudio de correlación entre parejas de elementos en las muestras de los Montes de Granada analizadas. Los resultados obtenidos aparecen en la tabla 79, indicándose el coeficiente de correlación de Pearson calculado para cada pareja de elementos y el grado de significación que este presenta.



-----*Resultados y Discusión de los resultados*

Tabla 79

		FE_MONTES	CU_MONTES	CR_MONTES	NI_MONTES	ZN_MONTES	SE_MONTES
FE_MONTES	Correlación de Pearson	1					
	Sig. (bilateral)						
	N	39					
CU_MONTES	Correlación de Pearson	.120	1				
	Sig. (bilateral)	.466					
	N	39	39				
CR_MONTES	Correlación de Pearson	-.134	.106	1			
	Sig. (bilateral)	.416	.522				
	N	39	39	39			
NI_MONTES	Correlación de Pearson	-.404(*)	-.121	.121	1		
	Sig. (bilateral)	.011	.465	.462			
	N	39	39	39	39		
ZN_MONTES	Correlación de Pearson	-.258	-.491(**)	.015	.409(**)	1	
	Sig. (bilateral)	.113	.001	.927	.010		
	N	39	39	39	39	39	
SE_MONTES	Correlación de Pearson	-.257	.299	.262	.166	.199	1
	Sig. (bilateral)	.115	.064	.108	.313	.225	
	N	39	39	39	39	39	39

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

\*\* La correlación es altamente significativa al nivel 0,01 (bilateral).

En el total de muestras analizadas se han encontrado correlaciones estadísticamente significativas (tabla 79) para  $p < 0.01$ , entre parejas de metales: Zn-Cu y Zn-Ni y de  $p < 0.05$  entre Ni-Fe, para el resto de parejas no se han observado correlaciones estadísticamente significativas. Posiblemente las correlaciones entre estos elementos puedan ser debidas a que todos ellos son utilizados simultáneamente en maquinaria empleada en almazaras.

Cabe destacar las correlaciones entre elementos esenciales. En este sentido se ha descrito que elevadas concentraciones de Ni pueden disminuir la biodisponibilidad del Zn deficiencia dietaria de Fe influye en la intoxicación por Ni (Roca,1998)

### **3.8. OTRAS CORRELACIONES**

(Martín-Polvillo et al, 1994) Encuentran que las concentraciones medias de Fe en muestras de aceite de oliva virgen extra son menores que las obtenidas para aceite de oliva virgen, este autor atribuye este hecho al menor grado de acidez permitido para el primero frente al segundo.

La presencia o ausencia de antioxidantes y prooxidantes entre los que destacan determinados metales pueden marcar la estabilidad de un aceite, es decir la resistencia que ofrece a procesos de enranciamiento durante su almacenamiento, así como su resistencia en los tratamientos térmicos culinarios; este parámetro está altamente ligado a la composición ácida, en especial con la relación monoinsaturados/poliinsaturados (Jiménez et al, 1995)

Garrido et al(1994) en su estudio sobre aceites vegetales comestibles encuentran una correlación directa ( $p < 0.001$ ) entre la presencia de Fe y el grado de acidez del aceite, esto lo atribuyen a los efectos catalíticos del Fe sobre la autooxidación de las grasas. Estos autores correlacionan también el grado de acidez con el índice de peróxidos, y los explican por que ambos parámetros están involucrados en la rancidez.

El estudio de Lendinez de 2004 resaltaba la relación significativa ( $p < 0.01$ ) entre la acidez y el índice de peróxidos así como entre índice de peróxidos y  $K_{270}$  del índice de peróxidos y la puntuación organoléptica, del Cu y el índice de peróxidos y del Fe y el  $K_{232}$ .

-----Resultados y Discusión de los resultados

		ACIDEZ_MONTES	PEROXIDOS_MONTES	K270_MONTES	K232MONTES
ACIDEZ_MONTES	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1 39			
PEROXIDOS_MONTES	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	.376(*) .018 39	1 39		
K270_MONTES	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	.004 .982 39	.074 .653 39	1 39	
K232MONTES	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-.352(*) .028 39	.039 .813 39	.471(**) .002 39	1 39
FE_MONTES	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	.159 .333 39	.584(**) .000 39	-.030 .857 39	.194 .237 39
CU_MONTES	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	.299 .064 39	.217 .184 39	.181 .271 39	-.132 .423 39
CR_MONTES	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-.155 .347 39	.133 .421 39	.226 .166 39	-.040 .811 39
NI_MONTES	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-.028 .866 39	-.138 .402 39	.076 .646 39	-.089 .591 39
ZN_MONTES	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-.257 .114 39	-.061 .711 39	-.039 .813 39	.023 .889 39
SE_MONTES	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	.279 .086 39	-.067 .684 39	.426(**) .007 39	-.101 .542 39

\* La correlación es significativa a nivel 0,05; \*La correlación es altamente significativa a nivel 0.01

Tabla 80

En el total de muestras analizadas en nuestro estudio se han encontrado correlaciones estadísticamente significativas (tabla 80) para  $p < 0.01$ , entre el Fe y el índice de peróxidos y entre el Se y el K270, para el resto de parejas metal-índices de calidad no se han observado correlaciones estadísticamente significativas. En el caso de las correlaciones entre los índices de calidad de la zona de los montes se han encontrado correlaciones estadísticamente significativas para  $p < 0.01$ , entre K270 y K232 y de  $p < 0.05$  entre índice de peróxidos e índice de acidez. Todas las correlaciones encontradas concuerdan con los datos aportados por otros autores

En la siguiente tabla (tabla 81) se muestran las correlaciones de los índices de calidad del total de muestras de nuestro estudio y como se puede observar vuelven a aparecer correlaciones estadísticamente significativas para  $p < 0.01$ , entre K270 y K232 y de  $p < 0.05$  entre índice de peróxidos e índice de acidez.

