

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE**  
**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA**  
**GRADO EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**



**“CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE OLIVA (cv PICUAL)  
DE LA PROVINCIA DE GRANADA”**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**JULIO - 2018**

TUTORES: Ángel A. Carbonell Barrachina

Lucía Sánchez Rodríguez

AUTOR: María del Carmen Baena González



## **CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE OLIVA (CV PICUAL) DE LA PROVINCIA DE GRANADA.**

En este trabajo de fin de grado se ha evaluado el efecto de las diferentes localizaciones dentro del terrero Anchurón (Granada) sobre la calidad de las aceitunas (cv Picual). Se ha estudiado si la diferencia de edad entre los árboles o su posicionamiento provoca cambios en el tamaño, peso y color de las aceitunas. Además, se ha estudiado la diferencia de calidad entre dos muestras de aceite pertenecientes a dos años consecutivos: (i) "2017" mezcla de aceite de aceitunas de diferentes agricultores de la zona y (ii) "2018" aceite único del terreno Anchurón. Para ello se han medido los parámetros básicos de calidad: índice de acidez, índice de peróxidos, índices k, perfil de ácidos grasos y análisis sensorial. Con estos análisis, se demuestra que el aceite "2018" es AOVE, mientras que "2017" es AOV.

PALABRAS CLAVE: *Olea europea L.*, Picual, ácidos grasos, acidez y análisis sensorial.

## **CHARACTERIZATION OF OLIVE OIL (PICUAL CV) OF THE PROVINCE OF GRANADA.**

In this end-of-degree project, it has been gauged the effect of the different locations within the grounds in Anchurón (Granada) concerning the quality of the olives (CV Picual). It has been studied whether the age difference between the trees or their setting causes changes in the size, weight and color of the olives. In addition, the difference in quality between two oil samples belonging to two consecutive years has been studied: (i)"2017" olive oil mix of different farmers in the area and (ii)"2018" only the oil from the land Anchurón. For this, the basic parameters of quality have been measured: acidity index, peroxide index, k-index, fatty acid profile and sensory analysis. With these analyses, it is shown that the oil " 2018 " is AOVE, while " 2017 " is AOV.

KEY WORDS: *Olea europea L.*, Picual, fatty acids, acidity and sensory analysis.



Una vez finalizado este TFG, quería agradecer a mis tutores Ángel Carbonell por la oportunidad de poder realizar este trabajo y saber un poquito más acerca de este tema y a Lucía Sánchez por enseñarme y por el tiempo dedicado.

Gracias a mis padres porque sin ellos esto no habría sido posible, por vuestro apoyo incondicional en mis altibajos a lo largo de estos años de la carrera que han sido muy duros, pero al fin si han salido, por esos días de estudio que parecían que vosotros también estabais estudiando conmigo.

A mi hermana que siempre me apoyó y decirle que SÍ se PUEDE, con esfuerzo y dedicación todo sale. Mucho ánimo en tu camino.

A mi pareja que siempre creyó en mí, a pesar de mis negativas y ganas de rendirme, siempre has sido un rayo de luz para mí, muchas gracias.

A mis compañeros, vosotros sabéis quien sois, os habéis convertido en amigos y confidentes a lo largo de estos años siempre todos juntos en las buenas y en las malas y que sea así por muchos años.

Y, sobre todo, PAPA, este proyecto va dedicado a ti, gracias por esos ratos juntos enseñándome todo lo que sabes y que en realidad esto te pertenece.

# ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	6
1.1	CULTIVO DE LA ACEITUNA.....	7
1.1.1	ORIGEN.....	7
1.1.2	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y TAXONÓMICA.....	8
1.1.3	VARIETADES DE ACEITUNA.....	12
1.2	IMPORTANCIA DEL ACEITE DE OLIVA.....	18
1.3	PRODUCCION MUNDIAL, EXPORTACIÓN E IMPORTACIÓN.....	19
1.4	PROCESO ACEITE DE OLIVA.....	22
1.5	CLASIFICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE ACEITES:.....	25
1.6	VALOR NUTRICIONAL.....	28
1.7	COMPUESTOS FENÓLICOS Y ÁCIDOS GRASOS DEL ACEITE DE OLIVA.....	31
2	OBJETIVOS.....	33
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1	MATERIAL VEGETAL.....	36
3.2	ANÁLISIS ACEITUNAS.....	38
3.2.1	ANÁLISIS MORFOLÓGICOS.....	38
3.2.2	MINERALES.....	39
3.3	ANÁLISIS ACEITE DE OLIVA.....	39
3.3.1	MUESTRAS.....	39
3.3.2	DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ACIDEZ.....	40
3.3.3	DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS.....	41
3.3.4	PRUEBA ESPECTROFOTOMÉTRICA EN EL ULTRAVIOLETA (ÍNDICES K).....	44
3.3.5	PERFIL ÁCIDOS GRASOS.....	46
3.3.6	EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ACEITE DE OLIVA.....	47
3.3.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	50
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
4.1	MORFOLOGÍA.....	52
4.2	PESO.....	53
4.3	COLOR.....	54
4.4	MINERALES.....	55
4.5	ÍNDICE DE ACIDEZ.....	57
4.6	ÍNDICE DE PERÓXIDOS.....	59
4.7	ÍNDICES K.....	59
4.8	PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS.....	61

4.9	ANÁLISIS SENSORIAL DEL ACEITE .....	64
5	CONCLUSIONES .....	65
6	BIBLIOGRAFÍA .....	67





## 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 CULTIVO DE LA ACEITUNA

### 1.1.1 *ORIGEN*

El olivo (*Olea europea L.*), es un árbol perenne que pertenece a la familia *Oleaceae*. Es uno de los árboles más antiguos que se cultivan en el mundo. No se conoce exactamente cuál es su antecesor botánico, pero se piensa que es el *Oleaster Olea Silvestris*, que todavía crece de forma salvaje en el norte de África, Portugal, el sur de Francia, Italia, el Mar Caspio y Negro; pero existe otra teoría que dice que proviene del *Olea Chrysophylla*, que crece en Etiopía, Kenia y Uganda. Ambas especies vienen del desierto del Sáhara (Kiritsakis, 1992).

De los indicios más antiguos hallados hasta nuestros días, estos son algunos de los hechos más importantes a lo largo de la historia relacionado con el olivo:

- Se encuentran yacimientos en Italia de la época del Paleolítico Superior, excavaciones de la Edad De Bronce en España, reliquias de la civilización minoica en Creta; en la Edad de Hierro se extendió por Mesopotamia, etc.
- Al Antiguo Egipto, el olivo fue llevado por los cananeos hacia el 2300 a.c. Parece ser que estos fueron los primeros en preparar jabón mezclando aceite de oliva y un álcali. En el interior de las cámaras funerarias del faraón Ramsés III, en el Valle de los Reyes, se pueden ver representaciones de vasijas de aceite para poder llevarse al Mas Allá.
- En Oriente Próximo era tradicional derramar aceite de oliva sobre un altar de piedra para pedir fecundidad.
- En la Grecia y Roma clásica, el olivo es considerado un árbol mítico. La diosa Minerva en Roma o Atenea en Grecia, era la diosa de la sabiduría, las artes, estrategia militar y justicia, la cual, enseñó a los humanos los secretos de los cultivos y la utilización del zumo de su fruto – el aceite.
- En la Roma Imperial copiaron de los griegos sus sistemas de cultivo, siendo posible su extensión debido a sus conquistas.

- A principios de la Edad Media, el aceite, además de utilizarse de manera sacramental, también tuvo un gran valor terapéutico, aquí fue como cayó en picado su producción debido a las guerras por su lento desarrollo y producción, de ahí, se redujo su área de plantación a la cuenca mediterránea, además de que en la Europa medieval el aceite fue vinculado a las culturas heréticas (Granados, 2000).

### 1.1.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y TAXONÓMICA

De este árbol existen unas 2000 variedades repartidas por todo el mundo, se encuentran en abundancia en la cuenca mediterránea (Granados, 2000).

#### 1.1.2.1 Descripción taxonómica del olivo: (Laserna, 2018)

- Dominio: Eukaryota o Eucoriontes
- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliophyta
- Orden: Lamiales
- Familia: Oleaceae
- Género: Olea
- Especie: O. europea

#### 1.1.2.2 Características morfológicas del olivo:

- TRONCO Y RAMAS: es un árbol de tamaño medio – que puede llegar a los 500 años -, de tronco grueso, nudoso y retorcido. Sus ramas son fuertes, de corteza lisa, delgada y grisácea, con ramas ascendentes que forman una copa de perfil ovalado y que miran hacia el suelo. La forma en cómo se distribuyen las ramas, su grosor y longitud son propias de cada variedad (**Figura 1**).



**Figura 1. *Olea europaea L.***

- **RAÍCES:** su distribución depende de la aireación del suelo. Suelos aireados hacen que crezcan de forma perpendicular, llegando a alcanzar hasta los 7 metros de profundidad. Conforme disminuye la aireación del suelo, aumenta la formación de una red muy amplia de raíces superficiales, esto suele ser lo más común donde la mayoría de ellas se encuentran sobre 1 metro de profundidad.  
Cada raíz principal está conectada con una rama específica y la eliminación de esa rama lleva a la degeneración (Gómez-Escalonilla *et al.*, 2006).
- **HOJAS:** cuando el árbol es joven, sus hojas son de color verde oscuro y pequeñas, las cuales, aparecen enfrentadas en las ramas. Una vez que crece el árbol, sus hojas se agrandan y se alargan, teniendo una forma elíptica y lanceolada (**Figura 2**).  
Las hojas son lisas, de un tono más oscuro en la parte superior debido a las ceras que segregan; su envés es de color grisáceo y tiene un aspecto más sedoso debido a la presencia de pelos (Granados, 2000), (Gómez-Escalonilla *et al.*, 2006).



**Figura 2. Hojas.**

- FLORES: Las flores son hermafroditas, de pequeño tamaño, de color blanco en forma de inflorescencias que nacen de las axilas de las hojas, con cuatro pétalos blancos, dos sépalos soldados por la base y dos estambres con una antera amarilla en cada uno (**Figura 3**) (Granados, 2000), (Gómez-Escalonilla *et al.*, 2006).



**Figura 3. Flor.**

- FRUTO: Las aceitunas u olivas, son drupas carnosas de forma ovaladas, de 0.5-2 cm, de color verde o negro - violáceo. Su carne se adhiere a un hueso único, proporcionándole esa forma característica. Al finalizar la maduración, a finales de otoño, se vuelven de color negro y se recogen entre diciembre y enero. Las

aceitunas se recogen por vareo, ordeño o por sistemas mecanizados, llevados a cabo por un grupo de personas entre diciembre y febrero (**Figura 4**) (Granados, 2000), (Gómez-Escalonilla *et al.*, 2006).



**Figura 4. Aceituna cv picual sobremadurada.**

El olivo es una especie rústica y típica de la zona mediterránea. Es capaz de soportar periodos de lluvia y fríos, así como elevadas temperaturas y largas sequías.

Es sensible a las heladas, pero es capaz de soportar temperaturas de hasta  $-8^{\circ}\text{C}$  y  $-10^{\circ}\text{C}$ , siempre y cuando estas características no se prolonguen demasiado tiempo, que el deshielo sea lento o que no haya actividad vegetativa.

Las altas temperaturas son perjudiciales durante la floración, ya que, una insolación elevada daña las ramas y el tronco.

Es posible encontrar olivos tanto en zonas de escasas precipitaciones – 200 mm- como en zonas de altas precipitaciones – 1000 mm -, siendo su lugar óptimo donde procedan precipitaciones comprendidas entre 600 – 800 mm/año.

La excesiva humedad del ambiente, el rocío y la niebla favorece el desarrollo de enfermedades que provocan la caída de la flor.

En cuanto al suelo, son poco exigentes, pero tienen preferencia por (Molina de la Rosa *et al.*, 2010):

- ✓ Suelos con un Ph entre 6 – 8.5
- ✓  $> 0.1\%$  de ClNa
- ✓ Suelos franco – arenosos
- ✓ Permeables y calizos
- ✓ Buen drenaje y aireación

### 1.1.3 VARIEDADES DE ACEITUNA

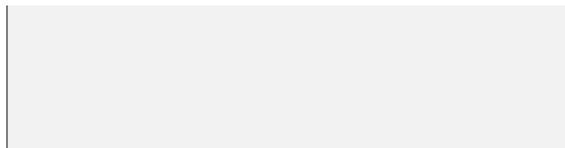
Las diferentes variedades de olivos cultivados en la geografía española son unas 25, de las cuales, 12 son las más importantes y están repartidas por Andalucía, Aragón, Castilla - La Mancha, Castilla - León, Cataluña, Extremadura y la Comunidad Valenciana.

