

UNIVERSIDAD DE GRANADA



TÍTULO DE LA TESIS
EVOLUCION DEL PERFIL SENSORIAL DEL ACEITE DE OLIVA
VIRGEN EN LA MADURACIÓN Y SU INFLUENCIA EN EL
DISEÑO DE LA ALMAZARA.

Memoria que presenta para aspirar al grado de Doctora en
Farmacia la Licenciada BRÍGIDA JIMENEZ HERRERA

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Brígida Jiménez Herrera
D.L.: GR 2145-2012
ISBN: 978-84-9028-067-6

D. EDUARDO ORTEGA BERNALDO DE QUIRÓS, Doctor en Farmacia, Profesor Titular del Departamento Edafología y Química Agrícola de la Universidad de Granada.

CERTIFICA:

Que **D. BRIGIDA JIMENEZ HERRERA**, Licenciada en Farmacia por la Universidad de Granada, ha realizado su memoria de **TESIS DOCTORAL con el título: *Evolución del perfil sensorial del aceite de oliva virgen en la maduración y su influencia en el diseño de la almazara***, bajo mi tutela y dirección para optar al grado de **DOCTORA EN FARMACIA** por la Universidad de Granada, dando mi conformidad para que sea presentada, leída y defendida ante el Tribunal que le sea asignado para su juicio crítico y calificación.

Granada, 19 de diciembre del 2011

Dña M^a LUISA LORENZO TOVAR, Doctora en Farmacia, Profesora Titular del Departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Granada.

CERTIFICA: Que **D. BRÍGIDA JIMENEZ HERRERA**, Licenciada en Farmacia por la Universidad de Granada, ha realizado su memoria de **TESIS DOCTORAL con el título : *Evolución del perfil sensorial del aceite de oliva virgen en la maduración y su influencia en el diseño de la almazara***, bajo mi tutela y dirección para optar al grado de **DOCTORA EN FARMACIA** por la Universidad de Granada, dando mi conformidad para que sea presentada, leída y defendida ante el Tribunal que le sea asignado para su juicio crítico y calificación.

Granada, 19 de diciembre del 2011

Dña ANA MARIA RIVAS VELASCO, Doctora en Farmacia, Profesora Titular del Departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Granada.

CERTIFICA: Que **D. BRÍGIDA JIMENEZ HERRERA**, Licenciada en Farmacia por la Universidad de Granada, ha realizado su memoria de **TESIS DOCTORAL con el título** : Evolución del perfil sensorial del aceite de oliva virgen en la maduración y su influencia en el diseño de la almazara, bajo mi tutela y dirección para optar al grado de **DOCTORA EN FARMACIA** por la Universidad de Granada, dando mi conformidad para que sea presentada, leída y defendida ante el Tribunal que le sea asignado para su juicio crítico y calificación.

Granada, 19 de diciembre del 2011

DEPARTAMENTO DE EDAFOLOGÍA Y QUÍMICA AGRÍCOLA
FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD DE GRANADA

D. EDUARDO ORTEGA BERNALDO DE QUIRÓS, Director del
Departamento de Edafología y Química Agrícola

CERTIFICA:

Que el presente trabajo ha sido realizado por la licenciada en Farmacia Doña **BRÍGIDA JIMENEZ HERRERA** en el Departamento de Edafología y Química Agrícola de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Granada

Granada, 19 de diciembre del 2011

Fdo. Eduardo Ortega Bernaldo de Quirós

La memoria de Tesis Doctoral que lleva por título: Evolución del perfil sensorial del aceite de oliva virgen en la maduración y su influencia en el diseño de la almazara. Ha sido presentada por la Lda. Brígida Jiménez Herrera para aspirar al grado de Doctora en Farmacia, habiendo sido dirigida por: Eduardo Ortega Bernaldo de Quirós, M^a Luisa Lorenzo Tovar y Ana M^a Rivas Velasco.

Fdo. Brígida Jiménez Herrera

AGADECIMIENTOS

Quiero agradecer el apoyo recibido por parte de un gran número de personas, que han contribuido a la realización de la presente tesis doctoral:

En primer lugar a mi directores. Eduardo, M^a Luisa y Ana M^a , por su gran ayuda, por sus enseñanzas y apoyo que ha sido fundamental dentro de la formación profesional y científica; por transmitirme ilusión y alegría para finalizar el trabajo y por estar siempre que los he necesitado.

A Raquel por toda la ayuda que me ha brindado, por su saber hacer con cariño y simpatía

A Francisca García, Secretaria General y Jefa del Panel de cata de la Denominación de Origen Priego de Córdoba, una gran profesional, una trabajadora incansable y una gran amiga, siempre dispuesta a seguir profundizando en el conocimiento de las características organolépticas del aceite de oliva virgen, en especial de la DOP Priego de Córdoba.

A Francisco García Zamorano, gracias por tu apoyo, generosidad y por estar siempre ahí.

A Margarita por su inestimable ayuda en el desarrollo de este trabajo, transmitiéndome en todo momento la ilusión de seguir adelante con la frescura de su juventud.

A mi compañero Pepe Morales por su entrega al trabajo, siempre con ilusión y dando todo lo mejor que tiene.

A Rafael Forcada y Silvia Torti grandes profesionales de la enseñanza, que han sido pilares importantes en el desarrollo de este trabajo.

A Pedro, mi marido, mi mayor apoyo con el que comparto todos los momentos más importantes de mi vida, sus consejos, sus críticas me han ayudado de forma inestimable en la realización de este trabajo

A mis hijos Pedro y Lola por estar siempre a mi lado.

A mi familia en especial a mis padres que han sido mis guías, aunque no estén entre nosotros.

A mi abuela Isabel, mujer nacida a finales del siglo XIX, ella fue la que me enseñó amar al aceite de oliva virgen, me enseñó su papel en la cultura popular, y la importancia en la economía en el mundo rural

A mi familia.

ABREVIATURAS

LISTA DE ABREVIATURAS

AAO: Agencia del Aceite de Oliva.
CCC: Capacidad de cambio en el suelo.
CE: Comunidad Europa.
CE: Comunidad Económica Europea.
COI: Consejo Oleícola Internacional.
DOP: Denominación de Origen Protegida.
Doc: Documento.
FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
GLC: Cromatografía líquida de gases.
GSH: Rendimiento graso sobre materia húmeda.
GSS: Rendimiento graso sobre materia seca.
ECN: Número equivalente de carbonos.
HPCL: Cromatografía líquida de alta resolución.
HUM: Humedad.
IA: Índice de acidez.
IC: Índice global de calidad.
ICEX: Instituto de Comercio Exterior.
IFAPA: Instituto de Investigación y Formación Agraria, Pesquera y de Producción Ecológica.
IM: Índice de Madurez.
IP: Índice de peróxidos.
L: Linoleico.
MAPA: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.
MARM: Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino.
MTN: Microtalc Natural.
O: Oleico
P: Palmítico.
PO = Puntuación organoléptica.
K₂₇₀ = Absorción al ultravioleta a 270 nm.
K₂₂₅ = Absorción al ultravioleta a 225 nm.
K₂₃₂ = Absorción al ultravioleta a 232 nm.
S: Esteárico.
UE: Unión Europea
UV: Ultravioleta.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	5
1. PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA.....	10
1.1 PRODUCCION MUNDIAL	10
1.2 CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA EN EL MUNDO.....	11
1.3 PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA EN ESPAÑA	12
1.4 EXPORTACIÓN ESPAÑOLA DE ACEITE DE OLIVA	14
1.5 CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA EN ESPAÑA	15
1.6 PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA EN ANDALUCÍA.....	16
1.7 CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA EN ANDALUCÍA	16
2. LA ACEITUNA.....	17
2.1 COMPOSICIÓN DE LA ACEITUNA.....	17
2.2 MADURACIÓN DE LA ACEITUNA.....	18
2.3 MADURACIÓN DE LAS ACEITUNAS PARA ELABORACIÓN DE ACEITE ...	19
3. EL ACEITE DE OLIVA.....	23
3.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE OLIVA Y SUS FUNCIONES	23
3.1.1 ÁCIDOS GRASOS.....	24
3.1.2 TRIGLICÉRIDOS.....	27
3.1.3 HIDRATOS DE CARBONO.....	28
3.1.4 ESTEROLES.....	29
3.1.5 ALCOHOLES TRITERPENOS Y ÁCIDOS HIDROXI-TRITERPÉNICOS	30
3.1.6 TOCOFEROLES	30
3.1.7 FENOLES.....	31
3.1.8 FOSFOLÍPIDOS	32
3.1.9 PIGMENTOS.....	33
3.1.10 COMPUESTOS AROMÁTICOS	34
3.2 FENÓMENOS DE LIPÓLISIS Y OXIDACIÓN EN EL ACEITE DE OLIVA.....	36
3.2.1 LIPÓLISIS.....	36
3.2.2 OXIDACIÓN	37
3.3 PRODUCTOS DERIVADOS DE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS HIDROPERÓXIDOS. OXIDACIÓN SECUNDARIA	41
3.4 FACTORES QUE ACELERAN LA VELOCIDAD DE OXIDACIÓN DEL ACEITE DE OLIVA.....	41
3.5 FACTORES QUE RETARDAN LA VELOCIDAD DE OXIDACIÓN	43
4. CALIDAD DE LOS ACEITES DE OLIVA	43
4.1 CONCEPTO DE CALIDAD.....	43

4.2 CALIDAD REGLAMENTARIA.....	44
4.3 PARÁMETROS DE CALIDAD Y PUREZA DE LOS ACEITES DE OLIVA	45
4.3.1 GRADO DE ACIDEZ.....	46
4.3.2 ÍNDICE DE PERÓXIDOS	46
4.3.3 CERAS.....	47
4.3.4 ÁCIDOS GRASOS SATURADOS EN POSICIÓN 2 DE LOS TRIGLICÉRIDOS.....	47
4.3.5 ESTIGMASTADIENO	47
4.3.6 DIFERENCIA ENTRE ECN 42 (HPLC) Y ECN 42 (CÁLCULO TEÓRICO) ...	48
4.3.7 ABSORBANCIA EN EL ULTRAVIOLETA (K_{232})	48
4.3.8 COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS.....	49
4.3.9 SUMA DE ISÓMEROS TRANS-OLÉICOS Y TRANS-LINOLEICOS + TRANS-LINOLÉNICOS.....	50
4.3.10 CONTENIDO EN ESTEROLES: β -SITOSTEROL, CAMPESTEROL, ESTIGMASTEROL Y BRASICASTEROL.....	50
4.3.11 ERITRODIOL + UVAOL	51
4.5 CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES DE OLIVA	52
4.5.1 ACEITES DE OLIVA VÍRGENES	52
4.5.2 ACEITES DE OLIVA NO VÍRGENES	53
4.6. FACTORES QUE INCIDEN EN LA CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA	59
4.6.1 FACTORES DE PRODUCTIVIDAD	59
4.6.2 FACTORES AGRONÓMICOS.....	61
4.6.3 FACTORES INDUSTRIALES	72
5. FILTRADO, ENVASADO Y ETIQUETADO	92
5.1 FILTRADO	92
5.2 ENVASADO.....	93
5.3 ETIQUETADO	94
6. ANÁLISIS SENSORIAL Y CATA DE ACEITES.....	95
6.1 DEFINICIÓN DE ANÁLISIS SENSORIAL Y CATA.....	96
6.2 SENTIDO DEL GUSTO Y SENTIDO DEL OLFATO	96
6.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ANÁLISIS SENSORIAL.....	98
6.4 DEFINICIÓN Y TIPOS DE PANELES DE CATA	99
6.5 VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN	101
6.6 CLASIFICACION DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN EN FUNCION DE SUS CARACTERISTICAS ORGANOLÉPTICAS (REGLAMENTO (CE) N° 640/2008) ..	106
6.7 METODO DE VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA QUE OPTA A UNA DENOMINACIÓN DE ORIGEN. NORMA COI/T.20/DOC. N° 22 .NOVIEMBRE 2005.....	106
6.7.1 LISTA DE DESCRIPTORES DE LOS ACEITES DE OLIVA VÍRGENES EXTRA CON POSIBLE DENOMINACIÓN DE ORIGEN.....	107
II. OJETIVOS.....	113

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	117
1. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA	119
1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	119
1.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	119
1.2.1 ESTACIONES TERMOPLUVIOMÉTRICAS.....	119
1.3. SUELOS	124
2. MATERIAL VEGETAL	129
3. SISTEMA DE CULTIVO.....	131
3.1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LAS PARCELAS EN ESTUDIO ..	131
4. DISEÑO DEL ENSAYO.....	132
4.1. TOMA DE MUESTRAS.....	133
4.1.1 TRABAJO EN CAMPO	133
4.1.2 TRABAJO EN LABORATORIO	134
5. DETERMINACIONES REALIZADAS	134
5.1. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS AGRONÓMICOS	134
5.1.1 ÍNDICE DE MADUREZ.....	134
5.1.2 PESO DE LA ACEITUNA.....	136
5.1.3 RENDIMIENTO GRASO Y HUMEDAD.....	136
5.1.4 EXTRACCIÓN DE ACEITE.....	138
5.2. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	140
5.2.1 ACIDEZ.....	140
5.2.2 ÍNDICE DE PERÓXIDOS	143
5.2.3 ABSORBANCIA A LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA. K_{270} Y K_{232}	146
5.2.4 AMARGOR. (K_{225}).....	150
5.3. ESTABILIDAD	152
5.4. ANÁLISIS SENSORIAL.....	154
5.4.1 PROCEDIMIENTO DE VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA Y CLASIFICACIÓN.....	159
5.5. ÍNDICE GLOBAL DE CALIDAD	162
5.6. ANÁLISIS DE DATOS	163
IV. RESULTADOS.....	165
1. PARÁMETROS AGRONÓMICOS	167
1.1. VARIEDAD PICUDA	167
1.2. VARIEDAD HOJIBLANCA	170
2. RENDIMIENTO GRASO Y HUMEDAD	172
2.1. VARIEDAD PICUDA	172
2.2. VARIEDAD HOJIBLANCA	177

3. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	181
3.1 VARIEDAD PICUDA	181
3.2 VARIEDAD HOJIBLANCA	187
4. ESTABILIDAD	193
4.1 VARIEDAD PICUDA	193
4.2 VARIEDAD HOJIBLANCA	194
5. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA	195
5.1 VARIEDAD PICUDA	195
5.2 VARIEDAD HOJIBLANCA	197
6. ÍNDICE GLOBAL DE CALIDAD	198
6.1 VARIEDAD PICUDA	198
6.2 VARIEDAD HOJIBLANCA	199
7. ANÁLISIS SENSORIAL	200
7.1 VARIEDAD PICUDA	201
7.1.1 <i>EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DURANTE LA CAMPAÑA 2003/04.....</i>	<i>201</i>
7.1.2 <i>EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DURANTE LA CAMPAÑA 2004/05.....</i>	<i>203</i>
7.1.3 <i>EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DURANTE LA CAMPAÑA 2005/06.....</i>	<i>206</i>
7.2 VARIEDAD HOJIBLANCA	209
7.2.1 <i>EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DURANTE LA CAMPAÑA 2003/04.....</i>	<i>209</i>
7.2.2 <i>EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DURANTE LA CAMPAÑA 2004/05.....</i>	<i>211</i>
7.2.3 <i>EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DURANTE LA CAMPAÑA 2005/06.....</i>	<i>213</i>
V. DISCUSIÓN	217
VI. CONCLUSIONES.....	235
VII. BIBLIOGRAFÍA	239

I. INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN.

El cultivo del olivo (*Olea europea L.*), se ha venido desarrollando desde la antigüedad hasta nuestros días en la mayoría de los países de la ribera mediterránea. El olivo silvestre es originario de Asia Menor meridional, sin embargo, su cultivo para la obtención de aceite comienza en las épocas paleolítica y neolítica (5.000 a 3.500 a.C) en Creta. En los últimos tiempos, existen nuevas investigaciones sobre el origen del cultivo del olivo. En el Periodo comprendido entre 75.000-10.000 a. C. (correspondiente a la última glaciación), se originaron tres cepas: En África del Sur, Asia y en la cuenca Mediterránea. Una mezcla de estas tres variedades, daría lugar a las formas cultivadas del olivo (Polese, 2.009).

A partir del siglo XVI a.C., los fenicios difunden el olivo por las islas griegas y Península Helénica. Desde el siglo VI a.C., se propagó por toda la cuenca del Mediterráneo, pasando a Túnez, la isla de Sicilia y, desde allí, a la Italia meridional, donde se extendió pronto por su norte, desde Calabria a Liguria (Uceda et al. 2008).

Posteriormente los romanos extenderían el cultivo del óleum por los territorios que ocuparon en las costas mediterráneas. En España, el olivo se había introducido durante la dominación marítima de los fenicios (1.050 a. C), que también aportaron el procedimiento para obtener el aceite, y alcanzó un notable desarrollo con el dominio de Roma (45 a. C). Los árabes introdujeron sus variedades en el sur de España e influyeron en la difusión del cultivo hasta el punto de que muchos vocablos castellanos, como aceite (zeit), aceituna o acebuche tienen raíz árabe.

El cultivo del olivo sale de la cuenca mediterránea con el descubrimiento de América, en 1.492. En tiempos más modernos el olivo ha continuado su expansión más allá del Mediterráneo, cultivándose hoy en lugares tan alejados de su origen como la región sudafricana, Australia, Japón o China (Uceda et al. 2008).

El olivo, que pertenece a la familia de las oleáceas, en la que se integran 29 géneros. Existen unas 35 especies del genero *Olea*.

Incluida en la especie *Olea europaea* L., se encuentran los olivos cultivados y silvestres, frecuentemente se le asocia la subespecie *sativa* a los olivos cultivados y la subespecie *sylvestris* a los olivos silvestres o acebuches (Barranco et al. 2.008).

Es un árbol de tamaño mediano, de unos 4 a 8 metros de altura según la variedad, que puede permanecer vivo y productivo durante cientos de años (Uceda, 2.000). El hábitat natural del olivo se encuentra entre las latitudes 30° y 45°, tanto en el hemisferio norte como en el sur, es decir, en las regiones de clima mediterráneo, que se caracterizan por un verano seco y caluroso.

La producción de aceite de oliva está concentrada mayoritariamente en los países mediterráneos, en los que se encuentra el 99% de la superficie del olivar y se genera el 98% de la producción mundial de aceite de oliva. La Unión Europea es el principal productor a nivel mundial en aceite de oliva con una producción superior al 80%, seguida por África (8,5%), Asia (5,5%) y América con un 2% de la producción mundial. Dentro de los países productores europeos, España destaca con un 28,3%, donde más del 80% de la producción nacional corresponde a Andalucía.

El olivar es el cultivo predominante en Andalucía y uno de los principales de España, un elemento que ha marcado el paisaje, la cultura y la economía de numerosas comarcas de esta región.

El sector olivarero es un sector altamente dependiente del factor climatológico y la vecería, fenómeno que determina efectos cíclicos en el olivar, años de grandes cosechas seguidas de cosechas escasas sin embargo, el empleo de nuevos sistemas de cultivo y riego, la ampliación de las superficies productivas y la incorporación de nuevas y avanzadas tecnologías, han permitido obtener, incluso en condiciones climatológicas adversas, una producción media anual superior a 1000.000 Tm. (Interprofesional, 2010), cifra que hace unos años hubiera sido considerada como "cosecha récord".

El sector oleícola andaluz apuesta por una creciente modernización tecnológica con el fin de mejorar los niveles de calidad de los productos, haciendo de la calidad y la certificación, un elemento necesario de diferenciación (ICEX-Madrid, 2004).

El consumo del aceite de oliva en el mundo comparado con el resto de grasas alimentarias, es muy bajo. Aunque en cada región del globo se da preferencia al uso de los aceites que se producen, en el aceite de oliva se aprecia importantes incrementos de consumo en los países no productores y en los pequeños productores, pudiendo ser su capacidad de penetración en el mercado muy elevada. La principal razón parece estar en las propiedades beneficiosas para la salud que este aceite atesora y que son ampliamente reconocidas. El sistema de producción del aceite de oliva conduce a precios mas elevados que el de otros aceites sustitutivos, pero el aumento del poder adquisitivo de ciertas regiones, unido a la valorización que le dan como producto saludable y con intereses gastronómicos es la base del incremento de consumo fuera de las zonas geográficas de producción. Una labor constante de información, basada en fundamentos científicos de sus propiedades nutricionales y saludables, no puede faltar para que la expansión del consumo continúe y se adapte a los aumentos de la producción (Barranco et al. 2008).

1. PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA

1.1 PRODUCCION MUNDIAL

Según datos del Consejo Oleícola Internacional (Interprofesional, 2010) el olivar mundial está constituido por unos 850 millones de árboles, que ocupan una superficie de más de 10 millones de hectáreas. De éstas, más de 1 millón de hectáreas se dedican a la producción de aceitunas de mesa. La producción total de aceitunas asciende a más de 18 millones de toneladas anuales, de las cuales el 90% se destinan a la producción de aceite y el 10% restante a la producción de aceituna de mesa.

Actualmente los países productores de aceite de oliva a nivel mundial son: Albania, Argelia, Argentina, Chipre, Croacia, Egipto, Irán, Irak, Israel, Jordania, Líbano, Libia, Marruecos, Montenegro, Serbia, Siria, Túnez, Arabia Saudí, Australia, Brasil, Canadá, Chile, Estados Unidos, Japón, México, Noruega, Palestina, Rusia, Suiza, Taiwán, Turquía, Chipre, España, Grecia, Italia, Portugal y Eslovenia. Dentro de éstos, los principales países productores de aceite de oliva son:

País	Producción (miles Tm)
España	1.028
Italia	540
Grecia	305
Túnez	150
Turquía	130
Siria	130
Marruecos	85
Argelia	59
Portugal	49

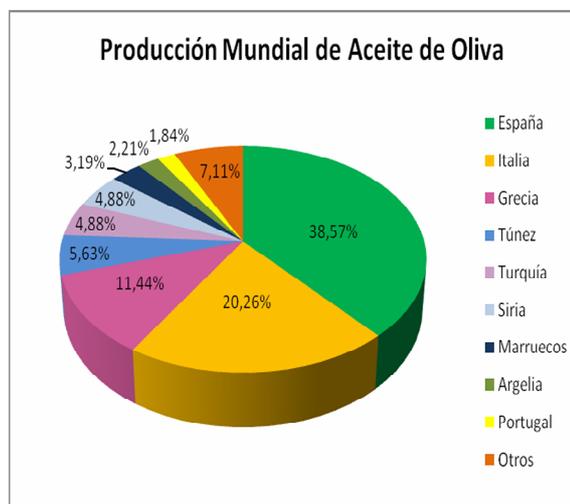


Tabla 1.

Gráfico 1.

Tabla 1 y Gráfico 1. Principales países productores de aceite de oliva, según balance estimado 2008/2009. Fuente: <http://www.internationaloliveoil.org/>

1.2 CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA EN EL MUNDO

Los principales países productores son a su vez los que mayor consumo presentan, en la siguiente tabla se muestran los principales países consumidores de aceite de oliva.

País	Consumo (miles Tm)
Italia	710
España	561
EE UU	254
Grecia	221
Francia	110
Siria	110
Turquía	97
Portugal	74
Marruecos	70
Argelia	59
Reino Unido	58,3
Alemania	49,5
Brasil	42

Tabla 2.- Balance estimado 2008/2009. Fuente: <http://www.internationaloliveoil.org/>

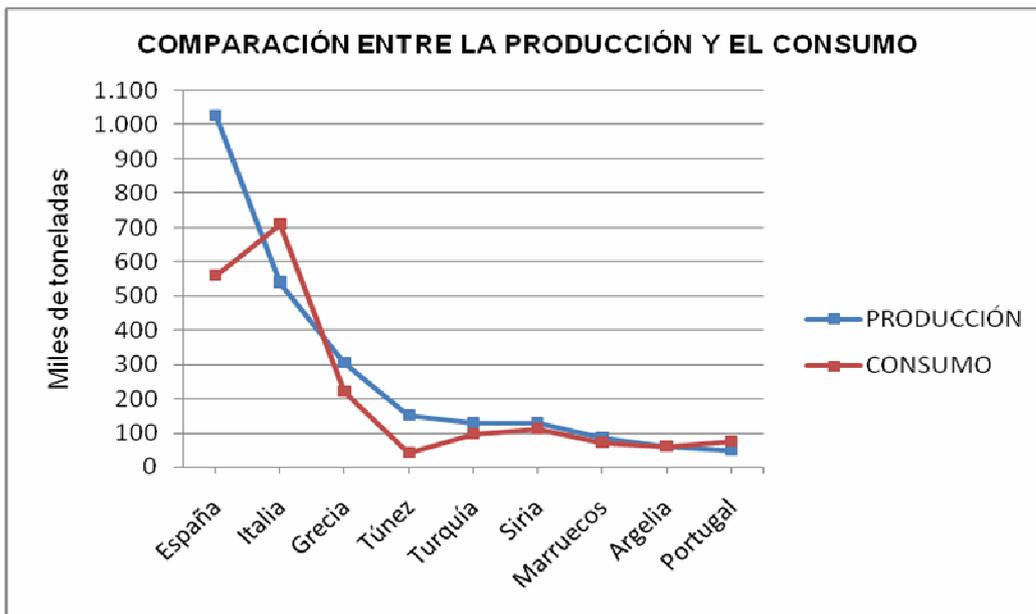


Gráfico 2 .Comparación entre la producción y consumo.

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

1.3 PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA EN ESPAÑA

Según la Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos (MARM, 2009a), España cuenta con 2.568.383 hectáreas de olivar, de las que tan solo 93.015 (3,62%) se dedican a la aceituna de mesa.

España es el primer productor y exportador mundial de aceite de oliva, un producto que destaca sobre los demás por su alta calidad y el elevado potencial tecnológico y de suministro.

En los últimos años, la producción española de aceite de oliva ha crecido fuertemente (por encima del millón de toneladas), superando con creces los cupos de producción asignados por la Unión Europea. Sin embargo, el consumo interior ha crecido mucho más lentamente, al tratarse de un sector maduro y muy influido por la evolución de los precios.

En los últimos cinco años, la producción media de aceite de oliva en España ha sido la siguiente:

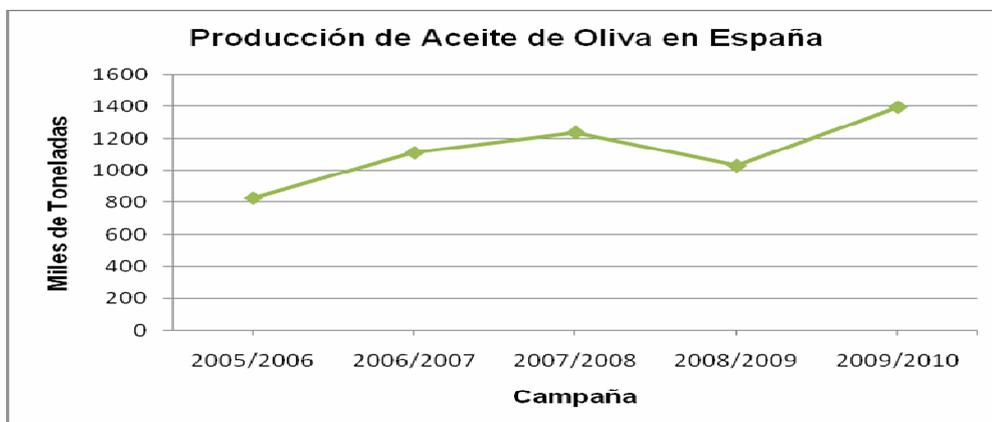


Gráfico 3.- Evolución de la producción durante las últimas campañas.

Fuente: <http://aplicaciones.mapa.es/pwAgenciaAO/>

Campaña	Producción (miles Tm)
2005/2006	827,4
2006/2007	1.111,4
2007/2008	1.236,1
2008/2009	1.030
2009/2010	1.395,8

Tabla 3. Evolución de la producción durante las últimas campañas.

La producción de aceite de oliva durante la campaña 2009/10 ha alcanzado en España la cifra de 1.395.824,23 tm., lo que supone un aumento del 35,51% con respecto a la campaña anterior 2008/09, y del 34,36% con respecto a la media de las cinco campañas anteriores (2004/05 a 2008/09). En España seis comunidades autónomas acaparan casi toda la producción de aceite de oliva, siendo Andalucía con gran preponderancia la de mayor producción.

Comunidad Autónoma	% de la producción
Andalucía	80,67 %
Castilla-La Mancha	7,08%
Extremadura	4,36%
Cataluña	3,59%
Comunidad Valenciana	2,13%
Aragón	0,77%
Resto CCAA	1,40%

Tabla 4.- Producción de aceite de las comunidades autónomas durante las campaña 08/09.