Tabla 81

		ACIDEZ	PEROXIDOS	K270	K232
ACIDEZ	Correlación de Pearson	1			
	Sig. (bilateral)				
	N	145			
PEROXIDOS	Correlación de Pearson	.181(*)	1		
	Sig. (bilateral)	.029			
	N	145	145		
K270	Correlación de Pearson	-.073	.014	1	
	Sig. (bilateral)	.380	.865		
	N	145	145	145	
K232	Correlación de Pearson	-.124	.148	.360(**)	1
	Sig. (bilateral)	.138	.076	.000	
	N	145	145	145	145

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

\*\* La correlación es altamente significativa al nivel 0,01 (bilateral)



## *Conclusiones*



Los resultados aportados en la presente memoria, nos permiten aportar las siguientes conclusiones:

- 1.- Del estudio de los criterios de calidad, los resultados obtenidos muestran diferencias estadísticamente significativas para los valores de los índices de acidez, peróxidos, humedad, materias volátiles y contenido en impurezas entre las cuatro zonas objeto de estudio. Sin embargo, no se observan diferencias estadísticamente significativas respecto a la absorbancia en el ultravioleta.
- 2.- Todos los aceites estudiados pueden catalogarse en función de los parámetros de calidad como Aceites de Oliva Virgen Extra, aunque existan diferencias significativas entre las distintas zonas estudiadas.
- 3.- De la aplicación del análisis discriminante al estudio de los ácidos grasos de los aceites analizados, se pone de manifiesto la existencia de cuatro zonas olivareras en función de la variedad de aceituna. Así pues, se observa:
  - Una zona formada por los aceites de los Montes de Granada que se solapa con los aceites del Altiplano, donde predomina la variedad Picual.
  - Otra zona bien delimitada es la del Poniente de Granada, en la que los aceites proceden de la mezcla de 4 variedades: Picual, Lucio, Hojiblanca y Picudo.
  - La última zona es la correspondiente a la Vega de Granada-Temple, donde destacan aceites de las variedades Picual, Hojiblanca, y en menor proporción Loaime.
- 4.- Desde el punto de vista nutricional, destaca el contenido en ácido oleico en las zonas de Los Montes de Granada y Altiplano (superior al 80%). La relación  $\omega 6/\omega 3$  se encuentra entre 5 y 10 para todas las zonas con excepción de la de Poniente, donde esta relación fue superior a 10.
- 5.- Dentro de los aceites de la misma zona existe una gran variabilidad en cuanto al contenido en minerales. Sin embargo hay algunas muestras como por ejemplo la nº 9 en las que se da la paradoja de que están elevados los minerales antioxidantes y en concentraciones bajas o medias los prooxidantes.



- 6.- Para poder establecer una relación entre el contenido en minerales y su relación con la fecha de caducidad orientativa, es necesario llevar a cabo estudios complementarios



## *Bibliografía*



ABBHEY M., BELLING G. B., NOAKES M., HIRATA F. Y NESTEL P. J. (1993): Oxidation of low-density lipoproteins: intraindividual variability and the effect of dietary linoleate supplementation *Am. J. Clin. Nutr.*; 57: 391-398.

AGUILAR J. (1989) Estudio del olivar Jienense. Ocho volúmenes correspondientes a las diferentes comarcas olivareras. Estudio inédito depositado en la Diputación de Jaén.

AGUILAR, J. (1995) Jerarquización de parámetros edáficos en la evolución de la productividad del olivo. *Revista de la sociedad española de la ciencia del suelo*; 1:101-111.

AGUILERA, M., BELTRÁN,G., ORTEGA,D., FERNÁNDEZ,A., JIMÉNEZA., UCEDA,M.(2005)Characterisation of virgin olive oil of Italian olive cultivars: 'Frantoio' and 'Leccino', grown in Andalusia *Food Chemistry*: 89(3): 387-391

ALBA, J. HIDALGO, F. RUIZ, M<sup>a</sup>. MARTINEZ, F. MOYANO, M<sup>a</sup>. CERT, A. REREZ, M<sup>a</sup> RUIZ, M<sup>a</sup>. (1996) Características de los aceites de oliva de primera y segunda centrifugación. *Grasas y aceites*. 47(3): 163-181

ALBA, J., IZQUIERDO, J.R., GUTIERREZ, F., (1997) Aceite de Oliva Virgen . Análisis Sensorial. La cata del Aceite de Oliva Virgen. Eds Agrícola Española, S.A. Madrid

ALBA J,(1999) Elaboración del aceite de oliva virgen. El cultivo del olivo. Mundiprensa. Madrid.

ALBI, T., LAZON, A., CERT, A., APARICIO, R. (1990) Valores de eritodiol en muestras de aceites de oliva andaluces. *Grasas y aceites*. 41: 167-170.

ALEMANY, M.(1995) Enciclopedia de las dietas y la nutrición. Ed Planeta

ALLUE ANDRADE (1995). Estudio de las condiciones de fertilidad de los suelos bajo clima Mediterráneo semiárido (La Rioja). *Edafología*. *Revista de la S.E.C.S.* 9-16.

ALONSO GARCIA, M<sup>a</sup>., APARICIO,R. (1993) Characterization of European virgin olive oils using fatty acids. *Grasas y aceites*, 44:18-24.

ALONSO MIELGO, A., GUZMAN CASADO, G. (1999) Cultivo del olivar en agricultura ecológica. Divulgación de agricultura ecológica, 2/99. Comité Andaluz de Agricultura Ecológica. Junta de Andalucía.

ALVAREZ, R., DÍAZ C., HARDISSON, A., GALINDO, L. (1986) Niveles de concentración de iones metálicos (Na, K,Ca,Mg,Cu,Zn y Fe) en aceites vegetales en aceites vegetales comestibles. Rev. Agroquím. Tecnol. Aliment.26(2):291-295

AMIRANTE R, DIRENZO G, DI GIOVACCHINO, L BIANCHI B, CATALANO P. (1993) Evolución tecnológica de las instalaciones de extracción del aceite de oliva. Olivae 48: 43-53

AMIRANTE, R., CII. E., MNTTEL, G., PASQUALONE.A. (2001) Influence of mixing and extraction parameters on virgin olive oil quality. Grasas y Aceites. 52: 3-4.

ANGEROSA, F., DI GIOVACCHINO, L. (1996)Naturals antioxidants of virgin olive oil obtained by two and tri-phase centrifugal decanters. Grasas y Aceites,47:247-254.

ANGEROSA.F.(1993) Oxidation des huiles d'olive vierges par les metaux: Manganese et Nickel. Revue Francaise des corps Gra. 40:41-48.

ANGEROSA, F.; D'ALESSANDRO, N.; BASTI, C.; VITO, R.(1998) Biogeneration of volatile compounds in virgin olive oil: their evolution in relation to malaxation time, J Agric Food Chem ; 46: 2940

ANGIONI,A., CABITZA,M., RUSSO, M.T., CABONI, P.(2006) Influence of olive cultivars and period of harvest on the contents of Cu, Cd, Pb, and Zn in virgin olive oils Food Chemistry, 99 (3): 525-529

APARICIO, R. HARWOOD J.(2003) Manual del aceite de oliva. AMV- Mudiprensa. Madrid.