Las principales variedades de olivos cultivados en España se encuentran recogidas en la **Tabla 1.**

**TABLA 1: CLASIFICACIÓN DE DIFERENTES VARIEDADES DE ACEITUNAS Y SU COMUNIDAD AUTONOMA SEGÚN SU ORIGEN DE PLANTACIÓN (Granados, 2000).**

<i>VARIEDAD</i>	<i>COMUNIDAD AUTÓNOMA</i>
<i>Picual</i>	Andalucía
<i>Hojiblanca</i>	
<i>Lechín de Sevilla</i>	
<i>Manzanilla de Sevilla</i>	
<i>Picudo</i>	
<i>Lechín de Granada</i>	
<i>Verdial de Huévar</i>	
<i>Gordal sevillana</i>	
<i>Verdial de Vélez- Málaga y aloreña</i>	
<i>Empeltre</i>	Aragón
<i>Cornicabra</i>	Castilla- La Mancha
<i>Castellana</i>	
<i>Manzanilla cacereña</i>	Castilla - León
<i>Arbequina</i>	Cataluña
<i>Farga</i>	
<i>Morrut</i>	
<i>Sevillenca</i>	
<i>Morisca</i>	
<i>Manzanilla cacereña</i>	Extremadura
<i>Verdial de Badajoz</i>	
<i>Farga</i>	
<i>Morrut</i>	
<i>Sevillenca</i>	Comunidad Valenciana
<i>Blanqueta</i>	

Villalonga  
Changlot real  
Alfajara



De todas las variedades de aceitunas, en España se cultivan diferentes variedades de aceitunas de mesa, aunque algunas tienen doble aptitud, es decir, que se destinan directamente al consumo o a la producción del aceite de oliva, algunos de ellos son: manzanilla, gordal, hojiblanca, carrasqueña, aloreña, verdial, lechín, picual, entre otros (ASEMESA, 2018).

#### 1.1.3.1 *Olea Europea L., cv Picual*

Una de las variedades con más importancia a nivel mundial es la Picual, también conocida como marteño, lopereño o nevadiño. Esta variedad está relacionada con la cultura andaluza, y se cultiva, principalmente, en Jaén, Granada, Málaga, Ciudad Real y Badajoz.

Este árbol tiene un porte vigoroso y de fácil cultivo, además de ser muy productivo; no es muy resistente a sequías prolongadas y terrenos calizos, pero se le considera una variedad auto fértil. Se multiplica con bastante facilidad mediante estacas semileñosas, tolerante a la tuberculosis, propensa al repilo, cochinilla, mosca y verticulosis.

Esta variedad da un aceite ligeramente amargo, debido a su mayor poder antioxidante y a su gran estabilidad frente a la oxidación que tienen los aceites de oliva virgen extra. Da un aceite de color amarillo – verdoso y olor afrutado con un ligero picor (Granados, 2000).

Algunas de las enfermedades que son características de esta variedad son:

- REPILO → (*Cycloconium oleaginea*) también llamado ojo de gallo o vivillo es una de las enfermedades más graves.

Provoca una defoliación precoz del olivo afectando a la producción y debilitando los árboles a largo plazo. Las lesiones se localizan sobre todo en las hojas, siendo su frecuencia menor en frutos y pedúnculos.

Sus síntomas se manifiestan en el haz de las hojas, donde aparecen unas manchas circulares y oscuras, siendo a veces bordeadas por un halo amarillo. Este hongo provoca en las hojas que conforme van envejeciendo, el color oscurezca y en ocasiones es de color blanquecino, debido a que se separa la cutícula y la epidermis.

Las hojas afectadas se caen prematuramente y las más jóvenes tardan alrededor de dos años, produciéndose esa defoliación intensa que deja las ramas peladas, de ahí su nombre (**Figura 5**) (AgrariaOlive, 2018).



**Figura 5. Repilo en hojas de olivo (AgrariaOlive, 2018).**

- COCHINILLA→ (*Saissetia oleae*) cochinilla de la tizne o caparreta del olivo. Insecto que se alimenta de la savia del olivo, debilitándolo y excretando melaza donde se desarrollan hongos como la negrilla o fumagina. Estos hongos crean una capa que reduce la fotosíntesis y el árbol pierde su vigor.

La más conocida es la hembra adulta que tiene huevos en su interior, es de color marrón oscuro, con el dorso convexo y posee un relieve parecido a una H.

Mide entre 2 y 5 mm de longitud y de 1 y 4 mm de ancho. Los huevos tienen forma elíptica y de color rosado. Cada hembra tiene debajo del caparazón más de un millar de huevos.

La aparición de estas larvas se produce más o menos por el mes de mayo y las hembras se desarrollan a finales de verano (**Figura 6**) (Laserna, 2018).



**Figura 6. Saissetia oleae (Laserna, 2018).**

- MOSCA → (*Bactrocera oleae* Gmel) es una de las plagas principales. Es un díptero parecido a la mosca común de unos 4 – 5 mm, tiene una mancha blanca entre el tórax y el abdomen y sus alas son translúcidas con una mancha opaca en el extremo distal, su abdomen es rojizo. La hembra mide casi 1 mm por lo que es fácil de distinguir entre sexos.

El huevo es ovoidal, alargado y de color blanco lechoso, mide 1 mm de largo y 0.2 mm de ancho. Cuando eclosiona el huevo, la larva no tiene patas y mide entre 1 – 8 mm (**Figura 7**) (AgrariaOlive, 2018).



**Figura 7. Mosca (AgrariaOlive, 2018).**

La hembra deposita los huevos a los 3 - 4 días de la fecundación, pero primero inspecciona bien la aceituna “ideal” para depositar sus huevos (**Figura 8**).

- ✓ La aceituna escogida debe estar libre de otros huevos o larvas.
- ✓ Tiene que tener un tamaño óptimo y su hueso debe estar endurecido.
- ✓ Debe estar en su maduración óptima.



**Figura 8. Larva mosca (AgrariaOlive, 2018).**

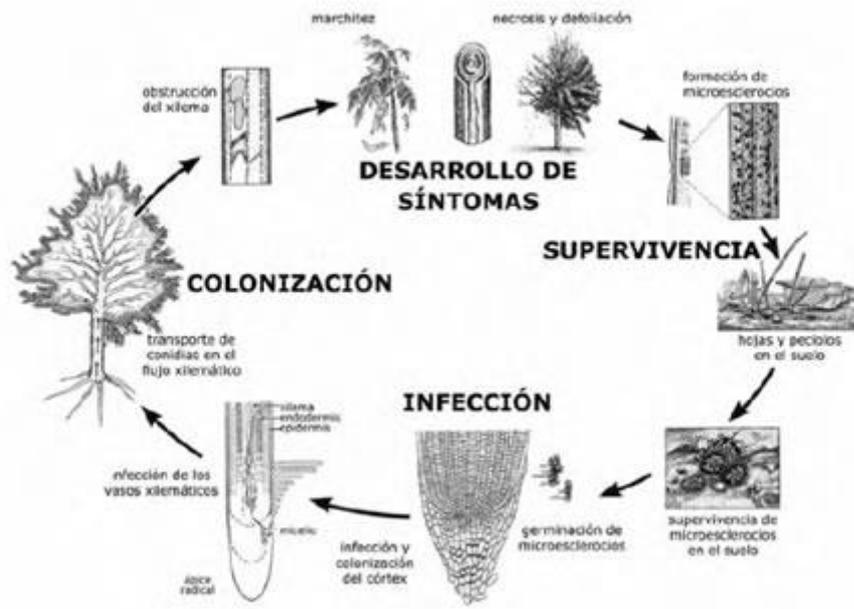
La mosca daña la aceituna, disminuyendo el volumen de pulpa ya que se utiliza para la alimentación de la larva.

Los daños hacia el fruto son muy serios e importantes:

- ✓ La aceituna infectada madura rápidamente, por lo que, provoca su caída.
- ✓ Cuando la larva crece y se convierte en adulto, sale de la aceituna y produce un orificio que la hace vulnerable a hongos y bacterias, esto hace que el fruto de pudra.
- VERTICULOSIS → (*Verticillium dahliae*) es un hongo que penetra por las raíces del árbol hasta llegar al sistema vascular, también puede introducirse por los plantones en el vivero.

Las plantas afectadas se defolian, caen y se descomponen. Es una enfermedad bastante complicada de erradicar y de controlar:

- ✓ El verticillum sobrevive en el suelo durante años, es resistente a condiciones ambientales y biológicas muy adversas.
- ✓ No solo afectan al olivo.
- ✓ Los olivos se infectan por las raíces, por lo que, es muy complicado evitar la infección.
- ✓ Este hongo se concentra en el xilema del árbol, de ahí, que sea complicado aplicarle un tratamiento y erradicarlo (**Figura 9**).



**Figura 9. Ciclo de infección de la verticulosis (AgrariaOlive, 2018).**



## 1.2 IMPORTANCIA DEL ACEITE DE OLIVA

El consumo de aceite de oliva virgen extra (AOVE) en la nutrición humana, la salud y cosméticos está documentada desde hace unos 6000 años por las civilizaciones pertenecientes al mar Mediterráneo y hoy en día sigue teniendo una alta importancia económica y cultural.

El olivo sigue teniendo un papel muy importante en nuestras tradiciones y rituales religiosos a lo largo de todo el Mediterráneo, como, por ejemplo, en la ciudad de Atenas (Grecia) el olivo fue un regalo ofrecido a la humanidad por la diosa Atenea hace más de 5000 años y hoy en día su importancia no ha disminuido, tanto como símbolo de la paz o por su valor nutritivo.

Referido a la medicina, el consumo de aceite de oliva ha sido aceptado desde la antigüedad, ya que se ha demostrado que posee efectos beneficiosos para salud, siempre y cuando, se obtenga un consumo regular a través de la dieta - dieta mediterránea – todo ello, incluye una reducción del estrés oxidativo y una disminución de la incidencia de ciertas enfermedades – cáncer, aterosclerosis, etc.- una mejoría en la salud cardiovascular y un envejecimiento más saludable. Esto se debe a la composición química del AOVE.

Los compuestos que contiene el AOVE, en proporciones variables, son los triglicéridos de ácidos grasos con el ácido graso  $\omega$ -9 monoinsaturado y el ácido oleico como mayoritario; también contiene otros dos ácidos grasos esenciales, que son el ácido linoleico ( $\omega$ -6) y el ácido linolénico ( $\omega$ -3) – ambos poliinsaturados-. Otros componentes importantes pero que se encuentran en menor proporción son: los compuestos fenólicos – responsables de los efectos antioxidantes -, tirosol, hidroxitirosol, vitamina E y fitosteroles (Rossi *et al.*, 2017).

### 1.3 PRODUCCION MUNDIAL, EXPORTACIÓN E IMPORTACIÓN

El valor de la producción de aceite de oliva se encuentra en unos 1.886 millones de € entre 2007 – 2012, esto representa un 4,6 % de la producción agraria y 7,6 % de la producción vegetal en España. Se estima que generan unos 46 millones de jornales por campaña.

España se sitúa en primer lugar mundial en superficie y producción de aceite de oliva. La producción española representa el 60 % de la producción en la UE y el 45 % de la mundial.

La superficie dedicada a este cultivo es de 2.584.564 ha, siendo el 14 % de la SAU (Superficie Agrícola Utilizada), y de éstas, el 28 % es regadío.

La producción media ha sido de 1.215.798 t – 2007/08 – 2012/13- batiendo récord con 1.615.000 t en 2011/12. Es importante destacar que la producción media aumentó un 23 % con 986.654 t en el periodo anterior.

El cultivo del olivo está caracterizado por tener un carácter vecero, alternándose unos años con producciones altas y otras bajas. En la campaña de 2012/13 tuvo una producción bastante baja respecto a las anteriores con un 618.107 t (**Tabla 2**) (MAPAMA, 2018).

**TABLA 2: SUPERFICIE DEL CULTIVO OLIVAR (ha), EVOLUCION DE LA SUPERFICIE DE LA ACEITUNA EN ALMANZARA EN ESPAÑA Y SU PRODUCCION EN ESPAÑA DE 2007-2013.**

	<i>ACEITE DE OLIVA</i>	<i>ACEITUNA DE MESA</i>
<i>2007/08</i>	2422,6	90,8
<i>2008/09</i>	2459,3	93,4
<i>2009/10</i>	2475,4	93,0
<i>2010/11</i>	2468,1	104,7
<i>2011/12</i>	2471,5	109,1
<i>2012/13</i>	2473,2	111,3
<i>Media últimas 6 campañas</i>	<b>2461,7</b>	<b>100,4</b>

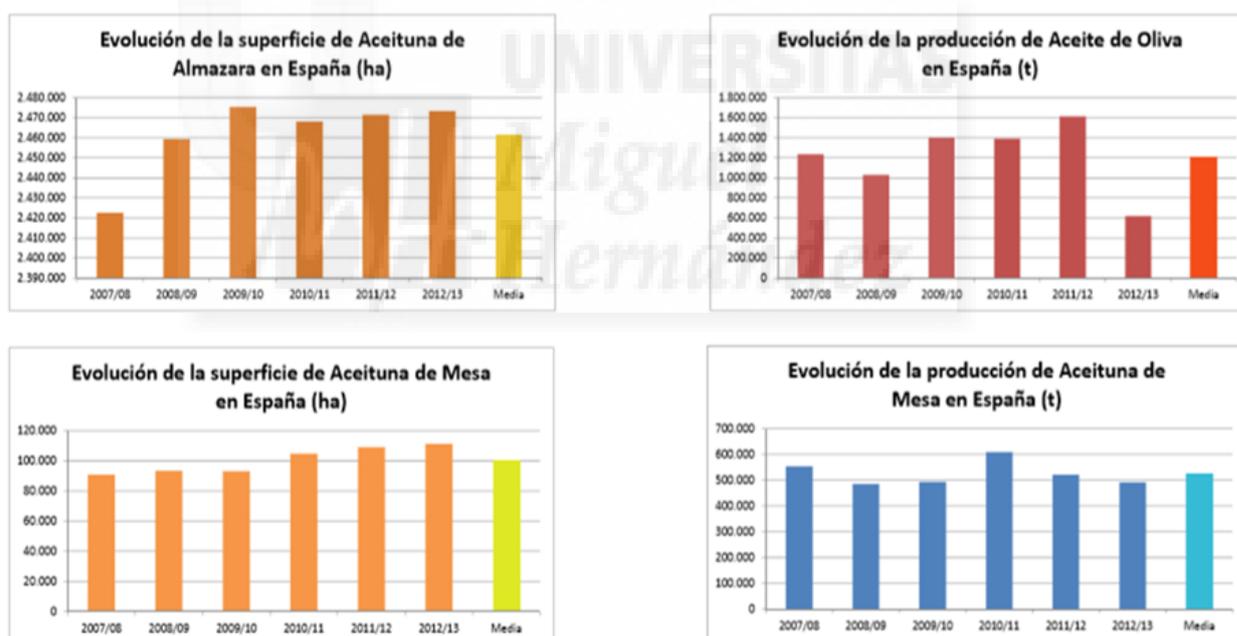
Superficie de cultivo de olivar (x 1000 ha) (MAPAMA, 2018).