Fuente: <http://aplicaciones.mapa.es/pwAgenciaAO/>

1.4 EXPORTACIÓN ESPAÑOLA DE ACEITE DE OLIVA

Durante los últimos años, las exportaciones españolas de aceite de oliva han sido las siguientes:

Campaña	Exportación (mlés Tm)
2005/2006	453,6
2006/2007	612,1
2007/2008	665,1
2008/2009	659,0
2009/2010	649,3

Tabla 5.

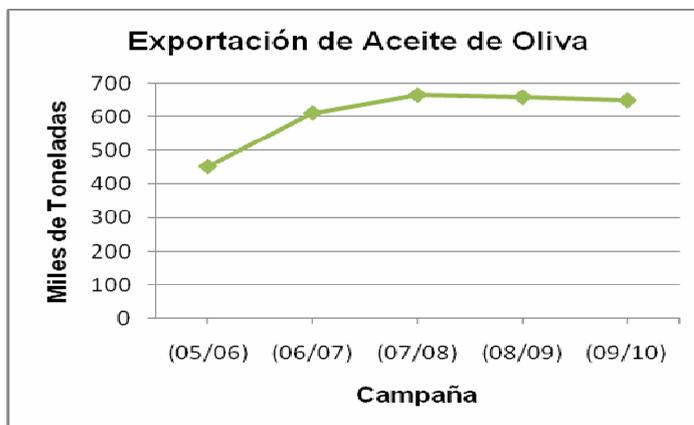


Gráfico 4.

Tabla 5 y Gráfico 4.- Evolución de la exportación durante las últimas campañas. Fuente: <http://aplicaciones.mapa.es/pwAgenciaAO/>

España es el principal exportador mundial de aceite de oliva. Durante el año 2009, la exportación de aceites de oliva envasado aumentó un 10% con respecto a 2008, con un incremento del 16% para países fuera de la UE. Destacan, en particular, los incrementos en Australia (82%), EEUU (48%) y Polonia (20%), países incluidos entre los que se han realizado actividades de promoción conjunta.

La internacionalización del sector ha contado tradicionalmente con el apoyo del Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX), organismos regionales de promoción, cámaras de comercio, etcétera, lo que es coherente y fruto de la vocación y propensión exportadora del sector (el ratio entre exportación y producción oscila entre el 45% y el 60%, según campañas).

En su conjunto, el sector dirige sus exportaciones principalmente a Italia, Portugal, Estados Unidos, Reino Unido, Australia y Francia. Además, hay otros mercados como Rusia, Países Escandinavos, Brasil, México, China, etcétera, donde existen interesantes oportunidades de creciente incorporación de este producto y de ganancia de cuotas muy

significativa. Tiene como principales competidores en los mercados mundiales a Italia, Grecia, Túnez, Turquía, Siria, Marruecos, Argelia y Portugal.

1.5 CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA EN ESPAÑA

Según un estudio realizado por el Observatorio del Consumo y la Distribución Alimentaria del Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino el consumo total de aceite de oliva en España durante el año 2009 ascendió a 506.600 tm. y supuso un gasto próximo a 1.314 millones de euros (MARM, 2009 b).

Del total de tm. de aceite consumidos, un 88,7% correspondió a los hogares, mientras que en la restauración comercial se consumió un 9%, y en la restauración social y colectiva el 2,3% restante. Concretamente, los hogares españoles consumieron en 2009 cerca de 449.510Tm. de aceite de oliva y gastaron 1.145,6 millones de euros en este producto, siendo el consumo per cápita de 9,83 litros, con un gasto por persona y año de 25,05 euros. Por tipo de aceite, en los hogares se consumieron 29.0470Tm. de aceite de oliva no virgen y 155.040 tm. de aceite de oliva virgen.

Asimismo, el estudio señala que las personas retiradas, los adultos independientes y las parejas adultas sin hijos son los que más aceite de oliva han consumido.

Por lo que se refiere al consumo y gasto en restauración, colectividades e instituciones, durante el año 2009 estos establecimientos adquirieron 57.300 tm. de aceite de oliva y gastaron cerca de 168,4 millones de euros en este producto. De esta cantidad, el consumo de aceite de oliva virgen extra supuso un 34,2%, el aceite de oliva virgen el 12,7% y el resto de aceites de oliva el 53,1%.

Por áreas geográficas, según dicho estudio, Canarias y Asturias son las comunidades autónomas que consumen más aceite de oliva, mientras que las comunidades autónomas que demandaron mayor volumen de aceite de oliva para la restauración comercial fueron Andalucía, Extremadura, Comunidad Valenciana y Murcia.

Por otra parte, el consumo total de aceites que no son de oliva ascendió a cerca de 343.100 Tm. y supuso un gasto próximo a 406,3 millones de euros. El mayor porcentaje del consumo de este producto se concentró en los hogares (55%), mientras que la restauración comercial supuso el 38,4%, y la restauración social y colectiva el 6,6% restante.

1.6 PRODUCCIÓN DE ACEITE DE OLIVA EN ANDALUCÍA

De la mencionada producción nacional de 1.395.824,23 tm., a la Comunidad Andaluza corresponde, según la AAO, (Agencia del Aceite de Oliva) una cantidad de 1.167.792,3 tm., es decir, el 83,66% de la producción española.

Provincia	Producción
Almería	8.139,5
Cádiz	7.924,9
Córdoba	281.879,0
Granada	119.954,8
Huelva	5.859,3
Jaén	567.635,7
Málaga	77.959,8
Sevilla	98.439,4

Tabla 6.- Producción de aceite en Andalucía durante la campaña 09/10. Fuente: <http://aplicaciones.mapa.es/pwAgenciaAO/>

1.7 CONSUMO DE ACEITE DE OLIVA EN ANDALUCÍA

Según el estudio de Observatorio del Consumo y la Distribución Alimentaria del Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino (MARM, 2009 b)., Andalucía, la mayor productora de aceite de oliva, durante el año 2009 se situó en el puesto 11 de las comunidades autónomas en el consumo: 86.200 tm, con un gasto de 216,5 millones de euros, un coste medio del litro de 2,51 euros y un consumo medio per cápita de 9,91 litros por habitante/ año, lo que supone que en el año 2009 cada andaluz gastó una media de 24,89 euros en comprar aceite.

Un estudio realizado por investigadores del IFAPA (Navarro et al., 2009, 2010), sobre las preferencias de los consumidores andaluces acerca de los atributos básicos del aceite de oliva, el tipo de aceite, sabor y precio, nos revela los siguientes datos:

Los consumidores andaluces conceden la mayor importancia relativa al atributo tipo de aceite (47%), seguido del precio (28%) y finalmente del sabor (25%).

Los andaluces encuestados prefieren en la misma medida tanto el aceite de oliva virgen como el aceite de oliva virgen extra y tienen una limitada preferencia hacia los aceites de oliva. Con respecto al sabor gustan los aceites de sabor intenso más que los de sabor suave.

El precio, sin embargo, presenta paradojas ya que se inclinan a los aceites más caros, o a los más baratos (sin diferencia en las utilidades de estos), siendo los aceites de precios intermedios los menos demandados.

2. LA ACEITUNA

2.1 COMPOSICIÓN DE LA ACEITUNA

El fruto del olivo, la aceituna, es una drupa de tamaño variable que depende de la variedad, naturaleza de los suelos, climatología del año, condiciones del suelo, prácticas culturales, etc. En la aceituna se pueden distinguir tres tejidos principales:

EPICARPIO: es el tejido superficial que sirve de envoltura, representa entre el 2% y el 2,5% del peso del fruto, evoluciona en su color durante el proceso de maduración, desde un color verde pálido al negruzco, pasando por distintas coloraciones rojo-violáceas.

MESOCARPIO: es la pulpa o parte carnosa de la aceituna, representa entre el 70% y el 80% del peso del fruto y es de gran contenido en grasa.

ENDOCARPIO O HUESO: en cuyo interior se encuentra la semilla con el embrión, supone entre el 15% y el 23% del peso de la aceituna. Al conjunto de estos tres tejidos se le denomina pericarpio.

Una aproximación de la composición global del fruto es la siguiente (Kiritsakis, 1992).

- Agua 50,0%
- Aceite 22,0%
- Azúcares 19,1%
- Celulosa 5,8%
- Proteínas 1,6%
- Cenizas 1,5%



Figura 1.- Sección de una Aceituna.

El agua representa un 50- 60% del peso de la pulpa, un 30% de la semilla, y un 9% del hueso. El aceite representa un 20-30% de la pulpa, un 27% de la semilla, y un 1% del hueso. Entre los azúcares destacan en importancia la glucosa, fructosa y sacarosa, y entre los polisacáridos la celulosa, lignina y hemicelulosa.

En cuanto a las proteínas, el aminoácido más importante que entra a formar parte de éstas es la arginina. Otros componentes mayoritarios de la pulpa son los compuestos fenólicos que se encuentran del 1 al 3% (Kiritsakis, 1992).

2.2 MADURACIÓN DE LA ACEITUNA

La maduración es el conjunto de procesos por los que el fruto evoluciona hasta un estado a partir del cual podrá llegar a ser aceptable para el consumo. Dicho periodo comienza al finalizar la fase de crecimiento. (Civantos, 2.009). La madurez es el estado final de la fase de maduración. Refiriéndonos a la aceituna podemos distinguir tres tipos de madurez:

- MADUREZ FISIOLÓGICA

Las aceitunas tienen como destino final, desde el punto de vista biológico, el mantenimiento de la especie vegetal. La madurez fisiológica se alcanza cuando los frutos

recolectados germinan en un alto porcentaje. Este momento está influido por la variedad cultivada.

- MADUREZ VERDE

La recolección de las aceitunas para mesa en verde se debe de efectuar en el momento que ofrezca el mayor tamaño antes del envero, cuando aparece una tonalidad amarillo paja, sin que aparezcan manchas de tonalidad rosada.

Las aceitunas para mesa en negro deben de recogerse en un momento similar al descrito para aceituna verde, aunque el periodo se extiende hasta la aparición de pigmentación rojiza, sin que ésta alcance un 20% del fruto. También se recolectan estos frutos para la obtención de aceites frutados verdes intensos.

- MADUREZ NEGRA

Indica el momento en que se puede efectuar la recolección de aceitunas para la elaboración de aceites más apagados donde el frutado verde no se aprecia.

2.3 MADURACIÓN DE LAS ACEITUNAS PARA ELABORACIÓN DE ACEITE

En la maduración de las aceitunas con destino a aceite se producen una serie de fenómenos simultáneos en el fruto que tienen una común dependencia con el transcurso del tiempo, pero que no siempre estos fenómenos tienen una relación directa entre sí. Los principales factores aludidos son:

- Compacidad del fruto.
- Coloración de las drupas.
- Contenido de azúcares en los frutos.
- Contenido de ácidos orgánicos, alcoholes, polifenoles, compuestos aromáticos, y otros relacionados con las características organolépticas del aceite.
- Resistencia de los frutos al desprendimiento.
- Cantidad de aceite formado.

En la elección del momento de la recolección se trata de conseguir una mayor cantidad de aceite, compatible con la mayor calidad de éste, también debe procurarse que los efectos negativos sobre el olivo y sobre las cosechas futuras sean mínimos, y que el

coste económico de la recolección resulte moderado (Civantos, 2009). A veces, alcanzar algunas de estas premisas en el grado más satisfactorio, puede estar en detrimento de otras. Hay que considerarlas conjuntamente y optar por soluciones de compromiso que comprendan la mayor parte de los objetivos propuestos.

Crecimiento de las aceitunas

Desde la fecundación del óvulo hasta la madurez negra se distinguen cinco fases de mayor o menor duración, dependiendo de las variedades y de la climatología.

La fase II se caracteriza por ser un periodo de crecimiento rápido del fruto, con desarrollo del endocarpio hasta su endurecimiento, entonces el 80% del volumen de la drupa se debe al hueso.

A continuación comienza la fase III, en la que el endocarpio y, dentro de él, el embrión, alcanzan el tamaño definitivo. Dentro de una determinada variedad, las reservas de nutrientes en la planta, la disponibilidad de humedad en el suelo y la carga de frutos cuajados, determinan el tamaño del hueso.

En la fase IV se produce el mayor crecimiento de los frutos, extendiéndose desde primeros de agosto hasta el otoño, cuando comienzan los cambios de color. (Civantos, 2009)

Compacidad del fruto

Poco después de iniciada la fase IV de crecimiento, coincidiendo con el principio de la lipogénesis, comienza el ablandamiento de la pulpa, a causa de una disminución de las protopectinas, que se hace más evidente al concluir la maduración verde. (Civantos, 2009).

En aceitunas para aceite, que permanecen más tiempo en el árbol y dentro de éstas en las variedades más propensas al ablandamiento pueden producirse daños durante la recolección y transporte, originándose una importante pérdida de calidad.

Contenido en azúcares

Los principales azúcares presentes en las aceitunas son: glucosa, fructosa y pequeñas cantidades de sacarosa, en la pulpa. En el hueso, glucosa y menores cantidades de fructosa. Desde el comienzo de la lipogénesis hay una relación directa entre el aumento de la cantidad de aceite y la disminución del contenido de azúcares. Se produce también una acumulación de compuestos aromáticos (alcoholes de alta graduación y terpenos)(Civantos, 2009).

Coloración de las frutas

La coloración del fruto está muy ligada a la maduración. Por facilidad de apreciación es el factor que históricamente más se ha tenido en cuenta a la hora de definir el punto de madurez. Así el inicio de la maduración se refiere al momento en que comienza a disminuir la clorofila en el fruto, inmediatamente antes de la acumulación de antocianina. La variación o presencia de estos pigmentos influyen en la coloración de la aceituna, que al principio adquiere un tono verde dorado. La antocianina es responsable del color púrpura y azul y comienza a sintetizarse en el epicarpio por ambos extremos, para extenderse a su totalidad y, más adelante, al mesocarpio. El color negro se debe a la oxidación de compuestos fenólicos incluida la oleuropeína (Civantos, 2009).

Formación y acumulación del aceite

Durante la fase IV de crecimiento comienzan a formarse pequeñas gotas de aceite que se fusionan dando lugar a otras mayores que se acumulan en las vacuolas. Lavee y Wodner (1991) han seguido este proceso en olivos de diferentes cultivares, que han vegetado sin carencias de humedad, y en todos los casos ha habido un comportamiento similar: el aceite se ha acumulado de forma lineal hasta la pigmentación total externa de las aceitunas. La pendiente de la recta que expresa la formación del aceite es específica de cada cultivar.

Cuando se presentan épocas de escasez de agua, disminuye o cesa el ritmo de la lipogénesis y se pierde el carácter lineal del incremento del aceite, es lo habitual en las plantaciones de secano.

Cuando los efectos de la marchitez son benignos, los frutos se pueden reponer al recuperarse los niveles de humedad después de lluvias o riegos, aunque la producción resulta inferior, según la duración del tiempo de estrés.

Influye también en el tamaño de los frutos, las reservas nutritivas y la carga de cosecha en los olivos.

Abscisión del fruto y resistencia al desprendimiento

La madurez escalonada de las aceitunas se pone de manifiesto en la caída natural. Antes de la madurez se presenta caída de aceitunas sanas a causa de ajustes fisiológicos, pero generalmente esta carece de importancia hasta el momento en que comienzan los cambios de coloración de los frutos, en que la caída se hace más intensa cuanto más coloreados están, aunque depende de la variedad. También pueden encontrarse variaciones notables de caída entre unos años y otros, en relación con las condiciones meteorológicas que favorecen el desprendimiento de los frutos maduros (Civantos, 2009).

Las aceitunas en envero y negras caen al suelo en mayor proporción que las verdes, como expresión de una mayor facilidad al desprendimiento de las aceitunas maduras. La caída se produce por oleadas sucesivas, las aceitunas van madurando en el árbol pero cualquier accidente meteorológico (lluvia, viento) acelera la caída de las más maduras, con menor fuerza de agarre. Inmediatamente después se sucede otra etapa de menor caída hasta la repetición de condiciones meteorológicas favorables para una nueva caída. La fuerza necesaria para desprender la aceituna disminuye a lo largo del ciclo de maduración de forma similar al aumento de la caída de frutos.

Para calcular el momento óptimo de la recolección de la aceituna, se ha establecido el índice de madurez (**I.M.**) (Ferreira, 1979):

Clase 0: piel verde intenso

Clase 1: piel verde amarillento.

Clase 2: piel verde con manchas rojizas en menos de la mitad del fruto.

Clase 3: piel rojiza o morada en más de la mitad del fruto.

Clase 4: piel negra y pulpa blanca.

Clase 5: piel negra y pulpa morada sin llegar a la mitad de la pulpa.

Clase 6: piel negra y pulpa morada sin llegar al hueso.

Clase 7: piel negra y pulpa morada totalmente hasta el hueso.

Una vez clasificados los cien frutos escogidos se aplica la siguiente fórmula:

$$I.M = \frac{A \times 0 + B \times 1 + C \times 2 + D \times 3 + E \times 4 + F \times 5 + G \times 6 + H \times 7}{100}$$

donde A, B, C, D, E, F, G, H son el número de frutos de las clases 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 respectivamente.

3. EL ACEITE DE OLIVA

3.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE OLIVA Y SUS FUNCIONES

El aceite de oliva está compuesto principalmente de triglicéridos, conteniendo también pequeñas partes de ácidos grasos libres y un 0,5-1,5% de constituyentes no glicéridos. Estos constituyentes menores son importantes para la estabilidad, sabor y aroma del aceite de oliva (Boskou, 1998).

En su composición se deben de considerar dos grandes grupos de compuestos químicos:

- **Fracción saponificable:** Representa entre el 98,5% y el 99,5% del peso del aceite de oliva. Está formada por triglicéridos, diglicéridos, monoglicéridos, ácidos grasos libres, y fosfátidos.

- **Fracción insaponificable:** Supone entre el 0,5% y el 1,5% del peso del aceite de oliva. Encierra una gran cantidad de componentes menores que son muy importantes para la estabilidad, sabor, aroma y calidad del aceite de oliva. Está compuesta por: hidratos de

carbono, esteroides, alcoholes triterpenos, ácidos hidroxil triterpénicos, tocoferoles, fosfolípidos, pigmentos y compuestos aromáticos.

FRACCIÓN SAPONIFICABLE

3.1.1 ÁCIDOS GRASOS

Con este nombre se denomina a aquellas sustancias constituidas por una larga cadena hidrocarbonada (formada solo por átomos de carbono e hidrógeno) que posee en un extremo un grupo ácido (-COOH). La composición de 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, siendo el más claramente marcado el tipo de cultivar o variedad (Moreda et al., 1995).

Existen estudios que afirman que en la diferencia de ácido oleico entre distintos aceites, la variedad representa el 78,2% de la variación, la diferencia entre años representa el 11,2% y la época de recolección tan solo el 1% (Uceda y Hermoso, 2008).

En el aceite de oliva se han llegado a encontrar desde cadenas de 12 carbonos hasta incluso de 24.

Los ácidos grasos los podemos dividir en:

- Ácidos grasos saturados: No tienen ningún enlace doble.
- Ácidos grasos monoinsaturados: Presentan un enlace doble en la cadena de átomos de carbono.
- Ácidos grasos poliinsaturados: Tienen más de un enlace doble en la cadena de átomos de carbono.

Los principales ácidos grasos saturados presentes en el aceite de oliva según el Reglamento (CE) 2205/2003, son los siguientes:

- Ácido palmítico (C16:0).....7,5-20%

- Ácido esteárico (C18:0)0,5-5%
- Ácido mirístico (C14:0) M 0,05%
- Ácido araquídico (C20:0).....M 0,6%
- Ácido behénico (C22:0) M 0,2%
- Ácido lignocérico (C24:0).....M 0,2%
- Ácido heptadecanoico (C17:0).....M 0,3%

(M=máximo).

Entre los principales ácidos grasos monoinsaturados destacan:

- Ácido oleico (C18:1).....56-83%
- Ácido palmitoleico (C16:1).....0,3-3,5%
- Ácido heptadecenoico (C17:1).....M 0,3%
- Ácido gadoleico (eicosanoico) (C20:1).....M 0,4%

(M=máximo)

Los ácidos grasos poliinsaturados presentes en el aceite de oliva son:

- Ácido linoleico (C18:2).....3.5-21%
- Ácido α -linolénico (C18:3)M 0,9%

(M=máximo)

El aceite de oliva se caracteriza por ser rico en ácidos grasos monoinsaturados y tener un bajo contenido en ácidos grasos poliinsaturados.

El ácido graso mayoritario es el oleico, monoinsaturado, que representa entre el 56% y el 83% del total de ácidos grasos esto le confiere al aceite menor riesgo de oxidación (Berra, 1998).

Estructura del ácido oleico:

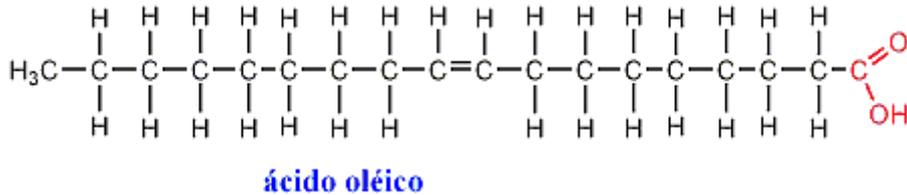


Figura 2. Molécula del ácido oleico.

Los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga tienen una gran importancia biológica en nuestra salud, ya que al no poder ser sintetizados por el organismo, deben ser proporcionados cada día en la dieta. El aceite de oliva constituye una buena fuente alimentaria de estos ácidos. Pero por otra parte, la presencia de enlaces insaturados, expone a los ácidos grasos al ataque del oxígeno, dando lugar al fenómeno de autooxidación, dicho fenómeno es proporcional al número de dobles enlaces existentes, siendo contrarrestado por la naturaleza y la concentración de sustancias antioxidantes (Mataix et al., 2001).

Si bien hay que recordar que los ácidos grasos monoinsaturados son escasamente susceptibles al desencadenamiento de procesos de peroxidación, a nivel humano proporcionan una buena fluidez de las membranas celulares, no provocando la inhibición de los receptores de las LDL (lipoproteína que transporta el colesterol y que al peroxidarse no reconoce los receptores celulares) (Mataix et al., 1988).

Así pues, el aceite de oliva presenta una composición ácida con una insaturación no demasiado elevada pero adecuada para cubrir las necesidades esenciales en poliinsaturados, además de contener numerosas sustancias antioxidantes que le permiten mantener una particular estabilidad.

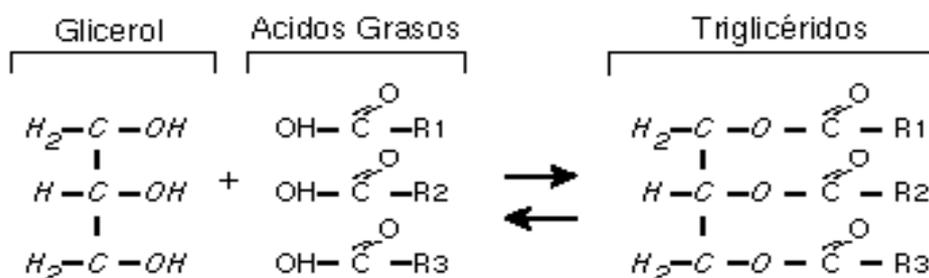
Los ácidos grasos se presentan en estado líquido a una temperatura que depende de la longitud de cadena de carbonos, a mayor longitud más elevado es el punto de fusión. También depende del número de dobles enlaces, más enlaces dobles supone menor temperatura de fusión (Civantos, 1999). Así:

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

Tabla 7. Características de algunos ácidos grasos.

3.1.2 TRIGLICÉRIDOS

Los triglicéridos son ésteres de la glicerina y ácidos grasos, siendo su estructura la que se esquematiza a continuación.



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).

La mayor parte de los ácidos grasos contenidos en el aceite de oliva se encuentran formando parte de los triglicéridos (Mataix, 1.988) siendo los triglicéridos más importantes los representados a continuación:

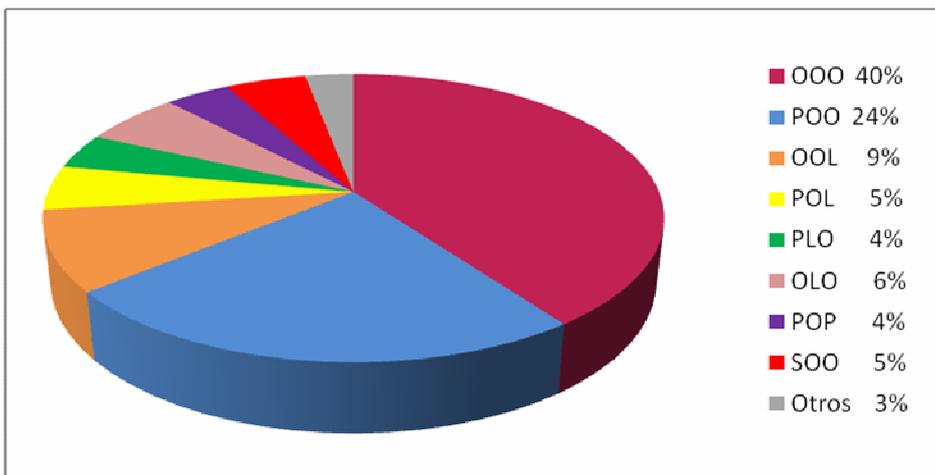


Figura 2. - Triglicéridos del Aceite de Oliva

P: Palmítico; O: Oleico; S: Esteárico; L: Linoleico

Los triglicéridos constituyen el grupo mayoritario en el aceite de oliva. Los mono y diglicéridos aunque se encuentran de 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.

FRACCIÓN INSAPONIFICABLE

3.1.3 HIDRATOS DE CARBONO

En parte saturados y en parte insaturados, probablemente se formen como productos colaterales durante la síntesis de los ácidos grasos (Viola y Wells, 1997).

El escualeno es el hidrato de carbono más importante en el aceite de oliva, precursor bioquímico de la biosíntesis de los esteroides, representa un 32 -50% del peso total de la fracción insaponificable. Se ha llegado a determinar la existencia de 14 hidratos de carbono policíclicos en el aceite de oliva. El aceite de oliva es uno de los aceites de mayor contenido en escualeno, superando a otros aceites vegetales, tales como girasol, maíz, sésamo, pepita de uva, soja, etc. (Leonardis et al., 1998),

Otros hidratos de carbono son los carotenoides, se han encontrado luteína y β -caroteno en cantidades variables, dependiendo de la calidad del aceite, siendo del orden de 0,15-0,44 y 0,08-0,5 mg/100g respectivamente (Zonta y Stancher, 1987).

El β -caroteno actúa como atenuador del oxígeno simple en el proceso de fotooxidación del aceite de oliva, produciendo un efecto opuesto a los que ejercen los sensibilizadores (clorofilas y feofitinas). El oxígeno simple por acción con este carotenoide y por reacción física o química es desactivado a su estado base. El β -caroteno está dotado de acción vitamina A y antioxidante no enzimático a nivel celular (Viola, 1997).

3.1.4 ESTEROLES

Representan el 20-30% del total de la fracción insaponificable (Fedeli y Jacini, 1971). El contenido total en el aceite de oliva es del orden de 189-265 mg/100g, el cual se va reduciendo por oxidación durante la elaboración y almacenamiento y en el proceso de refinación (Pascualone y Calalano, 2000).

Son compuestos con función alcoholica que se encuentran en todas las grasas en diversas cantidades y sus componentes en diferente proporción. Mientras que las grasas animales poseen casi exclusivamente colesterol, las grasas vegetales tienen como componente mayoritario el β -Sitosterol, además de otros esteroides, que dependerán de la especie vegetal de procedencia. (Cert, 1997).

Los principales esteroides encontrados en el aceite de oliva son:

β -Sitosterol	Se encuentra en alto contenido (aprox.96%)
Δ 5-Avenasterol	
Estigmasterol	Se encuentra en cantidades escasas
Campesterol	
Clerosterol	
Δ 5-Estigmasterol	
Δ 7-Estigmastenol	Se hallan en cantidades muy pequeñas
Δ 5-Avenasterol	
Colesterol	

Tabla 8.- Esteroides del aceite de oliva

El aceite de oliva es el único aceite que tiene un alto nivel de β -Sitosterol, que es interesante desde el punto de vista de la salud, pues se opone a la absorción intestinal del colesterol (Viola y Wells, 1997).

3.1.5 ALCOHOLES TRITERPENOS Y ÁCIDOS HIDROXI-TRITERPÉNICOS

En el aceite de oliva se han identificado dos dihidroxi-triterpenos: Eritrodiol y Uvaol. Los alcoholes triterpenos están presentes en el aceite de oliva, libres o esterificados con los ácidos grasos. La fracción triterpénica está compuesta principalmente por 24-metilen-cicloartenol, cicloartenol, β -amirina y α -amirina y en total representa el 20-26% de la fracción insaponificable.