APARICIO, R., RODA, L., ALBI, M., GUTIERREZ, F. (1999) Effect of various compounds on Virgin Olive Oil stability measured by Rancimat. J food Chem, 47:4150-4155

- ARAMBOURG, Y. (1983) La fauna entomológica de olivo. *Olivae*, 1. Madrid
- ASSMANN, G. (2000) Aceite de oliva: producción, calidad y composición. Biblioteca de información médica sobre el aceite de oliva en Europa 1-7.
- ASSMANN, G., CARMENA, R., CULLEN, P., FRUCHART, J. C., LEWIS, B., MANCINI, M., OLSSON, A., POMETTA, D., TIKKANEN, M., (1998). The scientific background for the primary and secondary prevention of coronary heart disease. A worldwide view. *Nutr. Metabol. Cardiovasc. Dis.* 8: 205-271.
- BALLESTA MC, MARTINEZ-VICTORIA E, MANAS M, MATAIX FJ, SEIQUER I Y HUERTAS JH(1991).: Protein digestibility in dog. Effect of the quantity and quality of dietary fat (virgin olive oil and sunflower oil). *Nahrung* 35: 161-167
- BARCENAS, P., PEREZ ELORTONDO, F.J., SALMERÓN, J., ALBISU, M.(1998) Control de Calidad y Caracterización Sensorial del aceite de oliva virgen. *Alimentación, Equipos y Tecnología* 43-51
- BARLTROP D Y OPPE TE: (1973). Absorption of fat and calcium by low birthweight infants from milks containing butterfat and olive oil. *Arch Dis Child* 48: 496-501
- BARRANCO Y RALLO (1985). Las variedades de olivo cultivadas en España. *Olivae*, 9: 16-22
- BARRERA ARELLANO, D., (1998) Estabilidad y utilización del nitrógeno en aceites y grasas. *Grasas y aceites* 49:55-63.
- BERRA, B.(1998) Biochemical and nutritional aspect of the minor component of olive oil. *Olivae*.73,29-30.
- BERRY EM: (1997). Dietary fatty acids in the management of diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 66:991S-997S
- BERTRAN, G. AGUILERA, MP. DEL RIOP, C. SANCHEZ, S. MARTINEZ, L. (2005) Influence of fruit ripening process on the natural antioxidant content of hojiblanca virgin olive oils. *Food Chemistry*. 89:207-215.

BERTRAN, G., JIMENEZ, A., AGUILERA, M., UCEDA, M.(2000) Análisis mediante HPLC de la fracción fenólica del aceite de oliva virgen de la variedad arbequina. Relación con la medida del amargor K225 y estabilidad.

BLANCO ROLDAN, J., GIL RIBAS, J., (2001) Nuevas tecnologías y equipos para la mecanización del olivar. Vida Rural 129:57-64

BLAZQUEZ JM, CABRERO, J;.(2001) Un Monte de aceite Andaluz. La aventura de la historia 29:68-73.

BLEKAS G, TSIMIDOU M, BOSKOU D (1995). Contribution of a-tocopherol to olive oil stability. Food Chemistry 52:289-294

BOSKOU, D(1999) Química y tecnología del aceite de oliva, AMV Ediciones, Mundiprensa.

BOSKOU, D (2006)Sources of natural phenolic antioxidants Trends in Food Science & Technology.17 (9): 505-512

BOTTA,G. (1990) Influencia de los revestimientos en la calidad del aceite. Alimentación, equipos y tecnología. 6:61-64.

BOTTINO, A., CAPANNELLI,G., COMITE,A., FERRARI, F. MAROTTAMATTEI., TURCHINI,A.(2004)Application of membrane processes for the filtration of extra virgin olive oil Journal of Food Engineering, 65(2): 303-309

BURLEDO RUIZ, L., AYANZ JURADO, J. (2000) Características del cultivo del olivar en agricultura ecológica. Vida Rural 110:143-158

BRODNJAK-VONCINA,D. CENCIC, Z. NOVIC, M. (2005) Multivariate data analysis in classification of vegetable oils characterized by the content of fatty acids. Chemometrics and intelligent systems.75:31-43

BRUNI, U. CORTESI, N. FIORINO, P(1994) Influence of agricultural techniques, cultivar and area of origin on characteristics of virgin olive oil and on levels of some of its minor components. Olivae. 53:28-33

CAMPOS, M. CIVANTOS, M.2000 "Técnicas de cultivo del olivo y su incidencia sobre las plagas" *Olivae* 84: 40-49.

CANET, M., GARCIA, J. (1999) Repercusión de la frigoconservación de las aceitunas de molino en el proceso de producción de aceite de oliva virgen. *Grasas y aceites*.50: 181-184.

CARPIO, A., JIMENEZ, B. (1995) características organolépticas y análisis sensorial en el aceite del olivo. Colección de apuntes 10/03 Consejería de Agricultura y Pesca Junta de Andalucía.

CERT, A., ALBA, J., PEREZ-CAMINO, M.C., RUIZ-GOMEZ, A., HIDALGO, F., MOREDA, W., MOYANO, M.J., MARTINEZ, F., TUBAILEH, R., OLIAS, J.M.(1999). Influencia dei sistemi di estrazione sulle caratteristiche e sui composti minori dell'olio d'oliva vergine extra. *Olivae*,79:41-50.

CERT, A., GARCIA, J.(1997) Determinación de esteroides, diolcoholes triterpenicos en aceite de oliva mediante separación de la fracción por cromatografía de alta eficacia y analisis por cromatografía de gases. *Grasas y aceites* 47:401-410.

CERT, A., MOREDA, N., LEON,M., PEREZ, M. (1996) Determinación de la absorción de luz a 232 nm, composición de ácidos grasos, trilinoleina y triglicéridos con numero equivalente de carbonos igual a 42, en aceites de oliva y de orujo de oliva. Determinación de precisión de los métodos analíticos mediante estudio estadístico de los resultados de un análisis colaborativo. *Grasas y aceites*.47:401-410.

CERT, A., MOREDA, W., GARCIA-MORENO, J. (1997) Determinación de esteroides y alcoholes triterpenicos en aceite de oliva mediante separación de la fracción por cromatografía líquida de alta eficacia y análisis por cromatografía de gases. Estandarización del método analítico. *Grasas y aceites*. 48: 207-218.

CHRISTOPOULOU,C., LAZARAKI,M., KOMAITIS, M., KASELIMIS K.(2004) Effectiveness of determinations of fatty acids and triglycerides for the detection of adulteration of olive oils with vegetable oils *Food Chemistry*, 84 (3): 463-474

CIMATO (1990) Effect of agronomic factors on virgin olive oil quality. *Olivae* 31:20-31.



CIVANTOS LOPEZ VILLALTA, L. (1999) Obtención del aceite de oliva virgen Ed. Agrícola Española, S.A.