	<i>ACEITE DE OLIVA</i>	<i>ACEITUNA DE MESA</i>
<i>2007/08</i>	1237,2	555,3
<i>2008/09</i>	1030,4	485,5
<i>2009/10</i>	1401,7	492,9
<i>2010/11</i>	1392,3	608,6
<i>2011/12</i>	1615,2	521,5
<i>2012/13</i>	618,1	491,0
<i>Media últimas 6 campañas</i>	<b>1215,8</b>	<b>525,5</b>

Producción de cultivo olivar (x 1000 t)

**Nota:** la campaña de comercialización se inicia el 1 de octubre y finaliza el 30 de septiembre del año siguiente (MAPAMA, 2018).

**DIAGRAMA DE BARRAS 1: EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA Y ACEITUNAS DE MESA EN ESPAÑA COMPRENDIDO ENTRE 2013-17 (MAPAMA, 2018).**



Respecto al comercio exterior, España es el primer exportador mundial de aceite de oliva, ocupando el cuarto lugar en productos agroalimentarios exportados de España, por detrás de los cítricos y la carne de porcino.

Estas exportaciones representan el 60 % del comercio total con más de 100 países de destino y con una media en las campañas de 2007/08 – 2012/13 siendo 745.700 t. Este

volumen incremento un 48 % desde 2006/07 – 2011/12, habiendo un descenso en 2012/13.

En estos últimos años se ha destacado el incremento de las exportaciones de aceite de oliva envasado en mermas del aceite de oliva a granel, no obstante, sigue siendo mayoritario con un 75 % que va a la Unión Europea (UE).

Las importaciones tienen una menor relevancia respecto a las exportaciones, teniendo una media de 55.066 t en los últimos seis años, debido a que, la mayor parte del aceite importado procede de la UE – 57 % - siendo Italia y Portugal los principales suministradores – (50 % y 27 % respectivamente).

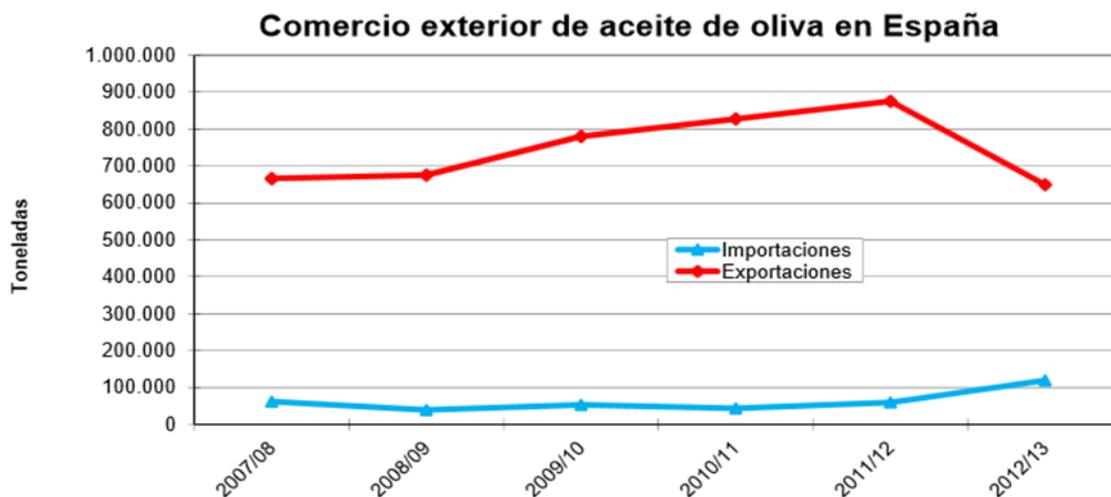
Respecto a los terceros países, Túnez es el principal abastecedor con 18.700 t en los últimos seis años siendo el 34 % del total importado. En 2012 se obtuvo un saldo de 1.743 millones de € (**Tabla 3**) (MAPAMA, 2018).

**TABLA 3: COMERCIO EXTERIOR DE ACEITE DE OLIVA EN ESPAÑA (t) Y JUNTO CON EXPORTACIONES E IMPORTACIONES (MAPAMA, 2018).**

CAMPAÑA	Importaciones			Exportaciones		
	Total	Intra UE	Extra UE	Total	Intra UE	Extra UE
2007/08	61.516	54.816	6.700	665.862	531.962	133.900
2008/09	38.993	28.155	10.838	675.375	521.975	153.400
2009/10	53.007	39.297	13.710	780.132	583.632	196.500
2010/11	43.383	28.672	14.711	827.711	631.511	196.200
2011/12	59.700	45.529	14.171	875.459	628.759	246.700
2012/13	119.100	64.582	54.518	649.376	453.876	195.500
Media (t)	62.616	43.508	19.108	745.652	558.619	187.033
Media (%)	100%	69%	31%	100%	75%	25%

NOTA: La campaña de comercialización se inicia el 1 de octubre y finaliza el 30 de septiembre del año siguiente.

GRÁFICA 1: COMERCIO EXTERIOR DEL ACEITE DE OLIVA EN ESPAÑA. EXPORTACIONES E IMPORTACIONES (MAPAMA, 2018).



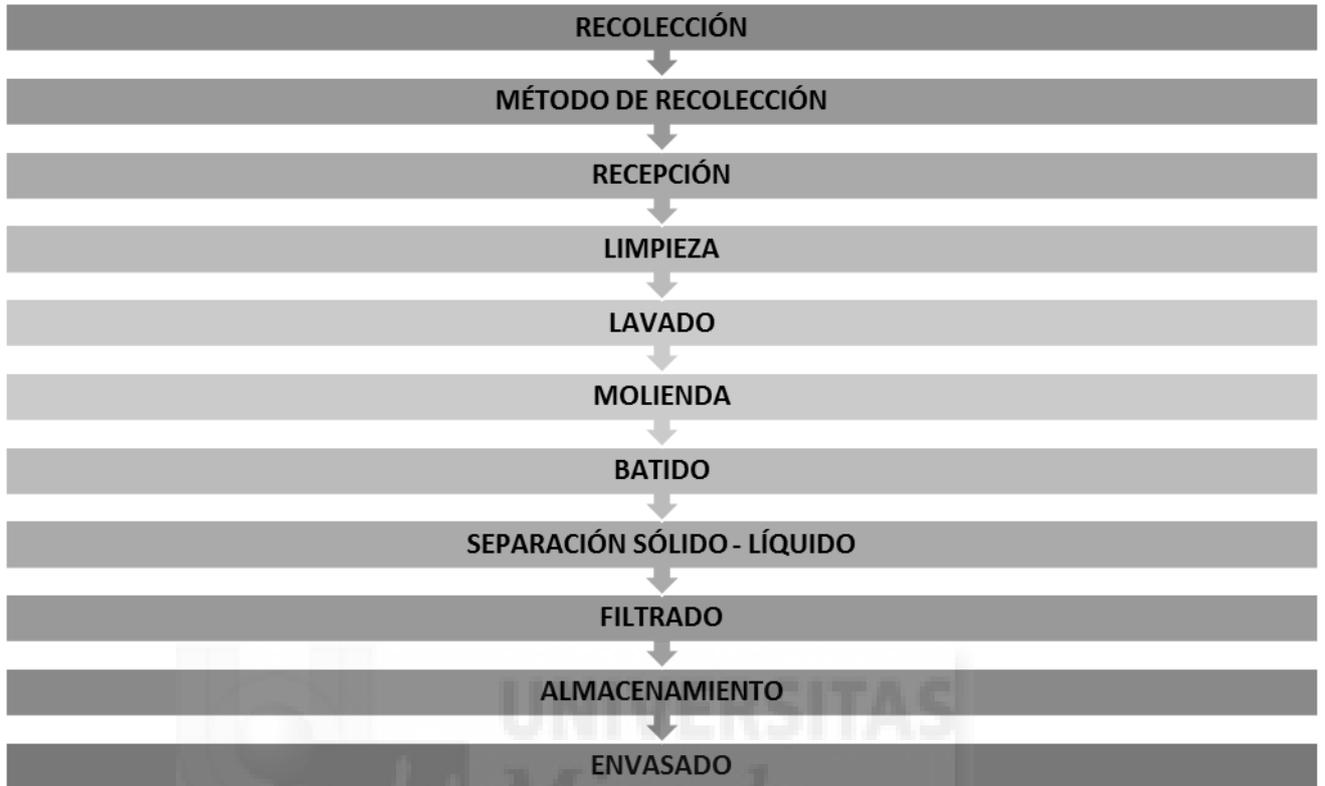
#### 1.4 PROCESO ACEITE DE OLIVA

El proceso para la obtención del aceite de oliva consta de varias fases comenzando por la recolección de la aceituna hasta su envasado final. Estos pasos son **(Tabla 4)** (Aceite del Bajo de Aragón, 2018).

- RECOLECCIÓN: el momento óptimo para la recolección de las aceitunas es cuando el fruto alcanza su estado de maduración óptimo.
- MÉTODO DE RECOLECCIÓN: hoy en día hay dos tipos de recolección.
  - ✓ MANUAL: Recogida del suelo, ordeño y vareo.
  - ✓ MECANIZADO: vibración, peines y cosechadoras.
- RECEPCIÓN: se clasifica el fruto según la variedad y el estado de maduración.
- LIMPIEZA: se separan las hojas, tallos y otras impurezas, mediante una corriente de aire y así dejar solo la aceituna.
- LAVADO: se limpian las aceitunas para eliminar la suciedad que pueda quedar (tierra, barro, etc.). Todo ello se realiza con agua, corrientes de aire o sal disuelta.

- **MOLIENDA:** se rompe la estructura de la oliva, sin deshuesarla, para liberar la parte líquida e ir extrayendo el aceite. Se obtiene una pasta formada por: alpechín, aceite y materia sólida (huesos y piel).
- **BATIDO:** facilita la salida y separación del aceite obteniéndose una pasta formada por: alpechín, aceite y orujos.
- **SEPARACIÓN SÓLIDO – LÍQUIDO:** como aún contiene pequeñas cantidades de sólidos se procede a su eliminación mediante decantación o centrifugación.
- **FILTRADO:** eliminación de cualquier impureza que pueda quedar.
- **ALMACENADO:** el aceite ya extraído, limpiado y filtrado se almacena antes de su envasado para que experimente cambios y sean adecuados para su consumo.
- **ENVASADO:** los envases más utilizados son:
  - ✓ Vidrio
  - ✓ Envases PET
  - ✓ Hojalata
  - ✓ Tetra Pack

TABLA 4: DIAGRAMA DE FLUJO SOBRE LA ELABORACIÓN DEL ACEITE DE OLIVA (Aceite del Bajo de Aragón, 2018)



### 1.5 CLASIFICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE ACEITES:

La clasificación de los distintos tipos de aceite de oliva se presenta a continuación cumpliendo la normativa (**Tabla 5**), (COI, 1959), (Granados, 2000), (RE 2016/2095).

- ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA (AOVE): es el aceite natural que no ha tenido ningún contacto con sustancias químicas y, por tanto, conserva todas las características organolépticas. Es una grasa vegetal rica en vitamina E, con propiedades mayores a cualquier otro aceite virgen. También es rica en antioxidantes, pigmentos que dan lugar a esa coloración amarillenta-verdosa, dependiendo del grado de madurez de las aceitunas, así como las clorofilas, carotenos y polifenoles que hacen que este aceite tenga un sabor y aroma potente y sea estable. Su acidez libre expresada en ácido oleico no puede superar 0.8 % g por cada 100 g; el índice de peróxidos no debe superar los 20 mEq O<sub>2</sub>/kg; los índices K<sub>232</sub> no deben superar los 2,50; los índices K<sub>168</sub> o K<sub>270</sub> no pueden superar los 0,22; el delta – K no puede superar el 0,01; respecto a la evaluación organoléptica tenemos – la mediana del defecto - siendo igual a 0; y - la mediana del frutado - siendo mayor de 0; y por último, los ésteres etílicos de los ácidos grasos siendo menor de 35 mg/kg.
- ACEITE DE OLIVA VIRGEN (AOV): se obtiene mediante procesos mecánicos físicos y tiene que ser el lavado, decantado, centrifugado y filtrado. No se puede utilizar disolventes, procedimientos de reesterificación ni mezclas con otros aceites. Su acidez libre expresada en ácido oleico no puede superar 2 % g por cada 100 g; el índice de peróxidos no debe superar los 20 mEq O<sub>2</sub>/kg; los índices K<sub>232</sub> no deben superar los 2,60; los índices K<sub>168</sub> o K<sub>270</sub> no pueden superar el 0,25; el delta – K no puede superar el 0,01; respecto a la evaluación organoléptica tenemos – la mediana del defecto - siendo menor de 3,5; y - la mediana del frutado - siendo mayor de 0.
- ACEITE DE OLIVA LAMPANTE: es un aceite de sabor y olor defectuoso, con una acidez mayor, por lo cual, debe ser refinado para su consumo.