En el aceite de oliva también se han encontrado ácido oleanólico que aparece tanto en las aceitunas como en el aceite. El cicloartenol favorece la excreción fecal del colesterol mediante el aumento de la secreción de los ácidos biliares (Zambotti et al., 1978 citado por Viola y Wells, 1997).

3.1.6 TOCOFEROLES

Los tocoferoles son unos constituyentes importantes, comprenden del 2,8 % al 3,5 % del total de los componentes menores. Es la forma α -tocoferol la que representa más de un 90% de todas las formas encontradas en el aceite de oliva, siendo la más activa biológicamente. Su contenido depende mucho de la variedad de aceituna (Perment, 1992) y de la época de recolección encontrándose un mayor porcentaje a principio de campaña (Fedelli, 1993).

Otros tocoferoles que contiene el aceite de oliva en pequeñas cantidades son β -tocoferol, γ -tocoferol, y δ -tocoferol.

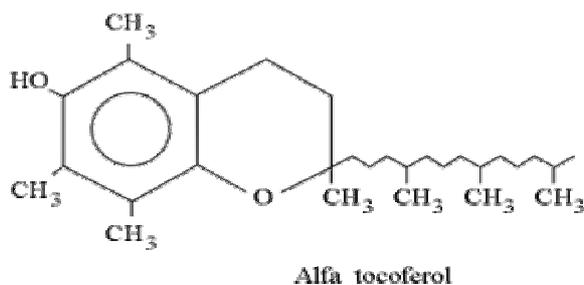


Figura 3. Estructura del Alfa Tocoferol.

Los tocoferoles actúan como antioxidantes en el proceso de autooxidación del aceite de oliva, al reaccionar con los radicales libres, dando lugar a radicales antioxidantes libres peroxidados y rompiendo por tanto la reacción en cadena. A parte, los tocoferoles se comportan como atenuadores del proceso de fotooxidación del aceite de oliva, capturando del oxígeno simple (como factor- causa de la autooxidación) por un proceso de inhibición de éste.

Los tocoferoles tienen actividad biológica vitamínica, la “vitamina E” se utiliza para denominar tanto a los tocoferoles como a los trienoles. La forma α es la más activa, considerada por tanto la auténtica vitamina. (Salvador et al., 2003)

Si la cantidad de α -tocoferol no es suficiente para capturar los iones OH^\bullet procedentes del peróxido de hidrogeno (H_2O_2) formado en las membranas plasmáticas biológicas, éstos pueden desencadenar la peroxidación de los ácidos grasos poliinsaturados de dichas membranas, induciendo la alteración de su permeabilidad entre otros daños celulares (Viola, 1997).

En los aceites de semillas las formas de tocoferoles predominantes son γ y δ , el aceite de oliva goza de un privilegio particular, pues casi todos son de la forma α . (Psomiadou et al., 2000).

3.1.7 FENOLES

Los compuestos fenólicos son moléculas que contienen uno o más anillos aromáticos hidroxilados, dividiéndose en compuestos tales como: derivados de fenil etanol, ácidos fenólicos, flavonas y flavonales, catequinas, procianidinas y antocianinas.

El mesocarpio y la semilla de la aceituna contienen compuestos fenólicos, solubles en agua. Durante el proceso de extracción del aceite, el alpechín arrastra la mayor parte de los fenoles, los que quedan en el aceite, o algunos de ellos, actúan como antioxidantes (Vázquez- Roncero et al., 1973; Forcadell et al., 1987; Mesa et al., 1990).

La composición fenólica de los aceites de oliva es el resultado de la interacción de distintos factores, incluyendo el cultivar, el grado de maduración, el clima (Uceda y Hermoso, 2008), así como el tipo de molienda, condiciones de batido, etc (Catalano y

Caponio, 1996). La disminución de fenoles durante el proceso de extracción del aceite de oliva, se debe a todas aquellas prácticas que favorecen la disolución de estos compuestos en el agua de los tejidos o en el agua de adicción.

La mayoría de los compuestos fenólicos presentes en *Olea europaea L.*, fueron determinados antes de los años 90 utilizando el método colorimétrico Folin-Ciocalteu. Distintos fenoles simples fueron identificados en el aceite de oliva entre los años 70 y 80, pero los compuestos fenólicos más importantes fueron descubiertos en los años 90, tales como agluconas de oleuropeína (Montedoro et al. 1993).

Los compuestos fenólicos son importantes desde el punto de vista de la calidad del aceite de oliva virgen. Los fenoles naturales proporcionan al aceite una gran resistencia ante la oxidación. Parece demostrado que el hidroxitirosol y el ácido caféico son los responsables de esta acción antioxidante y que otros ácidos como el tirosol y el ácido hidroxibenceno, ácido o-cumárico y ácido p-cumárico, tienen poca o ninguna contribución en los aceites vírgenes (Papadopoulos y Boskou, 1991 ; Papadopoulos et al., 1993).

En estudios realizados posteriormente, se ha observado la gran correlación existente entre compuestos fenólicos y la estabilidad, siendo las formas 3,4-DHPEA-EDA (forma dialdehídica del ácido elenoico unida a 3,4-dihidroxifeniletanol) y 3,4-DHPEA-EA (isómero de la aflucona de oleuropeína) las que mostraron mayor capacidad antioxidante (Baldioli et al., 1996), en gran medida debido a que se encuentran en un porcentaje alto en el aceite de oliva (Montedoro, 1993).

Existen varios estudios realizados en los años 90, donde se muestra la actividad biológica antioxidante de varios compuestos fenólicos como el ácido caféico y el hidroxitirosol, que mostraron una gran capacidad antioxidante. La oleuropeína presenta una intensa acción biológica “in vivo”, habiéndose demostrado su acción dilatadora de las coronarias, hipoglucemia y anticolesterolémica (Ficarra et al., 1991). Recientes estudios han sugerido el papel que juegan los compuestos hidroxitirosol y tirosol, en la prevención del deterioro celular (Brenes et al., 2000; Boskou, 2000; Zafra et al., 2006).

3.1.8 FOSFOLÍPIDOS

Su concentración total varía entre 40-135 ppm. El ácido oleico es el ácido graso predominante en estos fosfolípidos (Boskou, 2006).

3.1.9 PIGMENTOS

El aceite de oliva virgen tiene un color que va desde el verde-amarillento 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 y feofitinas: El aceite de oliva contiene clorofila “a” y clorofila “b”, (pigmentos verdes), así como feofitina “a” y feofitina “b” (pigmentos marrones). Estos pigmentos son los responsables de color del aceite de oliva. El aceite de oliva de principios de campaña contiene clorofila “a” y “b” a una concentración de 1 a 10 ppm y feofitinas “a” y “b”, de 0,2 a 24 ppm (Fedeli, 1997). El contenido clorofílico del aceite de oliva disminuye según progresa el proceso de maduración de los frutos.

Las clorofilas “a” y “b” se degradan con facilidad a feofitinas, siendo ésta la causa de que el aceite presente un color más verdoso cuando es obtenido de aceitunas con un estado de madurez temprano, mientras que los obtenidos de frutos más maduros presentan un color más dorado.

El aceite de oliva es muy sensible a la radiación comprendida entre 320 y 700 nm, sea en presencia o ausencia de antioxidantes (Vázquez-Roncero, 1980), debido a la presencia de estos pigmentos que absorben la luz en ese espectro. Las clorofilas y las feofitinas tienen un efecto prooxidante sobre los lípidos en presencia de luz, mientras que en la oscuridad actúan como antioxidantes, como consecuencia el aceite de oliva debe ser protegido durante su almacenamiento. La clorofila y la feofitina son conocidas como compuestos sensibilizadores. La clorofila durante la exposición a la luz induce la fotooxidación.

El oxígeno simple reacciona rápidamente con C-C con insaturación, para dar hidroperóxidos. Estos hidroperóxidos son inestables, y se descomponen a radicales libres, que inician la autooxidación en cadena.

Cuanto más altos son los niveles de clorofila en el aceite de oliva, mayor es su actividad fotocatalizadora (Rahmani, 1989a).

El blanqueo de la clorofila se produce por mediación de los radicales libres de hidroperóxido formados durante la fotooxidación del aceite.

La clorofila ejerce biológicamente una acción de excitación del metabolismo, de estímulo del crecimiento celular, de la hematopoyesis y de aceleración de los procesos de cicatrización.

Carotenoides: Los principales carotenoides presentes en el aceite de oliva son: luteína, β -caroteno, violaxantina y neoxantina. Los aceites obtenidos por el método 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 triturar las aceitunas (Ranalli, 1.992). El principal componente de la fracción carotenoide del aceite de oliva es la luteína.

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

3.1.10 COMPUESTOS AROMÁTICOS

La formación de compuestos aromáticos radica en los cloroplastos. Cuando las gotas de aceite entran en contacto con éstos, los componentes volátiles son arrastrados por los lípidos. Se han identificado más de 100 componentes, así tenemos hidrocarburos, alcoholes, aldehídos, esterres, fenoles y sus derivados, terpenos oxigenados y derivados del furano.

La concentración de compuestos volátiles en el aceite de oliva virgen suele ser inferior a 1ppm. La composición varía de unas variedades a otras (Luna et al., 2005), e incluso existen pequeñas diferencias dentro de las mismas variedades cultivadas en distintas regiones (Kiritsakis, 1998).

Los aldehídos son los compuestos aromáticos mayoritarios en el aceite de oliva. Son el conjunto de compuestos aromáticos, los que transmiten la calidad aromática al aceite de oliva que lo hacen tan peculiar y apreciado.

La formación de compuestos volátiles es consecuencia de la destrucción celular de la aceituna, desencadenándose un proceso enzimático donde se producen reacciones de hidrólisis y de oxidación. Ya han sido descritas varias rutas de formación de compuestos volátiles. Olias et al. (1993) propusieron la ruta secuencial enzimática para la formación de los compuestos aromáticos hexenal, cis-3 hexenal y trans-2 hexenal, y los correspondientes ésteres.

En la aceitunas se encontraron acilhidrolasa, lipoxigenasa e hidroperóxido-liasa. Los triglicéridos y fofosfolípidos son hidrolizados a ácidos grasos, así los poliinsaturados son formados por la acción de la acilhidrolasa. De los ácidos linoleico y linolénico, se forman 9-hidropéroxido y 13-hidroperóxidos, debido a la acción de la lipoxigenasa. La hidroperóxido-liasa divide el 13-hidroperóxido del linoleico y linolénico para formar los aldehídos volátiles hexenal y cis-3-hexenal.

Entre los compuestos identificados en el aroma del aceite de oliva virgen, existen una cantidad apreciable de ellos (Aparicio et al., 1996), que cuando se huelen por separado se podrían asociar a determinadas notas olfativas. Unos ejemplos de los más representativos son:

Compuesto	Nota olfativa
Hexenal	Frutado verde, manzana
Trans-2 hexenal	Almendra amarga
1-hexanol	Afrutado, aromático, suave
3-metil-butanol	No deseable

Tabla 9.- Compuestos aromáticos del aceite de oliva

Otros compuestos aromáticos se han asociado a caracteres sensoriales que se corresponden con aromas no deseables. Es probable que los aldehídos formados, sean los

principales responsables del sabor desagradable. Morales et al., (1997) publicaron que cuando al aceite de oliva virgen es forzado a un proceso de termooxidación, en la primera hora de ésta, desaparecen la mayoría de los compuestos volátiles responsables de las características sensoriales agradables del aceite de oliva virgen, formándose compuestos desagradables. La presencia de nonanal (no detectado en el aceite de oliva virgen) podría ser utilizado para detectar la iniciación de la oxidación. Morales et al., 1997 encontró compuestos carbonilos saturados, tales como pentanal, hexanal, octanal y nonanal, como los principales compuestos formados en el aceite de oliva oxidado (almacenado durante 6, 8, 16 días a 60 °C).

Barrio Pérez Cerezal et al., (1981) hallaron que cuando se incrementa el porcentaje de octano en el aceite de oliva, decrecía su calidad sensorial. Solinas et al., (1987) estudió la relación entre la rancidez percibida y los contenidos de 2-pentenal, hexanal, 2-heptenal, 2-octenal, octanal y nonanal. El 2-pentenal y 2-heptenal fueron los principales indicadores de rancidez, con umbrales de 0,5 y 1,5 ppm respectivamente (Zafra et al., 2006; Kalua et al., 2007; Morales et al., 1997).

Cabe mencionar la importancia que tienen las características organolépticas del aceite de oliva. El olor y sabor de un alimento producen placer, modificándose la composición del jugo gástrico debido a una mayor concentración de pepsina, obteniéndose una mejor actividad digestiva.

3.2 FENÓMENOS DE LIPÓLISIS Y OXIDACIÓN EN EL ACEITE DE OLIVA

El deterioro del aceite de oliva es consecuencia de dos procesos fundamentales: la lipólisis y la oxidación. La lipólisis se inicia generalmente cuando el aceite está todavía en el fruto, mientras que la oxidación se produce después de la extracción y sobre todo durante el almacenamiento.

3.2.1 LIPÓLISIS

Proceso relacionado con la hidrólisis de los triglicéridos. En esta reacción (en presencia de agua) se produce la ruptura del triglicérido en glicerol y ácidos grasos. La liberación de los tres ácidos grasos, aumenta la acidez total.

La lipólisis puede estar provocada por microorganismos o por enzimas. En la lipólisis microbiana, los microorganismos como algunas bacterias, hongos y levaduras liberan la enzima lipasa que induce la hidrólisis: Estos microorganismos pueden actuar durante la molturación, la separación de fases y sobre todo en el periodo de almacenamiento de las aceitunas. (Garrido Varo et al., 2000)

La lipólisis enzimática está producida por enzimas naturales del fruto (lipasas), éstas no actúan hasta que el fruto tiene un color púrpura. La actividad lipolítica es mayor en frutos golpeados, picados por insectos, o en frutos que permanecen más tiempo en el árbol.

Cuando las aceitunas permanecen largo tiempo en el suelo o en contacto con las lonas de recogida después de su caída natural, cuando los frutos son almacenados durante un tiempo considerable antes de su molturación, o cuando se almacenan en grandes montones que provocan un aumento de la temperatura de la aceituna (debido a la propia actividad metabólica de los frutos), se produce un aumento de la acidez total del aceite, como consecuencia de la acción conjunta de la lipasa endógena de los frutos y la lipasa liberada por los microorganismos.

Un aumento de la temperatura (temperatura óptima 45°C) provoca la actuación de las lipasas, que en presencia de agua favorece su crecimiento al disolver las enzimas.

3.2.2 OXIDACIÓN

Como cualquier otra materia orgánica, el aceite se oxida al entrar en contacto con el oxígeno. La oxidación se produce fundamentalmente en algunos ácidos grasos esenciales, más susceptibles (poliinsaturados), y tiene como consecuencia la formación de unos productos (volátiles en general) que proporcionan al aceite olores y sabores desagradables despreciando también el valor nutritivo del aceite.

Dentro de la oxidación del aceite de oliva se puede diferenciar:

- Autooxidación
- Fotooxidación.

3.2.2.1 Autooxidación

Se piensa que el proceso de autooxidación ocurre en 3 etapas: Iniciación, Propagación y Finalización.

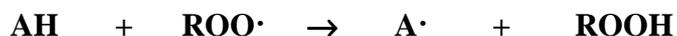
En la etapa iniciación se toma un hidrógeno de una molécula de ácido olefínico (RH) y se forma un radical libre ($\cdot R$), el cual reacciona con una molécula de oxígeno (O_2) formándose un radical peróxido ($ROO\cdot$).

El radical peróxido reacciona con otra molécula de ácido graso (RH) produciéndose a continuación hidroperóxidos (ROOH) y nuevos radicales libres ($\cdot R$). Esta etapa se desarrolla de forma lenta y sólo está involucrada una pequeña cantidad de oxígeno. El tiempo de duración de la etapa depende de la cantidad de ácidos grasos insaturados y de la presencia o ausencia de antioxidantes.

En la etapa de propagación los peróxidos formados (ROOH) se rompen fácilmente dando lugar a radicales libres que a su vez participan en otras reacciones dando origen a compuestos que proporcionan un olor y sabor desagradable (rancidez) al aceite.

En la etapa de finalización, los radicales libres formados en la etapa anterior se inactivan entre sí o acaban por agotarse los ácidos grasos insaturados, aunque es difícil determinar si todos los radicales libres se inactivan. Los antioxidantes presentes en el aceite (polifenoles y tocoferoles) pueden acelerar el final, evitando que se oxiden gran parte de los compuestos insaturados.

Los antioxidantes actúan reaccionando con los radicales peróxidos (cediendo hidrógeno), con lo que se forman radicales antioxidantes libres:



Antioxidante + Radical peróxido \rightarrow Radical antioxidante hidroperóxido (ó peróxido).

Los radicales antioxidantes libres pueden reaccionar de dos formas:





es decir los radicales libres se aniquilan entre sí o reaccionan con un radical peróxido libre.

La formación de radicales libres tanto por su exposición al oxígeno atmosférico, como al oxígeno derivado de la respiración mitocondrial a nivel celular, implica la ruptura de un enlace entre dos electrones, dando lugar a compuestos cuyo número de electrones difiere del número de protones (escisión asimétrica), o a compuestos con uno o más electrones desapareados en la órbita externa (escisión simétrica).

Por su estructura diénica de tipo divinilmetano, los ácidos grasos poliinsaturados presentan una menor estabilidad a nivel de los grupos metilénicos situados entre los enlaces dobles (dienos no conjugados), lo que favorece el desencadenamiento del proceso de radicales libres.

Este proceso es nulo o insignificante para los ácidos grasos saturados, relativamente lento para los ácidos grasos monoinsaturados y tanto más rápido cuanto mayor es el número de dobles enlaces en los ácidos grasos poliinsaturados.

La oxidación del ácido oleico, da como resultado la formación de un cierto número de hidroperóxidos isoméricos.

Durante la oxidación del ácido linolénico (C18:2) y el ácido linolénico (C18:3), tiene lugar un desplazamiento de los dobles enlaces con la formación de hidroperóxidos conjugados.

Los productos formados por la descomposición de los peróxidos dan origen a unos compuestos volátiles (productos secundarios) de pequeño número de carbonos, responsables del olor y sabor desagradables de los aceites oxidados, entre los principales en el aceite de oliva se encuentran aldehídos, cetonas, y ácidos de bajo peso molecular.

3.2.2.2 Fotooxidación

En el proceso de fotooxidación del aceite de oliva, el oxígeno en su estado fundamental es activado por la energía de la luz hasta oxígeno simple. El oxígeno simple al reaccionar con los ácidos grasos insaturados, produce la formación de hidroperóxidos (Rahmani, 1989a).

En el proceso de fotooxidación u oxidación por acción de la luz, juegan un papel fundamental los pigmentos que contiene el aceite de oliva. Las clorofilas y las feofitinas del aceite de oliva (clorofila "a" y "b"; feofitina "a" y "b") absorben la luz en radiaciones comprendidas entre 270 y 320 nm, formándose estados excitados de las moléculas de estos pigmentos.

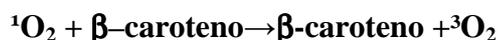
Cuando estas moléculas excitadas, reaccionan con el oxígeno en su estado fundamental lo activan hasta su estado simple (el cual pasa antes por su estado triple). El oxígeno simple reacciona con los ácidos grasos insaturados produciéndose hidroperóxidos, los cuales al ser muy inestables se descomponen en radicales libres que inician la reacción de autooxidación en cadena (Carlsson et al., 1976). El oxígeno simple tiene una gran capacidad reactiva, que produce una aceleración de la velocidad de oxidación y por consiguiente un índice de peróxido más elevado.

Cuando el aceite se conserva en condiciones de oscuridad (botella cerrada), la clorofila hace disminuir la formación de ácidos grasos libres, (Rahmani, 1989b) mientras que en condiciones de luminosidad, cuanto más altos son los niveles de clorofila mayor es el efecto fotocatalizador de ésta a la absorción de la luz.

En la autooxidación del ácido linoleico todos los hidroperóxidos formados son conjugados, mientras que en la oxidación inducida por el oxígeno simple (por fotooxidación), pueden formarse a la vez hidroperóxidos conjugados y no conjugados (Rawls y Van Santen, 1970). Un aceite expuesto a la luz directa, una vez destruidos sus pigmentos naturales, todos los hidroperóxidos formados después son conjugados.

La fotooxidación se puede reducir gracias a unos compuestos que atenúan la acción del oxígeno simple. Así el β -caroteno por reacción física o química con el oxígeno simple, hace que esta último se desactiva hasta su estado base, con lo que se inhibe la oxidación.

En este proceso se produce una transferencia de energía del oxígeno simple al caroteno.



Los tocoferoles como eficaces antioxidantes del proceso de autooxidación, también actúan como inhibidores del oxígeno simple. Terao et al. (1980) observaron como el

β -caroteno desaparecía rápidamente del aceite de soja durante la exposición a una fuente de luz, pero la presencia de β -caroteno podía prolongarse en el aceite irradiado, gracias a la presencia de α -tocoferol (Terao et al., 1980). Walter y Frakel, (1987), señalaron que el β -caroteno es un inhibidor eficaz de la fotooxidación únicamente, cuando los tocoferoles evitan su oxidación.

3.3 PRODUCTOS DERIVADOS DE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS HIDROPERÓXIDOS. OXIDACIÓN SECUNDARIA

Una vez formados los hidroperóxidos, éstos debido a su escasa estabilidad se descomponen con facilidad (Dugan, 1961) produciéndose su escisión en otros productos secundarios, con pequeño número de carbonos, que son responsables del olor y sabor desagradables de los aceites oxidados. Estos compuestos son aldehídos, cetonas y ácidos de bajo peso molecular, en definitiva compuestos volátiles. Mediante la utilización de las técnicas analíticas cromatográficas (GLC Y HPCL) se han intentado determinar los compuestos volátiles formados durante la autooxidación del aceite de oliva, según determinaciones hechas por pruebas organolépticas.

Se encontró una relación directa entre la rancidez percibida y el 2-pentanal, hexanal, 2-heptanal, 2-octenal, octanal y el nonanal. Los principales indicadores de la rancidez son el 2-pentanal y el 2-heptanal, con umbrales de detección de 0,5 y 1,5 ppm, respectivamente.

3.4 FACTORES QUE ACELERAN LA VELOCIDAD DE OXIDACIÓN DEL ACEITE DE OLIVA

Grado de insaturación. Al aumentar la insaturación, la velocidad de oxidación aumenta progresivamente. Los ácidos grasos poliinsaturados, como el linolénico, con tres dobles enlaces (C 18:3) van a oxidarse más rápidamente, mientras que los monoinsaturados, como el oleico (C 18:1), con un solo doble enlace, presenta mayor resistencia a la oxidación. La velocidad de oxidación por tanto es menor en los ácidos grasos monoinsaturados (oleico) y más elevada en los poliinsaturados (linoléico y linolénico). Los aceites de oliva vírgenes

con mayor porcentaje de oleico, presentan una mayor resistencia al enranciamiento. (Jiménez y Carpio, 2008).

Energía calorífica. Las altas temperaturas favorecen la formación de peróxidos y compuestos de degradación, acelerando por consiguiente la rancidez. Es muy importante almacenar los aceites a baja temperatura y alejarlos de los focos de calor como radiadores, y en la etapa de consumo, controlar la temperatura y tiempo de calentamiento (Kiritsakis, 1992).

Energía radiante. La luz es otro factor de catalización, pues, aumenta la velocidad de oxidación. Los aceites deben por tanto conservarse/almacenarse en envases o depósitos opacos y en oscuridad tanto en las bodegas como en su fase de comercialización en botella.

Trazas metálicas. La presencia de metales en niveles de trazas favorecen las alteraciones oxidativas. El Co, Cu, Mn, Fe, son los principales catalizadores de la oxidación (2 – 3 ppm), el Ni y Cr, y en menor medida el Sn, Zn, alcalinos y alcalinotérreos. Es importante almacenar los aceites en materiales inalterables como el acero inoxidable, hoy en día presente en casi todas las almazaras. (Kiritsakis, 1992).

En la fase de comercialización, el vidrio oscuro es el envase más utilizado y permite una perfecta conservación del producto. COI/T.15/NC.Nº 3 Rev 3, 2008.

Contaminantes (Concentración máxima permitida, mg/kg)	Trazas metálicas (Concentración máxima permitida, mg/kg)
Plomo (Pb) 0,1	Hierro (Fe) ≤ 3,3
Arsénico (As) 0,1	Cobre (Cu) ≤ 0,1

Tabla 10.- Valores máximos de acuerdo con COI (2008)

Aireación. El aire también favorece la oxidación del aceite. Se recomienda utilizar envases o depósitos herméticos y evitar, en la medida de lo posible, los “espacios de cabeza”. En las almazaras se está utilizando atmósfera inerte, sustituyendo el oxígeno de los espacios

de cabeza por nitrógeno, y evitar así estas oxidaciones. Para las variedades con menor estabilidad, se empiezan a utilizar atmósfera protegida en el envasado en botella.

Catalizadores orgánicos.

- Restos de peróxidos. Actúan como catalizadores (favorecedores) de la oxidación.
- Clorofila y ciertos carotenoides. Aceleran la oxidación cuando las grasas son expuestas a la luz.
- Ácidos grasos libres (acidez). Cuanto mayor sea la acidez inicial de un aceite, mayor será su capacidad de oxidación.

3.5 FACTORES QUE RETARDAN LA VELOCIDAD DE OXIDACIÓN

Existen una serie de factores que influyen retardando esta velocidad de oxidación. Los aceites vírgenes contienen antioxidantes naturales, como los tocoferoles y polifenoles que disminuyen en gran medida los procesos oxidativos.

Tocoferoles (vitamina E). Son prueba de la actividad biológica y de la actividad antioxidante. Su contenido decrece con la oxidación del aceite. Los aceites refinados no contienen tocoferoles porque se produce su pérdida en el proceso de refinación.

Polifenoles. Existe una relación directa entre el contenido en polifenoles totales y la estabilidad del aceite.

4. CALIDAD DE LOS ACEITES DE OLIVA

4.1 CONCEPTO DE CALIDAD

La calidad de un producto la podemos definir como el conjunto de características propias que permiten apreciarlo como igual, mejor o peor que los restantes de su especie. (Carpio y Jiménez, 1993).

Refiriéndonos en concreto al aceite de oliva virgen, el patrón que define la calidad vendrá representado por un zumo oleoso obtenido de aceitunas sanas y en perfectas condiciones de madurez, y habrá que evitar para ello toda manipulación o tratamiento que altere la naturaleza química de sus componentes tanto en la extracción como en el transcurso de su almacenamiento.

Hay que diferenciar entre "calidad del aceite", que acabamos de definir, y "tipo de aceite", que viene determinado por las características particulares de cada variedad, apreciables éstas en sus características organolépticas (color, olor y sabor) y por su composición química. (Barranco y Rallo, 1984; Carpio y Jiménez, 1993).

Así, de dos variedades diferentes de olivos, partiendo necesariamente de una elaboración correcta, se pueden obtener dos tipos de aceites de la misma calidad. Existen así excelentes aceites tanto de la variedad Picual, algo amargos, con cuerpo, ricos en polifenoles y alto contenido en ácido oleico, como también excelentes aceites de la variedad Arbequina, mucho más fluidos, dulces y de menor contenido en polifenoles y ácido oleico (Tous y Romero, 2001)

Dentro de una misma variedad, otros factores como los agronómicos (tipo de suelo, altitud, latitud etc.) o bioclimáticos (temperaturas medias, luminosidad, período de lluvias, heladas...) influirán en las diferentes apreciaciones olfato-gustativas. Algunos expertos afirman que los suelos drenados y calizos producen aceites de mejores características sensoriales que los húmedos y arcillosos (Tous J. et al., 1997).

4.2 CALIDAD REGLAMENTARIA

La definición de calidad reglamentada viene recogida en el reglamento CE nº 2568/91 modificado por el Reglamento (CE) Nº 640/2008 DE LA COMISIÓN de 4 de julio de 2008.

La calidad reglamentada queda pues definida dando lugar a la clasificación de los aceites de oliva en distintas categorías atendiendo a una serie de parámetros. Cuando en un

aceite de oliva virgen, uno de los parámetros físico-químicos o sensoriales no cumple la norma, éste pasa a la categoría siguiente.

Gutiérrez y González Quijano (1989) han propuesto un índice global de calidad, IC, en el que intervienen, con distintas ponderaciones, índices físico-químicos y sensoriales. Este índice proporciona una escala continua de calidad y viene definido por:

$$IC = 2,71 + 0,91 \times PO - 0,81 \times IA - 9,09 \times K_{270} - 0,025 \times IP$$

dónde:

IC = Índice global de calidad.