CONCON, JM.(1988) Food Toxicology: contaminants and additives.Marcel Dekker.New York

CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL: Sobre la organización común de mercados del aceite de oliva(1996) Consejo Económico y Social. Madrid

CONSEJO OLEICOLA INTERNACIONAL (COI). "Guía para la selección, el entrenamiento y el control de los catadores cualificados de aceite de oliva virgen". COI/T.20/Doc. nº 14

CONSEJO OLEICOLA INTERNACIONAL (COI). Copa para la degustación de los aceitesCOI/T.20/Doc. nº 5 de 18 de junio de 1987

CONSEJO OLEICOLA INTERNACIONAL (COI). Evaluación sensorial sensorial del aceite de oliva virgen. T.20/Doc. Nº15.Rev.1.(1996)

CONSEJO OLEICOLA INTERNACIONAL (COI). Evaluación sensorial sensorial del aceite de oliva virgen. T.20/Doc. Nº3.Rev.2.(1992)

CONSEJO OLEICOLA INTERNACIONAL (COI). Metodología general para la valoración organoléptica del aceite de oliva virgen COI/T.20/Doc. nº 13/Rev. 1

CONSEJO OLEICOLA INTERNACIONAL (COI). relativa a la prórroga del convenio internacional del aceite de oliva y de las aceitunas de mesa,1986, enmendado y reconducido en 1993 y prorrogado en último lugar en 2000. DECISIÓN Nº DEC-3/S.EX.10-IV/2002

COSIO,M., BALLABIO,D., BENEDETTI,S.,GIGLIOTTI C(2006). Geographical origin and authentication of extra virgin olive oils by an electronic nose in combination with artificial neural networks Analytica Chimica Acta 567(2):202-210

COVIAN, F.G.(1994) Lipid Hypothesis and antioxidants. Olivae. 51, 26

CUADROS, L; GARCIA, AM; ALES, F; JIMENEZ, C; ROMAN, M;(1995) Validation of an analytical instrumental method by standard addition methodology. J. AOAC Int. 78(2): 471-476.

DE LEONARDIS, A., MACCIOLA, V., PALMUCI;M. (2000) Ferro in oliverginidóliva prodotti con il sistema classico, Industrie alimentari. 39:1119-1122.

DE SOUZA, R., MATHIAS, B., DA SILVEIRA, C., AUCELIO, R. (2005) Inductively coupled plasma optical emission spectrometry for trace multi-element determination in vegetable oils, margarine and butter after stabilization with propan-1-ol and water. Spectrochimica acta part B 60:711-715

DEL BARRIO, A., GUTIERREZ, F., GUTIERREZ, R. (1975) La conservación del aceite de oliva virgen, en depósitos revestidos "in situ" con resinas epoxi. Grasas y aceites. 26(5):287-292.

DG Agricultura, *factsheet(1998)* «Hacia la reforma del sector del aceite de oliva» , en [http://europa.eu.int/comm/agriculture/publi/fact/olive/index\\_es.htm](http://europa.eu.int/comm/agriculture/publi/fact/olive/index_es.htm).

DI BATTISTA, T. CICHELLI, A. SOLINAS, M. ANGEROSA,F. (1993) L´analisi statistica multivariata applicata alla determinazione dei metalli in oli vergini di oliva estratti con diversi sistemi. Riv. Ital. Sostanze grasse. 70:541-548

DI GIOVACCHINO (1994) Results obtained on extracting olive oil in a dual phase decanter. Olivae. 50:42-4.

DI GIOVANCHINO, L. (1989) Extracción del aceite de las aceitunas por presión centrifuga y percolación, efectos de las técnicas sobre los rendimientos. Olivae, 14-41

DI GIOVANCHINO, L., COSTANTINI, N., FERRANTE, M., SERRAIOCCO, A.(2002) Influence of malaxation time of oil paste on oil extraction yields and chemical and organoleptic characteristics of virgin olive oil obtained by a centrifugal decanter at water saving. Grasas y aceites. 53:179-186.

DOBARGANES, M.C.J. Evaluación de la calidad del aceite de oliva virgen. Editorial Agro Latino S.L. 85-96.

DUGO, G., LA PERA, L., GIUFFRIDA, D., FRANCESCO, S., LONTURCO, V. (2004) Influence of the variety and the zone of provenience on selenium content determined by cathodic stripping potentiometry (CSP) in virgin olive oil. Food chemistry 88:135-140

DUGO, G., PELLICANO, T.M., LA PERA, L., LO TURCO, V., TAMBORRINO, A., CLODOVEO, M.L. (2006) Determination of inorganic anions in commercial seed oil and in virgin olive oil produced from de-stoned olives and traditional extractions methods, using suppressed ion exchange chromatography (IEC). Food chemistry (in press)

ESPEJO, J.A. (2006) Proyecto de ampliación de de la D.O. Montes de Granada

ESPINOLA LOZANO, F. (1997) Evaluación de los costes para la determinación de la capacidad de producción de una almazara. Grasas y aceites. 48: 25-29.

ESPINOLA LOZANO, F. (1996) Cambios tecnológicos en la extracción del aceite de oliva virgen. Alimentación, Equipos y Tecnología 51-56.

ESPINOSA LOZANO, F. (2000) Centrifugación de la pasta de la aceituna para la obtención de aceite de oliva virgen. Alimentación, Equipos y Tecnología 71,77

ESPINO-MONTORO A, LOPEZ-MIRANDA J, CASTRO P et al (1996): Monounsaturated fatty acid enriched diets lower plasma insulin levels and blood pressure in healthy young men. Nutr Metab Cardiovasc Dis 6:147-154

FEDELIM, E. (1992) Lipids of olives, In Prog.Chem. Fats and other lipids, 15-57.

FEDELLI. L. (1993) Olive oil technology. Olivae 45: 20-24.

FERREIRA, M. (1994) Antioxidantes en alimentos. Alimentación, equipos y tecnología. Marzo, 31-38.

FERREIRO, L., APARICIO, R. (1992) Influencia de la altitud en la composición química de los aceites de oliva vírgenes de Andalucía. Ecuaciones matemáticas de clasificación. Grasas y aceites. 43:149-156.

FREGA,N., BOCCI. F., LECKER. G. (1992) Direct gas chromatographic analysis of the unsaponifiable fractions of differences oils with polar capillary column. JAOCS 69: 447-450.

FREGA, N., BOCCI. F., LECKER. G. (1993) Free fatty acids and diacylglycerols as quality parameters for extra virgin olive oil. Riv. Ital. Sost. Grasse. 64:359-366

FREGA,N., CAGLIOTI,L., MAZON,M.(1997) Composizione chimia e parametri di qualita degli oli estrato da olive snocciolate. Riv Ital Sostanze. Grasse.74:241-245

GALEANO, T. GUIBERTEAU, A. LOPEZ, M. ORTIZ, J.(2003) Spectrophotometric and adsorptive stripping square wave voltammeter determination of Iron in olive oils, as complex with 5,5-Dimethylcycloheptane-1,2,3-trione 1,2,-dioxine3-Thiosemicarbazone. J. Agric Food Chem.51:3743-3747.