En el refinado se añade sosa y se aplican altas temperaturas para eliminar ese sabor, olor y acidez marcados. Su acidez debe libre expresada en ácido oleico supera 2 % g por cada 100 g.

- ACEITE DE OLIVA REFINADO: es el resultado de la mezcla de aceites de oliva vírgenes y de oliva refinados, con defectos, mediante neutralización y desodorizarían. Su acidez debe libre expresada en ácido oleico no puede superar 0,3 % g por cada 100 g; el índice de peróxidos no debe superar los 5 mEq O<sub>2</sub>/kg; los índices K<sub>168</sub> o K<sub>270</sub> no pueden superar el 1,25; el delta – K no puede superar el 0,16.
- ACEITE DE OLIVA REFINADO COMPUESTO POR ACEITE DE OLIVA REFINADO Y ACEITE OLIVA VIRGEN: Su acidez debe libre expresada en ácido oleico no puede superar 1 % g por cada 100 g; el índice de peróxidos no debe superar los 15 mEq O<sub>2</sub>/kg; los índices K<sub>168</sub> o K<sub>270</sub> no pueden superar el 1,15; el delta – K no puede superar el 0,15.
- ACEITE OLIVA ORUJO CRUDO: aceite obtenido a partir de disolventes a partir del orujo.
- ACEITE ORUJO REFINADO: aceite obtenido del refinamiento del aceite de oliva orujo crudo, mediante técnicas que no provoquen ninguna modificación en su estructura glicéridica inicial. Su acidez debe libre expresada en ácido oleico no puede superar 0,3 % g por cada 100 g; el índice de peróxidos no debe superar los 5 mEq O<sub>2</sub>/kg; los índices K<sub>168</sub> o K<sub>270</sub> no pueden superar el 2; el delta – K no puede superar el 0,20.
- ACEITE ORUJO DE OLIVA: mezcla del aceite de oliva orujo refinado con aceite de oliva virgen apta para el consumo. Su acidez debe libre expresada en ácido oleico no puede superar 1 % g por cada 100 g; el índice de peróxidos no debe superar los 15 mEq O<sub>2</sub>/kg; los índices K<sub>168</sub> o K<sub>270</sub> no pueden superar el 1,70; el delta – K no puede superar el 0,18.

**TABLA 5: CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LOS ACEITES DE OLIVA**

ANEXO

ANEXO I

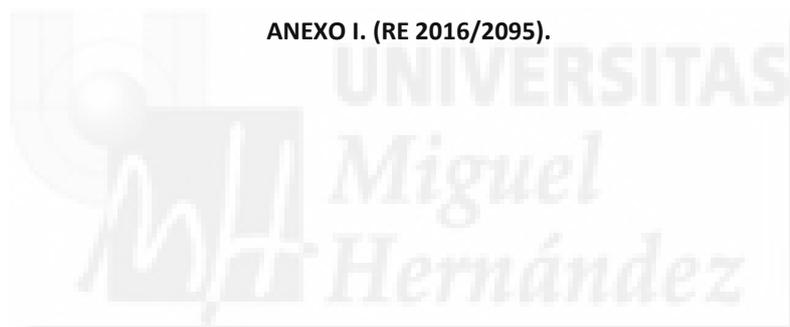
**CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEITES DE OLIVA**

**Características de calidad**

Categoría	Acidez (%) (*)	Índice de peróxido mEq O <sub>2</sub> /kg (*)	K <sub>232</sub> (*)	K <sub>268</sub> o K <sub>270</sub> (*)	Delta-K (*)	Evaluación organoléptica		Ésteres etílicos de los ácidos grasos mg/kg (*)
						Mediana del defecto (Md) (*)	Mediana del frutado (Mf) (*)	
1. Aceite de oliva virgen extra	≤ 0,8	≤ 20	≤ 2,50	≤ 0,22	≤ 0,01	Md = 0	Mf > 0	≤ 35
2. Aceite de oliva virgen	≤ 2,0	≤ 20	≤ 2,60	≤ 0,25	≤ 0,01	Md ≤ 3,5	Mf > 0	—
3. Aceite de oliva lampante	> 2,0	—	—	—	—	Md > 3,5 (*)	—	—
4. Aceite de oliva refinado	≤ 0,3	≤ 5	—	≤ 1,25	≤ 0,16	—	—	—
5. Aceite de oliva compuesto de aceites de oliva refinados y de aceites de oliva vírgenes	≤ 1,0	≤ 15	—	≤ 1,15	≤ 0,15	—	—	—
6. Aceite de orujo de oliva crudo	—	—	—	—	—	—	—	—
7. Aceite de orujo de oliva refinado	≤ 0,3	≤ 5	—	≤ 2,00	≤ 0,20	—	—	—
8. Aceite de orujo de oliva	≤ 1,0	≤ 15	—	≤ 1,70	≤ 0,18	—	—	—

(\*) La mediana del defecto puede ser inferior o igual a 3,5 cuando la mediana del frutado es igual a 0.

**ANEXO I. (RE 2016/2095).**



## 1.6 VALOR NUTRICIONAL

La aceituna presenta gran cantidad de agua (78%), un aporte calórico algo elevado por ser una fruta oleaginosa, concretamente, 120 kcal/100 g, de la cuales, 12,5 kcal provienen de la grasa. Además de ser un producto rico en fibra (4.8 g/100 g), ya que contiene más de 3 g/100 kcal (RE 1924/2006).

Respecto a las grasas, cabe destacar, que es rico en ácidos grasos monoinsaturados (8,7 g/100 g) ya que aportan más del 20 % del valor energético total (RE 1924/2006), (RE 116/2010), (RE 1169/2011).

En vitaminas y minerales es un producto variado ya que contiene pequeñas cantidades, pero destaca el potasio (432 mg/100 g) (**Tabla 6**) (BADALI, 2018), (BEDCA, 2018).

El aceite de oliva virgen extra se caracteriza por su elevada cantidad de grasa total (100 %), por lo tanto, le deriva a ser un producto de alta densidad calórica (888 kcal/100 g), no contiene ni fibra ni hidratos de carbono y su ácido graso predominante es el ácido oleico (78,2 %), de ahí, que sus ácidos grasos mayoritarios sean los monoinsaturados (AGMI), ya que, representa más del 45 % de AGMI y son más del 20 % de su valor energético total (RE 1924/2006), (RE 1169/2011), de ahí, que sean tan importantes.

En vitaminas y minerales, el único que destaca es la vitamina E, de la que el aceite de oliva virgen extra es rico, (18,34 mg/100 g) lo que contribuye en su poder antioxidante (**Tabla 7**) (BADALI, 2018), (BEDCA, 2018).

Una de las características más importantes del consumo de aceite de oliva virgen extra (AOVE), a pesar de ser un aceite, es la composición de su perfil lipídico. Esta constituido, en su mayoría, por AGMI siendo el 78 %; de este porcentaje tan elevado, destaca uno en concreto que es el ácido oleico – 55 % y 85 % -, también contiene otros ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) como el ácido linoleico y en los ácidos grasos saturados (AGS), pero en menor proporción, el esteárico y palmítico.

Los componentes menores son muy importantes para la salud debido a sus efectos antiinflamatorios y antioxidantes, esto hace que favorezca los factores hemostáticos y

mejoran la estabilidad de la placa arteriosclerótica, de ahí, que se asocian a un menor riesgo de ciertas enfermedades (Sánchez-Villegas *et al.*, 2018).

- **ACEITUNA**

**TABLA 6: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE 100 g DE ACEITUNA. VALORES EXPRESADOS EN GRAMOS PARA LOS COMPONENTES MAYORITARIOS Y EN MILIGRAMOS O MICROGRAMOS PARA LOS MINORITARIOS (BEDCA, 2018).**

<b>COMPONENTE</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Energía</b>	120	Kcal
<b>Agua</b>	78	g
<b>Proteína</b>	1,3	g
<b>Grasa total</b>	12,5	g
Ácidos grasos monoinsaturados	8,7	g
Ácidos grasos poliinsaturados	0,6	g
Ácidos grasos saturados	2,6	g
Colesterol	0	mg
<b>Hidratos de carbono</b>		
Fibra	4,8	g
carbohidratos	1	g
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina A	48	ug
Vitamina E	1,48	mg
Folato total	10,4	ug

- **ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA**

**TABLA 7: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE 100 g DE ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA. VALORES EXPRESADOS EN GRAMOS PARA LOS COMPONENTES MAYORITARIOS Y EN MILIGRAMOS O MICROGRAMOS PARA LOS MINORITARIOS (BEDCA, 2018).**

<b>COMPONENTE</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Energía</b>	888	Kcal
<b>Agua</b>	78	g
<b>Proteína</b>	1,3	g
<b>Grasa total</b>	100	g
<i>Ácidos grasos moinsaturados</i>	78,2	g
<i>Ácidos grasos poliinsaturados</i>	7,5	g
<i>Ácidos grasos saturados</i>	14,21	g
<i>Colesterol</i>	0	mg
<b>Hidratos de carbono</b>		
<i>Fibra</i>	0	g
<i>carbohidratos</i>	0	g
<b>Vitaminas</b>		
<i>Vitamina A</i>	34	ug
<i>Vitamina E</i>	18,34	ug

## 1.7 COMPUESTOS FENÓLICOS Y ÁCIDOS GRASOS DEL ACEITE DE OLIVA

El aceite de oliva se compone principalmente de ácidos grasos y otros constituyentes bioactivos como los tocoferoles, fenoles, escualeno, fitoesteroles, carotenos, etc., y estos, son los responsables de sus propiedades funcionales y la alta estabilidad frente a la oxidación durante el almacenamiento. No obstante, su variabilidad se debe principalmente al genotipo, el tiempo de cosecha, a los factores ambientales, agronómicos y tecnológicos. Por eso su concentración puede ser mayor o menor y puede variar o depender de estos factores, que no tienen por qué estar relacionados.

Los fenoles son los antioxidantes mayoritarios del aceite de oliva y determinan las características sensoriales y la estabilidad del aceite. Esta estabilidad depende de la variedad de aceituna, el área de cultivo, el tiempo de cosecha, entre otros, y se ve afectado por los sistemas de extracción y las condiciones de almacenamiento. (Kalogeropoulos *et al.*, 2015).

Estos compuestos otorgan beneficios para la prevención de ciertas enfermedades y si se complementa con una dieta saludable, la hace eficaz contra la aterosclerosis coronaria, por ejemplo- que es la principal causa de muerte en los países occidentales- debido al colesterol (indicador de la grasa animal pero que también se encuentra en pequeñas cantidades en las plantas llamados esteroides), ya que los fenoles presentan actividad antimicrobiana y antiinflamatoria (Gorisntein *et al.*, 2002).

Durante la maduración de las aceitunas el contenido del aceite aumenta y su actividad fotosintética disminuye, así, las clorofilas de la piel se sustituyen por antocianinas – eso hace que varíe su color de verde a violáceo- eso marcaría el estado de maduración final. Todo esto indica que el grado de maduración y un tiempo óptimo de cosecha, son conceptos muy importantes para obtener una buena calidad en el aceite.

Estos compuestos son los responsables del amargor, estabilidad oxidativa y otras propiedades beneficiosas características del aceite de oliva (Kalogeropoulos *et al.*, 2015).

Es importante destacar que el aceite de oliva virgen se compone principalmente de dos fracciones diferentes: la saponificable - que representa el 98 % de su composición total, incluyendo ácidos grasos y triacilglicéridos – y la insaponificable – que representa el 2 %

restante y se incluyen los esteroides, alcoholes, vitamina E, hidrocarburos, carotenoides, compuestos volátiles y compuestos fenólicos-.

El aceite de oliva tiene una fuente de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), resaltando al ácido oleico – que representa el 60 – 80 % del total – y es menos susceptible a la oxidación, siendo muy importante para contribuir a la estabilidad y la larga vida útil del aceite.

Para estudiar los criterios de calidad del aceite, los estudios se centran en los ácidos grasos libres y los peróxidos (Yorulmaz *et al.*, 2017).





## 2 OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo fin de grado son los siguientes:

- Estudiar el efecto que tiene sobre las aceitunas la diferente localización de olivos en un terreno en la que hay una gran diferenciación en la edad y el posicionamiento de los árboles. Para ello se han estudiado los siguientes parámetros:
  - Tamaño.
  - Peso.
  - Color.
  - Composición mineral.
  
- Estudiar las diferencias en la calidad del aceite de oliva procedente de este terreno, cuando ha sido elaborado con mezcla de aceitunas procedentes de otros terrenos y cuando se elabora sólo con aceitunas procedentes de esta. Para la consecución de este objetivo se han llevado a cabo los siguientes análisis:
  - Índice de acidez.
  - Índice de peróxidos.
  - Índices k (k 232, k 270 y  $\Delta K$ ).
  - Análisis sensorial.
  - Perfil de ácidos grasos.



### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 MATERIAL VEGETAL

Para la realización de este estudio se han recogido aceitunas procedentes de un terreno situado en el municipio de Darro, que pertenece a la provincia de Granada y situado en la comarca de Guadix, donde su ubicación se encuentra en las siguientes coordenadas: 37º 21' 27'' N 3º 16' 40'' W (Figura 10).



**Figura 10. Localización terreno (Google Earth).**

Este terreno se encuentra situado en un valle que pertenece al altiplano de esta comarca, está protegido de los vientos y las temperaturas oscilan en 3º C de diferencia tanto en invierno como en verano, respecto a los llanos que la rodean.