PO = Puntuación organoléptica, norma COI. / t.20 / Doc. nº 22 .2005

IA = Índice de acidez.

K_{270} = Absorción al ultravioleta a 270 nm.

IP = Índice de peróxidos.

Este índice permite clasificar los aceites de una forma continua y más eficaz. No obstante habría que avanzar más introduciendo otros parámetros, como la estabilidad, que permitiera predecir el comportamiento del aceite en la etapa de comercialización (Uceda y Hermoso, 2008).

4.3 PARÁMETROS DE CALIDAD Y PUREZA DE LOS ACEITES DE OLIVA

Los criterios de calidad, usualmente aplicables al aceite de oliva virgen, son: Acidez, relacionada con los procesos hidrolíticos, Grado de Oxidación y Caracteres Sensoriales. Existen otros parámetros que determinan no sólo la calidad de los distintos aceites de oliva, sino también su pureza, indicándonos posibles fraudes.

A lo largo de la historia, el fraude más generalizado ha sido la mezcla de aceite de oliva virgen con aceite de orujo, mucho más barato, y al ser un subproducto de la aceituna, tiene una composición acídica similar, lo que dificulta su detección.

En los últimos años, los aceites de avellana “desodorizados” han sido los utilizados para la realización de estas mezclas fraudulentas, ya que no existen grandes variaciones en sus porcentajes de ácidos grasos, para un mayor control de fraudes se ha aprobado El REGLAMENTO (UE) n° 61/2011 DE LA COMISIÓN de 24 de enero de 2011 por el que se modifica el Reglamento (CEE) n° 2568/91 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis

4.3.1 GRADO DE ACIDEZ

Determina la cantidad de ácidos grasos libres presentes en un aceite, expresados en ácido oleico (%).

La grasa biológicamente sintetizada es neutra, es decir, el aceite contenido en la aceituna sana que está en el árbol tiene 0 % de acidez libre. La presencia de ácidos grasos libres es, por tanto, una anomalía resultante, entre otros factores, del mal estado de los frutos, mal tratamiento, o mala conservación de los mismos.

La acidez, a partir de ciertos límites, es un parámetro negativo para su empleo en la alimentación. Un índice de acidez muy bajo se corresponde con un aceite de alta calidad; valores próximos a 0,1 indican un perfecto estado de la aceituna y una manipulación correcta de los frutos.

La normativa actual, Reglamento (CE) N° 640/2008 considera el límite para los aceites extras en 0,8°. Es, sin embargo, muy frecuente encontrar los aceites envasados por debajo de este límite (generalmente de 2 a 5 décimas de acidez).

En cuanto al consumo humano, es apto hasta 2 g de ácido oleico por 100 g de aceite.

4.3.2 ÍNDICE DE PERÓXIDOS

Determina el estado de oxidación primaria de un aceite antes de que se aprecie el olor y sabor a rancio.

Las grasas se oxidan al entrar en contacto con el oxígeno del aire. Cuando una grasa comienza a oxidarse se forman diversos compuestos; entre ellos, se encuentran los peróxidos, que se consideran los primeros productos de la oxidación.

Este índice también indica el deterioro que pueden haber sufrido ciertos componentes de interés nutricional como es la vitamina E, y se mide en miliequivalentes (mEq) de oxígeno activo por kg. Su límite para el consumo es de 20.

4.3.3 CERAS

Son compuestos que provienen de la esterificación de alcoholes alifáticos con ácidos grasos libres. Esta analítica se realiza para detectar mezclas con aceites de orujo, donde el contenido en ceras es bastante más elevado (2.000 mg/kg) que en los aceites vírgenes (hasta 250 mg/kg).

4.3.4 ÁCIDOS GRASOS SATURADOS EN POSICIÓN 2 DE LOS TRIGLICÉRIDOS

Se utiliza fundamentalmente como criterio de pureza y para evitar rectificaciones excesivamente drásticas en el proceso de refinación. Cuando la temperatura de desodorización en el proceso de refinado es excesivamente alta, se pueden intercambiar de posición los ácidos grasos.

La naturaleza, al sintetizar los triglicéridos, esterifica ácidos grasos insaturados en la posición 2 en una proporción superior al 98 %. Por esta razón, para aceites vírgenes, el máximo permitido de ácidos grasos saturados en esta posición es de 1,5 %.

4.3.5 ESTIGMASTADIENO

Es un hidrocarburo esteroideo difícil de eliminar en el proceso de refinación. En la etapa de decoloración y desodorización, se produce una deshidratación intramolecular, formándose un dieno.

En el aceite de oliva, el dieno formado es el estigmastadieno, por ser el β -Sitosterol el esteroide más abundante. Valores de estigmastadieno superiores a 0,15 pueden indicar presencia de aceite refinado en el aceite de oliva virgen. El estudio de los hidrocarburos campestadieno y estigmastadieno en los aceites desodorizados, formados a partir del Campesterol y Estigmasterol, son difíciles de eliminar en la fase de refinación, por lo que pueden aportar buena información sobre las mezclas de aceites de semillas con aceite de

oliva. Una relación baja de estigmastadieno/campestadieno (3-4) indica presencia de aceite refinado y aceite refinado desodorizado.

4.3.6 DIFERENCIA ENTRE ECN 42 (HPLC) Y ECN 42 (CÁLCULO TEÓRICO)

El *Equivalent Carbon Number* (ECN) se utiliza para detectar la presencia de pequeñas cantidades de aceites de semillas ricos en ácido linoléico.

En el aceite de oliva el triglicérido más abundante es la trioleína, por estar presente el ácido oleico en gran porcentaje y prácticamente no existe la trilinoleína. En los aceites de semillas, sin embargo, el triglicérido más abundante es la trilinoleína por ser el ácido linoléico el de mayor proporción.

Esta analítica determina la composición de triglicéridos expresados en su número equivalente de carbonos (ECN). Aporta información no sólo del valor de la trilinoleína sino de sus tres isómeros, cuyo ECN es 42.

Con una fórmula estadística se calcula el contenido real de los tres isómeros que nos da un ECN 42 teórico, que se compara con el contenido real obtenido por HPLC. La diferencia entre ambos no puede ser mayor de unos valores ya establecidos tras la experiencia de muchos años: para el virgen extra el límite es 0,2 y para el lampante, 0,3.

4.3.7 ABSORBANCIA EN EL ULTRAVIOLETA (K_{232})

Esta analítica se fundamenta en la medida espectrofotométrica ultravioleta del coeficiente de extinción a distintas longitudes de onda: 232 y 270 nm.

K_{232} : Indica, al igual que el índice de peróxidos, la oxidación inicial de un aceite, cuantificando su absorción de luz en la región UV a la longitud de onda de 232 nm. Su límite máximo para el virgen extra es de 2,5 y para el virgen, 2,6.

K_{270} : Mide la absorbancia de un aceite a la longitud de onda de 270 nm. Detecta un estado oxidativo más avanzado.

A medida que el proceso oxidativo avanza, los peróxidos se van modificando obteniéndose otro tipo de componentes: α -dicetonas o cetonas α - insaturadas que absorben

luz U.V. a distinta longitud de onda (270 nm) que los hidroperóxidos. En un aceite obtenido de una aceituna sana, que no haya sido sometido a ningún tratamiento diferente de las operaciones físicas propias de la extracción, su valor es generalmente inferior a los límites establecidos (0,2 para el virgen extra y 0,25 para el virgen). La alta absorbancia a 270 nm. está relacionada con la oxidación del aceite de oliva virgen, con el proceso de refinación o con ambas cosas a la vez.

Delta K (ΔK). Se utiliza fundamentalmente como criterio de pureza, para detectar mezclas con aceites refinados. En el proceso de refinación del aceite, en la etapa de decoloración con arcillas activadas, se forman unos compuestos denominados trienos conjugados, que absorben también a 270 nm, pero aparecen tres picos que no existen cuando el aceite de oliva es virgen. Para los aceites vírgenes el K_{270} es aproximadamente la semisuma del K_{266} y K_{274} , por lo que $\Delta K = 0$. En los aceites vírgenes (inferior a 0,01).

Para los aceites refinados:

$$K: K_{270} - \frac{1}{2} (K_{266} + K_{274})$$

Valores bajos de absorbancia (K_{232} , K_{270} , ΔK) se corresponden con aceites de oliva de buena calidad.

4.3.8 COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS

Todas las grasas, animales o vegetales, están compuestas por triglicéridos (Glicerina + ácidos grasos). Los ácidos grasos son los que van a diferenciar una grasa de otra y pueden ser de naturaleza insaturada o saturada, de número variable de átomos de carbono (fundamentalmente de 14 a 24) y de dobles enlaces (de 1 a 3).

Los aceites de semillas y el aceite de oliva tienen los mismos ácidos grasos pero en distinta proporción. En los aceites de semillas el ácido graso principal es el linoléico (18:2 = 18 átomos de carbono y dos dobles enlaces) y en los aceites de oliva es el oleico (18:1 = también 18 átomos de carbono pero sólo un doble enlace (monoinsaturado)).

El contenido porcentual de los distintos ácidos grasos va a depender en gran medida de la fisiología de la planta que los ha producido, pero con unos límites muy

amplios sobre todo en los de mayor contenido (oleico y linoléico), por lo que se pierde precisión.

La normativa, por tanto, refleja solamente los límites para los ácidos grasos minoritarios: Mirístico (0,05 %), Linoléico (0,9 %), Araquídico (0,06 %), Eicosenoico (0,04 %), Behénico (0,02 %), y Lignocérico (0,2 %).

El análisis de ácidos grasos proporciona información de la longitud y sobre la insaturación de las cadenas hidrocarbonadas lo que va a permitir hasta cierto punto detectar mezclas de oliva con semillas. Hay que ratificar con otras pruebas.

4.3.9 SUMA DE ISÓMEROS TRANS-OLÉICOS Y TRANS-LINOLEICOS + TRANS-LINOLÉNICOS

Los ácidos grasos sintetizados de forma natural tienen posición "CIS", por lo que nunca aparecen los isómeros "TRANS" de forma natural.

En el proceso de refinación, al someter los aceites a tan altas temperaturas (desodorización) o por el hecho de contener gran cantidad de tierras activadas (decoloración), pueden aparecer estos cambios de configuración, de posición "cis" a "trans". Esta analítica se utiliza como prueba de calidad y, también, de pureza.

Los límites de isómeros trans-oléicos no pueden ser superiores a 0,05 % para vírgenes y 0,10 % para los lampantes.

La suma de isómeros trans-linoleicos y trans-linolénicos debe ser inferior a 0,05 % para los aceites vírgenes y 0,10 % para los lampantes. Este tipo de isómeros se forma en mayor cantidad en la refinación de los aceites de orujo, por realizarse el proceso en condiciones más drásticas.

4.3.10 CONTENIDO EN ESTEROLES: β -SITOSTEROL, CAMPESTEROL, ESTIGMASTEROL Y BRASICASTEROL

Proporciona gran información sobre la identificación de los aceites vegetales. El β -Sitosterol es el esteroles mayoritario en el aceite de oliva (al menos el 93 % de todos los esteroles presentes, Campesterol y Estigmasterol están en porcentaje muy bajo).

Los aceites de semillas son, sin embargo, ricos en Campesterol, Estigmasterol, delta 7-Campesterol y delta 7-Estigmasterol, con variaciones en los porcentajes según el tipo de semilla.

La adición de aceites de semillas al aceite de oliva altera la composición de esteroides y, según el tipo de esteroide presente, podremos sospechar de qué tipo de semilla se trata. El aceite de girasol es rico en Campesterol y delta 7-Estigmasterol. En el aceite de colza, aparece el Brasicasterol.

Medir el contenido de esteroides es el análisis más fiable para detectar fraudes en el aceite de oliva. Sin embargo, en el proceso de decoloración y desodorización (en la refinación) se destruyen “a posta” la mayor parte de ellos, si se realiza en condiciones drásticas de temperatura (desodorización) y empleo abundante de tierras (decoloración). En este caso, es necesario complementar esta analítica con la del Estigmastadieno. Los resultados de cada esteroide se expresan en % respecto a la suma de los esteroides totales.

4.3.11 ERITRODIOL + UVAOL

Se utiliza como criterio de pureza para detectar aceites de orujo en el aceite de oliva. Los dialcoholes terpénicos Uvaol y Eritrodiol se encuentran fundamentalmente en la piel de la aceituna por lo que no se extraen por presión o centrifugación en el proceso de elaboración del aceite de oliva (menos del 4,5 %), sino que se extraen con el hexano en la extracción de aceite de orujo (sus valores pueden llegar a superar el 30%).

Tampoco es por sí mismo un método eficaz de detectar mezclas ya que cuando se extrae rápido el aceite de orujo, la cantidad de estos es inferior, y además, existen algunos métodos para eliminarlos durante la refinación.

En cuanto a los disolventes orgánicos halogenados (tricloroetileno y tetracloroetileno) no tienen que estar presentes en el aceite de oliva virgen. En caso de que así fuera, proceden de una contaminación accidental; a veces, llegan al aceite por el agua sanitaria utilizada en la extracción. Estos productos desaparecen en los aceites con tratamientos térmicos industriales. Por otra parte, en el reglamento actual ha desaparecido esta analítica.

4.5 CLASIFICACIÓN DE LOS ACEITES DE OLIVA

El reglamento (CE) N° 640/2008 por el que se modifica el reglamento (CEE) n° 2568/91 hace la siguiente clasificación de los aceites de oliva.

4.5.1 ACEITES DE OLIVA VÍRGENES

Aceites obtenidos a partir del fruto del olivo únicamente por procedimientos mecánicos u otros procedimientos físicos, en condiciones especialmente térmicas, que no ocasionen la alteración del aceite y no haya sufrido tratamiento alguno distinto del lavado, la decantación, el centrifugado y la filtración, con exclusión de los aceites obtenidos mediante disolvente o por procedimientos de reesterificación y de cualquier mezcla con aceites de otra naturaleza.

Es un zumo de fruta, que no necesita ser sometido a ningún tratamiento químico para consumirse, conserva inalterables todos sus componentes tanto de aroma, sabor como las vitaminas y nutrientes que contiene por naturaleza.

Estos aceites son objeto de la clasificación y de las denominaciones siguientes:

Aceite de Oliva Virgen Extra

Aceite de oliva virgen cuya acidez libre, expresado en ácido oleico, no supera 0,8 g por cada 100 g, y cuyas demás características son conformes a las establecidas para la categoría.

Aceite de Oliva Virgen

Aceite de oliva virgen cuya acidez libre, expresado en ácido oleico, no supera los 2 g por 100 g, y cuyas restantes características son conformes a las establecidas para esta categoría. En la fase de producción y comercialización al por mayor podrá emplearse el término “fino”.

Aceite de Oliva Lampante

Aceite de oliva virgen de gusto defectuoso o cuya acidez libre expresada en ácido oleico es superior a 2 g por cada 100 g, y/o cuyas demás características sean conformes a las establecidas para esta categoría.

4.5.2 ACEITES DE OLIVA NO VÍRGENES

Aceite de Oliva Refinado. Aceite de oliva obtenido mediante el refinado de aceites de oliva vírgen, cuya acidez libre, expresada en ácido oleico, no podrá ser superior a 0,3 g y cuyas otras características son conformes a las establecidas para esta categoría.

Aceite de Oliva. Aceite de oliva constituido por una mezcla de aceite de oliva refinado y de aceites de oliva vírgenes distintos del aceite lampante, cuya acidez libre, expresada en ácido oleico, no podrá ser superior a 1g por 100 g y cuyas otras características son conformes a las establecidas para esta categoría.

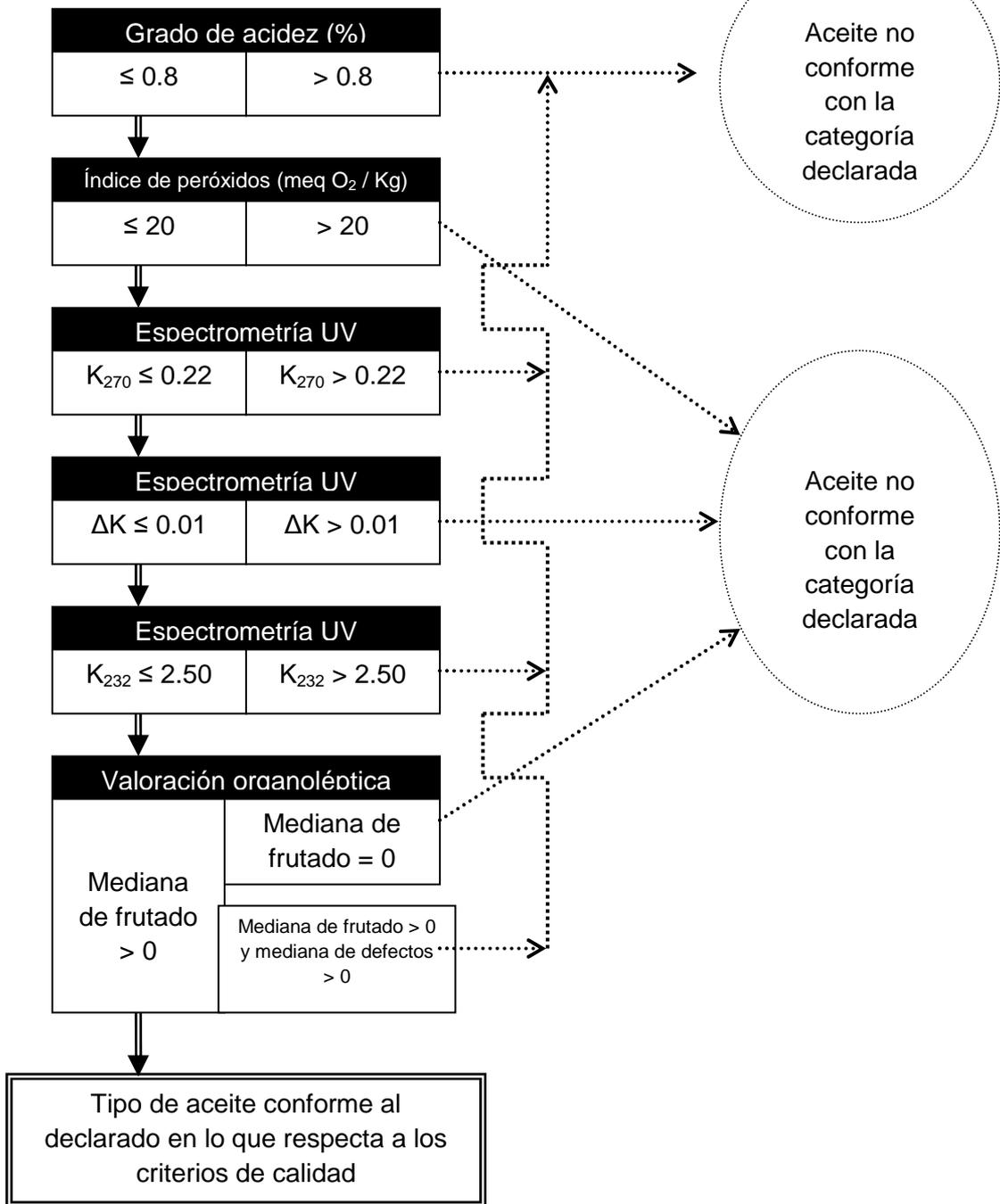
Aceite de Orujo de Oliva Crudo. Aceite obtenido mediante tratamiento por disolvente de orujo de oliva, con exclusión de los aceites obtenidos por procedimientos de reesterificación y de cualquier mezcla con aceites de otra naturaleza y cuyas otras características son conformes a las establecidas para esta categoría.

Aceite de Orujo de Oliva Refinado. Aceite obtenido mediante refinado de aceite de orujo de oliva crudo, cuya acidez libre, expresada en ácido oleico, no podrá ser superior a 0,3 g por 100 g y cuyas otras características son conformes a las establecidas para esta categoría.

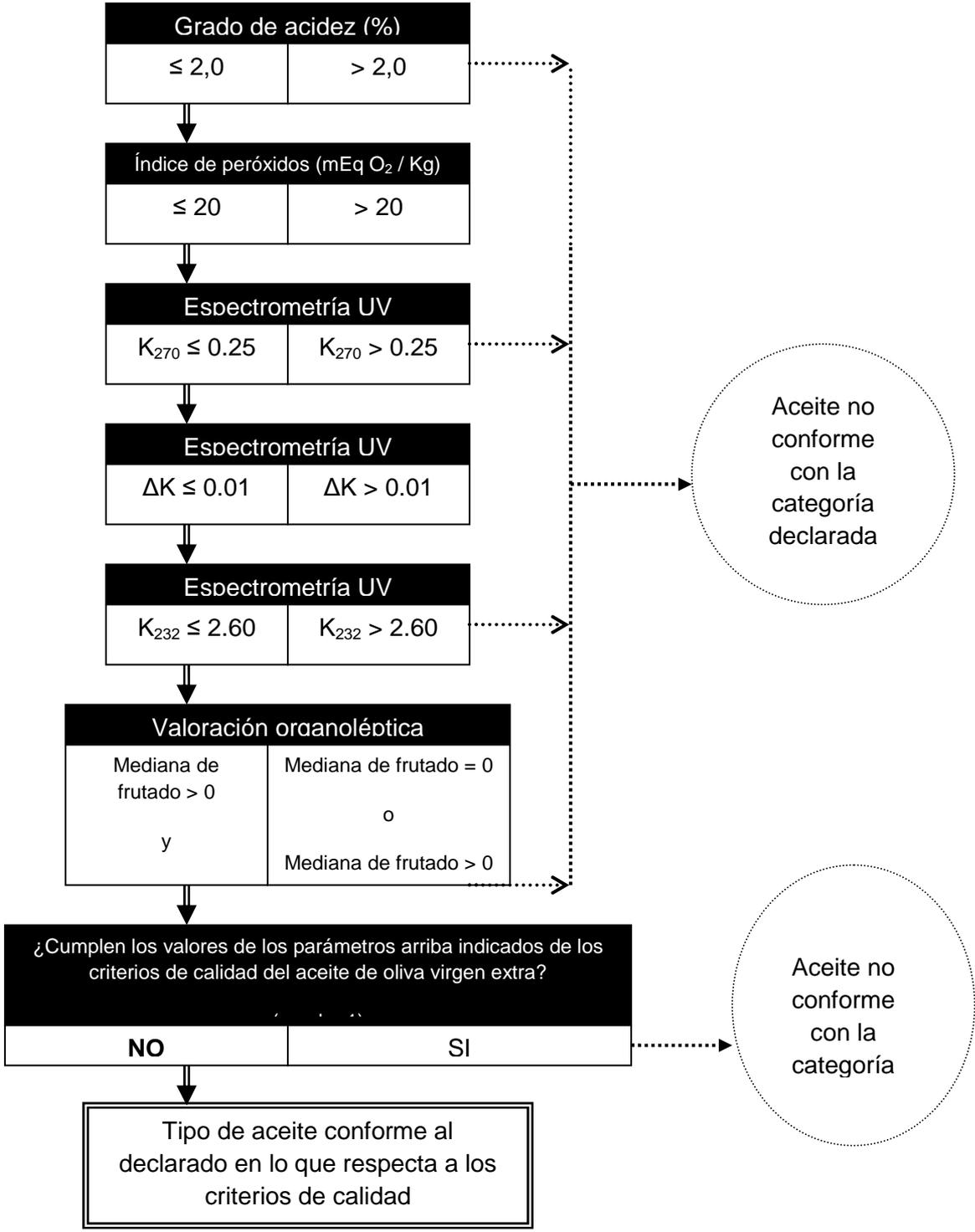
Aceite de Orujo de Oliva. Aceite constituido por una mezcla de aceite de orujo de oliva refinado y de aceites de oliva vírgenes distintos del lampante, cuya acidez libre, expresada en ácido oleico, no podrá ser superior a 1g por 100 g y cuyas otras características son conformes a las establecidas para esta categoría.

Las características que deben cumplir los aceites de oliva se indican en la Tabla 11.

Aceite de oliva virgen extra
(Criterios de calidad)



Aceite de oliva virgen
(Criterios de calidad)



Aceite de oliva virgen extra y virgen
(criterios de pureza)

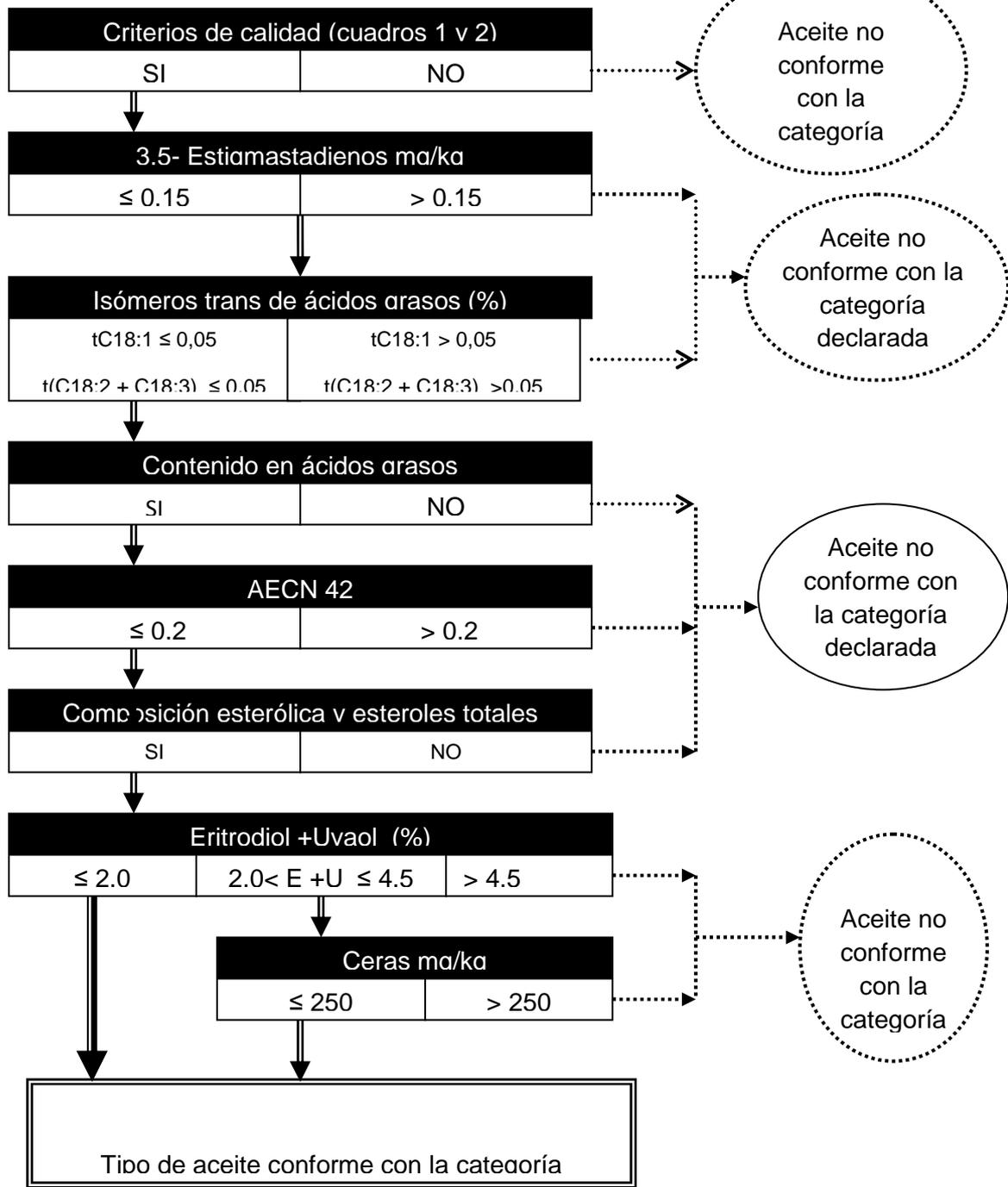


Tabla 11.-CARACTERÍSTICAS DE LOS ACEITES DE OLIVA

Categoría	Acidez (%) (*)	Índice de peróxidos mEqO ₂ /kg (*)	Ceras mg/kg (**)	Ácidos saturados en posición 2 de los triglicéridos (%)	Estigmastadieno mg/kg (1)	Diferencia entre ECN42 HPLC y ECN42 (cálculo teórico)	K ₂₃₂ (*)	K ₂₇₀ (*)	Delta-K (*)	Evaluación organoléptica a. Mediana del defecto (Md) (*)	Evaluación organoléptica Mediana del atributo frutado (Mf) (*)
1. 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
2. Aceite de oliva virgen	≤ 2,0	≤ 20	≤ 250	≤ 1,5	≤ 0,15	≤ 0,2	≤ 2,60	≤ 0,25	≤ 0,01	Md ≤ 3,5 ⁽²⁾	Mf > 0
3. Aceite de oliva lampante	> 2,0	--	≤ 300 ⁽³⁾	≤ 1,5	≤ 0,50	≤ 0,3	--	--	--	MD > 3,5 ⁽²⁾	--
4. Aceite de oliva refinado	≤ 0,3	≤ 5	≤ 350	≤ 1,8	--	≤ 0,3	--	≤ 1,10	≤ 0,16	--	--
5. 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	--	--
6. Aceite de orujo de oliva crudo	--	--	> 350 ⁽⁴⁾	≤ 2,2	--	≤ 0,6	--	--	--	--	--
7. Aceite de oliva refinado	≤ 0,3	≤ 5	> 350	≤ 2,2	--	≤ 0,5	--	≤ 2,00	≤ 0,20	--	--
8. Aceite de orujo de oliva	≤ 1,0	≤ 15	> 350	≤ 2,2	--	≤ 0,5	--	≤ 1,70	≤ 0,18	--	--

(1) Suma de isómeros que podrían separarse (o no) mediante columna capilar

(2) O cuando la mediana de los defectos es inferior o igual a 2,5 y la mediana del atributo frutado es igual a 0

(3) Los aceites con un contenido de ceras comprendido entre 300 y 350 mg/kg se consideran aceite de oliva lampante si el contenido de alcoholes alifáticos totales es inferior o igual a 350 mg/kg o si el porcentaje de eritrodíol y uvaol es inferior o igual a 3,5

(4) Los aceites con un contenido de ceras comprendido entre 300 y mg/kg se consideran aceite de orujo de oliva crudo si el contenido de alcoholes alifáticos totales es superior a 350 mg/kg y si el porcentaje de eritrodíol y uvaol es superior a 3,5.