GARG A: (1998). High-monounsaturated-fat diets for patients with diabetes mellitus: a meta-analysis. Am J Clin Nutr 67:577S-582S

GARRIDO VARO, A., SANCHEZ PINEDA DE LOS INFANTES, M<sup>ª</sup>T., COBO GONZÁLEZ, C. (2000) Calidad en aceite de oliva(II) Alimentación, Equipos y Tecnología 135-142

GIACOMETTI, J. CEDOMILA, M; (2001) Composition and qualitative characteriscs of virgin olive oils produced in northern Adriatic region, Republic of Croatia. Grasas y aceites.52(6):397-402

GIL RIBAS, J., LOPEZ JIMENEZ. (2001) Mecanización en el cultivo del olivo. Ed mundiprensa.

GOMEZ ARACENA (1997) Antioxidants in adipose tissue and myocardial infarction in a Mediterranean area. The EURAMIC Study in Málaga".Nutr Metab Cardiovasc Dis 7: 376-382.

GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.(1981) "Ecología y paisaje" H.Blume Ed. Madrid

GOUVEIA,J.(1997) Comparación de los aceites de oliva de los cultivares Cobrancosa, blanqueta, azeitera y picual con los del c.v. Galega vulgar, producidos en el norte de Alentejo. Principales características químico –sensoriales. *Olivae*.66:34-45.

GRACIA GOMEZ; M.(2001) Composición química de distintas calidades de aceite de oliva virgen de la variedad empeltre en el bajo Aragón. *Grasa y aceites*.52:52-58.

GRAELL,J., ARBOS, J., DURO,V., CLOTA,J., TORRELLES,R., CIRIA,R., PUIG,J., MUNTE,M. (1993) Calidad del aceite de oliva D.O. Borjas Bancas(I) Alimentación equipos y tecnología,97-103

GRAELL,J., ARBOS, J., DURO,V., CLOTA,J., TORRELLES,R., CIRIA,R., PUIG,J., MUNTE,M. (1993) Calidad del aceite de oliva D.O. Borjas Bancas(II) ) Alimentación equipos y tecnología,119-126.

GRANDE COVIAN,F.(1988) El aceite de oliva y la salud *Olivae*. 23:32-34.

GROB, K., LANFRANCHI,C. (1990) Evaluation of olive oils through the fatty alcohols , the sterols and their esters by LC-GC. *JAOCS*. 67: 626-630.

GUTIERREZ- ROSALES, F., GARRIDO-FERNANDEZ, L., GALIARDO, G.(1992) Action of chlorophylls on the stability of virgin olive oil. *JAOCS*.69:866,870

GUTIERREZ, R.F. (1989) Determinación de la estabilidad de aceites de oliva vírgenes. Comparación entre el método de oxígeno activo (A.O.M) y el método rancimat. *Grasas y Aceites*. 40: 1-5.

HA TKK, LEAN MEJ (1998). Technical review: recommendations for the nutritional management of patients with diabetes mellitus. *Eur J Clin Nutr* 52:467-481

HERMOSO, m., GONZALEZ,L., UCEDA, M., GARCIA ORTIZ, A., MORALES, L., FRIAS,L., FERNÁNDEZ, AH.(1994) Elaboración de aceites de oliva de calidad. Apuntes 11/94. Conserjería de agricultura y pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.

HERMOSO, M., UCEDA, M., GARCIA ORTIZ, A., MOLARES, F., FRIAS, L., FERNANDEZ , A. (1991) elaboración del aceite de oliva de calidad. Consejería de

agricultura y pesca. Dirección general de investigación, tecnología y formación agroalimentaria y pesquera. Servicio de publicaciones y divulgación.

HERMOSO, J.F.; ROMERO, A.; TOUS, J.; PLANA, (1995) Incidencia del sistema de recolección en la calidad del aceite de oliva en el sur de Cataluña, en: Pérez, J.M.; Prieto, M.H.; Moñino, M.J. (eds.), IV Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas,

HERRERO LAMO.L(1990) Denominaciones de origen de aceites de oliva. *Olivae*.33:17-18.

HIDALGO, F., NAVAS, M.A., GUINDA, A., RUÍZ, A., LEÓN, M., LANZÓN, A., MAESTRO, M., JANER, M., PÉREZ, M., CERT, A., ALBA, J., GUTIERREZ, F., DOBARGANES, M., GRACIANI, E. (1993) La calidad del aceite de oliva virgen: Posibles nuevos criterios para su evaluación. *Grasas y aceites*, 44: 10-17

HOKANSON JE Y AUSTIN MA. (1996) Plasma triglyceride level is a risk factor for cardiovascular disease independent of high-density lipoprotein cholesterol level: a meta-analysis of population-based prospective studies. *J. Cardiovasc. Risk*;3:213-9.

HON, P. LAU, O. LUK, S. MOK, C. (1980) Solvents systems for direct atomic absorption spectrometric determination of iron in vegetable oils with aqueous inorganic standards. *Anal Chim. Acta*. 113;175-178.

HORWITZ, W.; ALBERT, R.; DEUTSCH, MJ.; THOMPSON, J.N.(1990) Precision parameters of methods analysis required for nutrition labelling. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 73;661-680.

HOWITZ, W; KAMPS, L R. ; BOYER, F.W.(1980) Quality assurance in the analysis of foods and trace constituents. *J. Assoc. Off. Anal. Chem* 63:1344-1354

HUMANES GUILLEN, J. (2001) *Vida Rural* 128:26-31

JACOTOT, B (1994) El aceite de oliva: alimento medicinal. *Olivae*,5:40-41.

JIMENEZ B. GARCIA, B. VALLADARES, J. RODRIGUEZ, S. MORALESJ. (2000) Mejora de la calidad del aceite de oliva. *Dossier oleo* 4: 82-96.

JIMENEZ, AM., HERMOSO, M., UCEDA, M. (1995). Elaboración el aceite de oliva virgen mediante sistema continuo de dos fases. *Grasas y aceites*.46 (4-5): 299-303.

JIMÉNEZ,A., AGUILERA, M., BELTRÁN, G., UCEDA, M. (2006) Application of solid-phase microextraction to virgin olive oil quality control *Journal of Chromatography A*, 1121(1):140-144

KALUA, C., ALLEN,M., BEDGOOD, B., BISHOP,J., PRENZLER,P., ROBARDS,K. (2007)Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: A critical review *Food Chemistry* 100(1):273-286

KIRITSAKIS, A. (1998) Flavor components of olive oil-A review. *JAOCS*.75:673,678

KOPRIUNGAK.O. (2002) Olive oil fruit storage in bags. *Food technology biotecchnol.* 40(2):129-134.

L. DI GIOVACCHINO, N. COSTANTINI, M.L. FERRANTE Y A. SERRAIOCCO(2002) Influence of Malaxation time of olive oil extraction yields and chemical and organoleptic characteristic of virgin olive oil obtained by a centrifugal decanter at water saving. *Grasas y Aceites* 53:179-186.