Este terreno (llamado Anchurón), se divide en 4 zonas diferentes, de las cuales, cada una tiene una serie de características que las diferencian:

- ✓ Unos olivos delimitan con el arroyo del Anchurón o Frontina -“Viejos arroyo”-, estos árboles son centenarios, son los que más rendimiento dan, entre ellos hay una distancia de entre 12 m aproximadamente – como antiguamente se plantaban, son olivos de un pie.
- ✓ Otros son olivos de “30 años” aproximadamente, estos son de tres pies cada uno, su distancia de plantación es inferior – 9 m aproximadamente.
- ✓ Otros se conocen como “vegueta sin riego”, también tienen 30 años, tienen tres pies y su distancia de plantación es igual a la anterior – 9 m. Esta zona se

denomina Sin riego porque el terreno tiene un poco más de pendiente que las demás zonas y el agua fluye más rápido.

- ✓ Y los restantes son “Solanilla”, estos son olivos de un pie, están plantados a unos 10 m aproximadamente de distancia y son centenarios.

Estos terrenos tienen su propio nacimiento de agua comunitaria, con lo cual, se riegan a manta o como se le conoce técnicamente en superficie. Esta consiste en que el agua se aplica en la superficie del suelo y se distribuye en el campo por gravedad, de este modo, el caudal de riego disminuye a lo largo del campo debido a la infiltración del terreno (Faci *et al.*, 2018).

Para tratar los olivos se ara la tierra, abonándola con estiércol - procedente de una ganadería de la zona- repartida en cada pie de olivo y no se utilizan ni fertilizantes ni pesticidas.

La recolección del fruto se realiza mediante vareo tradicional, el ordeño en las partes bajas del olivo y mantas en el suelo. Respecto al ordeño, se realiza en las partes bajas del olivo. Aunque este método está ya en desuso, supone un respeto absoluto hacia el olivo y la aceituna; el vareo se realiza en la parte media – alta del árbol debido a la altura de las aceitunas y aunque es un método un poco agresivo, no rompe las ramas ni los brotes tiernos que se están formando para la siguiente campaña, esta consiste en golpear con una vara de unos 3 - 4 metros cerca de los fardos de aceitunas para que estas caigan sobre las mantas que rodean el pie del olivo; estas mantas una vez que se varea el olivo se van arrastrando entre varias personas al siguiente hasta que se encuentre llena y se pasen a sacos, para después llevarlos a la almazara.

## 3.2 ANÁLISIS ACEITUNAS

### 3.2.1 *ANÁLISIS MORFOLÓGICOS*

Para el análisis morfológico se dividió la finca en 4 partes. Se utilizó 1 kg aproximadamente de cada parte.

- Muestra 1: Viejos arroyo.
- Muestra 2: 30 años.
- Muestra 3: Vegueta sin riego.
- Muestra 4: Solanilla.

#### 3.2.1.1 *PESO Y TAMAÑO*

Se utilizaron 25 aceitunas de cada muestra, midiendo la parte longitudinal y ecuatorial de cada una de ellas. Para ello se utilizó un calibre electrónico (modelo 500-197-20 150 mm. Mitutoyo Corp., Aurora, IL, USA).

Se seleccionaron 25 aceitunas de manera aleatoria de cada muestra y se pesó cada aceituna escogida, mediante la balanza analítica, primero la aceituna entera – con hueso- y luego sin hueso. Adicionalmente, se calculó el ratio pulpa/hueso de cada muestra (Cano-Lamadrid *et al.*, 2016).

#### 3.2.1.2 *COLOR*

Para hacer las mediciones de color se utilizó un colorímetro (modelo CR-300, Minolta, Osaka, Japón). Este instrumento usa un analizador de fluorescencia D65 y un observador 10 °. Los datos del color proporcionan las coordenadas CIE L\* a\* b\*, que definen el color en un espacio tridimensional.

Los análisis de color se realizaron en 25 aceitunas de cada muestra (Cano-Lamadrid *et al.*, 2016).

### 3.2.2 MINERALES

Para la determinación de los macronutrientes y micronutrientes del aceite de oliva, se escogió una muestra de cada una de las partes de la finca siguiendo el siguiente procedimiento:

- Se digiere 1 g de aceituna aproximadamente, durante 3 horas a 130 °C, en un bloque de digestión.
- Se añaden 5 ml de HNO<sub>3</sub> al 65% (p/v).
- Dejar enfriar a temperatura ambiente y transferir a un matraz volumétrico.
- Prepara disoluciones 1:10 y 1:50 utilizando agua ultrapura.

La determinación de macronutrientes (Ca, Mg y K) y micronutrientes (Cu y Zn) se realizó mediante un espectrómetro de emisión y absorción atómica (Unicam Ltd., Cambridge, U.K.).

En cada lote se incluyó un blanco de reactivo para evaluar con precisión y exactitud. Las curvas de calibración se utilizaron para la cuantificación de los minerales (Cano-Lamadrid *et al.*, 2016).

## 3.3 ANÁLISIS ACEITE DE OLIVA

### 3.3.1 MUESTRAS

Los análisis en aceite de oliva se realizaron con dos muestras pertenecientes a dos años consecutivos: (i) “2017” es aceite procedente de aceitunas recolectadas en el año 2016 que se mezclaron en la almazara con aceitunas pertenecientes a otras fincas, (ii) “2018” es aceite que proviene de aceitunas recolectadas en el año 2017 y en la almazara no fueron mezcladas con otras aceitunas, sino que se elaboró únicamente con aceitunas procedentes de la finca Anchurón.

### 3.3.2 DETERMINACIÓN DEL GRADO DE ACIDEZ

Para determinar el grado de acidez del aceite de oliva debemos conocer los ácidos grasos que contiene.

Los materiales empleados para esta prueba son:

- ✓ Balanza analítica.
- ✓ Matraz Erlenmeyer de 250 ml de capacidad.
- ✓ Bureta de 10 ml de capacidad, con graduación de 0,05 ml.

Los reactivos empleados deben ser de calidad analítica reconocida y el agua utilizada debe ser destilada o equivalente.

- ✓ Mezcla de éter dietílico y etanol de 95% (V/V), en proporción de volumen 1:1. Debe neutralizarse exactamente en el momento de su utilización con la solución de hidróxido potásico en presencia de 0,3 ml de la solución de fenolftaleína por cada 100 ml de mezcla.
- ✓ Solución etanólica valorada de hidróxido potásico, = 0,1M. La solución debe ser incolora o de color amarillo paja.
- ✓ Solución de 10 g/l de fenolftaleína en etanol de 95-96% (V/V) o solución de 20 g/l de azul alcalino (en caso de aceites de oliva muy coloreados) en etanol de 95-96% (V/V).

Respecto a su procedimiento, debemos:

- ✓ Para la preparación de la muestra debe estar filtrada. Si el contenido global de humedad e impurezas es inferior al 1%, se utilizará la muestra tal cual.
- ✓ Debemos tomar la muestra, según el grado de acidez previsto, siguiendo el siguiente cuadro:

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

- ✓ Debemos pesar la muestra en el matraz Erlenmeyer, y de seguido:
- Disolver la muestra en 50 a 150 ml de la mezcla de éter dietílico y etanol, previamente neutralizada.
  - Valorar, agitando, con la solución de hidróxido potásico de 0,1M hasta el viraje del indicador (la coloración rosa de la fenolftaleína debe permanecer al menos durante 10 segundos).

Para expresar el porcentaje de ácido oleico – acidez- empleamos la siguiente formula:

$$V \times C \times \frac{M}{1000} \times \frac{100}{P} = \frac{V \times c \times M}{10 \times P} \text{ siendo:}$$

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

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

**M:** peso molecular del ácido en que se expresa el resultado (ácido oleico = 282).

**P:** peso en gramos de la muestra utilizada. Se tomará como resultado la media aritmética de dos determinaciones.

### 3.3.3 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS

Para describir la determinación del índice de peróxidos, solamente se puede realizar en aceites y grasas animales y vegetales.

El índice de peróxidos es la cantidad (expresada en miliequivalentes de oxígeno activo por kg de grasa) de peróxidos en la muestra que ocasionan la oxidación del yoduro potásico.

La muestra, 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 materiales empleados para esta prueba son:

- ✓ Matraz Erlenmeyer 250 ml.
- ✓ Buretas.
- ✓ Pipetas de 1 y 10 ml.

Los reactivos empleados son:

- ✓ Ioduro potásico (solución saturada).
- ✓ Cloroformo.
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Ácido acético glacial.
- ✓ Tiosulfato sódico 0.01N (solución acuosa).
- ✓ Solución de almidón 1% en agua destilada.

La muestra se tomará y almacenará para que no le dé la luz, y se mantendrá refrigerada dentro de envases de vidrio totalmente llenos y herméticamente cerrados con tapones de vidrio esmerilado o de corcho.

Respecto a su procedimiento, procedemos a realizar el ensayo con luz natural, difusa o luz artificial. Luego pesamos con precisión en un matraz una cantidad de muestra en función del índice de peróxidos que se presuponga, con arreglo al cuadro siguiente:

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

- Depositar 2 ml de aceite en el matraz Erlenmeyer.
- Agregar 10 ml de cloroformo.

- Agregar 15 ml de ácido acético glacial.
- Agregar 1 ml de la disolución 1k.
- Agitar 1 minuto.
- Dejar reposar 5 minutos en la oscuridad.
- Agitar y valorar la solución de tiosulfato sódico, el cual, virara de amarillo a transparente.
- Añadir 2 gotas de almidón.

Para calcular el índice de peróxidos (I.P.), expresado en miliequivalentes de oxígeno activo por kg de grasa se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$IP = \frac{V \times N \times 1000}{P} \quad \text{siendo:}$$

**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.

### 3.3.4 PRUEBA ESPECTROFOTOMÉTRICA EN EL ULTRAVIOLETA (ÍNDICES K)

Los índices K – espectrofotometría en el ultravioleta - proporciona 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  $E_{1\%,1\text{cm}}$  (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.

Este método describe el procedimiento de ejecución de la prueba espectrofotométrica en el ultravioleta de las materias grasas.

Por lo tanto, 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.

El material empleado es el siguiente:

- ✓ Espectrofotómetro para medidas de extinción en el ultravioleta entre 220 y 360 nm.
- ✓ Cubetas de cuarzo 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 25 ml.
- ✓ Columna de cromatografía, de 270 mm de longitud y 35 mm de diámetro en la parte superior: de 270 mm de longitud y 10 mm de diámetro en la parte inferior (Modificado por el Reglamento (CE) 183/93).

Los reactivos empleados son:

- ✓ Iso-octano (2,2,4-trimetilpentano), que debe tener, respecto al agua destilada, una transmitancia del 60% como mínimo a 220 nm y del 95% como mínimo a 250 nm.
- ✓ Ciclohexano de calidad, que debe tener, respecto al agua destilada, una transmitancia del 40% como mínimo a 220 nm y del 95% como mínimo a 250 nm (Modificado por el Reglamento (CE) 183/93).

- ✓ Alúmina básica para cromatografía en columna, preparada y controlada.

El procedimiento es el siguiente:

- ✓ La muestra debe ser perfectamente homogénea y estar exenta de impurezas en suspensión.
- ✓ Pesar con precisión 0,25 g aproximadamente de la muestra preparada y colocarlo en un matraz aforado de 25 ml, completar con el disolvente adecuado y homogeneizar. La solución resultante debe estar perfectamente clara.
- ✓ Llenar una cubeta con la solución obtenida y se miden las extinciones, usando como referencia el disolvente empleado, a las longitudes de onda deben estar comprendidas entre 232 y 276 nm y los valores de extinción obtenidos deben estar comprendidos en el intervalo entre 0,1 y 0,8.

Para calcular las extinciones específicas en las distintas longitudes de onda, se emplea la siguiente fórmula:

$$K\lambda = \frac{E\lambda}{c \times e} \text{ siendo:}$$

*Kλ*: extinción específica a la longitud de onda lambda.

*Eλ*: 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 en isooctano, a las longitudes de onda de 232 y 270 nm, y la determinación de  $\Delta K$  definido como:

$$\Delta K = K_m - \frac{K_{m-4} + K_{m+4}}{2} \text{ siendo:}$$

*Km*: es la extinción específica a la longitud de onda  $m$ , longitud de onda de máxima absorción alrededor de 270 nm.

### 3.3.5 PERFIL ÁCIDOS GRASOS

Una de las principales aplicaciones de la cromatografía de gases en el aceite de oliva es determinar la fracción de ácidos grasos y derivados.

La cromatografía de gases emplea columnas de capilares que pueden resolver qué ácidos grasos son en función del número de carbonos e insaturaciones, incluidos los isómeros geométricos y la posición de los dobles enlaces.

Pueden establecer cuales esterifican las distintas posiciones del glicerol en los triglicéridos. Esto es muy útil ya que la composición de los ácidos grasos y los triglicéridos son característicos de los distintos tipos de aceite o variedades de aceite y podemos ver si existe manipulación o algún fin fraudulento.

Los materiales empleados son los siguientes:

- ✓ Balanza analítica.
- ✓ Matraz erlenmeyer.
- ✓ Jeringa con aguja de 1 ml desechable.
- ✓ Vórtex.
- ✓ Eppendorf.
- ✓ Pipetas pasteur.
- ✓ Centrifuga.
- ✓ Micropipetas.
- ✓ Cromatógrafo de gases.

Los reactivos utilizados son los siguientes:

- ✓ Metóxido de sodio 0,5 M.
- ✓ Hexano.
- ✓ NaSO<sub>4</sub> anhídrido.