Categoría	Contenido en ácidos grasos (1)						Suma de los isómeros trans-linoléicos + trans-linolénicos (%)	Suma de los isómeros trans-linoléicos + trans-linolénicos (%)	Esteroles totales (mg/kg)						Eritrodol y uvaol (%) (**)	
	Mirístico (%)	Linolénico (%)	Araquídico (%)	Eicosenoico (%)	Behénico (%)	Lignocérico (%)			Colesterol (%)	Brassicasterol (%)	Campesterol (%)	Estigmasterol (%)	Beta-sitosterol (%) (2)	Delta-7-estigmasterol (%)		Esteroles totales (mg/kg)
1. 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	≥ 1 000	≤ 4,5
2. 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	≥ 1 000	≤ 4,5
3. 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	--	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1 000	≤ 4,5
4. Aceite de oliva refinado	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,20	≤ 0,20	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 4,0	< Camp.	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1 000	≤ 4,5
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	≤ 0,20	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 4,0	< Camp.	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1 000	≤ 4,5
6. Aceite de orujo de oliva crudo	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,3	≤ 0,2	≤ 0,20	≤ 0,20	≤ 0,5	≤ 0,2	≤ 4,0	--	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 2 500	> 4,5
7. Aceite de oliva refinado	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,3	≤ 0,2	≤ 0,40	≤ 0,40	≤ 0,5	≤ 0,2	≤ 4,0	< Camp.	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1 800	> 4,5
8. aceite de orujo de oliva	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,3	≤ 0,2	≤ 0,40	≤ 0,40	≤ 0,5	≤ 0,2	≤ 4,0	< Camp.	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1 600	> 4,5

(1) Contenido de otros ácidos grasos (%): palmítico 7,5-20,0; palmitoléico 0,3-3,5; heptadecanoico ≤ 0,3; esteárico 0,5 - 5,0; oléico 55,0 - 83,0; linoleico 3,5 - 21,0.

(2) Suma de: delta-5-23-estigmastadienol + cleroesterol + beta-sitosterol + sitostanol + delta-5-avanesterol + delta 5-24-estigmastadienol

(3) Los aceites con un contenido en ceras comprendido entre 300 y 350 mg/kg se consideran aceite de oliva lampante si el contenido en alcoholes alifáticos totales es inferior o igual a 350 mg/kg o si el porcentaje de eritrodol y uvaol es inferior o igual a 3,5.

(4) Los aceites con un contenido en ceras comprendido entre 300 y 350 mg/kg se consideran aceite de orujo de oliva crudo si el contenido en alcoholes alifáticos totales es superior a 350 mg/kg y si el porcentaje de eritrodol y uvaol es superior a 3,5.

Notas:

- Los resultados de los análisis deberán expresarse con el mismo número de decimales que el previsto para cada característica. La última cifra expresada deberá redondearse hacia arriba si la cifra siguiente es superior a 4.
- Para cambiar de categoría un aceite o declararlo no conforme en cuanto a su pureza, basta con que una sola de las características no se ajuste a los límites fijados.
- Las características indicadas con asterisco (*), relativas a la calidad del aceite, implican lo siguiente:
 - o en el caso del aceite de oliva lampante, los límites correspondientes pueden no respetarse simultáneamente
 - o en el caso de los aceites de oliva vírgenes, el incumplimiento de uno de los límites supondrá un cambio de categoría, aunque seguirán clasificados dentro de una de las categorías de los aceites de oliva vírgenes
- Las características indicadas con dos asteriscos (**) implican que, en el caso de todos los aceites de orujo de oliva, los límites correspondientes pueden no respetarse simultáneamente

4.6. FACTORES QUE INCIDEN EN LA CALIDAD DEL ACEITE DE OLIVA

Como se indica en la figura 4, los principales factores que inciden en la calidad del aceite de oliva, los podemos relacionar con tres grandes grupos de factores: Causas de productividad, agronómicas (intrínsecas y extrínsecas) e industriales.

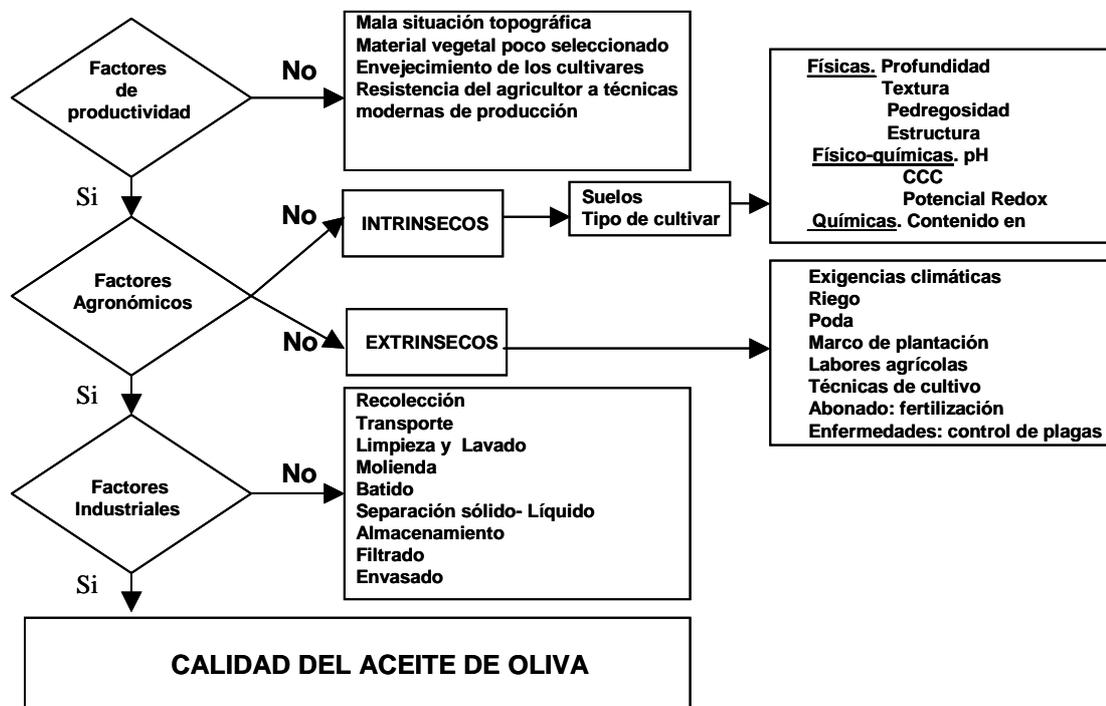


Figura 4. Factores que inciden en la calidad del Aceite de Oliva

4.6.1 FACTORES DE PRODUCTIVIDAD

En el primer caso podemos atribuir el deterioro o pérdida de calidad a factores que afectan a la productividad tales como:

➤ **Mala situación topográfica**, que condiciona las labores agrícolas, nutrición, tratamientos fitosanitarios, en definitiva las practicas de cultivo, incluida la recolección y el transporte a la almazara.

➤ **Material vegetal poco controlado y seleccionado**: El desarrollo anual del ciclo vegetativo del olivo está en estrecha relación con las *condiciones climáticas de la zona*.

Entre los factores principales que afectan la productividad del olivar, y condicionan el tipo de plantación y las técnicas de cultivo que se realicen, cabe destacar: **Las exigencias climáticas**, y **las características del suelo**: Físicas (profundidad, textura, pedregosidad y

estructura), físico-químicas (pH, CCC y potencial de óxido-reducción) y químicas (cantidades necesarias de diferentes elementos).

La pedregosidad superficial, por ejemplo, podría dificultar las labores agrícolas, pero también protege al suelo frente al impacto directo de gotas de lluvia, que en determinadas circunstancias pueden constituirse en un drástico agente causal de procesos erosivos. En zonas desprovistas de esa pedregosidad superficial, los procesos erosivos, pueden proveer la pérdida de material fino y nutrientes del suelo y la presencia de raíces al descubierto. Frente a esto, se procederá al aporcado del olivo, pero todo redundará en la productividad del mismo.



Figura 5.- Diferentes tipologías de suelos con su grado de adaptación para el cultivo del olivo.

Teniendo en cuenta las diferentes limitaciones de productividad del olivo, se emplean matrices de gradación, como la que presentamos, para evaluar la capacidad de uso de la tierra para este cultivo (Ortega, E. 1993; Asensio, C. 1994).

En la figura 5, se puede hablar de aptitud de las diferentes tipologías de suelos para el cultivo del olivo. En la figura 6, observamos cómo ésta aumenta desde suelos de poca potencia o ricos en sales, suelos con alto contenido en arena o con hidromorfía, suelos con precipitación de yeso o de influencia aluvial, suelos con precipitación de carbonatos o con elevado contenido en arcillas hinchables, suelos potentes, ó con escaso desarrollo del

perfil, o afectados por la actividad humana, y con mayor aptitud suelos en los que se producen procesos de alteración.

Figura 6: Matriz de gradación para el olivo.

Grado de limitación					
Características edáficas	0	1	2	3	4
Preciación en mm.	> 800	600 - 800	450 - 600	250 - 450	< 250
Topografía %	0-2	2 - 8	8 - 16	16 - 30	> 30
Drenaje	Bueno	Malo	Excesivo	Imperfecto	Escaso/exceso
Encharcamiento	Ninguno	Ligero	Ligero	Moderado	Continuo
Textura	Franca Franco-aren. Arcillo-lim.	Arcillosa Arcillo-aren..	Limo-arenosa	Arenosa	*
Estructura	Estable	-----	Masiva	-----	Inestable
Pedregosidad en superficie.Vol %	0 - 15	15 - 40	40 - 55	55 - 75	> 75
Pedregosidad en profundidad	0 - 15	15 - 40	40 - 75	> 75	----
Profundidad en cm	> 90	40 - 90	20 - 40	10 - 20	< 10
Ca CO ₃ %	3 - 25	0-3/25-50	50 - 75	> 75	----
pH	6 - 8	< 6 > 8	-----	-----	-----
Yeso %	0 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	> 25
C.E.C. meq/100g	> 24	16 - 24	> 16	-----	----
V %	> 80	50 - 80	35 - 50	< 35	----
C.O. % (0-15 cm.)	> 1.5	1 - 1.5	0.5 - 1.0	> 0.5	----
Salinidad %	0 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 25	> 25
Alcalinidad %	0 - 8	8 - 16	16 - 25	25 - 35	> 35
P ₂ O ₅ mg/100g	17	< 17	----	-----	-----
K ₂ O mg/100g	18	< 18	----	-----	-----
Nutrientes en Hoja	2	1	0	1	2
Nitrógeno %	< 1.60	1.60 - 1.70	1.70	1.70 - 1.80	> 1.80
Fosforo %	< 0.08	0.08 - 0.09	0.09	0.09 - 0.10	> 0.10
Potasio %	< 0.35	0.35 - 0.60	0.60 - 0.70	0.70 - 1.0	> 1.0
Calcio %	< 1.16	1.16 - 2.17	2.17 - 2.30	2.30 - 2.60	> 2.60
Magnesio %	< 0.08	0.08 - 0.23	0.23 - 0.26	0.26 - 0.30	> 0.30
Azufre %	< 0.17	-----	0.17	-----	> 0.17
Hierro ppm.	< 50	50 - 60	60 - 70	70 - 80	> 80
Manganeso ppm.	< 30	30 - 40	40	40 - 50	> 50
Cinc ppm.	< 20	20 - 25	25	25 - 30	> 30
Boro ppm.	< 10	10 - 15	15	15 - 20	> 20

4.6.2 FACTORES AGRONÓMICOS

Los factores agronómicos tienen una marcada incidencia en la calidad de los aceites producidos, ya que afectan directamente a la aceituna. Dentro de los factores agronómicos podemos diferenciar entre factores intrínsecos y extrínsecos, dependiendo de

la facilidad que éstos presentan para poder ser controlados por el hombre. (Jiménez y Carpio, 2008)

Factores Intrínsecos: aquellos que difícilmente pueden modificarse, siendo éstos la variedad y el medio agrológico (Zafra et al., 2004).

Factores Extrínsecos: aquellos que pueden ser controlados con relativa facilidad por el propio agricultor. Se incluyen en este apartado las técnicas culturales, tratamientos fitosanitarios, la recolección y el transporte. (Beltrán et al., 1995).

4.6.2.1 Factores intrínsecos

Ni la variedad ni el medio agrológico, en condiciones normales, tienen una influencia clara sobre la calidad reglamentada, ya que cualquier variedad y medio pueden proporcionar aceites clasificados en la categoría de virgen extra, siempre que procedan de aceitunas sanas, recogidas en el momento óptimo, de forma adecuada y elaborado correctamente (Jiménez et al., 1999). Existen, no obstante, importantes diferencias sensoriales entre los aceites procedentes de distintos cultivares y medios agrológicos (Dabbous, 2011).

4.6.2.1.1 Medio agrológico

El medio agrológico tiene una escasa influencia sobre la calidad reglamentada medida por: el índice de acidez, el índice de peróxidos, las características organolépticas y la transmisión al ultravioleta a 270 nm o K_{270} (Jiménez et al., 1999) Si puede variar otro tipo de calidad como la diferencia en el contenido en polifenoles y en los parámetros relacionados con ellos, k_{225} y la estabilidad (Jiménez et al., 2004).

4.6.2.1.2 Variedad

Por lo que respecta a la variedad, se manifiesta claramente su influencia tanto en la composición acídica como en el contenido en polifenoles (Humanes y Civantos, 1992; Uceda y Hermoso, 2008). Sin embargo, no tiene una influencia directa en los parámetros físico-químicos tales como el índice de acidez, el índice de peróxidos, ya que éstos son debidos a alteraciones inducidas por factores externos, como las prácticas culturales, tratamientos fitosanitarios, el proceso de elaboración, el almacenamiento y la

conservación, por tanto de cualquier variedad se pueden obtener aceites de calidad extra. (Jiménez et al., 1999)

4.6.2.2 Factores extrínsecos

4.6.2.2.1 Poda y fertilización

En la poda se realiza una serie de operaciones por la que se modifica la forma natural de la vegetación, vigorizando o restringiendo el desarrollo de las ramas para conseguir mayor productividad. (Molina de la Rosa, 2010).



Foto 1.- Poda de renovación.

Tienen una marcada influencia sobre la producción de los árboles y, en consecuencia, sobre la cantidad de aceite producido. Ni la poda, ni la fertilización, inciden directamente sobre la calidad reglamentada de los aceites obtenidos, pero sí se aprecia que una mayor cantidad de horas de luz tendrá una influencia directa tanto sobre la maduración de los frutos como en las características organolépticas de los aceites producidos. (Molina de la Rosa et al., 1998)

4.6.2.2.2 Riego

Influye no sólo en los caracteres sensoriales de los aceites sino también en su composición química, fundamentalmente en su contenido en polifenoles.

Estudios realizados por Salas et al., 1997; Berenguer, 2009, demuestran la relación que existe entre los atributos frutado, amargo y picante con el agua de riego. Estos atributos son más intensos en los aceites procedentes de cultivo de secano.

La estabilidad también decrece al aumentar la dosis de riego aplicada. El agua actúa como diluyente de los ácidos orgánicos, taninos, oleuropeína y otros componentes del fruto que son solubles en agua, por lo que el amargor de los aceites procedentes de olivares de riego es inferior.

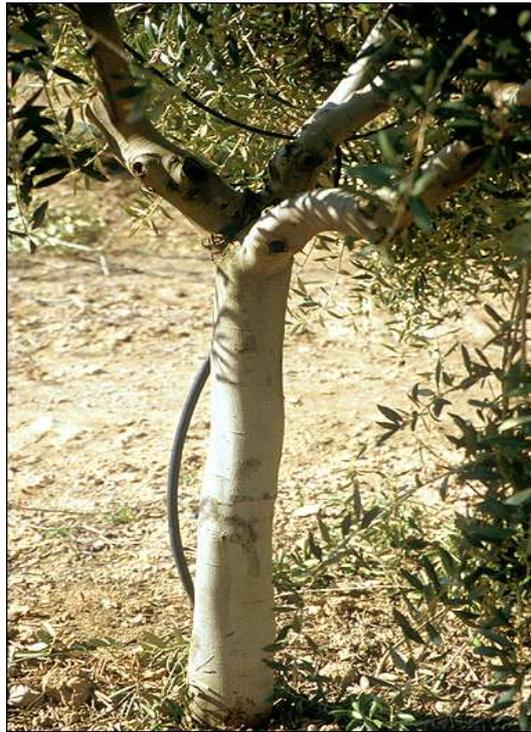


Foto 2.- Riego

La falta de agua, en momentos de sequía, puede producir “déficit hídrico”, resultando aceites, a veces, excesivamente amargos y algo astringentes (Beltrán et al. 1995)

4.6.2.2.3 Control de plagas y enfermedades

Es decisivo para la obtención de aceites de calidad. Entre las plagas que pueden causar daños importantes en la calidad, cabe destacar la mosca del olivo, *Dacus oleae* Bern y dentro de las enfermedades, el *Gloesporium* y en menor proporción, el repilo ó *Spilocaea Oleagina* (Alvarado et al., 2001).

Dacus oleae Bern, La influencia de la mosca en la calidad del aceite es indirecta: el aumento de la acidez y el deterioro de las características organolépticas no se debe al propio ataque de mosca sino a la rotura que provoca en la epidermis del fruto, favoreciendo la implantación de un complejo de microorganismos patógenos (Humanes y Civantos, 1992).

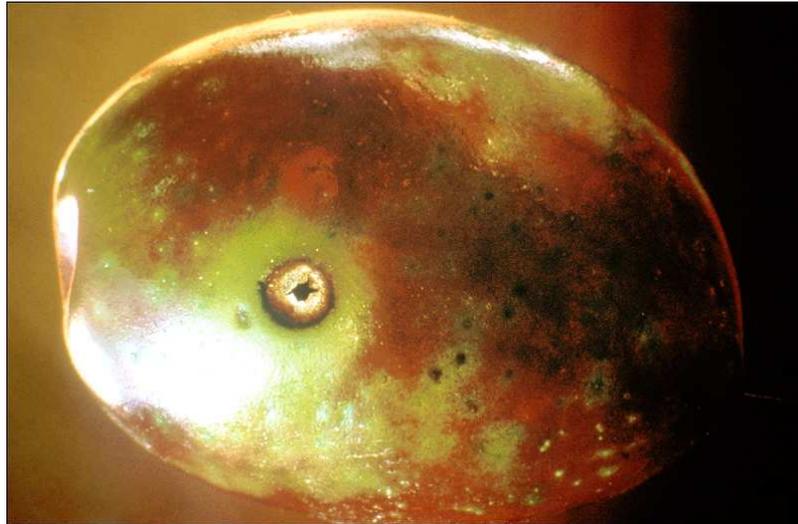


Foto 3.- Aceituna picada por mosca.

Las larvas procedentes de la puesta de huevos de la mosca se alimentan de la pulpa de la aceituna formando una serie de galerías por donde después salen los adultos. Estos orificios, tanto el de picada (puesta) y fundamentalmente el de salida del adulto, van a ser vía de entrada de hongos y microorganismos que se desarrollan en el interior de las galerías, lo que provocan el deterioro del fruto y afecta negativamente en la calidad del aceite (Civantos, 1999).

Actualmente, la lucha contra esta plaga se realiza con la ayuda de insecticidas químicos convencionales, generalmente con tratamientos cebo, donde se utiliza la feromona sexual de la mosca del olivo como atrayente, además del producto insecticida que los elimina; Así se logra más eficacia con menor cantidad de producto.(Alvarado et al., 2008).

El *Collectotrichum gloeosporioides* (antes denominado *Gloesporium olivarum* Aim.), conocido como aceituna jabonosa, incide directamente en la calidad, dando aceites

de coloraciones rojizas y elevada acidez, que aumenta linealmente con el porcentaje de frutos atacados (Civantos y Sánchez, 1994).



Foto 4.- Aceituna Jabonosa.

El Repilo, *Spilocaea (Cycloconium) oleagina* ataca el pedúnculo del fruto, provocando su caída prematura con la consiguiente alteración de la calidad organoléptica y de los índices físico-químicos que la determinan (Trapero y Blanco, 2008).



Foto 5.- Repilo

En general, todas las plagas facilitan en mayor o menor grado la caída del fruto antes de su maduración, lo que produce unas consecuencias económicas graves, bien por pérdida de cosecha y/o deterioro de la calidad (Molina de la Rosa et al., 1999).

4.6.2.2.4 *Recolección*

La recolección es una de las operaciones que mayor trascendencia presenta en el cultivo del 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 (Gil-Rives y López- Jiménez, 2008). La recolección de la aceituna también influye en la economía de la explotación olivarera, ya que consume el 75-80% del total de gastos que se producen en el olivar a lo largo de una campaña (Jiménez et al., 2002).

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.
- El aceite obtenido debe ser de máxima calidad.
- El coste de la recolección será el más económico posible.
- Los daños que sufra el olivo en la recolección deben ser mínimos y no perjudicar a la cosecha siguiente.

Para obtener un aceite de calidad, se deben de considerar tres aspectos fundamentales a la hora de realizar la recolección del fruto: la época, la procedencia del fruto y la forma o método de realizarla (Carpio y Jiménez, 1993).

➤ **Época de recolección.** Influye directamente en la composición de los aceites y en los caracteres sensoriales de los mismos. El contenido en polifenoles cambia a lo largo de la maduración y lo hace siguiendo una curva de segundo grado con un máximo que generalmente coincide con el momento en que se alcanza la máxima cantidad de aceite en el fruto (Uceda y Hermoso, 2008). Estas modificaciones en el contenido en polifenoles totales inciden sobre las características sensoriales de los aceites. A medida que avanza la maduración del fruto, se obtienen aromas más apagados perdiendo parte de su fragancia y

más suaves al paladar, siempre que el fruto esté sano y proceda del árbol. (Gómez- Rico et al., 2008).

El color de los aceites también experimenta cambios en función de la época de la recolección de la aceituna. Al principio presentan colores verdes, de diversas tonalidades en función de la variedad, virando hacia el amarillo-oro al avanzar la recolección, consecuencia esto de la disminución paulatina de la relación clorofilas/carotenos (Jiménez y Carpio, 2008).

En zonas muy frías y propensas a heladas, se recomienda recoger el fruto antes de que caigan las primeras heladas, que van a provocar pérdidas de atributos verdes e incluso aparición de olores anómalos en el aceite (Aragonés et al., 2011).

Un hecho consustancial con el retraso de la recolección es la aparición de caída natural del fruto, potenciada por los vientos y más o menos acusada según la variedad. El fruto en el suelo sufre una serie de alteraciones que deterioran la calidad de los aceites obtenidos, ya que al aumentar su período de permanencia en el suelo se incrementa la acidez (Jiménez et al., 2003).

Igualmente la calidad organoléptica se ve afectada: mientras el aceite del árbol tiene una puntuación de extra virgen, con una gran fragancia y marcados atributos, el aceite del suelo se deteriora hasta una puntuación de lampante, con graves defectos inducidos, como avinado, atrojado y moho-humedad y tierra. Todo ello lo hacen inadecuado para el consumo directo, debiendo someterse a un rectificado por Refinación. (Jiménez et al., 2003).

También hay que tener en cuenta que una recolección más tardía acentúa la vecería (Humanes y Civantos, 1992).

➤ **Procedencia:** Es totalmente necesario recolectar, transportar y procesar separadamente los frutos del suelo y los de vuelo, pues pequeñas cantidades de frutos de suelo pueden alterar de forma importante las características organolépticas de los aceites obtenidos de los frutos del árbol (Jiménez et al., 1999).

➤ **Forma o método de realizarla:** De entre los Sistemas de recolección, se debe elegir aquel que ocasione menores roturas en los frutos, ya que tales roturas en la epidermis de la aceituna serán focos de penetración de hongos que deterioran el aceite y facilitan la pérdida de grasa en el lavado. Por otra parte, no sólo hay que ocuparse del fruto sino además hay que pensar en la salud del olivo a la hora de inclinarse por un sistema de recolección. (Gil et al., 2005).

Algunos métodos de recolección son:

Ordeño: Consiste en coger a mano la aceituna del árbol y depositarla en unos pequeños recipientes que lleva el operario, llamados macacos, pasándolas después a cajas para su transporte. Dependiendo del tamaño de los árboles, tienen a veces que auxiliarse de escaleras. Es el método ideal, ya que la aceituna no sufre daños. Es utilizado en la recolección de aceituna de mesa, aunque su elevado coste hace que su uso sea cada vez más reducido.

Con los precios que se manejan actualmente para aceituna de mesa o para almazara, esta operación sólo estaría justificada en determinadas plantaciones con producciones de altísima calidad (Hermoso et al., 2011).



Foto 6.- Ordeño.

Vareo: Consiste en golpear los ramones del árbol procurando que el golpe incida lateralmente sobre los ramos fructíferos para causarle el menor daño posible. Es el método más agresivo, causando daños apreciables al árbol al desprenderse gran cantidad de ramas y tiernos brotes, que habrían sido los que hubieran dado aceitunas la campaña siguiente. Cuando se emplean lonas o fardos se debe cuidar de no pisar el fruto ya caído durante la recolección (Barasona et al., 1999).



Foto 7.- Vareo

Para abaratar costes de recogida se suelen “hacer los ruedos”: alisar y apisonar el suelo alrededor del olivo aplicando herbicidas para suprimir las malas hierbas; una vez que se ha terminado con las malas hierbas, se derriban los frutos del árbol y se recogen el fruto directamente del suelo. Es una práctica negativa desde el punto de vista de la calidad del aceite producido, y existe otro problema añadido: el exceso de herbicidas, y/o su aplicación indiscriminada, puede provocar la aparición de “residuos” en los aceites (Barasona y Barasona, 1997).

Mecánico: es el más utilizado en la actualidad ya que disminuye los costes de recolección; además, se reducen los daños que ocasiona el vareo en el derribo de los frutos

(Gil- Rives y López Jiménez, 2008). Estos sistemas pueden ser manuales o de troncos, adecuándolo al tamaño o al tipo de explotación.



Foto 8.- Recolección mecanizada

Recogida del fruto del suelo: Esta operación consiste en recoger a mano la aceituna caída del árbol de una forma natural. Debido a lo molesta y engorrosa que es, tiene un rendimiento muy bajo y es muy cara. Además hay que tener en cuenta que el aceite es de muy baja calidad. Por tanto, es una operación que tiende a desaparecer. (Barasona y Barasona, 1997)

4.6.2.2.5 Transporte

El fruto debe llegar a la almazara lo menos deteriorado posible. El sistema más apropiado es el transporte en cajas perforadas, al igual que se hace para la aceituna de mesa; aunque, en la actualidad, es el transporte a granel el más utilizado. Es un sistema aceptable siempre que el fruto no alcance gran altura, con ello evitaremos roturas por el peso de la propia aceituna y se cuide la descarga.