LA PERA, L. LO COCO, F. MAVROGENI, E. GIUFFRIDA, D. DUGO, G. (2002) Determination of copper(II), lead(II), Cadmium(II) and Zn(II) in virgin olive oils produced in Sicily ans Apulia by derivative Potentiometric stripping analysis. 4(14): 389-399

LAMPI. A., HOPIA. A., PIRONEN, V. (1997) Antioxidants activity of minor amounts of g-tocoferol in natural triacylglycerol. *JAOCS*, 71(6): 657-658

LECKER, G., FREGA, N., BOCCI, F. y MOZZON, M. (1999). Volatile constituents and oxidative stability of virgin olive oils: influence of the kneading of olive-paste. *Grasas y Aceites*, 50: 26-29.

LENDINEZ, E. (2004) Influencia del proceso de obtención sobre la presencia de metales en el aceite de oliva virgen y su relación con la calidad sensorial. Memoria de tesis doctoral. Universidad de Granada

LENDINEZ, E. LORENZO, M. CABRERA, C. LOPEZ, M.C. (2001) Chromium in basic foods of Spanish diet: seafood, cereals, vegetables, olive oil and dairy products. *The Science of Total Environment* 278: 183-189.

LEONARDIS, A., MACCIOLA, V., FELICE, M. (1998) Rapid determination of squalene in virgin olive oil using gas-liquid chromatography. *Ital. J.Food.Sci.* 1075-79.

LEONE. Valoraciones económicas sobre las innovaciones tecnológicas. Problemas medioambientales del sector oleícola en Italia. *Olivae*, 47:15-20

LO COCO, F. MONOTTI, P. RIZZOTTI, S. CECCON, L. (2000) Determination of copper (II) and lead(II) in olive oils by derivative potentiometric stripping analysis. *Ital. J. Food. Sci.* 4(12): 477-483.

LO COCO, F. CECCON, L. CIRAULO, L., NOVELLI, V.(2003) Determination of cadmium (II) and zinc (II) in olive oils by derivative potentiometric stripping analysis. *Food control* 14:55-59

LÓPEZ CUERVO, S.(1990) "La erosión en los suelos agrícolas de Andalucía".Congresos y Jornadas 17/90. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla

LOPEZ, L., PEINADO, M. (1993) Sistema modular de control de recepción de aceitunas. *Alimentación, equipos y tecnología.* 51-55.

LUNA,G., MORALES, MT., APARICIO, R.(2006)Characterisation of 39 varietals virgin olive oils by their volatile compositions *Food Chemistry*,98, (2) 2006: 243-252

MANNINA, L. FONTANAZZA, G. PATUMI, M. ANSANELLI, G. SEGRE, A. (2001) Italian and argentine olive oils: a NRM and gas chromatographic study. *Grasas y aceites* 52(6): 380-388

MARTINEZ, J. (1994) Fundamentos teórico prácticos de nutrición y dietética. Ed Eunate, Pamplona

MARTINEZ, P., RUS,E. (1990) Enranciamiento de materias grasas de origen vegetal y animal. *Alimentación, equipos y tecnología.* 6:73-75



MARTIN-POLVILLO.M., ALBI. T., GUINDA.A.(1994) Determination of trace elements in edible vegetable oils by atomic absorption spectrophotometry.JAOCS.71:347-353

MATAIX, J., MARTINEZ VICTORIA, E, (1988). El aceite de oliva. Bases para el futuro. Diputación provincial. Jaén.

MATAIX,J et al.(2001) Aceite de oliva virgen. Nuestro patrimonio alimentario. Universidad de granada. Puleva food.

MCMAHAN CA, ZIESKE AW *ET AL.* (2000) Association of Coronary Heart Disease Risk Factors with microscopic qualities of coronary atherosclerosis in youth. *Circulation*; 102:374-9.

MIKELAKIS, N. (1995) Efecto de la disponibilidad de agua sobre el crecimiento y rendimiento de los olivos. *Olivae* 56: 29-39.

MILLER M Y KWITEROVICH PO, JR.(1990)Isolated low HDL-cholesterol as an important risk factor for coronary heart disease. *Eur. Heart J.*;11:Supl. H 9-Supl. 14.

MINGUEZ.M. CANDUL. B., GARRIDO.J. GALLARDO. L.,(1994) Colour pigment correlation in virgin olive oil. *J. Am Oil Chem Soc.*68:332.

MINISTERIO DE AGRICULTURA; PESCA Y ALIMENTACION (MAPA), (1993). *Metodos oficiales de análisis.*

MONTEODORO, L., SERVILI. L., BALDIOLI. L., MINIATI. E.,(1999) Simple and hydrolysable Phenolic Compounds in virgin olive oil. Their extraction. Separation and quantitative and semiquantitative evaluation by HPLC. *J. Agric Food )Chem.* 40:1571

MONTERO DE BURGOS, GONZALEZ REBOLLAR. (1974). *Diagramas bioclimáticos ICONA (Madrid).*

MONTILVA, M<sup>a</sup>., JARIA, I., BELLART, I., ROMERO, M<sup>a</sup>. (1998) Estudio de la calidad del aceite de oliva de la denominación de origen "Les Garriges" durante la campaña 1995/1996. *Grasas y aceites.* 49:425-433.

MONTILVA, RAMO, T., ROMERO, M<sup>a</sup>. (2001) Caracterización geográfica de los caites de oliva vírgenes de la denominación protegida “les Garrigues” por su perfil de ácidos grasos. *Grasas y aceites*. 52:26-32.

MORALES, M. RIOS, J., APARICIO. R. (1997) Changes in the volatile composition of virgin olive oil during oxidation: flavours and off-flavours. *J. Agric. Food Chem.* 45:2666-2673.

MOREDA, W., PÉREZ CAMINO, M.C., CERT, A.(1995) Determinación de algunos parámetros de pureza en aceites oliva. Resultado de un estudio comparativo. *Grasas y Aceites*. 46:279-284.

MUÑOZ.M., GALARDO,V., RUIZ.A. (2000) El aceite de oliva en las formulaciones farmacéuticas y cosméticas. *Foro de la cultura del aceite y la salud*.

MURKOVIC,M., LECHNER, S., PIETZKA,A., BRATACOS ,M., KATZOGIANNOS,E. (2004)Analysis of minor components in olive oil *Journal of Biochemical and Biophysical Methods* 61: 155-160

NAKE ,A. REYES, M. CEREZO, M. MARTIN, M. (2000) Determinación de hierro en aceites de oliva vírgenes con un plasma óptico de acoplamiento inductivo. *Alimentaria*. 5;91-95

NASH, A. MOUNTS, T. KWOLEK, W.(1983) Determination of ultrace metals in Hydrogenated vegetable oils and fats. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 60;811-814

OEHME FW. (1979).*Toxicity of heavy metals in the environment*.Marcel Dekker. New Cork,

OLIAS. J., LOZANO. M., RIOS. J., GUTIERREZ. R. (1988) Determinación de ácidos grasos libre volátiles en aceite de oliva virgen. *Grasas y aceites*. 39:71-81.