El procedimiento es el siguiente:

- ✓ Coger balanza analítica y pesar en el matraz de 11 – 14 g de aceite.
- ✓ Añadir a cada vial 0,5 ml de metóxido de sodio 0,5 M.
- ✓ El reactivo se sacará con una jeringa de aguja de 1 ml desechable.
- ✓ Agitar en el vórtex 2 minutos al máximo r.p.m.
- ✓ Utilizar un patrón interno del estándar – su concentración final será de 0,4 mg/ml, estos patrones se disuelven con hexano.
- ✓ Añadir 1 ml de patrón interno o 1 ml de hexano.
- ✓ Volver a agitar en el vórtex 2 minutos a máxima velocidad r.p.m.
- ✓ Esperar 10 minutos para que se separen las fases.
- ✓ Preparar e identificar los eppendorf.
- ✓ Recoger la fase superior – hexano- y colocarla en los eppendorf.
- ✓ Centrifugar 5 minutos a 12000 – 14000 r.p.m y a una temperatura entre 8 – 10 ° C.
- ✓ Después de la centrifugación, añadir 0.5 mg de NaSO<sub>4</sub> anhídrido en cada eppendorf y dejar reposar durante 1 minuto, para que se elimine el agua.
- ✓ Recoger la capa superior del eppendorf y colocarla en un vial ámbar, para pinchar directamente en el cromatógrafo.

### 3.3.6 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ACEITE DE OLIVA

La evaluación sensorial es una disciplina científica que se utiliza para evaluar las características sensoriales de un producto. Esta evaluación se realiza mediante un panel de catadores, que consiste, en un grupo de personas expertas y que tienen mayor sensibilidad olfativa y gustativa. Este análisis es obligatorio por legislación.

La labor que ejerce este panel de catadores experto es muy importante para conocer qué productos tienen mayor aceptación y cuáles no, estas características ejercen una mayor influencia en las preferencias del consumidor, ya que este panel es una herramienta eficaz y muy rápida (**Figura 11**) (Vázquez-Araujo *et al.*, 2014).

**HOJA DE PERFIL**

**INTENSIDAD DE PERCEPCIÓN DE LOS DEFECTOS:**

Atrojado/borras \_\_\_\_\_

Moho/humedad/ tierra \_\_\_\_\_

Avinado/avinagrado/ácido/agrio \_\_\_\_\_

Madera Húmeda (Ac.heladas) \_\_\_\_\_

Rancio \_\_\_\_\_

Otros (¿Cuáles?) \_\_\_\_\_

Metálico  Heno  Gusano  Basto

Salmuera  Quemado  Alpechín  Esparto

Pepino  Lubricante

*Describir:*

**INTENSIDAD DE PERCEPCIÓN DE LOS ATRIBUTOS POSITIVOS**

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

Amargo \_\_\_\_\_

Picante \_\_\_\_\_

Nombre del catador:

Código de la muestra:

Fecha:

Observaciones:

**Figura 11: Hoja de cata.**

Uno de los criterios básicos para evaluar la calidad del aceite de oliva, son sus características sensoriales, basándose en el olor, sabor y textura. Estas características propias de cada aceite se denominan "atributos" y pueden ser positivos o negativos (Tabla 8) (Granados, 2000).

**TABLA 8: DESCRIPCIÓN DE LOS ATRIBUTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS QUE PUEDE TENER UN AOV (Granados, 2000).**

<i>CARACTERÍSTICA</i>	<i>ATRIBUTO</i>	<i>DEFINICIÓN</i>
<i>FRUTADO</i>	Positiva	Flavor y olor de aceitunas frescas, recogidas en su grado de maduración óptima.
<i>AMARGO</i>	Positiva	Sabor característico de aceitunas verdes.
<i>PICANTE</i>	Positivo	Sensación de picor en la garganta, característico de aceitunas obtenidas al comienzo de la recolección.
<i>ATROJADO</i>	Negativo	Flavor característico debido a un estado avanzado de fermentación procedente de aceitunas apiladas un largo tiempo.
<i>BORRAS</i>	Negativo	Flavor característico del aceite recuperado del sedimento decantado en depósitos o en trujales.
<i>MOHO-HUMEDAD</i>	Negativo	Flavor a hongo debido al almacenamiento de las aceitunas en condiciones húmedas.
<i>TIERRA</i>	Negativo	Recuerda a la tierra por no haber sido lavada previamente.
<i>AVINADO</i>	Negativo	Flavor que recuerda al vinagre debido a la formación de ácido acético, acetato de etilo y etanol en grandes cantidades.
<i>MADERA HÚMEDA (AC. HELADAS)</i>	Negativo	Flavor característico de aceites que han sido extraídos de aceitunas que han sufrido un proceso de congelación en el árbol.
<i>RANCIO</i>	Negativo	Consecuencia de un proceso oxidativo debido al contacto con el aire.
<i>METÁLICO</i>	Negativo	Flavor metálico por una elaboración inadecuada debido al contacto prolongado en las máquinas.
<i>GUSANO</i>	Negativo	Cuando las aceitunas han sufrido el ataque de la mosca del olivo.
<i>BASTO</i>	Negativo	Sensación densa y pastosa.
<i>SALMUERA</i>	Negativo	Flavor característico de aceitunas conservadas en soluciones salinas.
<i>QUEMADO</i>	Negativo	Flavor característico de un calentamiento excesivo.
<i>ALPECHÍN</i>	Negativo	Olor y flavor específico, debido a una decantación defectuosa.
<i>ESPARTO</i>	Negativo	Flavor obtenido por el prensado de capachos nuevos de esparto.
<i>PEPINO</i>	Negativo	Flavor que se produce en un aceite durante un envasado hermético y durante un tiempo prolongado, normalmente en hojalata, es atribuido a la formación de 2,6 nonadienal.
<i>LUBRICANTE</i>	Negativo	Flavor que recuerda al gasóleo, grasa o aceite mineral.
<i>MANZANA</i>	Positivo	Flavor a dicha fruta.
<i>HIERBA</i>	Positivo	Recuerda a la hierba recién cortada.
<i>ORUJO</i>	Negativo	Sabor desagradable.
<i>ALMENDRADO</i>	Positivo	Recuerdan al gusto de los frutos secos.
<i>FRAGANCIA</i>	Positivo	Sensación olfativa de limpieza, frescura y riqueza de aromas.
<i>VIEJO</i>	Negativo	Flavor característico de haber sido almacenado demasiado tiempo.

### 3.3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados de los análisis realizados fueron procesados mediante un análisis de varianza (ANOVA) y mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey, con el fin de comprobar si las diferencias observadas durante los análisis realizados en las muestras eran significativas. Se utilizó el software StatGraphicsPlus 5.0 Software (Manugistics, Inc., Rockville, Maryland, Estados Unidos). La diferencia significativa fue definida como  $p < 0,05$ .





#### 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 MORFOLOGÍA

En la **Tabla 9** se puede observar la media de 25 aceitunas al azar recogidas de cada zona del terreno, midiendo la parte longitudinal y la ecuatorial.

Con esta prueba, se pretende saber si las aceitunas son más grandes o pequeñas, dependiendo de la zona de donde procedan, si tiene algo que ver con la cantidad de agua en el riego, la pendiente del terreno, mayor o menor separación entre árboles o cantidad de horas de sol.

**TABLA 9: MEDIA (cm) DE 25 ACEITUNAS DE CADA PARTE DEL TERRENO.**

	ANOVA	VIEJOS ARROYO	30 AÑOS	VEGUETA SIN RIEGO	SOLANILLA
LONGITUDINAL (cm)	***	19,95 b	20,76 a	19,48 b	19,97 ab
ECUATORIAL (cm)	**	14,41 b	15,27 a	14,68 ab	15,38 a

Los resultados se expresan como media de 25 aceitunas. Diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). NS = diferencias no significativas ( $p < 0,05$ ). \*, \*\* y \*\*\* = diferencias significativas ( $p < 0,05$ ,  $0,01$  y  $0,001$  respectivamente).

Por lo tanto, comprobando los resultados obtenidos en la **Tabla 9**, respecto a la parte longitudinal se pueden apreciar diferencias significativas entre ellas, las que son más grandes son las de "30 años". "Solanilla" tiene un tamaño longitudinal intermedia entre "30 años" y "Viejos arrollo", "Vegueta sin riego" y "Viejos arrollo" son iguales según la estadística; en la parte ecuatorial "Solanilla" y "30 años" son iguales de gruesas según la estadística, "Vegueta sin riego" es intermedia de "Solanilla" y "30 años" y la menos gruesa es "Viejos arrollo".

Algunos de los factores que pueden explicar que unas sean más grandes y más anchos son la exposición de la luz y el agua, ya que son las principales impulsoras de la fotosíntesis y la transpiración, esto hace, que sean procesos responsables de la actividad vegetativa, morfología, densidad foliar, fotosíntesis, transpiración, productividad de la fruta y la calidad de la fruta del árbol, como expuso Caruso en "Irrigación y posición de la cubierta de la fruta, modifican la calidad del aceite de árboles oliváceos (cv. Frantoio)" (Caruso *et al.*, 2017) y estos factores se pueden apreciar en los datos de la **Tabla 9**

debido a su posicionamiento, es decir, "30 años" y "Solanilla" se ha visto que son más grandes y más anchas.

#### 4.2 PESO

En la **Tabla 10** se pueden observar los resultados de peso medio de 25 aceitunas al azar de cada parte del terreno, pesando la pulpa de la aceituna, el peso del hueso y calculando el ratio de la pulpa/hueso.

**TABLA 10: PESO MEDIO (g) DE LAS 25 ACEITUNAS DE CADA PARTE DEL TERRENO SIENDO EL PESO DE LA ACEITUNA, EL PESO DEL HUESO Y EL RATIO DEL HUESO Y PULPA.**

	ANOVA	VIEJOS ARROYO	30 AÑOS	VEGUETA SIN RIEGO	SOLANILLA
ACEITUNA (g)	**	2,583 b	3,187 a	2,786 b	3,140 a
HUESO (g)	*	0,668 c	1,154 a	0,982 b	0,990 b
Ratio pulpa/hueso	***	3,867 a	2,762 c	2,837 c	3,172 b

Los resultados se expresan como media de 25 repeticiones. La prueba de Tukey se ha utilizado para evaluar la importancia de las diferencias. Diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). NS = diferencias no significativas ( $p < 0,05$ ). \*, \*\* y \*\*\* = diferencias significativas ( $p < 0,05$ , 0,01 y 0,001 respectivamente).

Según la **Tabla 10**, las aceitunas más pesadas son "30 años" y "Solanilla", ambas iguales según la estadística, y en segundo lugar "Vegueta sin riego" y "Viejos arrollo" según la estadística.

Respecto al peso del hueso siguiendo tenemos en primer lugar "30 años", en segundo lugar "Solanilla" y "Vegueta sin riego" ambas iguales según la estadística y "Viejos arrollo" como las menos pesadas.

Y, por último, el ratio pulpa/hueso se declina "Viejos arrollo", en segunda posición "Solanilla", y por último lugar "Vegueta sin riego" y "30 años" ambas iguales según la estadística.

Para concluir este apartado, se expone el peso de la aceituna y del hueso por separado, se ha podido ver que sigue el mismo orden en las dos, es decir, que, si el peso de la aceituna es mayor, el hueso es directamente proporcional a la aceituna de su zona.

El peso de la aceituna también influye a la exposición de la luz y el agua como principal impulsora de la morfología, productividad de la fruta y calidad de la fruta en el árbol, entre otras (Caruso *et al.*, 2017).

### 4.3 COLOR

En la **Tabla 11** se estudia la media del color de 25 aceitunas escogidas al azar de cada zona del terreno.

El significado de cada variable es el que se muestra a continuación:

- L\* = luminosidad.
- a\* = coordenadas rojo-verde → a+ rojo y a- verde.
- b\* = coordenadas amarillo-azul → b+ amarillo y b- azul.

**TABLA 11: MEDIA DEL COLOR, MOSTRADA EN TRES REPETICIONES, CIE L\* a\* b\***

	ANOVA	VIEJOS ARROYO	30 AÑOS	VEGUETA SIN RIEGO	SOLANILLA
L*	***	45,56 a	28,99 b	28,89 b	28,00 b
a*	NS	9,340	7,020	4,790	5,860
b*	***	14,19 a	0,413 b	-0,120 b	0,300 b

Los resultados se expresan como media de 25 repeticiones. La prueba de Tukey se ha utilizado para evaluar la importancia de las diferencias. Diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). NS = diferencias no significativas ( $p < 0,05$ ). \*, \*\* y \*\*\* = diferencias significativas ( $p < 0,05$ , 0,01 y 0,001 respectivamente).

Por lo tanto, la diferencia más grande es la L\* de "Viejos arroyo" que es bastante significativa con respecto a las tres zonas restantes, entre las cuales no hay diferencias estadísticas significativas.

Sobre la a\* se observa en la **Tabla 11** que no hay diferencias significativas entre ellas.

Acerca de la b\* y volviendo a la **Tabla 11** es "Viejos arroyo", la que tiene mayor diferencia respecto a las demás zonas. En este caso de, "Vegueta sin riego" es más

morada que las demás, y se ve que hay diferencias entre “ Viejos arrollo” y las otras tres.

Respecto al color, se puede concluir que el color se debe a la exposición de la luz y al agua como principales impulsoras en la morfología, calidad de la fruta y productividad además de haber recolectado la aceituna en su estado óptimo de maduración (Caruso *et al.*, 2017)

En la etapa de maduración, las aceitunas cambian de color debido a que disminuyen el contenido de clorofila y carotenoides – aceituna verde – y aparecen las antiocianinas – aceituna morada - (Guo *et al.*, 2017), de ahí, que por su posición en la finca “30 años”, “Vegueta sin riego” y “ Solanilla” sean más moradas que “ Viejas arrollo”.