El transporte en sacos ha de ser desechado, ya que la presión acumulada en ellos rompe los frutos, factor que se agrava en sacos de plástico al provocarse en ellos una aceleración de los procesos de fermentación y, como consecuencia, un aumento de la acidez y un demérito de los caracteres organolépticos (Humanes y Civantos, 1992; Carpio y Jiménez, 1993).

Una manipulación correcta de los frutos desde el campo a la almazara es imprescindible para la obtención de aceites de calidad.

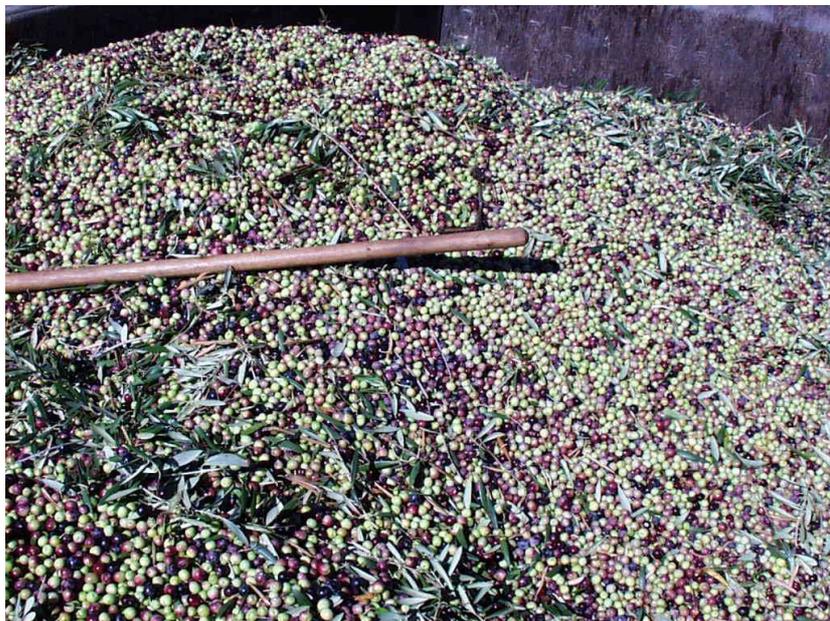


Foto 9.- Transporte de aceituna

Cuando se procesan frutos muy maduros, es preciso extremar los cuidados tanto en la recolección como en el transporte y almacenamiento del fruto. La pulpa blanda favorece la rotura de los frutos lo que provoca más fácilmente hidrólisis y fermentaciones, con la consecuente pérdida de calidad.

4.6.3 FACTORES INDUSTRIALES

La industria en la que se realizan los procesos que constituyen la elaboración se denomina “almazara”, generalmente está constituida por zonas en las que se desarrollan actividades muy específicas y diferenciadas, en base al estado del producto que se

manipula o se produce, generalmente todas las almazaras poseen cuatro zonas (Montes et al., 2010):

La primera zona se denomina recepción de aceitunas (denominada comúnmente patio), en la que se realizan las “operaciones preliminares” consistentes en: la recepción de los diferentes lotes de aceitunas de los olivareros, clasificarlos según variedad, procedencia y estado sanitario; eliminación de impurezas (limpieza/lavado); control de peso y toma de muestra y almacenamiento dinámico.

La segunda zona se denomina cuerpo de fábrica, donde comienzan las operaciones de preparación de la pasta en base a la transformación de las aceitunas en pasta integral por medio de la molienda y la coalescencia de las fases líquidas por medio del batido.

En esta zona también se realizan las operaciones de “extracción” por medio de los procesos de separación sólido-líquido, en los que, dependiendo del sistema que se utilice, se adicionan coadyuvantes de fabricación autorizados, se obtiene aceite virgen con rendimientos notables y se produce el subproducto sólido orujo.

A continuación y de forma continua se realiza la separación líquido-líquido, con objeto de eliminar del aceite los restos de impurezas sólidas y líquidas acuosas que normalmente se escapan en el proceso anterior, obteniéndose el aceite prácticamente acabado, pero no final y el efluente acuoso que dependiendo del sistema de extracción se denomina, agua de vegetación, alpechín o agua de lavado de aceite. En esta zona se realizan también las operaciones de decantación.

La tercera zona denominada almacén o bodega se realiza la acumulación de los distintos lotes de aceite producidos, clasificados en base a los parámetros de calidad, en depósitos de materiales inertes, en los que se produce un proceso de maduración y ligera de decantación, trasvasándose posteriormente a los depósitos definitivos.

La cuarta zona, existe en aquellas almazaras donde se comercializan aceites envasados, es el lugar donde se lleva a cabo la preparación de los coupages, procesos de filtración, fabricación de envases, envasado y almacén de productos acabados.

Generalmente en todas las almazaras existe otra zona en la que se realiza el almacenamiento de los subproductos, orujo y efluentes, hasta sus tratamientos de extracción, transformación, depuración y eliminación.

4.6.3.1 Recepción

La aceituna llega a las almazaras en un corto espacio de tiempo, generalmente por la tarde, por lo que la zona de recepción debe tener amplitud suficiente para facilitar la descarga, así como la entrada y salida de vehículos.

La recepción se realizará con precaución para evitar dañar el fruto durante la descarga. Las aceitunas se deben descargar en distintas tolvas dependiendo de la variedad, procedencia y del estado sanitario en que se encuentren (Pardo et al., 2002). Los frutos que potencialmente pueden dar calidad, es decir, aceitunas sanas procedentes del árbol, deben seguir una línea diferenciada desde la recepción hasta la molturación y almacenamiento del aceite.

En todas las instalaciones nuevas y reformadas, las tolvas de recepción son de acero inoxidable y se evita que los vehículos circulen por encima, o disponen de un sistema de tapa que evita la caída de cualquier producto que pueda contaminar la aceitunas.



Foto 10.- Recepción de aceituna.

4.6.3.2 *Limpieza y lavado*

Lo normal es que las aceitunas entren con un determinado contenido de impurezas en función del sistema de recolección, constituidas por hojas, tallos, tierra, piedras y algún que otro objeto metálico. Para eliminar estas impurezas se utilizan los equipos denominados limpiadoras o deshojadoras y las despalladoras, los primeros se utilizan para caudales de aceitunas pequeños, se basan en un sistema de aspiración de aire colocado encima de una cinta transportadora por la que circulan las aceitunas, la aspiración absorbe todas las impurezas de peso inferior a las aceitunas.

Para caudales superiores a 5 tm./h se utilizan ventiladores o turbinas que proyectan una corriente de aire a través de una criba por la que circulan las aceitunas, normalmente ambos sistemas no eliminan las impurezas de mayor tamaño (tallos, ramas, palos, bolas de barro, piedras, etc). Para poder eliminar estas impurezas de mayor tamaño, existen las despalladoras, que están constituidas por un conjunto de ejes helicoidales giratorios, situados a una distancia tal que permiten solo el paso de las aceitunas y de impurezas de tamaños similares o inferiores a ellas. Por la parte inferior de este equipo se recogen las aceitunas y por la parte superior se eliminan las impurezas de mayor tamaño.



Foto 11.- limpieza de aceituna.

Con las aceitunas procedentes del proceso de limpieza se pueden adoptar dos criterios, dependiendo de su procedencia, si son sólo de árbol, sanitariamente su estado es satisfactorio y no vienen acompañadas de barro, tierra o residuos fitosanitarios, se pueden pasar directamente al proceso de molienda (Hermoso et al., 1994). Si existen dudas de alguno de los problemas anteriores, o si son de suelo, deben pasar por el proceso de lavado.

La operación de lavado consiste en eliminar las impurezas solubles o que pueden quedar en suspensión en agua, o las que tiene una densidad superior que ellas, utilizando para ello una corriente de agua abundante en un circuito cerrado que en algunos modelos se acompaña además con borboteo de aire.

Los equipos que realizan esta operación se denominan lavadoras, y generalmente disponen de un depósito de agua, con sistema de separación de impurezas groseras por decantación y eliminación en continuo, una bomba de recirculación de agua y una criba vibrante o cilindro giratorio para la separación de la aceituna del agua de lavado (Pardo et al., 2002).



Foto 12.- Lavado de aceituna

Por regla general en la actualidad la mayor parte de los equipos de eliminación de impurezas que se instalan son compactos y disponen conjuntamente de limpiadora y

lavadora, existiendo un sistema mecánico que se utiliza para decidir usar solo la limpiadora o ambos procesos.

Los frutos procedentes del árbol deben pasar por una línea de limpieza para eliminar las hojas y ramas que puedan ir acompañando a los frutos, pero no deben ser lavados, ya que esta técnica provoca pérdida de polifenoles, menor puntuación organoléptica y caída de la estabilidad en el aceite. Una vez limpios deben procesarse inmediatamente para no alterar los excelentes aceites que contienen.

Los frutos procedentes del suelo con defectos graves, que no pueden proporcionar aceites de calidad, deben dirigirse a una línea de elaboración bien diferenciada de la anterior. Deben someterse a un proceso de limpieza y lavado, donde además de eliminar las hojas y ramas, se separan las partículas más densas que el fruto, como tierras, piedras, etc. que lo acompañan y que serán eliminadas en el lavado. Al igual que en el caso anterior, estos frutos deben elaborarse separadamente y almacenar sus aceites en depósitos diferenciados.

Es esencial para la obtención de aceites de calidad que las distintas líneas de recepción, limpieza y, en su caso, lavado sean absolutamente independientes, tanto en su alimentación como en etapas posteriores. De poco sirve disponer de varias líneas si al final si todas descargan en una misma cinta distribuidora que termina mezclando frutos de distintas calidades (Civantos et al., 1999).

4.6.3.3 Almacenamiento

Los frutos deben molturarse en el más breve espacio de tiempo posible, siempre dentro de las 24 horas siguientes a su recolección para evitar alteraciones que modifiquen la calidad del aceite., el atrojado es la principal causa del deterioro de la calidad de los aceites al producir grave alteración de los caracteres organolépticos, y elevada acidez (Kalua et al., 2008).

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.

En la siguiente tabla se observa la temperatura que alcanzan las aceitunas en función de la profundidad en el troje (Civantos et al., 1999):

PROFUNDIDAD (cm)	TEMPERATURA °C
0	22
10	38
30	45
50	42
80	45
120	32
150	32

Tabla 12. Temperatura de la aceituna según la profundidad en troje.

4.6.3.4 *Molienda*

La molienda tiene como fin la rotura de los tejidos donde se aloja la materia oleosa. Es necesario realizar este proceso para romper las paredes celulares de los tejidos vegetales del fruto y liberar así el aceite que contiene. Debe realizarse con la mayor uniformidad posible (Alba et al., 1993).

Existen dos tipos de molinos, el denominado “**empiedro**” que se considera el más antiguo, está constituido por una base circular de granito, sobre la que apoyan unas muelas que giran alrededor del eje central de la base. Estos molinos normalmente poseen 4 muelas y realizan la trituración por compresión y dilacerado, debido a la diferencia entre las superficies de las muelas y la de la base. Este tipo de molienda es muy apreciado por la facilidad en la separación posterior del aceite y por la no formación de emulsiones. Los inconvenientes son: el volumen, instalación y falta de capacidad para zonas muy productoras, ya que el máximo de producción es de aproximadamente 2 tm./h, la aireación de la pasta y la dificultad para su limpieza y conservación (Civantos et al., 1999).



Foto 13.- Molino de empiedro.

El otro tipo de molino, denominado **“triturador metálico de martillos”** es el que más se utiliza, sobre todo en las instalaciones de centrifugación, éste aunque pierde en extractabilidad con respecto al anterior, gana en capacidad de molturación y facilidad de manejo. Realiza la molienda por impacto y rozamiento. Está constituido por una cámara metálica en cuyo interior se localizan las partes activas giratorias constituidas por la cruceta con los martillos y la criba de regulación del grado de molienda. Cuando el interior no es de acero inoxidable se produce la incorporación de trazas metálicas a la pasta, en la actualidad se construye íntegramente en acero inoxidable (Civantos et al., 1999).



Foto 14.- Molino de martillo.

4.6.3.5 *Batido*

El proceso de batido tiene la misión unir la fase oleosa, (Alba et al., 1992) siendo necesario un exhaustivo control de:

Velocidad de las paletas: si es excesiva se favorecen las emulsiones.

Temperatura: es recomendable trabajar a temperaturas que no sobrepasen los 25 - 30 °C en la masa, ya que esta temperatura es suficiente para facilitar la extracción del aceite, disminuir su viscosidad y favorecer la formación de la fase oleosa. Temperaturas más elevadas son perjudiciales, ya que provocan pérdida de aromas, disminución de antioxidantes y formación de peróxidos. (Di Giovacchino, 1999). Se dice que es “Extracción en frío” cuando la temperatura de la masa en todo el proceso no sobrepasa los 27 °C.

Duración del batido: debe ser suficiente para conseguir el mayor porcentaje posible de aceite suelto, pero no excesivamente largo, ya que existen pérdidas de ciertos componentes de la fracción insaponificable tan relacionados con las características organolépticas del aceite de oliva virgen (García et al., 2001).

Según Di Giovacchino et al. (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. 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 incrementan la lipólisis y la oxidación lipídica, debido a un incremento de la actividad de las lipasas presentes en la pasta (Amirante et al., 2001).

La batidora es un equipo constituido por un recipiente termorregulado por una cámara de calefacción, situada normalmente en la pared exterior del recipiente, por la que se hace circular agua caliente. En el interior del recipiente hay uno o varios ejes con paletas, con una velocidad fija que puede estar comprendida entre 20–30 rpm. En función de la situación del eje de paletas, vertical u horizontal, la batidora toma su denominación.



Foto 15.- Batidora



Foto 16.- Interior de batidora.

Generalmente se utilizan batidoras horizontales de varios cuerpos construidas en acero inoxidable, con un sistema de calefacción por agua caliente que circula por la camisa que rodea cada cuerpo de la batidora. A veces, en el batido se presentan pastas difíciles o emulsionadas: son pastas gelatinosas, de color púrpura que dificultan la extracción. El almazarero ha utilizado a lo largo del tiempo, para evitarlas, el atrojamiento de los frutos y el aumento de la temperatura en el batido. Estas prácticas incrementan el deterioro de la calidad apareciendo defectos organolépticos considerables, por lo que en la actualidad se

aconseja disminuir el ritmo de molturación y si no es suficiente, la adición de coadyuvantes (Alba, 2004) como:

- Microtalc Natural (M.T.N.) Al principio del proceso transforma su textura aumentando así el rendimiento en la extracción. Según la dificultad de la masa, las dosis utilizadas varían entre el 1 y 3%. Si se utiliza en exceso, provoca un incremento en el contenido graso del orujo.

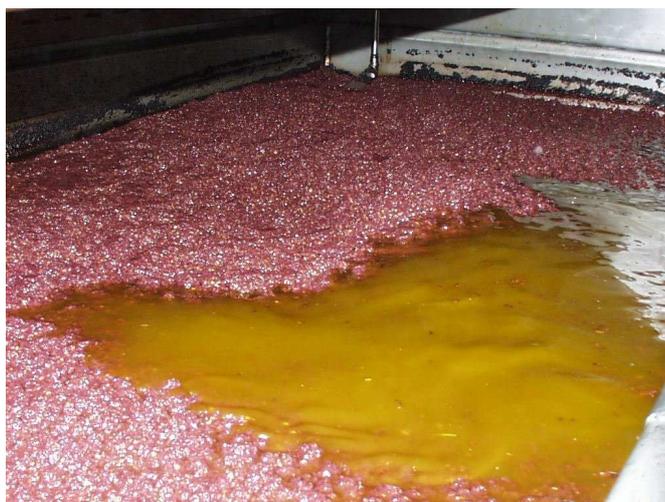


Foto 17.- Pasta de aceituna en el batido.

- Formulaciones enzimáticas durante el batido, con el fin de aumentar la actividad enzimática propia de las aceitunas durante la maduración. La función de estas enzimas es incrementar la rotura de las estructuras de las paredes celulares y membranas lipoprotéicas que favorecen el estado de emulsión y la retención de aceite (Alba et al., 1987).

4.6.3.6 Separación de fases sólido- líquido

Una vez que se ha realizado el batido lo más correcto posible, el proceso siguiente consiste en la separación sólido-líquido, pudiéndose realizar por presión y centrifugación. En ambos casos se puede realizar previamente una extracción parcial.

Extracción parcial

Es un proceso intermedio de separación sólido-líquido, utilizado frecuentemente en la extracción por prensado, pero su uso está hoy muy limitado (Carpio y Jiménez, 1993). Algunos sistemas continuos lo introdujeron en la batidora, pero no ha dado los resultados deseados.



Foto 18.- Extractor parcial

El fundamento de la extracción parcial es obtener un porcentaje de aceite (entre 10 y 40 %) de excelente calidad, que se diferencie del obtenido por presión. Para ello, es necesario partir de un fruto fresco, sano, bien acondicionado en las operaciones preliminares y, con un termofiltro en perfectas condiciones higiénicas, se separará el aceite sobrenadante. (Alba, 1975). Del aceite así obtenido, se tienen que eliminar la fase acuosa e impurezas por decantación o centrifugación.

Prensado

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 un líquido en un recipiente cualquiera se transmite con igual intensidad a cualquier punto de las paredes del recipiente” (Hermoso et al., 1991). La pasta preparada se coloca en capas finas sobre

discos de material filtrante denominados capachos. Los capachos se colocan 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 en 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. Este 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 deben 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 (Civantos et al., 1999).



Foto 19.- Prensas

Hoy día el sistema de prensas está prácticamente desaparecido, sólo se utiliza en algunas almazaras más con valor sentimental que por su eficacia. Desde el punto de vista de la calidad, es muy difícil la limpieza de todos los materiales accesorios: capachos, conducciones y material auxiliar, por lo que con frecuencia en los aceites procedentes de prensas aparece el típico olor “avinado” y “capacho”. Es, por tanto, necesario extremar la limpieza para evitar las fermentaciones de los restos de masa. Para la obtención de aceites de calidad, también es aconsejable separar los aceites de la primera presión que son los que mejor calidad van a aportar, ya que han tenido menor contacto con el agua de vegetación. *“El aceite que sale con menos esfuerzo de la prensa es de mucho mejor gusto que los demás”* (Paladio S. III d. C) (Tinajero V reimpresso en 1879)

Centrifugación

Casi la totalidad de las almazaras actualmente en funcionamiento, utilizan el sistema de centrifugación, bien sea en tres o en dos fases. Se conocen como Sistemas Continuos porque tanto la inyección de masa como la separación de fases sólida y líquida se realizan de forma continua (Hermoso et al., 1994).

La centrifugación de la pasta de aceituna es la operación básica más compleja y donde se han producido mayores cambios tecnológicos (Espinosa, 2000). Este sistema de separación sólido-líquido está basado en el efecto clasificador que produce la fuerza centrífuga generada por un rotor que gira aproximadamente a 3.000 rpm, en los constituyentes de la masa de aceitunas batida. La máquina que efectúa este proceso se denomina decantador centrífugo “horizontal o decanter”. Ésta consiste 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 (Boskou, 1.998).

La fuerza centrífuga es aquella que tiende a separar de su eje de rotación a un cuerpo sometido a un giro. Se representa 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 , por tanto la fuerza centrífuga es:

$$F= m \times r \times w^2$$

La masa de aceituna sometida a una fuerza centrífuga va a generar fuerzas de distinta intensidad en función de las densidades de sus tres componentes: orujo-alpechín-aceite, ocupando éstos, distintos anillos al someterse al giro. Los sólidos, más densos, ocupan la parte exterior. El agua de vegetación o alpechín, con densidad intermedia, se depositará a continuación. El aceite, con la densidad más baja, irá a la zona más próxima del eje.

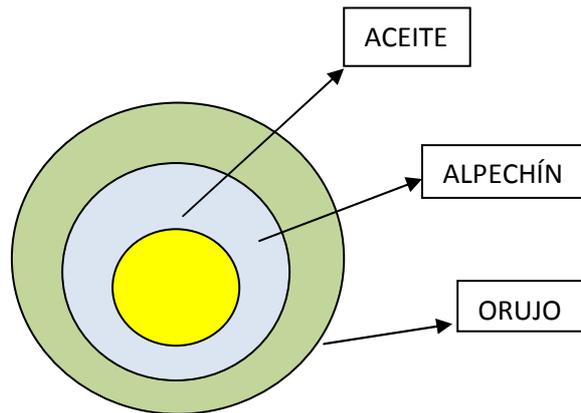


Figura 7- Distribución de la pasta de la aceituna en el interior de la centrifuga. (Civantos et al., 1999).

El separar las dos o tres fases estará en función de las oportunidades de salida que se le otorguen al decanter:

Sistema Continuo de tres fases: cuando se disponen dos salidas para líquidos y otra para sólidos. Se separan así la fase líquida menos densa (aceite) la más densa (orujo), y otra fase intermedia (alpechín) (Civantos et al., 1999).

Este sistema utiliza una determinada adición de agua templada a la masa antes de entrar en el decanter con el fin de fluidificarla y obtener una mejor separación de las fases líquidas, aceite y alpechín. La adición de agua caliente a los decánters, mucho mayor en los sistemas de tres fases, provoca la disminución del contenido en polifenoles, de aromas e iniciación de los procesos oxidativos. En consecuencia solo debe añadirse el agua necesaria, nunca en exceso, ésta tiene que ser potable, no demasiado dura y a una temperatura entre 30 y 35°C.

Sistema continuo de dos fases: cuando el decanter dispone sólo de una salida para líquidos (aceite), y la fase intermedia (alpechín) se desvía por la misma salida del sólido (orujo) (Hermoso M. et al., 1994). Los aceites pueden ofrecer mayores intensidades en amargor, áspero y astringente (Hermoso et al., 1997).

Este equipo no utiliza generalmente agua de adición y no produce alpechín líquido, quedándose esta fase líquida ocluida en el orujo producido. Con este nuevo sistema se reduce significativamente parte del efluente y su carga contaminante en las almazaras, produciéndose a cambio un subproducto sólido con mayor grado de humedad.

Los decanter de dos fases han contribuido a solucionar el grave problema medioambiental que suponía el vertido de la propia agua de vegetación de la aceituna incrementado por la gran cantidad de agua que se añadía a la entrada del decanter para obtener una eficaz separación (Alba et al., 1994).

La alimentación de la masa de la batidora al "decanter", en ambos sistemas, se realiza mediante las "bombas dosificadoras", cuyo caudal hay que regular dependiendo del estado en que se encuentre la masa.



Foto 20.- Decanter.

Tamizado

Los líquidos procedentes tanto de prensas como de centrífugas horizontales contienen una cierta cantidad de sólidos que es necesario separar mediante tamizado para facilitar la separación de las fases líquidas, sobre todo en los decanter de tres fases, ya que estos restos sólidos, además de dificultar la separación posterior de aceite-alpechín, al ser ricos en azúcares y sustancias proteicas, fermentan con gran facilidad, alterando los caracteres sensoriales de los aceites obtenidos (Carpio y Jiménez, 1993).



Foto 21.- Tamizado

4.6.3.6 Separación de fases líquido – líquido

Los líquidos obtenidos en la centrifugación y mucho más en el prensado, necesitan una rápida separación de la fase acuosa: alpechín y aceite limpio. En los sistemas continuos se realiza por centrifugación, y en el sistema clásico por centrifugación o decantación (Alba , 2004).

Decantación

Es el método clásico de separación de aceite y alpechín, basado en la diferencia de densidad entre ambos, ya que la densidad del aceite es de 916 kg/m^3 y la del alpechín oscila entre $1.015 - 1.086 \text{ kg/m}^3$, es por lo que al cabo del tiempo el alpechín se irá al fondo del recipiente separador y el aceite quedará en la parte superior. Este sistema se utiliza fundamentalmente en las fábricas de prensas y consiste en una batería de recipientes comunicados entre sí, con alimentación continua (Civantos et al., 1999).



Foto 22.- Decantación.

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 pérdida de humedad e impurezas, debe ser como mínimo de 24 horas.
- *Limpieza*, ha de ser cuidadosa, para evitar pérdidas de calidad.

Este método de separación, aunque es un sistema más natural ya que permite una menor aireación de los aceites, presenta una serie de inconvenientes, como son el gran espacio que ocupa la batería de decantadores y, desde el punto de vista de la calidad, el excesivo tiempo de contacto entre alpechín y aceite (al menos 24 horas) para permitir una buena separación, con tanto tiempo de contacto el aceite puede tomar aromas no deseables del alpechín. Otro problema grave es la gran dificultad que presentan para mantenerlos siempre limpios.

Centrifugación

Basada en la separación de las distintas fases por diferencia de densidades, aumentando la gravedad con el centrifugado. Es el mismo sistema utilizado en los “decanter” pero ahora lo que se utiliza son centrífugas verticales de platos (Alba, 2004).

Los factores que se tendrán en cuenta en la centrifugación son:

- La temperatura del agua de lavado debe oscilar entre 30 - 35 °C.
- El caudal de alimentación debe ser homogéneo y dependerá del tipo de centrífuga y de la composición de los líquidos.



Foto 23. – Centrífuga vertical.

El aceite procedente de estas centrífugas tiene generalmente un aspecto lechoso “empolvado” que se debe a la emulsión de aceite-agua producida por la excesiva aireación. Es conveniente mantener este aceite en reposo 16 - 24 horas antes de pasarlo a bodega para eliminar la mayor humedad posible. Es ahora cuando el maestro o responsable de almazara deberá tomar muestras del aceite para ver la calidad que se ha obtenido (Jiménez y Carpio, 2008) con dos objetivos:

- 1) Clasificar en bodega las distintas calidades para su posterior comercialización, haciendo una separación racional de éstos. Los aceites de calidad se conducirán a los mejores depósitos y los de calidad inferior se almacenarán en los que se encuentren en peores condiciones.

- 2) Detectar los fallos del proceso, ya que cualquier anomalía en el proceso de elaboración se va a reflejar en la calidad de los aceites.

4.6.3.7 Almacenamiento del aceite

El almacén o bodega es el lugar donde el aceite va a permanecer hasta su comercialización y donde va a madurar. Los procesos oxidativos van a tener gran importancia en la calidad y sobre todo en la conservación de los aceites.

4.6.3.7.1 Características que debe reunir una buena bodega

Las paredes y techos deben ser aislantes de las temperaturas y no aportar olores extraños. Debe disponer de un sistema de calefacción que no desprenda olores y mantenga una temperatura uniforme, alrededor de 15-18°C, que permita una maduración de los aceites, sin favorecer la oxidación: poca luminosidad y ser fácilmente limpiable (Civantos et al., 1999).

El material de construcción de los depósitos debe ser inerte. El más utilizado en la actualidad es el acero inoxidable (Boskous, 1998), también el azulejo vitrificado, el poliéster y la fibra de vidrio. En ningún caso el hierro ni cobre, ya que son catalizadores de la oxidación. Del mismo material debe ser la valvulería y todas las conducciones, para facilitar su limpieza. *“Los recipientes del aceite estarán siempre limpios, para que no se estropeen los sabores nuevos, impregnándolos con el rancio de los anteriores”*. (Paladio S. III d.C. , Tinajero, V. Reimpreso en 1879).

Para el almacenamiento de aceites de calidad son preferibles depósitos pequeños, con los que poder realizar una clasificación de estos, por variedades, por intensidad de frutados, etc. (Jiménez y Carpio, 2008).

Han de estar protegidos de la acción de la luz y el aire, que aceleran la oxidación del producto, por tanto los depósitos deben ser cubiertos y opacos y tener fondos cónicos o inclinados, que faciliten el sangrado periódico, ya que los aceites pasan a la bodega con humedad e impurezas que precipitan y fermentan. Si no se eliminan a tiempo, aparece el flavor a “borras” en los aceites. Los depósitos deben lavarse bien antes de llenarlos. El llenado debe realizarse por la parte inferior, para evitar la aireación del aceite. *“Los*

canales y en general todas las balsas se lavarán previamente con agua caliente para evitar que conserven algún rancio del año anterior” (Paladio S.III.d.C., Tinajero, V. Reimpreso en 1879).

En los últimos años, no sólo ha cambiado y mejorado enormemente la calidad de las bodegas, sino que también están preparadas para almacenar en las mejores condiciones: utilizando atmósfera controlada, como el nitrógeno, fundamental para conservar así los aceites con baja estabilidad, y ralentizar en la medida de lo posible los fenómenos oxidativos.



Foto 24.- Bodega de acero inoxidable

5. FILTRADO, ENVASADO Y ETIQUETADO

5.1 FILTRADO

La filtración es el proceso previo al envasado del aceite. Consiste en hacer pasar el aceite por un material o tejido poroso donde puedan quedar retenidas las pequeñas impurezas y trazas de humedad que el aceite lleva en suspensión.