OLIAS;J., PEREZ,J., SAUZ,L. (1993) Aroma of virgin olive oil, biogenesis of the “green” odour notes. *J. Agri. Food chem*41:2366,2373.

ORDOÑEZ, R., ROMERO, A., POLO, M<sup>a</sup>., GIRALDEZ, J.(1998) Aplicación de alperujos en suelos. Dinámica de los principales nutrientes aportados. XVI Congreso nacional de riegos. 157\_164.

PAJARÓN, M. 1998“Valores agroecológicos de los sistemas agrarios actuales: el olivar”“Valores agroecológicos de los sistemas agrarios actuales: el olivar” Una alternativa para el mundo rural del tercer milenio. Actas del III Congreso de la S.E.A.E. Valencia

PALOMEQUE.F (2001) El aceite de oliva. Su obtención. Propiedades. Patrimonio comunal olivarero.

PAPADAKIS J. (1960) Geografía agrícola mundial. Barcelona.

PAPADAKIS J. (1970) Agricultural potencialites of world climates. Buenos Aires.

PAPADAKIS J. (1980) El Clima. Buenos Aires. Ed Albatros. 371 pp.

PAQUALONE,A., CALALANO, M. (2000) Free and total sterols in olive oil. Effects of neutralization. Grasas y aceites. 51: 180-182.

PARDO, J.E., PEREZ, J.I., ANDRES, M. (2002) Aplicación de un sistema de análisis de peligros y control de puntos críticos (APPCC) en la línea de elaboración de aceite de oliva virgen. Grasa y aceites 53: 309-318

PARRAS ROSA, M. y TORRES RUÍZ, F. J.(1996) “Una perspectiva regional de la estructura del sector productor de aceite de oliva virgen y su repercusión en la comercialización de los aceites”, Revista de Estudios Regionales; Málaga;46:103-135

PASTOR, M.; CASTRO, J.;HUMANES, M.D. 1996 “Criterios para la elección de sistemas de cultivo de olivar” .Informaciones Técnicas 38/96. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla.

PASTOR, P., HUMANES J. (1996) Poda del olivo (moderna olivicultura) Ed Agrícola Española.

PASTOR; M., HIDALGO, J., VEGA; V. (1997) Riego del olivar en la comarca de la loma (Jaén). *Vida Rural* Año 44:33-40.

PAZ , I., MOLERO,M. (2001) Efecto catalítico de los metales sobre la estabilidad térmica de los aceites de oliva . *Grasas y aceites*. 52:373-379.

PEREIRA; J.A. CASAL, S. BENTO, A. OLIVEIRA, M. (2002) Influence of olive Storage Period on Oil Quality of three Portuguese of *Olea Europea*, Cobrancosa, Madural and Verdeal Transmontana. *Journal of agricultural and food chemistry*. 50: 6335-6340.

PERMENT, L. (1992) Les composés mineurs et les antioxygènes naturels de l'Olive et de son huile. *Corps gras* 39:25-30.

PERRING, L. ANDREY, D. BASIC-DVORKAK, M. HAMMER, D. (2005) Rapid quantification of iron, copper and zinc in food premixes using energy dispersive X-ray fluorescence. *Journal of food composition and analysis* 18:655-663

PINATEL, C.(1999)Variabilité organoleptique des huiles d'olive en fonction de la maturité et des techniques culturales, *Oléagineux Corps gras Lipides* ; 6 (1): 80

PSOMIADOU, E., TSIMIDOU, M., (2002) Stability of virgin olive oil. 1. Autoxidation studies. *J. Agric. Food. Chem.*50:716-721

PSOMIADOU, E., TSIMIDOU, M., (2002) Stability of virgin olive oil. 1. Photo-oxidation studies. *J. Agric. Food. Chem.*50:722-727

PSOMIADOU, E., TSIMIDOU, M., BOSBOU,D.(2000) Tocoferol levels of Greek virgin olive oil. *J. Agric. Food. Chem.*48,1770-1775

PUERTA, C. DE LA (1983) "No laboreo en el olivar". *Explotaciones Olivareras*

PUERTA, R., MAESTRO, R., RUIZ, V. (1997) Actividad farmacológica de la fracción de esteroides y alcoholes triterpenicos aislada del aceite de oliva virgen. *Grasas y aceites*, 48: 93-95.

PUIG-DEU, M. BUXADERAS, S. (1990) Determinación de plomo en grasas comestibles por plasma acoplado por inducción y espectrofotometría de absorción atómica con horno de grafito. *Grasas y aceites*. 41(3):233-236

RANALLI, A. (1992) Carotenoids in virgin olive oil. Effect of technology. *Ital J. Food. Science*. 1:53-55.

RANALLI, A. (1992) Incidence of the processing parameters of the olive fruits on chromatic and analytical characteristics of the oils. In *Alim*,31:513-515.

RANALLI, A ANGEROSA, F. (1996) Integral centrifuges for olive oil extraction. The qualitative Characteristics of Products. *JAACS*. 73(4) 417-422.

RANALLI, A., FERRANTE, M., MATTIA, G., CONSTANTINI, N. (1999) Analytical evaluation of virgin olive oil of first and second extraction. *Journal of agricultural and food chemistry*.. 47: 417-424.

RANALLI, A., MATTIA, G., PATUM, M., PROVETTI, P. (1999). Quality of virgin olive oil as influenced by origin area, *Grasas y Aceites* 50: 249-259.

RANZANI,C.(1994) Olive oil quality and EEC regulations. *Grasas y aceites*.45.1,4

Reglamento (CE) No 1989/2003 de 6 de noviembre de 2003

Reglamento CE2205/2003 de18/12/03. Anexo 1 (2003)

Reglamento CEE 2081/92

Reglamento CEE 2568/91 de 5/9/91. Anexo 1.(1991)

Reglamento CEE 656/95 de 29/3/95. Anexo 1.(1995)

REITAN, C H,. GREEN CR. (1967) Weather and climate of desert environment desert of the world. WG Mc Ginnies, B J Goldman y P Paloyse Editors. University of Arizona Tucson. 18-22

ROCA A.( 1998)Estudio del contenido mineral como parámetro de calidad del aceite de oliva. Memoria de Tesis doctoral. Universidad de Granada.

ROCA, A., CABRERA, C., LORENZO,MºL., LOPEZ, MºC.(2000) Niveles de Calcio Magnesio, manganeso, Zinc, Selenio y cromo en aceites de oliva comercializados en Andalucía. Grasas y aceites. 51(6): 393-399.

RUIZ M.A (1999) J.Appl. Cosmetol. 17. 19-22.

RYAN , D., ROBARDS, K., LAVEE, G. (1998). Evaluación de la calidad del aceite de oliva. Olivae 72:23-41.