#### 4.4 MINERALES

Un tema muy importante que hay que tener en cuenta es el contenido de nutrientes y no nutrientes para garantizar la seguridad y calidad del aceite de oliva, por lo tanto, el contenido de minerales ha sido subestimado para monitorear la calidad y seguridad de este alimento, que representa, junto con los demás datos y pruebas, una fuente de información muy importante para su caracterización y evaluación en prácticas de adulteración (Gouvinhas *et al.*, 2016).

En la **Tabla 12** se estudia las medidas de los macroelementos (Ca, K y Mg) y de los microelementos (Zn y Cu) de las cuatro zonas del terreno.

Entre todas ellas no hay diferencias significativas en los macroelementos. Respecto a los microelementos, en el Zn tampoco hay diferencias significativas, pero sí las hay en el Cu, donde “Solanilla” tiene más concentración, “Viejos arroyo” y “30 años” son similares y “Vegueta sin riego” es la que menor concentración posee.

El olivo es un árbol nativo y muy adaptado a la cuenca mediterránea donde se cultiva con mayor frecuencia en laderas con suelos pobres, poco profundos y rocosos y con periodos largos de sequía durante los veranos, por lo tanto, la naturaleza ha determinado que este tipo de cultivo tiene una baja demanda de nutrientes. La relación

entre la nutrición mineral de la aceituna, la floración y la productividad son complicadas y dependen de los factores ambientales como la disponibilidad del agua y el enfriamiento en invierno, debido a la variabilidad en las condiciones ambientales, no es complicado encontrar resultados contradictorios sobre el efecto de la nutrición en la floración y cuajado.

El papel del fósforo (P), por ejemplo, en la floración y productividad del olivo es muy limitado y la deficiencia de este es rara, por lo que, la fertilización con P no es común.

El potasio (K) es considerado uno de los minerales más importantes en la nutrición de las aceitunas y, seguramente, como resultado de su alta concentración encontrada en la pulpa de la fruta. Los informes sobre la deficiencia son comunes en la cuenca mediterránea y en suelos fértiles profundos.

La escasez severa de macronutrientes afecta negativamente al nivel de floración de las yemas reproductivas, el grado de crecimiento anual y el número de flores por inflorescencia (Erel *et al.*, 2013).

Por lo tanto, la evaluación de la composición mineral en las aceitunas puede deberse a una contaminación natural, en las prácticas agrícolas, en la introducción de contaminantes metálicos durante el proceso de refinamiento industrial o contaminantes en el material de almacenamiento.

Niveles altos de ciertos nutrientes minerales (Mg y Ca) y metales traza (Zn, Mn, Fe, Co, Ni y Cu) tienen efectos adversos en la estabilidad oxidativa del aceite de oliva y en su sabor, siempre y cuando, se sitúen por encima del límite establecido (Gouvinhas *et al.*, 2016).

**TABLA 12: MEDIDAS DE MACROELEMENTOS Y MICROELEMENTOS DE LAS 4 ZONAS DEL TERRENO.**

		ANNOVA	VIEJOS ARROLLO	30 AÑOS	VEGUETA SIN RIEGO	SOLANILLA
MACROELEMENTOS (g/kg)	Ca	NS	0,6	0,4	0,4	0,5
	K	NS	8,5	7,8	5,9	8,5
	Mg	NS	0,3	0,2	0,2	0,2
MICROELEMENTOS (g/kg)	Zn	NS	2,4	2,2	2,8	1,4
	Cu	**	5,5 ab	5,7 ab	4,7 b	6,4 a

Los resultados se expresan como media  $\pm$  desviación estándar. La prueba de Tukey se ha utilizado para evaluar la importancia de las diferencias. Diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). NS = diferencias no significativas ( $p < 0,05$ ). \*, \*\* y \*\*\* = diferencias significativas ( $p < 0,05$ , 0,01 y 0,001 respectivamente).

#### 4.5 ÍNDICE DE ACIDEZ

En la **Tabla 13** se encuentran las medidas del índice de acidez (IA) de las dos muestras bajo estudio.

Como se observa en la **Tabla 13**, el aceite "2018" cumple con los requisitos para ser AOVE y comprobándolo en la **Tabla 14** que pertenecen al **anexo I** (RE 2016/2095), lo confirma.

**TABLA 13: ÍNDICE DE ACIDEZ (%), ÍNDICE DE PERÓXIDOS (mEq O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>) E ÍNDICES K (K232, K270 Y ΔK) DE LAS DOS MUESTRAS.**

	2017	2018
IA (%)	0,10	0,40
IP (mEq O <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> )	20,40	11,20
K232	2,01	1,49
K270	0,11	0,15
ΔK	-0,02	-0,04
CATEGORÍA	NO AOVE	AOVE

TABLA 14: CATEGORIAS DEL ACEITE DE OLIVA SEGÚN SU NIVEL DE ÍNDICE DE ACIDEZ ANEXO I (RE 2016/2095).

CATEGORÍA	IA (%)
<i>AOVE</i>	$\leq 0,8$
<i>AOV</i>	$\leq 2,0$
<i>ORUJO OLIVA</i>	$\leq 1,0$
<i>OLIVA</i>	$\leq 1,0$



#### 4.6 ÍNDICE DE PERÓXIDOS

En la **Tabla 13** se pueden observar las medidas de índice de peróxidos (IP) de los dos tipos de aceites de los dos años consecutivos en tres repeticiones cada uno, y según el **anexo I** (RE 2016/2095) se confirma que el aceite de "2017" el índice de peróxidos es más elevado que el de "2018", por lo que, constatándolo en la **Tabla 15** el aceite de "2018" es AOVE.

**TABLA 15: CATEGORIAS DEL ACEITE DE OLIVA SEGÚN SU NIVEL DE ÍNDICE DE ACIDEZ [ANEXO I (RE 2016/2095)].**

CATEGORIA	IP (mEq O <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> )
AOVE	≤ 20
AOV	≤ 20
ORUJO OLIVA	≤ 15
OLIVA	≤ 15

#### 4.7 ÍNDICES K

En la **Tabla 13** se encuentran los resultados de los índices K de las dos muestras en dos longitudes de onda diferentes (232 y 270) así como la  $\Delta K$  - que es la media entre las distintas longitudes de onda (266, 270 y 274), y por lo que,  $\Delta K$  es el valor absoluto de la extinción en función del disolvente utilizado.

En ambas longitudes de onda, **Tabla 16**, se puede comprobar que las dos son AOVES y también de acuerdo con el **anexo I** (RE 2016/2095, no obstante, tanto en el índice de acidez e índice de peróxidos el aceite de "2017" no cumple con el **anexo I** (RE 2016/2095) mientras que el aceite "2018" cumple con los parámetros de las **Tablas 13, 14 y 15**, por lo tanto, se demuestra que el aceite "2018" es AOVE.

**TABLA 16: CATEGORIAS DEL ACEITE DE OLIVA SEGÚN LOS INDICES K [ANEXO I (RE 2016/2095)].**

	K232	K270	$\Delta K$
AOVE	≤ 2,50	≤ 0,22	≤ 0,01
AOV	≤ 2,60	≤ 0,25	≤ 0,01
ORUJO OLIVA	-	≤ 1,70	≤ 0,18
OLIVA	-	≤ 1,15	≤ 0,15



#### 4.8 PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS

Como ya se ha comentado anteriormente, la composición química del aceite de oliva consiste principalmente en ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), siguiéndole en segundo lugar los ácidos grasos saturados (AGS) y en menor proporción los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), además de ser una fuente de vitamina E -como antioxidante- entre otras.

Esto hace que el aceite de oliva esté considerado una de las mejores fuentes de ácidos grasos, ya que sus propiedades nutricionales son altamente valoradas por sus efectos positivos en la salud (Guo *et al.*, 2017).

Como se puede contemplar en la **Tabla 17** (perfil de ácidos grasos) además de la **Figura 12**, se compara el aceite de "2017 y 2018", el ácido oleico presenta un mayor porcentaje en el aceite de "2018" que en el de "2017".

Según el estudio de "La composición química y la función nutricional de la aceituna (*Olea europea L.*)" de (Guo *et al.*, 2017), el alto contenido de ácido oleico contribuye a la baja incidencia de enfermedades crónicas para las poblaciones que consumen una dieta mediterránea, parece ser que el ácido oleico reduce el riesgo de LDL al reducir el colesterol, además de tener un efecto hipertensor.

El contenido de AGS suele ser del 14 % aunque en este caso es de un 17%, pero aun así es inferior a otros aceites comestibles.

Respecto a los AGPI, el aceite de oliva tiene un bajo contenido en ellos, pero también tienen efectos beneficiosos, el principal ácido graso es el ácido linoleico (w6), este es un ácido graso esencial que no puede sintetizarse por nuestro cuerpo y debe ser suministrado a través de la dieta, por lo tanto, el consumo de este ácido graso reduce el riesgo de enfermedad coronaria - al reducir el LDL (lipoproteínas de baja densidad)- y reduce la incidencia de diabetes (Guo *et al.*, 2017).

Todas estas diferencias dan como resultado beneficios para la salud que son únicos para cada aceite.

Como se puede observar en la **Tabla 17** de los 17 ácidos grasos detectados en las dos muestras de aceite de oliva - "2017 y 2018" - no presentan diferencias significativas en 10 de ellas, por lo tanto, mediante ANOVA se ha podido apreciar que en 7 de ellas si hay diferencias como en el ácido palmítico – AGS- que presenta un pequeño aumento de su valor en "2017" pero mínimamente; el ácido graso C17:0 y C17:1 cis también tienen un ligero aumento en "2017"; ocurre lo contrario en el ácido esteárico, que en este caso es levemente mayor en "2018"; como componente mayoritario en el aceite de oliva es el ácido oleico y en el de "2018" presenta el 73 % mientras que en "2017" posee el 69'5 %; en el C18:2 cis tiene un 2% más alto en "2017" y en el ácido linoleico "2017" es levemente más elevado.

Por lo tanto, como ácidos grasos mayoritarios en ambos aceites de oliva son los AGMI, los cuales, superan el 70 %; respecto a los AGS aunque normalmente suelen estar en un 14 % estos están ligeramente elevados en un 2 % más y por último, los AGPI, "2017" tiene un 2 % más que "2018".

Cabe destacar que el aceite de oliva "2018" presenta más AGMI, menos AGS y AGPI.

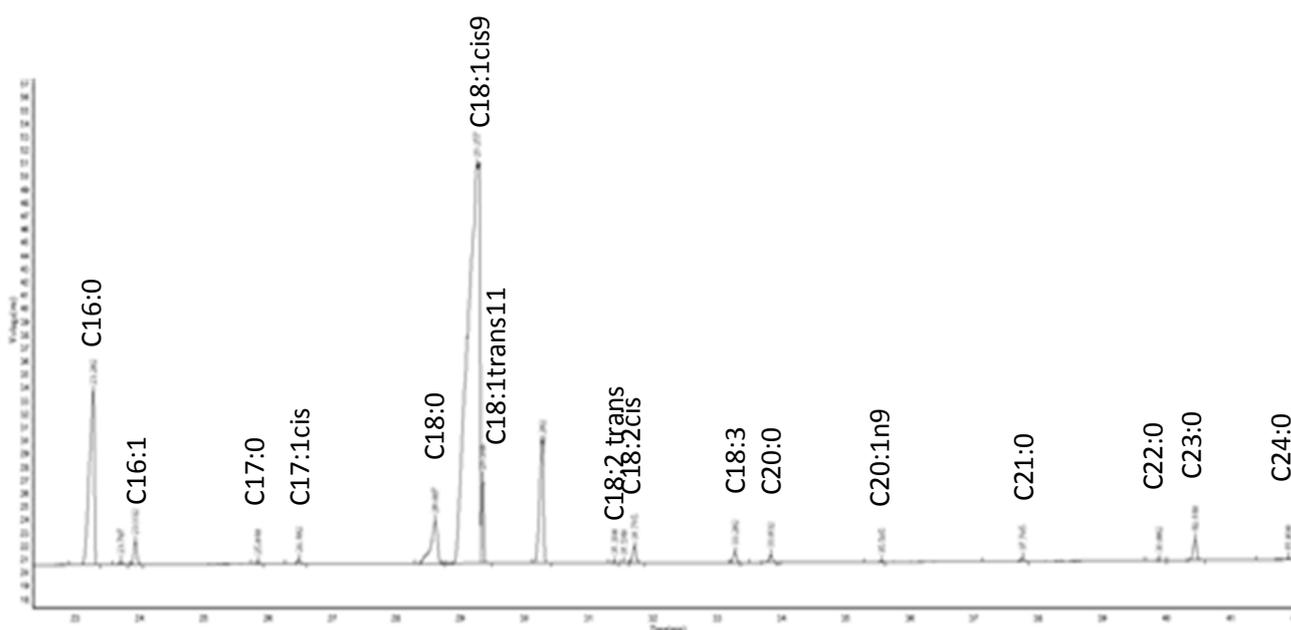
La estabilidad oxidativa del aceite de oliva es necesaria para obtener información y así poder estimar la vida útil del producto y esto esta atribuido a la composición de ácidos grasos y componentes minoritarios.

El compuesto que se ha encontrado en mayor proporción es el ácido oleico, como ya se ha explicado anteriormente, y según un estudio del "Efecto de las prácticas agronómicas en la calidad nutricional del aceite de oliva virgen en diferentes etapas de maduración" (Jiménez *et al.*, 2015) los aceites orgánicos de aceitunas cv Picual poseen niveles de ácido oleico más altos que los convencionales y que tienen una disminución en los ácidos palmítico y palmitoleico además de un aumento en ácidos esteáricos y oleicos justo como se puede contemplar en la **Tabla 17**.