En ocasiones el aceite no se ha mantenido suficiente tiempo en periodo de decantación, produciéndose ésta en el envase y formándose pozos, donde se puede producir la fermentación indeseable de sustancias como glúcidos y proteínas, ya que en dichos pozos existen enzimas lipolíticas que inducen una aceleración de la oxidación del aceite. (Gomes et al., 2002)

El filtrado se realiza por el paso del aceite a través de tejidos (lonas de material textil, fibras de papel, celulosas) o materiales porosos (tierras filtrantes, perlitas, diatomeas) donde quedan extraídas las impurezas que se desean eliminar.

5.2 ENVASADO

El envasado del aceite virgen debe contribuir a que el producto se conserve en las mejores condiciones posibles para garantizar su consumo. Toda la cadena de prácticas, acordes tanto en el campo como en la elaboración y almacenamiento, puede romperse en el último eslabón si el envasado no se realiza correctamente. En el envasado deben evitarse aquellos factores que favorezcan la oxidación. Para ello, es conveniente tener en cuenta:

El material del envase. Debe ser inalterable e inerte. El vidrio cumple perfectamente esta prescripción, mejor si es oscuro para evitar que la luz penetre y acelere la oxidación, a veces la propia iluminación de los estand de los supermercados puede alterar los aceites. También la lata, tratada para su uso en alimentación, es un buen continente, evita que la luz y el aire penetren.

Tamaño del envase. El aceite se conserva mejor en cantidades grandes, siempre que los envases estén totalmente llenos, pero tendrán que guardar relación con el tipo de consumidor: el formato habitual de cinco litros en zonas de alto consumo es extremadamente grande para la exportación o para los aceites de alta gama, donde lo habitual son los envases de vidrio de 500 mL.

Temperatura. Conviene mantener los envases a baja temperatura, al menos apartados de los focos de calor y en el lugar más fresco, evitando sobre todo, los cambios bruscos.

En el llenado de las botellas es necesario evitar los “espacios de cabeza” ya que el oxígeno contenido en el aire favorece la oxidación. Cuando el envase está abierto, la capacidad de oxidación se multiplica, por lo que conviene que los recipientes de uso no sean demasiado grandes y estén siempre cerrados.



Foto 25.- Envasadora

5.3 ETIQUETADO

En la nueva normativa sobre etiquetado y comercialización del aceite de oliva, Reglamento (CE) 1019/2002 de la Comisión, de 13 de Junio de 2002 sobre Normas de comercialización del aceite de oliva, se intenta evitar la confusión al consumidor que hasta la fecha suponía el etiquetado de los aceites. Aparecen en este reglamento una serie de indicaciones, de las que se debe destacar:

- **La fecha de caducidad.** “consumir preferentemente antes de fin de...”, seguida del mes y año correspondiente. Se parte del supuesto que está comprendida entre 3 y 18 meses, pudiendo esta información completarse con la referencia a las condiciones de conservación que deben observarse para asegurar la duración indicada.
- **La indicación de “Primera presión en frío”** podrá figurar solamente para aquellos aceites extraídos a menos de 27°C y con sistemas de prensas hidráulicas.
- **Podrá figurar “extracción en frío”** cuando el aceite se haya extraído a menos de 27° C y proceda de filtración o centrifugación.

- **La acidez** sólo podrá figurar en el envase si se acompaña en caracteres del mismo tamaño, el índice de peróxidos, contenido en ceras, y absorbancia al ultravioleta.

El Reglamento (CE) 640/2008 incluye una “Terminología opcional para el etiquetado”. El jefe de panel puede certificar que los aceites evaluados cumplen las definiciones, expresiones e intensidades que se indican a continuación:

1. Respecto a los atributos positivos frutado (según sea verde o maduro), picante y amargo:

- El término “*intenso*” puede utilizarse cuando la mediana del atributo en cuestión sea superior a 6.
- El término “*medio*” puede utilizarse cuando la mediana del atributo en cuestión esté comprendida entre 3 y 6.
- El término “*ligero*” puede utilizarse cuando la mediana del atributo sea inferior a 3.

2. El término “*equilibrado*” puede utilizarse en aquel aceite que no es desequilibrado. Se entiende por desequilibrio la sensación olfativo, gustativa y táctil del aceite en que la mediana de los atributos amargo y/o picante es superior en dos puntos a la mediana del atributo frutado.

3. La expresión “aceite dulce” puede utilizarse en un aceite en el cual la mediana del atributo amargo y la del picante sean inferiores o iguales a 2.

6. ANÁLISIS SENSORIAL Y CATA DE ACEITES

No es posible predecir de forma absoluta la calidad de un producto meramente por su análisis químico. Los diversos compuestos de un alimento son, en general, tan numerosos y sus interacciones tan complejas y desconocidas que el control de calidad no se puede completar sin recurrir al análisis sensorial. Se denominan características organolépticas de un producto a las sensaciones que afectan o impresionan a los sentidos.

6.1 DEFINICIÓN DE ANÁLISIS SENSORIAL Y CATA

ANÁLISIS SENSORIAL. Se define como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones humanas ante aquellas características de los alimentos que son perceptibles por los sentidos.

CATA. Catar es apreciar, analizar mediante los órganos de los sentidos las cualidades de un producto. Catar es probar con atención un producto, someterlo a los sentidos, sobre todo al del olfato y el gusto, y tratar de conocerlo buscando sus posibles defectos o recreándonos en sus maravillosas virtudes, con el fin de expresarlas. En la cata, es fundamental memorizar estas impresiones y expresar lo que se siente. Catar es analizar, describir, definir, juzgar, estudiar, clasificar... las características sensoriales de un producto (Jiménez y Carpio, 2008)

6.2 SENTIDO DEL GUSTO Y SENTIDO DEL OLFATO

A la hora de realizar el análisis sensorial o la cata de un alimento, los órganos de los sentidos que principalmente intervienen son el gusto y el olfato.

Sentido del gusto.

Se encuentra localizado en la cavidad bucal. Especialmente en la lengua y en la superficie se hallan situadas las principales percepciones. También son sensibles a los sabores el paladar, los pilares laterales interiores de la garganta y la pared posterior de la misma.

Está perfectamente determinado que existen sólo cuatro sabores fundamentales: dulce, ácido, salado y amargo. Todos los sabores propiamente dichos, puros o mezclados, se clasifican necesariamente dentro de estas 4 categorías.

Una misma sustancia puede tener un solo sabor o presentar a la vez, y a veces sucesivamente, varios sabores elementales. El tiempo de reacción, de excitación, es diferente según los gustos. Las diferencias en la velocidad de percepción se deben a que los diferentes sabores no se sienten en las mismas áreas de la lengua.

El sabor dulce se encuentra solamente en la punta de la lengua y no es necesario introducir el líquido en el interior de la boca para detectarlo, basta sólo con mojar la punta de la lengua con la superficie del líquido; por eso, la intensidad de sabor dulce se percibe en su máxima intensidad en el primer segundo, disminuyendo luego progresivamente para desaparecer pasados unos 10 segundos.

El sabor ácido se percibe en los laterales de la lengua y en la base de ella.

El sabor salado se centra en los bordes de la lengua aunque no en la superficie central. Estos sabores salado y ácido se perciben también rápidamente, pero tienen mayor grado de persistencia.

Los sabores amargos son solamente sensibles en la parte posterior de la lengua, es lento en su desarrollo, pero aumenta y se mantienen más tiempo en la boca una vez retirado el líquido de ésta.

El estímulo picante, que no debe considerarse un estímulo puro de sabor, se percibe también en casi toda la lengua, preferentemente en la garganta.

Las últimas impresiones recibidas son muy diferentes a las primeras. El catador debe anotar cuidadosamente esta evolución en el tiempo.

Para realizar una buena degustación de los cuatro sabores fundamentales, la sustancia debe alcanzar toda la superficie bucal sensible, es decir, desde la punta de la lengua hasta la parte posterior de la epiglotis y el paladar.

El sentido del olfato.

Se encuentra situado en la parte posterior de la cavidad nasal, en donde se encuentran las células olfatorias. El olfato, reconoce y clasifica los productos volátiles de las moléculas difundidas en el aire. Los olores son percibidos solamente en la fase gaseosa. Las sensaciones olfativas no son fijas ni duraderas. Durante un ciclo olfativo de 4 o 5 segundos correspondiente a una lenta inspiración, se registra un aumento progresivo de la sensación y después una lenta desaparición.

Para que una sustancia en solución se perciba aromática es necesario que sea volátil, razón ésta por la que la volatilidad influye tanto como su potencia aromática. El mecanismo de la percepción olfativa es aún bastante desconocido.

La percepción de estímulos es muy variada, pudiendo percibirse y diferenciarse cientos de miles de estímulos diferenciados que, sin embargo, no alcanzamos a catalogar ya que no disponemos de tantos calificativos en el lenguaje como serían necesarios para ello.

Los términos utilizados para describir un olor son más subjetivos que en el caso del sabor, lo que complica la comunicación de información entre individuos. Es decir, mientras que el concepto de un sabor dulce es claro para cualquier individuo, para definir un olor hay que relacionarlo con un alimento o compuesto determinado en que este olor se presenta como más característico.

Cuando se introduce un aceite en la boca hay que considerar que las sensaciones percibidas provienen tanto del sentido del olfato como del gusto. La nariz participa incluso más que la lengua en esas impresiones que habitualmente llamamos “gusto” de una sustancia, una impresión que en realidad percibe sobre todo el olfato. Cuando se cata, el calor de la boca, los movimientos de las mejillas y de la lengua, la misma respiración normal, llevan a la nariz las sustancias volátiles que constituyen el aroma.

6.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL ANÁLISIS SENSORIAL

Factores Genéticos.

La herencia influye sobre la mayor o menor agudeza en la percepción de olores o sabores en general o bien para determinados y concretos estímulos.

Capacidad de Concentración.

Tanto la capacidad de concentración como el interés influyen en gran medida en la percepción de las sensaciones gustativas y olfativas.

La Temperatura de Cata.

La temperatura está estrechamente relacionada con la facilidad de percepción de los compuestos volátiles, ya que la tensión de vapor de los volátiles de un aroma aumenta con la temperatura.

La Adaptación.

Si olemos un producto reiteradamente y sin descanso podemos dejar de apreciar muchas “notas” que detectamos en la primera percepción. Este fenómeno se conoce como fatiga sensorial.

Fisiología.

La edad, estado de salud, así como los hábitos o tendencias de cada catador hacen variar la sensibilidad olfato-gustativa.

Tendencias o Sesgos.

Propensión e inclinación que tienen las personas hacia determinados fines. Al realizar una prueba de panel, el jefe de panel prestará mucha atención a eliminar estos sesgos o tendencias innatas, que presentándose inconscientemente pueden viciar los resultados, llevándolos a conclusiones erróneas. Por ejemplo, cuando se comparan dos o más muestras de características opuestas, se tiende a extremar los juicios, infravalorando o sobrevalorando la muestra que se diferencie más. Así como las claves, si siguen un orden numérico o alfabético, inducen al catador a degustarlas en ese orden.

6.4 DEFINICIÓN Y TIPOS DE PANELES DE CATA

PANEL DE CATA

Los paneles de cata son los encargados de clasificar los aceites de oliva vírgenes. Son los que deciden a través del análisis sensorial cuando un aceite puede llevar la etiqueta de "virgen extra". Un panel de cata está formado por un grupo de catadores, entre 8 y 12, previamente seleccionados y entrenados de acuerdo con técnicas preestablecidas por el COI /t.20/ Doc.nº 15 /Rev.2. Septiembre de 2007 y por la Comunidad Europea. REGLAMENTO (CE) Nº 640/2008. La cata se realiza normalizando las condiciones del

ensayo según las normas del Consejo Oleícola Internacional,, un ejemplo es la norma COI /t.20/ Doc.nº 5 de junio del 1987 que regula la copa para degustación de aceites ó la norma COI /t.20/ Doc.nº 20 que es la Guía para la instalación de una sala de cata.

Un panel de cata cuenta siempre con un jefe de panel que tiene como fin establecer un juicio individual por el criterio medio de un grupo de catadores. Su trabajo consiste en indicar y detectar, siguiendo una ficha de cata, si hay o no presencia de atributos positivos y /o defectos e indicar cuales son y su intensidad. A cada atributo se le puntúa con una nota. Se hace de forma individual, sin intercambiar opiniones ni pareceres entre los distintos catadores.

TIPOS DE PANELES

Existen diversos tipos de panel que se utilizan de acuerdo con los objetivos que se quieren determinar. Así es necesario destacar dos aspectos fundamentales. Por una parte, está la preferencia del consumidor, de la que depende el éxito o el fracaso comercial de un producto, cuyo estudio requiere simplemente una consulta pública bien dirigida (panel del consumidor y panel piloto del consumidor) y de otra, el aspecto técnico o científico (panel-analítico).

Panel del Consumidor. Debe estar formado como mínimo por 1.000 o más consumidores elegidos al azar, sin previo entrenamiento, entre los cuales deben estar representados, proporcionalmente, en edad, sexo, nivel económico, etc., el total de la población que se muestrea.

Panel Piloto. Formado por 25 a 250 degustadores elegidos al azar. Es una etapa intermedia entre el panel analítico y el panel del consumidor.

En esta etapa intermedia, se comprueba a pequeña escala y de forma menos costosa que en el panel del consumidor, la validez de los objetivos hacia los que se han dirigido los esfuerzos en el desarrollo del producto.

Panel Analítico. Formado por un grupo de catadores previamente seleccionados y entrenados. Es el verdadero aparato de medida de los caracteres organolépticos de un

producto, bien sea controlando que la producción se ajusta al patrón preestablecido con lo cual el producto, además de cumplir los deseos del público, mantendría una constante de calidad, o bien sea en el aspecto técnico o científico de cualquier trabajo en el que se pretende estudiar un alimento, introducir mejoras en él, controlar su proceso de fabricación, etc.

El panel analítico puede ser “abierto” o “cerrado”. Se llama abierto cuando la prueba la realizan los catadores evaluando en conjunto y discutiendo los resultados y se denomina cerrado cuando los catadores actúan independientemente y los resultados dados por ellos son recogidos por el organizador del panel para someterlos al análisis estadístico.

6.5 VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN

El método COI /t.20/ Doc.nº 15 /Rev.2. Septiembre de 2007 tiene por finalidad establecer los criterios necesarios para valorar las características del flavor del aceite de oliva virgen y desarrollar la metodología para su clasificación. El método que se describe solo es aplicable a la clasificación de los aceites de oliva vírgenes en función de la intensidad de los defectos, determinada por un grupo de catadores seleccionados y entrenados, constituidos en panel.

La valoración Organoléptica se realiza por un grupo de catadores seleccionados y entrenados según la norma COI / t .20 / Doc. nº 14 / Rev.1 de 20 de noviembre 1996, “Guía Para la selección y entrenamiento y el control de los catadores cualificados de aceite de oliva virgen”.

Se entiende por flavor el conjunto de percepciones de estímulos olfatogustativos, táctiles y quineséticos que permite a un sujeto identificar un alimento y establecer un criterio, a distintos niveles, de agrado o desagrado. Al realizar la cata de un aceite, hay que distinguir entre atributos positivos y negativos de éste (COI /t.20/ Doc. nº 4. Junio de 1987), entendiéndose por atributo la propiedad característica perceptible.

ATRIBUTOS POSITIVOS

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

El atributo *frutado* se considera *verde* cuando las sensaciones olfativas recuerdan las de los frutos verdes, características del aceite procedente de frutos verdes.

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

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

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

ATRIBUTOS NEGATIVOS

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

Moho-humedad: Flavor característico del aceite obtenido de frutos en los que se han desarrollado abundantes hongos y levaduras a causa de haber permanecido amontonados y con humedad varios días.

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

Metálico: Flavor que recuerda a los metales. Es característico del aceite que ha permanecido en contacto, durante tiempo prolongado, con superficies metálicas, durante los procesos de molienda, batido, prensado o almacenamiento.

Rancio: Flavor de los aceites que han sufrido un proceso oxidativo.

Otros atributos negativos menos comunes del aceite de oliva pueden ser:

Cocido o Quemado: Flavor característico del aceite originado por un excesivo y/o prolongado calentamiento durante su obtención, muy particularmente durante el termobatido de la pasta si éste se realiza en condiciones inadecuadas.

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

Basto: Sensación buco-táctil densa y pastosa producida por algunos aceites.

Lubricante: Flavor del aceite que recuerda al gasóleo, la grasa o al aceite mineral.

Alpechín: Flavor adquirido por el aceite a causa de un contacto prolongado con las aguas de vegetación.

Salmuera: Flavor del aceite extraído de aceitunas conservadas en salmuera.

Esparto: Flavor característico del aceite obtenido de aceitunas prensadas en capachos nuevos de esparto. El flavor puede ser diferente si el capacho está fabricado con esparto verde o si lo está con esparto seco.

Tierra: Flavor característico del aceite obtenido de aceitunas recogidas con tierra, embarradas y no lavadas.

Gusano: Flavor característico del aceite obtenido de aceitunas fuertemente atacadas por larvas de mosca del olivo (*Bactrocera oleae*).

Pepino: Flavor en el aceite que se produce durante un envasado hermético y excesivamente prolongado, particularmente en hojalata, que es atribuido a la formación de 2-6 nonadienal.

Madera húmeda: Flavor característico del aceite obtenido del aceites que han sido extraídos de aceitunas que han sufrido un proceso de congelación en el árbol.

Utilización de la hoja de perfil por el catador.

Cada catador que forme parte del panel deberá oler, y después probar el aceite contenido en la copa de cata, con el fin de analizar las percepciones olfativas, gustativas, táctiles y quinestésicas; a continuación deberá señalar en la hoja de perfil puesta a su disposición la intensidad a la que se percibe cada uno de los atributos negativos y positivos. En caso que se percibiesen atributos negativos no enumerados, dichos atributos deberán anotarse en el apartado de "otros".

El responsable del panel deberá recoger las hojas de perfil cumplimentadas por cada uno de los catadores y deberá controlar las intensidades atribuidas; en caso de que sea comprobarse una anomalía, pedirá al catador que se revise la hoja de perfil, si es necesario, que repita la prueba. Los datos se procesan en un programa informático, calculando la mediana de los defectos y del frutado y se clasificara en consecuencia.

En la Figura 8, se expone el modelo de ficha de cata que deben usar los catadores.

Figura 8: Ficha de cata del aceite de oliva virgen.

INTENSIDAD	
PERCEPCIÓN DE LOS DEFECTOS:	
Atrojado	----->
Moho	----->
Avinado - Avinagrado-	
Acido - Agrio	----->
Borras	----->
Metálico	----->
Rancio	----->
Otros (cuáles)	----->
PERCEPCIÓN DE LOS ATRIBUTOS POSITIVOS:	
Frutado	----->
	Verde <input type="checkbox"/> Maduro <input type="checkbox"/>
Amargo	----->
Picante	----->
<u>Nombre del catador:</u>	
<u>Código de la muestra:</u>	
<u>Observaciones:</u>	<u>Fecha:</u>

6.6 CLASIFICACION DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN EN FUNCION DE SUS CARACTERISTICAS ORGANOLÉPTICAS (REGLAMENTO (CE) N° 640/2008)

El aceite de oliva se clasificará en la denominación:

- *Aceite de Oliva Virgen Extra* cuando la mediana de los defectos sea igual a 0 y la mediana del frutado sea superior a 0.
- *Aceite de Oliva Virgen* cuando la mediana de los defectos sea superior a 0 e inferior o igual a 3,5 y la mediana del frutado sea superior a 0.
- *Aceite de Oliva Lampante* cuando la mediana de los defectos sea superior a 3,5.

Por mediana de los defectos se entiende la mediana del defecto percibido con la intensidad más fuerte. El valor del coeficiente de variación sólido para este defecto será inferior o igual a 20%. Cuando la mediana del amargo y/o picante sea superior a 5,0 el jefe de panel lo señalará en el certificado de análisis del aceite.

Al tratarse de análisis efectuados en el marco de controles de conformidad con la Norma o de comprobación, el jefe de panel deberá proceder a la valoración organoléptica del aceite por triplicado, con al menos una jornada de intervalo; la mediana de los atributos se calculará a partir del conjunto de los datos de las hojas de perfil de las tres pruebas.

6.7 METODO DE VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA QUE OPTA A UNA DENOMINACIÓN DE ORIGEN. NORMA COI/T.20/DOC. N° 22 .NOVIEMBRE 2005.

El objeto del presente método tiene como finalidad establecer los criterios necesarios para evaluar las características olfativas, gustativas, táctiles y quinesísticas del aceite de oliva virgen extra y desarrollar la metodología con vistas a la concesión de una denominación de origen.

El método es aplicable a la valoración de los atributos característicos del aceite de oliva virgen reconocidos por la estructura responsable de la Denominación de Origen y determinada por el panel de cata de dicha denominación. Este método se articula en dos fases:

1. Determinación del perfil sensorial. Cada Denominación de Origen deberá seleccionar un máximo de 10 descriptores característicos de los definidos en el presente método, estableciendo unos límites máximos y mínimos en la mediana de cada uno de ellos.
2. Evaluación de la conformidad del perfil sensorial del aceite característico de Denominación de Origen. El perfil sensorial resultante del análisis estadístico debe coincidir con el establecido por la estructura responsable de la D.O.

6.7.1 LISTA DE DESCRIPTORES DE LOS ACEITES DE OLIVA VÍRGENES EXTRA CON POSIBLE DENOMINACIÓN DE ORIGEN.

6.7.1.1 Sensaciones aromáticas olfativas directas o retronasales:

Alcachofa: Sensación olfativa de la alcachofa.

Almendra: Sensación olfativa que recuerda a la almendra fresca.

Camomila: Sensación olfativa que recuerda a la flor de la camomila.

Cítricas: Sensación olfativa que recuerda a los cítricos (limón, naranja, bergamota, mandarina y pomelo).

Eucalipto: Sensación olfativa típica de la hoja de eucalipto.

Flores: Sensación olfativa compleja que recuerda el olor de las flores en general, también denominado floral.

Frutado maduro: Sensación olfativa típicas de los aceites obtenidos de aceitunas recogidas cuando han alcanzado su plena maduración.

Frutado verde: Sensación olfativa típicas de los aceites obtenidos de aceitunas recogidas antes o durante el envero.

Frutas del bosque: Sensación olfativa típica de las frutas del bosque: moras, frambuesa, arándanos y grosellas.

Frutas exóticas: Sensación olfativa que recuerda a los olores propios de las frutas exóticas (piña, plátano, fruta de la pasión, mango, papaya, etc.)

Hierba: Sensación olfativa típica de la hierba fresca recién cortada.

Hierba aromáticas: Sensación olfativa que recuerda al las hierbas aromáticas.

Hoja de higuera: Sensación olfativa típica que recuerda a la hoja de higuera.

Hoja de olivo: Sensación olfativa típica que recuerda el olor de la hoja de olivo.

Manzana: Sensación olfativa que recuerda al olor a manzanas frescas.

Nuez: Sensación olfativa típica de la pera fresca.

Pimienta verde: Sensación olfativa de los granos de pimienta verde.

Pimiento: Sensación olfativa que recuerda al pimiento rojo o verde fresco.

Piñón: Sensación olfativa que recuerda al olor de piñón fresco.

Tomate: Sensación olfativa típica de la hoja del tomate.

Vainilla: Sensación olfativa típica de la vainilla seca natural, entera o molida, distinta de la sensación de la vainilla sintética.

Verde: Sensación olfativa compleja que recuerda al olor característico de los frutos antes de madurar.

6.7.1.2 Sensaciones gustativas

Amargo: Sabor característico del aceite obtenido de aceitunas verdes o en envero; define el sabor elemental asociado a soluciones acuosas de sustancias como la quinina o la cafeína.

Dulce: Sensación compleja gustativo-quinestésica típica del aceite obtenido con aceitunas que han alcanzado su plena maduración.

6.7.1.3 Sensaciones retronasales cualitativas

Persistencia retronasal: Duración de las sensaciones retronasales que permanecen tras haber expulsado de la cavidad bucal el sorbo de aceite de oliva.

6.7.1.4 Sensaciones táctiles o quinestésicas

Fluidez: Característica quinestésicas del estado reológico del aceite, que pueden estimular los receptores mecánicos situados en la cavidad bucal durante la cata.

Picante: Sensación táctil de picor, característica de los aceites obtenidos al comienzo de la campaña, principalmente de aceitunas todavía verdes.

En la Figura 9 se muestra la hoja de perfil del aceite de oliva virgen extra que opta a una Denominación de origen Protegida, donde se seleccionan los descriptores característicos de cada una de ellas.

Figura 9 Hoja de perfil del aceite de oliva virgen que opta a una Denominación de Origen.

(Para uso del catador).

INTENSIDAD DE LAS PERCEPCIONES:	
Frutado.....	_____ ➡
.....	_____ ➡
.....	_____ ➡
.....	_____ ➡
.....	_____ ➡
.....	_____ ➡
.....	_____ ➡
.....	_____ ➡
.....	_____ ➡
.....	_____ ➡
.....	_____ ➡
.....	_____ ➡

Nombre del catador:

Código de la muestra:

Fecha:

II. OBJETIVOS

II. OBJETIVOS.

Estudios realizados en distintos cultivares nos demuestran que la calidad potencial del aceite de oliva virgen obtenido en el momento óptimo de madurez, con frutos sanos y con una adecuada manipulación de la aceitunas, son aceites de excelente características organolépticas, clasificándose estos como aceites de oliva virgen extra. Sin embargo el porcentaje obtenido de aceite de oliva virgen extra en las almazaras (calidad real) es muy inferior al que se obtendría en las condiciones antes citadas. La elevación del grado de acidez y los defectos en las características organolépticas ponen de manifiesto la existencia de una serie de problemas como son, un mal control sanitario, sistemas y épocas de recolección inadecuadas, o manipulación incorrecta de los frutos y del control industrial en el proceso de elaboración.

Uno de los problemas mas importantes que afectan a la calidad del aceite de oliva virgen es el retraso de la recolección, ya que de los frutos maduros se obtienen aceites mas apagados y, lo que es aún más importante, la manipulación de éstos es mas complicada, con un deterioro más fácil de los frutos cuya consecuencia es la obtención de aceites de peor calidad. Por esta situación nos proponemos como objetivos de este trabajo los siguientes:

- Caracterizar la variedad *Picuda* y *Hojiblanca* mediante el estudio de los parámetros agronómicos, físico- químico y organoléptico.
- Obtener el momento óptimo de recolección para las variedades *Picuda* y *Hojiblanca* en la comarca de la subbetica, de acuerdo al contenido graso, así como a la calidad del mismo con los datos obtenidos en las campañas 03/04 ,04/05 y 05/06.
- Buscar la relación entre maduración, perfil sensorial y estabilidad frente al enranciamiento.
- Reconocer los descriptores que caracterizan los aceites de estas variedades.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

III. MATERIAL Y METODOS

1. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA

1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Este estudio se ha llevado a cabo en unas parcelas localizadas en la zona llamada Los Bermejales, en concreto en el polígono 3, dentro del término municipal de Carcabuey, enclavado en la comarca de la de la Subbética. Carcabuey está situada al sur de la provincia de Córdoba, a una distancia de 95 Km. de la capital.

1.2 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

La zona de muestreo donde se ha realizado la experimentación, desde el punto de vista climatológico, se encuentra influenciada por una circunstancia muy significativa, que es la presencia del Parque Natural de las Sierras Subbéticas, que se encuentra al N y que influye de una manera marcada el clima de esa zona y afecta a las condiciones térmicas e hídricas del área de estudio.

Las estaciones que hemos considerado, se encuentran ubicadas de acuerdo con la tabla 1, unas dentro del propio ámbito de estudio, y otras en zonas limítrofes y muy cercanas, lo que nos brinda una información muy útil para el cálculo de los regímenes termopluviométricos existentes.

1.2.1 ESTACIONES TERMOPLUVIOMÉTRICAS

Las características de las estaciones termo pluviométricas que hemos considerado, son los que se insertan a continuación (Tabla 1), junto a los valores de temperaturas medias y precipitaciones mensuales, así como la temperatura media anual y la suma de la precipitación anual (Tabla 2).

ESTACION	Altitud (m)	Latitud	Longitud	Periodos (años)
Priego de Córdoba (Escuelas)	650	372615	41135	18
Priego de Córdoba (San Félix)	590	372855	41300	13
Priego de Córdoba (El Esparragar)	603	373010	41251	32
Priego de Córdoba (Castillo)	640	372930	40830	35
Carcabuey	639	372630	41630	35
Carcabuey (Algar)	740	372550	42030	15
Lucena (Central del Malpasillo)	280	371740	44025	19
Lucena (C de A)	486	372430	42905	36
Lucena (Cerro de las Puertas)	410	372520	43415	15
Cabra (IFAPA)	547	372628	42546	7

Tabla 1.- Localización de las estaciones Termopluiométricas con altitud, latitud, longitud y número de años de registro.