SALAS,J., PASTOR, M., CASTRO, J., VEGA, V. (1997) Influencia del riego sobre la composición y características organolépticas del aceite de oliva. Grasas y Aceites. 48(2): 74-82.

SALVADOR, M., ARANDA, F., FREGAPANE, G.(1998) Chemical composition of commercial cornicabra virgin olive oil from 1995/1996 and 1996/1997 crops. JAOCS.75:1305-1310.

SALVADOR, M., ARANDA, F., FREGAPANE, G.(2001)Cornicabra virgen olive oil. A study of five crop seasons. Composition, quality and oxidative stability.

SALVADOR, M., ARANDA, F., FREGAPANE, G.(2003)Influence of extraction system, production year and area on Cornicabra virgin olive oil: a study of five crop seasons Food Chemistry, 80(3):359-366

SALVAT , J., PRIMA, F. (1990) Estudio comparativo de costes entre la limpieza mecánica y manual de las aceitunas. Alimentación equipos y tecnología. 153-160.

SANCHEZ, J.J. DE MIGUEL, C. MARÍN, J. (1999) La calidad del aceite de oliva procedente de variedades cultivadas en Extremadura en relación con la composición y maduración de la aceituna. Olivae,75:31-36.

SANCHEZ PINEDA DE LOS INFANTES, M<sup>a</sup>T., GARRIDO VARO, A., COBO GONZÁLEZ,C. (2000) Calidad en aceite de oliva(I) Alimentación, Equipos y Tecnología 63-69

SANZ ,J., MACIAS,A.(2005) Quality certification, institutions and innovation in local agro-food systems: Protected designations of origin of olive oil in Spain Journal of Rural Studies. 21(4):475-486

SARRION, N., LOPEZ, M., TORRE, M. (1986) Diferenciación de aceites de oliva de las denominaciones de origen Borges Blanques y Siurana, mediante el análisis discriminante. Grasas y aceites .37:188-190.

SATUE. M., (1995) Effect of natural antioxidants in virgin olive oil on oxidative stability of refined, bleached and deodorized olive oil. JAOCS. 72(10): 1131-1137.

SERRANO P, YAGO MD, MANAS M, CALPENA R, MATAIX J Y MARTINEZ-VICTORIA E(1997): Influence of type of dietary fat (olive and sunflower oil) upon gastric acid secretion and release of gastrin, somatostatin, and peptide in man. Dig Dis Sci 42: 626-633

SHILS ME, OLSON, JA., SHIKE, M.(1994) Modern nutrition in the health and disease. Lea and Febiger.

SLAVIN, W(1991)Graphite furnace AAS: A source book. Pekín Elmer Corporation, Normalk.

SOLA S.(1995) Oligoelementos en pastas de hígado de producción nacional. Memoria de tesis doctoral. Universidad de Navarra

STAMLER J, STAMLER R, NEATON JD. (1999)Low risk-factor profile and long-term cardiovascular and noncardiovascular mortality and life expectancy: findings for 5 large cohorts of young adult and middle-aged men and women.. JAMA;282:2012-2018.

STEFANOUDAKI, E. CHARTZULAKIS, K. KOUTSAFTAKIS, A. KOTSIFAKI, F. (2001) Effect of drought stress on qualitative characteristics of olive oil of cv Koroneiki. Grasas y aceites. 52 (3-4): 202-206.

TISCORNIA, E., FIORINA, N.(1982) Chemical Composition of olive oil and variations inducing by refining. Riv. Ital,. Sost. Grasse. 59

TOUS, J., ROMERO,A., PLANA,J., GUERRERO,L., DIAZ,I., HERMOSO, F.(1997) Características químico-sensoriales de los aceites de oliva arbequina obtenidos en distintas zonas de España. Grasas y aceites.48:415-424.

TOUS, J.; ROMERO, A (2001)Evaluación sensorial de variedades de olivo, Fruticultura Profesional 2001; 120 (especial Olivicultura III): 9-11

TOTOSAUS, J P (1990), Variaciones en los parámetros de calidad del aceite, dependiendo del sistema de extracción, Alimentación, equipos y tecnología. 66-68

TRAVIERA, T (1989) Calidad del aceite de Oliva. Alimentación, equipos y tecnología. 113-116.

TSIMIDOU, M. GEORGIU, A. KOIDIS, A. BOSKOUS, D. (2005) Loss of stability of "veiled" (cloudy) virgin olive oil in storage. Food Chemistry. 93.377-383.

TSIMIDOU M. (1996) On the determination of minor phenolic acids of olive oil by RP-HPLC. Grasas y aceites. 47(3): 151-157.

UCEDA y HERMOSO, (1998) "La calidad del aceite de oliva" en el cultivo de la oliva 2º Ed Coedición Junta de Andalucía- Mundiprensa Madrid.

UCEDA, M., HERMOSO, M., GONZALEZ, J. (1995) Evolución de la tecnología de la extracción del aceite de oliva. Alimentación, equipos y tecnología. 5:75-80.

UCEDA, M., HERMOSO, M., GONZALEZ, J. (1995) Evolución de la tecnología del aceite de oliva, nuevos sistemas ecológicos, ensayos y conclusiones. Alimentación, equipos y tecnología. 5:93-98.

UCEDA, M JIMÉNEZ, A., BERTRAN, G.(2006)Extracción y calidad del aceite de oliva. Grasas y aceites. 57:1-7

VAZQUEZ RONCERO.A., GRACIANI.E., MAESTRO DURAN.R.(1974) Phenolic compounds in olive fruits I. Polyphenols in pulp. Grasas y aceites. 25,269-279.



VEKIARI, S. PAPADOPOULOU, P. KOUTSAFTAKIS, A. (2002) Comparison of different olive oil extraction and effect of storage conditions on the quality of the virgin olive oil. *Grasas y aceites*. 53,324-329.

VERSCHUREN WMM, JACOBS DR, BLOEMBERG BPM *ET AL*(1995). Serum total cholesterol and long-term coronary heart disease mortality in different cultures: Twenty-five-year follow-up of the seven countries study. *JAMA*;274:131-136.

VILADRICH, E. FORCADELL, M. BUXADERAS, S. MARINE-FONT. A. (1986) Determinación de cobre y hierro en grasas comestibles por espectrofotometría de absorción atómica y plasma acoplado por inducción. *37*(2): 77-80.

ZAFRA,A., JUÁREZ,M., BLANC,R., NAVALÓN,A., GONZÁLEZ, J., VÍLCHEZ, J.L. (2006) Determination of polyphenolic compounds in wastewater olive oil by gas chromatography–mass spectrometry *Talanta*, 70(1):213-218

ZEINER, M. STEFFAN, I. JURANIVIC, I. (2005) Determination of trace elements in olive oil by ICP-AES and ETA-AAS: a pilot study on the geographical characterization.