**TABLA 17: ESTADÍSTICA DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS COMPARANDO EL ACEITE DE 2017 (MEZCLA ALMAZARA) Y 2018 (PERTENECE AL TERRENO ANCHURÓN).**

ÁCIDO GRASO	ANOVA	2017	2018
C 15:0	NS	0,01	0,01
Ácido palmítico (C 16:0)	*	12,43 a	12,03 b
Ácido palmitoleico (C 16:1)	NS	1,04	1,02
Ácido margárico (C 17:0)	*	0,11 a	0,07 b
C 17:1 cis	**	0,19 a	0,13 b
Ácido esteárico (C 18:0)	*	4,05 b	4,63 a
Ácido oleico (C 18:1 cis 9)	*	69,53 b	72,79 a
Ácido vaccénico (C 18:1 trans 11)	NS	2,57	2,46
Ácido linoleáidico (C 18:2 trans)	NS	0,01	0,01
Ácido linoleico (C 18:2 cis)	***	6,81 a	4,86 b
Ácido linolénico (C 18:3 n3)	*	0,82 a	0,75 b
Ácido araquídico (C 20:0)	NS	0,52 a	0,27 b
Ácido gondóico (C 20:1 n9)	NS	0,34 a	0,35 b
C 21:0	NS	0,02	0,02
Ácido behénico (C 22:0)	NS	0,15	0,14
C 23:0	NS	0,03	0,03
Ácido lignocérico (C 24:0)	NS	0,07	0,07
Porcentaje AGS	NS	17,39	17,29
Porcentaje AGMI	**	73,68 b	76,76 a
Porcentaje AGPI	**	7,64 a	5,62 b

Los resultados se expresan como media  $\pm$  desviación estándar. La prueba de Tukey se ha utilizado para evaluar la importancia de las diferencias. Diferentes letras en la misma fila indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). NS = diferencias no significativas ( $p < 0,05$ ). \*, \*\* y \*\*\* = diferencias significativas ( $p < 0,05$ ,  $0,01$  y  $0,001$  respectivamente).



**Figura 12: Perfil de ácidos grasos**

#### 4.9 ANÁLISIS SENSORIAL DEL ACEITE

En la **Tabla 18** se encuentra el análisis sensorial realizado por un panel de 8 expertos para comprobar la calidad de los dos tipos de aceite: "2017 y 2018".

En el aceite de "2017" se observa que no tiene ningún atributo negativo. Respecto a los atributos positivos posee el atributo frutado, con una mediana de 3,5, siendo en este caso un frutado maduro, con 1 punto de amargor y es levemente picante, esto es debido, a que se recogieron las aceitunas en su óptimo estado de maduración.

Respecto al aceite de "2018", según el panel de expertos tampoco tiene ningún defecto, posee 3,5 puntos en frutado, siendo verde debido a que su recolección fue anticipada; contiene 2,5 puntos de amargor y 3 de picante, estos dos últimos puntos hacen referencia a su recolección anticipada por lo que la aceituna estaba verde.

Por lo tanto, según el **Anexo I** (RE 2016/2095), haciendo referencia a la evaluación organoléptica en la mediana de defectos en el aceite de oliva virgen extra el resultado es 0, por lo que, ambos aceites la cumplen; y sobre la mediana del frutado deben ser mayor de 0 y estas también la cumplen.

Como conclusión del análisis sensorial los dos tipos de aceite cumplirían las especificaciones de ser AOVES.

**TABLA 18: SENSORIAL DEL ACEITE REALIZADA POR UN PANEL DE EXPERTOS COMPARANDO EL ACEITE DE 2017 (MEZCLA ALMAZARA) Y 2018 (PERTENECE AL TERRENO ANCHURÓN).**

	<i>ATRIBUTO</i>	<i>MEDIANA 2017</i>	<i>MEDIANA 2018</i>
<i>DEFECTO</i>	Atrojado/ borras	0	0
	Mohoso/húmedo/terroso	0	0
	Avinado/avinagrado/ácido/agrio	0	0
	Aceitunas congeladas (madera húmeda)	0	0
	Rancio	0	0
<i>FRUTADO</i>		3,5	3,5
	Verde		X
	Maduro	X	
<i>AMARGA</i>		1	2,5
<i>PICANTE</i>		0,5	3



## 5 CONCLUSIONES

Como se ha podido ver al comienzo de este estudio, se recogieron aceitunas de un terreno dividido en 4 zonas diferentes. Los resultados morfológicos indican que las aceitunas más grandes son las de la parcela denominada “30 años”; sin embargo, tienen mayor hueso y, por lo tanto, contienen menos aceite. Este menor rendimiento en aceite se debe a que los olivos reciben más cantidad de agua al estar más cerca del punto de riego. Por otro lado, las aceitunas de la parcela “Viejos arrollo” tienen menos hueso y más pulpa; por ello, tienen más rendimiento en aceite. Finalmente, las aceitunas de las otras dos parcelas, “Vegueta sin riego” y “Solanilla” tienen características morfológicas muy similares. Esta similitud se debe a que ambas parcelas tienen olivos situados en terreno elevado, con pendiente similar y el mismo tiempo de riego; además, reciben más horas de sol que “Viejos arrollo” que tiene olivos más longevos (es una zona más húmeda, y recibe menos cantidad de agua al estar más lejos del punto de inicio del riego). En cuanto a los minerales, no hay diferencias significativas entre las muestras estudiadas, con excepción del cobre; las diferencias pueden deberse a varios factores, incluyendo contaminación natural de la tierra, aplicaciones de fertilizantes o plaguicidas, minerales presentes en el agua de riego, etc.

Con respecto a las características de calidad del aceite de oliva y aplicando el **anexo I** (RE 2016/2095), se puede afirmar que el aceite de “2018” (aceite único del terreno Anchurón) cumple todos los estándares de calidad para considerarse como *aceite de oliva virgen extra*. Mientras que el aceite de “2017” (mezcla de aceitunas de distintos agricultores y zonas del área) tiene un parámetro que no cumple con la normativa vigente (índice de peróxidos mayor de 20 mEq O<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>), por lo que sólo se puede clasificar como *aceite de oliva virgen*.



## 6 BIBLIOGRAFÍA

- Aceite del Bajo Aragón. Consejo Regulador de la Denominación de Origen (2018). "La elaboración del aceite de oliva". Consultada en marzo de 2018. [http://www.aceitedelbajoaragon.es/mundo\\_de\\_sensaciones/elaboracion.php](http://www.aceitedelbajoaragon.es/mundo_de_sensaciones/elaboracion.php)
- AgrariaOlive, G. "Tratamientos contra enfermedades y plagas del olivo" (2018). Consultada en abril de 2018. <http://www.agrariaolive.es/enfermedades-plagas-olivo/>
- ASEMESA (Asociación Española de Exportadores e Industriales de Aceitunas de Mesa). Consultada en abril de 2018. [http://www.asesesa.es/content/la\\_aceituna\\_variedad\\_tipo\\_y\\_presentacion](http://www.asesesa.es/content/la_aceituna_variedad_tipo_y_presentacion)
- BADALI (Base de datos de alimentos). Consultada en marzo de 2018. <http://badali.umh.es/>
- BEDCA (Base de datos española de composición de alimentos de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición). Consultada en marzo de 2018. <http://www.bedca.net/>
- Cano-Lamadrid, M., Hernández, F., Corell, M., Burló, F., Legua, P., Moriana A., Carbonell-Barrachina, Á.A. (2016). "Antioxidant capacity, fatty acids profile, and descriptive sensory analysis of table olives as affected by deficit irrigation". *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 97 (444 – 451) 8.
- Caruso, G., Gucci, R., Sifola, M.I., Selvaggini, R., Urbani, S., Esposito, S., Taticchi, A., Servilli, M. (2017). Irrigation and Fruit Canopy Position Modify Oil Quality of Olive Trees (cv. Frantoio). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 97(11), 3530-3539.
- COI (Consejo Oleícola Internacional). "El aceite de oliva" (1959). Consultada en abril de 2018. <http://www.internationaloliveoil.org/>
- Erel, R., Yermiyahu, U., Opstal, J.V., Ben-Gal, A., Schwartz, A., Dag, A. (2013). The importance of olive (*Olea europaea* L.) tree nutritional status on its productivity. *Scientia Horticulturae*. (159) 8 -18. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.04.036>

- Faci Gonzalez, J.M., Playan Jubillar, E. "Principios básicos del riego por superficie". (2018) MAPAMA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). Consultada en marzo de 2018. [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1994\\_10-11.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_10-11.pdf)
- Gómez-Escalonilla Sánchez-Heredero, M., Vidal Hernández, J. (2006). "Variedades del olivar". MAPAMA (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). Consultada en marzo de 2018. [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_2006\\_2117.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_2006_2117.pdf)
- Gorinstein, S., Martin-Belloso, O., Katrich, E., Lojek, A., Ciz, M., Gligelmo-Miguel, N., Haruenkit, R., Park, Y-S., Jung, S-T., Trakhtenberg, S. (2002). "Comparison of the contents of the main biochemical compounds and the antioxidant activity of some Spanish olive oils as determined by four different radical scavenging tests". *Journal of Nutritional Biochemistry*. 154 -159.
- Gouvinhas, I., Domínguez-Perles, R., Machado, N., Carvalho, T., Matos, C., Barros, A. I. R. N. A. (2016). Effect of Agro-Environmental Factors on the Mineral Content of Olive Oils: Categorization of the Three Major Portuguese Cultivars. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*. 93 (6) 813 – 822.
- Guo, Z., Jia, X., Zheng, Z., Lu, X., Zheng, Y., Zheng, B., Xiao, J. (2017). "Chemical composition and nutritional function of olive (*Olea europaea* L.): a review". *Phytochemistry Reviews*. <https://doi.org/10.1007/s11101-017-9526-0>
- Jesús Ávila Granados (2000). *Enciclopedia del aceite de oliva. Historias y leyendas del aceite y la aceituna*. Editorial Planeta. ISBN: 978-84-08-03542-8
- Jiménez, B., Sánchez-Ortiz, A., Lorenzo, M. L., Rivas, A. (2015). "Effect of Agronomical Practices on the Nutritional Quality of Virgin Olive Oil at Different Ripening Stages". *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society*. 92 (10) 1491 – 1501.

Kalogeropoulos, N., Kaliora, A. C. (2015). "Effect of Fruit Maturity on Olive Oil Phenolic Composition and Antioxidant Capacity". Olive and Olive Oil Bioactive Constituents. 123 -145.

Kiritsakis, A.K. (1992). "El aceite de oliva". A. Madrid Vicente, Ediciones. ISBN: 8487440282, 9788487440281.

Laserna, S. (2018). "El Olivo. Descripción botánica y generalidades". AgroEs. Consultada en marzo de 2018. <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-frutales-y-fruticultura/olivo/cultivo-del-olivo/274-olivo-botanica-y-generalidades>

MAPAMA, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (2018). "Aceite de oliva y aceituna de mesa". Consultada en marzo de 2018. <http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/aceite-oliva-y-aceituna-mesa/aceite.aspx>

Molina de la Rosa, J.L., Jiménez Herrera, B., Ruiz Coletto, F., García Zamorano, F., López Caballero, F., Salmerón Rodríguez, E. (2010). "Agronomía y podar del olivar". Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Lumen Gráfica, S.L. ISBN: 84-8474-102-8. Consultada en febrero de 2018. [http://www.juntadeandalucia.es/export/drupalijda/1337160941agronomia\\_y\\_podar.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/export/drupalijda/1337160941agronomia_y_podar.pdf)

Reglamento (ce) no 1924/2006 del parlamento europeo y del consejo de 20 de diciembre de 2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos.

Reglamento (UE) Nº 116/2010 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a la lista de declaraciones nutricionales de la Comisión de 9 de febrero de 2010.

Reglamento (UE) Nº 1169/2011 del parlamento europeo y del consejo de 25 de octubre de 2011 sobre la información alimentaria facilitada al consumidor.

Reglamento delegado (UE) N° 2016/2095 de la comisión de 26 de septiembre de 2016 que modifica el reglamento (CEE) N° 2568/91, relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis.

Rossi, M., Caruso, F., Kwok, L., Lee, G., Caruso, A., Gionfra, F., Candelotti, E., Belli, S. L., Molasky, N., Raley-Susman, K. M. Leone, S. Filipický, T. Tofani, D. Pedersen, J. Incerpi, S. (2017) "Protection by extra virgin olive oil against oxidative stress in vitro and in vivo. Chemical and biological studies on the health benefits due to a major component of the Mediterranean diet". PLoS ONE. 12 (12). DOI: 10.1371/journal.pone.0189341

Sánchez-Villegas, A., Sánchez-Tainta, A. (2018). "Chapter 4 - Virgin Olive Oil: A 'Mediterranean Diet Essential'". The Prevention of Cardiovascular Disease Through the Mediterranean Diet. 59 -87. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811259-5.00004-4>

Vázquez-Araujo, L., Adhikari, K., Chambers IV, E., Chambers, D.H., Carbonell-Barrachina, Á.A. (2014). Cross-cultural perception of six commercial olive oils: A study with Spanish and US consumers. Food Science and Technology International. 21 (6) 454-466.

Yorulmaz, H.O., Konuskan, D.B. (2017). "Antioxidant activity, sterol and fatty acid compositions of Turkish olive oils as an indicator of variety and ripening degree". Journal of Food Science and Technology. 54 (12) 4067 - 4077. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2879-y>