<u>Priego de Córdoba (Escuelas)</u>													
M	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	S	Anual
P	92	84,9	103,2	57,4	35,5	19,1	4,8	9,7	35,9	101,4	95,5	108,7	748,1
<u>Priego de Córdoba (San Félix)</u>													
P	77,4	65,3	54,9	52,9	34,4	18,8	3,2	3,3	28,4	50,1	72,8	74,9	536,3
<u>Priego de Córdoba (El Esparrag)</u>													
P	85,2	99,6	89,2	66,5	45,2	20,9	4,5	11,5	28,0	57,4	91,2	107,8	707,0
<u>Priego de Córdoba (Castillo)</u>													
P	70,1	72,4	70,6	60,7	41,5	19,3	5,4	6,4	25,0	53,9	77,3	87,9	590,5
<u>Carcabuey</u>													
P	99,9	110,9	97,1	72,6	52,1	20	7,4	8,4	30,5	66,0	102,5	127,9	795,2
<u>Carcabuey (Algar)</u>													
P	129,9	114,9	87,6	79,6	56,4	27,6	4,0	8,6	17	61,2	87,5	121,5	795,8
T	7,6	7,4	8,3	11,6	13,9	18,9	23,9	23,9	20,5	14,2	9,5	7,2	13,9
<u>Lucena (Central del Malpasillo)</u>													
P	52	50,3	46,6	42,9	22,4	19,6	4,4	9,0	17,3	37,3	50,5	57,6	410
T	9	10,2	11,7	14,1	17,3	22,2	25,8	25,5	22,4	17,4	12,6	9,6	16,5
<u>Lucena (C de A)</u>													
P	81,2	80,7	78,6	59,8	44,1	23,8	5,3	6,4	30,4	74,4	94,9	99,9	679,4
T	8,8	10,2	12,1	14,7	19,0	22,6	26,9	26,3	22,4	17,5	12	8,6	16,8
<u>Lucena (Cerro de las Puertas)</u>													
P	63,2	70,9	60,9	63,2	40,5	19,7	8,9	9,1	19,3	55,8	80,5	106,2	598,2
T	9,4	10,1	12,3	14,1	17,6	23,0	26,9	26,9	24,1	17,8	13,3	10,0	17,1
<u>Cabra (IFAPA)</u>													
P	75,2	110,4	80,6	69,2	65,1	15,6	1,0	12,0	33,4	81,6	45,1	100,3	689
T	8,6	9,6	12,0	14,5	18,0	23,1	26,9	26,3	21,6	17,6	11,9	9,1	16,6

Tabla 2.- Valores termopluiométricos mensuales y total anual

El régimen termométrico del área de estudio se sitúa en unas medias anuales entre 17,1° C, con valores anuales mínimos de 7,2° C de Diciembre en la estación de Carcabuey (Algar) y máximas de 26,9 ° C de Agosto en la de Lucena "*Cerro de las Puertas*" (Tabla 2). Los valores térmicos más bajos se detectan en todas las estaciones en los meses invernales de Diciembre y Enero, mientras que los más elevados se corresponden con los estivales (Julio y Agosto).

La pluviometría es irregular y se concentra en los meses de otoño e invierno, con una pequeña parte de la primavera y una acusada sequía estival; además, las lluvias disminuyen conforme nos desplazamos hacia el Este y de Sur a Norte. Junta de Andalucía (1992).

El cambiante relieve de la zona provee valores pluviométricos muy dispares que se encuentran comprendidos entre 410 y 795,8mm de precipitación anual, que se corresponden a la estación meteorológica de Carcabuey "Algar" en los alrededores del Parque Natural de las Sierras Subbéticas de la Provincia de Córdoba S.G.E.(1992). Por el contrario, la estación situada en Lucena (Central de Malpasillo) a 280 m de altitud ofrece los valores de lluvia anuales más bajos de todas las estaciones que se han considerado ubicadas en el área o sus proximidades, con tan sólo 410 mm anuales.

Los meses más lluviosos son Diciembre, Febrero y Enero, por este orden, mientras que los más secos son Julio y Agosto, lo que denota las características de un clima mediterráneo subtropical seco-subhúmedo, con inviernos templados-fríos y veranos que se pueden considerar como secos y calurosos.

1.2.2 REGÍMENES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA DEL SUELO

Cuando intentamos calcular los regímenes de humedad y temperatura de los suelos de la zona, y de acuerdo con Soil Taxonomy, *NCRS (2010)* tendremos que tener en cuenta una serie de circunstancias:

- El régimen pluviométrico, que salvo que existan capas freáticas, u otros aportes por riego, depende de la ubicación del suelo dentro del ámbito del área de estudio. Por esta razón se tienen en cuenta las estaciones de las diferentes zonas consideradas, o se

puede calcular por integración con los datos de las diferentes estaciones y de acuerdo con los modelos de correlación matemática, que nos relacionan la lluvia de cada mes con la longitud, latitud y altitud de un lugar, y de esa manera poder predecir con una aproximación aceptable, cual es la pluviometría de ese punto.

- De idéntica manera se puede proceder con las temperaturas y obtener el valor mensual o anual en un punto determinado.

FICHA CLIMATICA

MESES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
Temperatura	8,6	9,6	11,6	14,4	17,5	22,4	26,4	26,0	22,0	17,2	11,9	9	16,4
Precipitación	96,9	78,3	65,5	53,2	18,3	3,2	10,0	29,6	71,8	65,7	99,7	672	
ETP	14	17,4	33,2	49,1	84,1	126,7	174,0	160,1	102,9	59,6	26,7	15,3	863,1
ETR	14	17,4	33,2	49,1	84,1	87,4	3,2	10,0	26,6	59,6	26,7	15,3	426,6
V. reserva	0	0	0	0	-30,9	-69,1	0	0	0	12,2	39,0	48,8	—
Reserva	100	100	100	100	69,1	0	0	0	0	12,2	57,2	100	—
Exceso de agua	65,8	79,5	45,1	16,4	0	0	0	0	0	0	0	35,6	245,1
Falta de agua	0	0	0	0	0	39,3	170,8	150,1	73,3	0	0	0	433,5

Figura 1.- Ficha climática y balance hídrico de un suelo de olivar del área de estudio

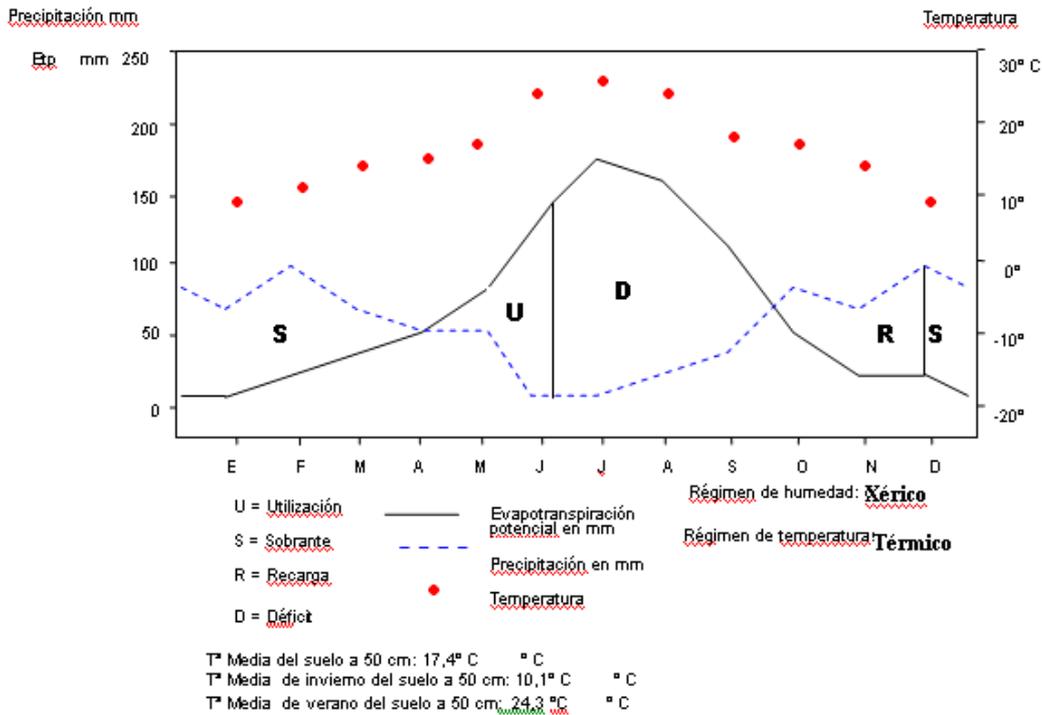


Figura 2.- Ficha climática v balance hídrico de un suelo de olivar del área de estudio

Con los valores térmicos mensuales, se obtiene la evapotranspiración potencial por el método de Thornthwaite (1948) y con la confluencia de estos dos datos con las precipitaciones y las características del suelo, se pueden efectuar los balances hídricos, o balances de agua para los suelos de la zona, que nos permiten tener una idea mucho más exacta de las condiciones hídricas que van a tener los cultivos de olivar que se instauran en dichos suelos.

Si consideramos una reserva de agua del suelo modal de 100mm, se pueden establecer a modo indicativo un balance hídrico modal para la zona como el que se representa en la ficha climática de la figura 2. Los balances hídricos calculados para los suelos de la zona (Figura 2) son característicos del clima mediterráneo. Aparece como régimen de humedad Xérico y de temperatura Térmico.

El análisis conjunto de la ficha climática, con el balance hídrico elaborado como prototipo para el suelo del área, nos indica lo siguiente:

- a) En todos los casos la Etp (Evapotranspiración potencial), excede a la precipitación anual, por lo que todos los suelos de la zona en alguna época del año son deficitarios de agua. Globalmente, se puede decir que anualmente este déficit, se sitúa en 433,5mm de agua.
- b) Los meses en los que la reserva de agua del suelo está seca son los comprendidos entre Julio y Octubre, observándose que hay exceso de agua, es decir sobrante, entre los meses de Diciembre y Abril.
- c) En la etapa de mayor crecimiento vegetativo, que coincide con el final de la primavera e inicio del verano (meses de Mayo y Junio), se produce una intensa utilización del agua de la reserva del suelo, que hace que al principio del verano, ésta se encuentre seca, pasando a un periodo de intenso déficit, que caracteriza a la etapa estival.

- d) La recarga de la reserva de agua del suelo, se realiza en dos meses, que coinciden con el final del otoño y principio del invierno (Octubre, Noviembre, ya en Diciembre la reserva está completa).

En síntesis y según el MAPA (1978), el clima de la zona, se caracteriza como *Mediterráneo Subtropical*, y según la clasificación agroclimática de Papadakis se identifica por inviernos de tipo *Citrus*, en el límite con *Avena*, y unos veranos tipo *Algodón ms cálido*. También las mismas fuentes datan el régimen de humedad como *mediterráneo seco*.

1.3 SUELOS

Una característica de las cordilleras Subbéticas es la gran variedad de materiales geológicos que la constituyen, y que al ser los materiales originales de los suelos (*Jenny, 1980*), dan lugar a tipologías que tienen relación con las características que definen a los materiales iniciales (calizas, margas, arenas,.....).

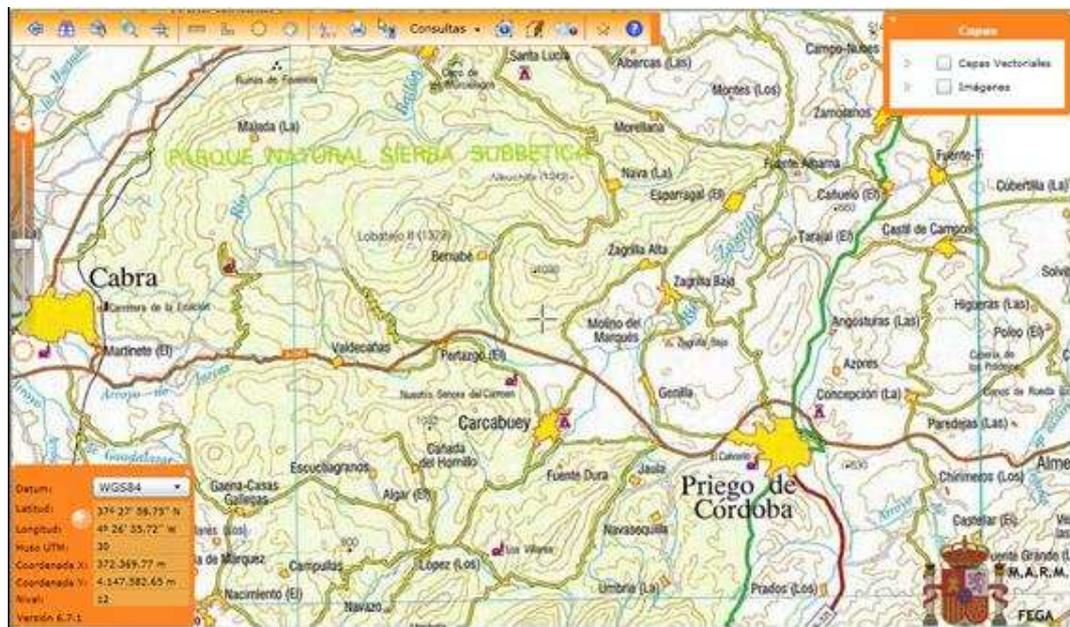


Figura 2. Mapa de localización topográfica de las parcelas estudiadas



Figura 3. Foto aérea de la localización de las parcelas de estudio

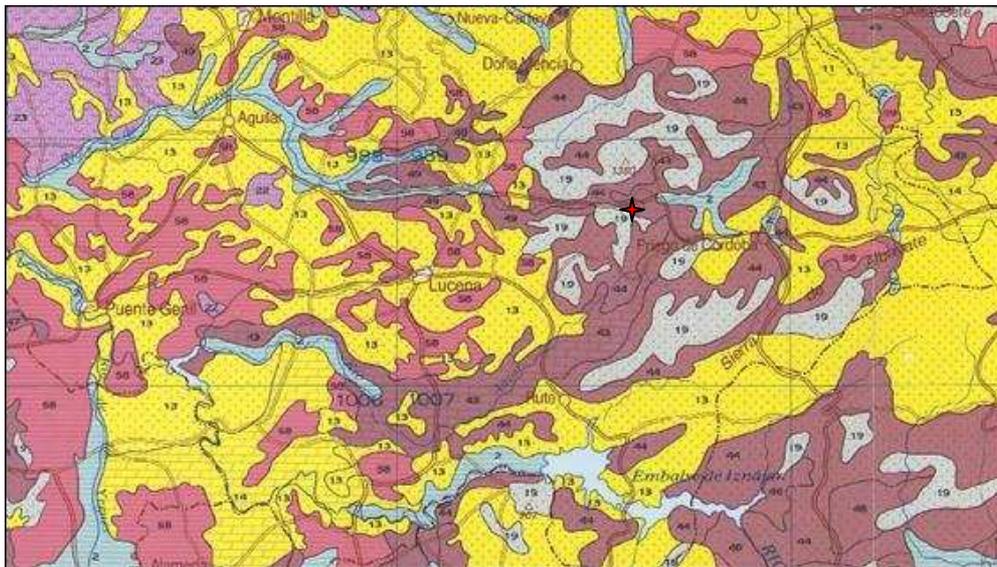


Figura 4. Mapa de suelos del área de estudio y de las zonas colindantes

✦ *Ubicación de la zona de estudio (Unidad 44)*

MAPA DE SUELOS DE ANDALUCÍA

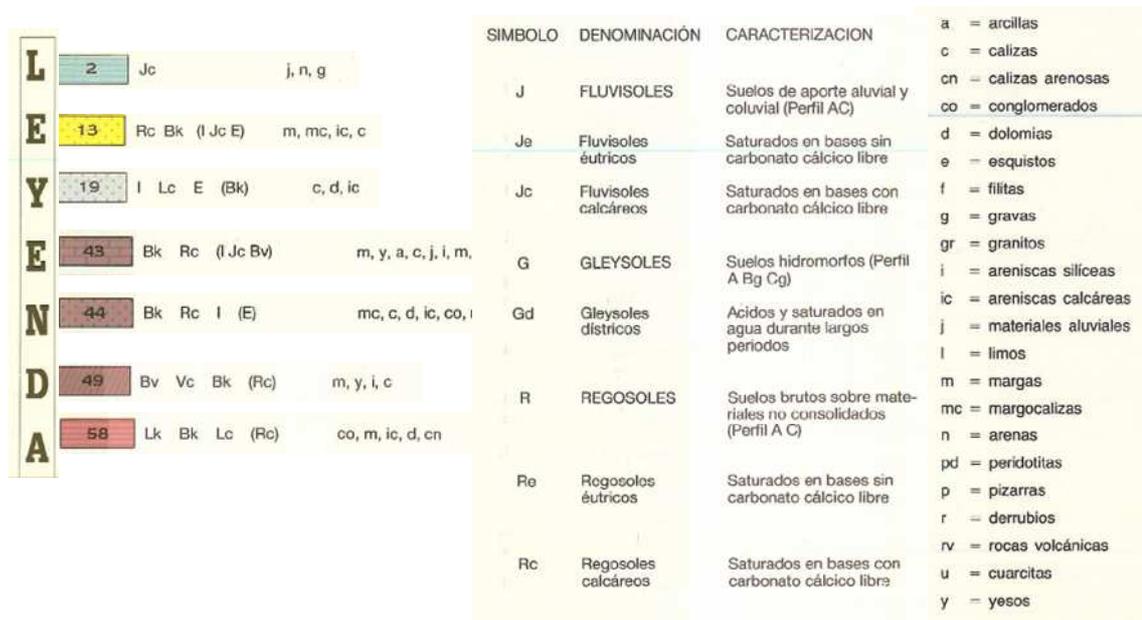


Figura 5. Unidades del Mapa de Suelos de Andalucía en la zona de estudio y limítrofes.

De acuerdo con los datos aportados por la Junta de Andalucía (2005) basados en otros estudios de mapas de suelos realizados con anterioridad en la zona objeto de estudio, podemos decir que:

- Los materiales originales sobre los que evolucionan estos suelos, como se puede observar en la fotografía aérea de la figura 2, son arcillas, margas y arenas con yesos del triásico, lo que les confiere a estos suelos unas características cromáticas vinosas, verdosas-grisáceo-amarillentas con un color dominante, pardo que oscila de 7,5 YR 4/4 a 5/4).

- Las unidades de suelos más significativas, se pueden agrupar en siete grandes grupos (Figura 3) que tienen asociaciones de varias tipologías e inclusiones. Para datar a aquellos suelos de olivar que se encuentran en cantidades minoritarias, desde el punto de vista de la SECS (1981) primero y WRB (2006) después podremos decir:

1. La unidad donde se ubican las dos parcelas de olivar donde se ha desarrollado la experimentación, pertenecen a la Unidad 44 (*Cambisoles calcícos* en asociación con *Regosoles calcáricos* y con la inclusión de

Litosoles-en la actualidad *Leptosoles líticos* y esporádicamente en las zonas de mayor aporte de materia orgánica, es decir debajo de diferentes especies de *Quercus*, que aparecen diseminados, se puede encontrar un suelo típico de la montaña mediterránea como es la *Rendsina (Leptosoles rendzicos)*.

- Desde el punto de vista de la *NCRS (2010)* tenemos que decir que las unidades que se han mencionado con anterioridad, según nomenclaturas de FAO, ahora se corresponden con las unidades de suelos de la Soil Taxonomy, que son: Unidad 44 (*Inceptisoles, Entisoles y Mollisoles*), estos órdenes de suelos, se pueden encontrar en asociación, o inclusión:

Los Inceptisoles son: *Calcixerept típicos, o líticos*

Haploxerept típicos, o líticos

Los Entisoles son: *Xerorthent típicos, o líticos*

Los Mollisoles son: *Haploxeroll líticos, háplicos o típicos*

Parcela 1.- Suelos donde se cultiva la variedad Hojiblanca.

Los suelos correspondientes a la parcela 1 tienen una textura franca, con un pH en H₂O = 8,3; baja conductividad eléctrica del extracto de saturación (CE= 0,113 dS/m), suelo no salino con efectos de salinidad despreciables. El contenido en CaCO₃ es del 13,10% y baja cantidad de caliza activa, con un valor del 2,85%. Su contenido en materia orgánica se puede calificar como muy bajo (0,72%).

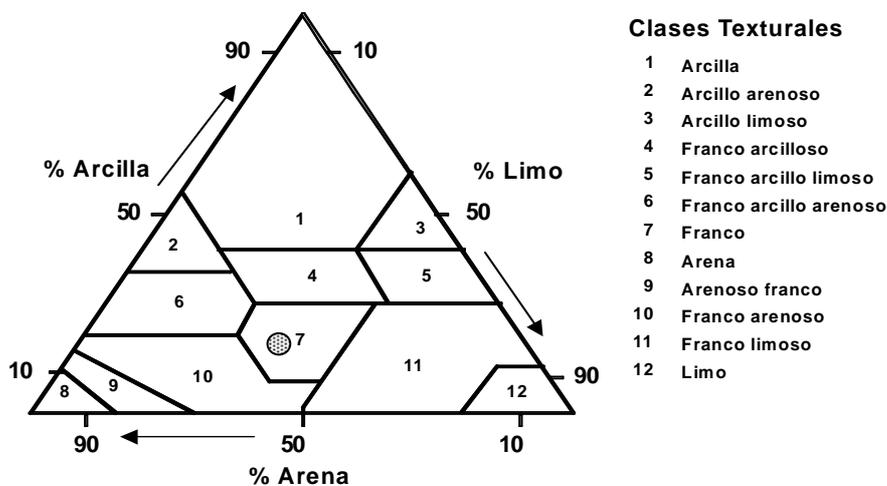


Figura 6.- Textura del suelo de la parcela 1

Contenido Granulométrico (figura 6):

21,7%..... Arcilla
 31,5% Limo
 46,8%..... Arena..... Clase Textural (7) Franca.

Parcela 2.- Suelos donde se cultiva la variedad Picuda

Los suelos de la parcela 2, tienen una textura franco arcillo arenosa, con un pH en H₂O = 8,2, alcalino; baja conductividad eléctrica del extracto de saturación (CE= 0,125 dS/m), que corresponde a un suelo no salino; contenido en CaCO₃ del 10,47 % y de caliza activa un valor que es ligeramente superior a la otra parcela (3,59 %), pero que se mantiene dentro de los márgenes considerados como bajos. Su contenido en materia orgánica es bajo, (1,01%).

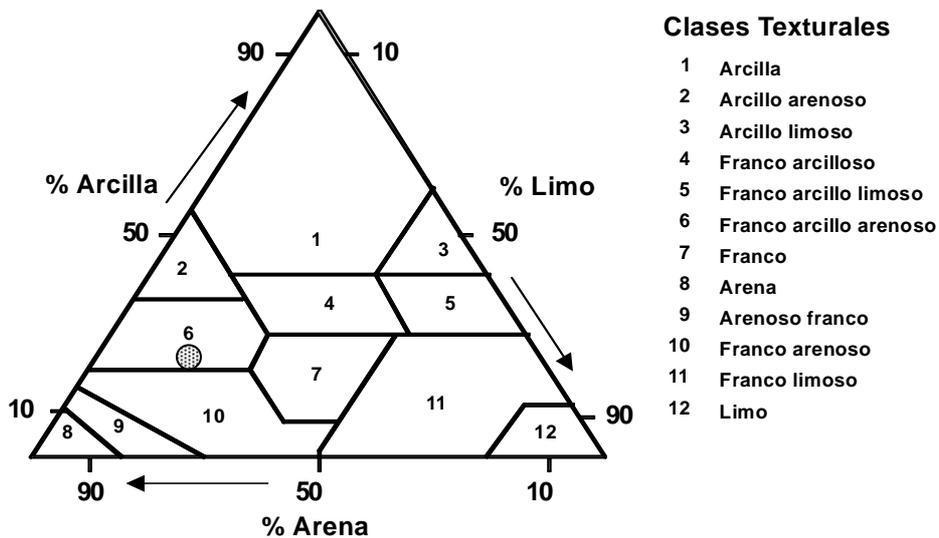


Figura 7.- Textura del suelo de la parcela 2

Contenido Granulométrico (figura 2):

34,3 %..... Arcilla
 14,1 %.....Limo
 51,6 %..... Arena.....Clase Textural (6) Franco arcillo arenoso

2. MATERIAL VEGETAL

El ensayo se ha realizado en dos variedades de aceitunas: Hojiblanca y Picuda. Se han elegido estas variedades ya que son las más cultivadas en la Subbética Cordobesa y las que más Premios Nacionales e Internacionales han conseguido a la calidad del aceite de oliva virgen. A continuación se detallan las características más relevantes acerca de cada una de ellas:

Variedad Hojiblanca

También es conocida con las denominaciones “Lucentino” y “Casta de Lucena”. Su nombre hace referencia al color del envés de la hoja que le confiere una claridad al árbol, teniendo este cultivar 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. La ocupa el 16% del olivar andaluz. La superficie en España es aproximada de 100.000 ha.

El árbol es de vigor medio a bueno, con ramas largas y fructíferas aunque algo péndulas. Las copas mantienen una densidad media y una superficie foliar regular y se caracterizan por el color gris verdoso claro de su madera joven. La hoja es parcialmente acanalada y alargada, algo ancha y con envés plateado.

Su fruto suele ser de tamaño grande a grueso, con forma de esfera casi perfecta y presenta una relación pulpa/hueso elevada. Sus frutos presentan una elevada resistencia al desprendimiento, son tolerantes al frío aunque el árbol sufre con las fuertes heladas invernales. Tiene doble aptitud y se considera muy adecuada para el aderezo en negro tipo “Californiano” por la textura firme de su pulpa.

Es una variedad de producción elevada y muy vecera, debido a su tardía maduración y recolección. Sin embargo es muy apreciada por su resistencia a suelos calizos. El rendimiento en aceite es bajo, pero es productora de aceites de excelente calidad, con un alto contenido en tocoferoles y una estabilidad media. Los de recolección temprana se caracterizan por un frutado muy intenso de aceituna verde, equilibrado,

armónico y complejo, destacando los matices herbáceos a hierba fresca, flores de primavera silvestre , notas frutales de manzana, alioza, y piel de plátano verde, amargor ligero y el picante algo mas intenso.



Foto 1. Fruto de la variedad *Hojiblanca*

Variedad Picuda

También es conocido como “carrasqueño”, “paseto” y “pajarero”. Recibe la denominación de picudo/a por la forma del fruto, con un ápice apuntado y curvado en forma de pezón. Está muy extendida por toda Andalucía, pero no llega a ser dominante en ninguna comarca, aunque el sur de la provincia de Córdoba y norte de la de Granada suponen su mayor concentración.

El árbol es muy vigoroso, de porte abierto y de densidad de copa muy espesa. Los ramos fructíferos son de color verde grisáceo. La hoja es grande, larga y ancha. El color del haz es de un verde muy oscuro; desde lejos se puede distinguir el árbol por presentar el aspecto más oscuro de todos. El fruto, de color negro en la maduración, se caracteriza por ser de gran tamaño y presentar una relación pulpa/hueso elevada.

Es una variedad muy productiva, tolerante a las heladas y más aún al exceso de humedad que a la sequía, se adapta bien a suelos calizos y al frío. Los frutos son de maduraciones tardías y, por tanto muy resistentes al desprendimiento, lo que da lugar a una

recolección dificultosa y extremadamente violenta, lo que contribuye sin duda al enorme carácter vecero de esta variedad. Su rendimiento graso es muy alto.

Sus aceites son muy aromáticos, con olor y sabor a almendra fresca, que recuerda la “alloza”, dulces al principio y con ligera sensación de amargo y picante al final. A pesar de ser muy apreciado por sus excelentes características sensoriales, su zona de producción es muy limitada, alrededor de 60.000 ha en toda España.



Foto 2. Fruto de variedad *Picuda*

3. SISTEMA DE CULTIVO

3.1 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LAS PARCELAS EN ESTUDIO

El marco de plantación en todas las parcelas es de 10 × 10.

En cuanto a la edad de los olivos es variada.

Las técnicas de cultivo practicadas durante el año son las siguientes:

PODA: Se realizan dos tipos de poda, una poda de invierno que es de fructificación y que se efectúa un año sí y otro no, y una poda de verano que consiste en la eliminación de las varetas o chupones formados, y que se practica todos los años.

TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS: Durante el año se realizan dos tratamientos: el primero en primavera antes de la floración, y el segundo en otoño. Los tratamientos consisten en una aplicación de cobre para combatir el repilo, así como la aportación de nutrientes vía foliar según resultados de los análisis foliares efectuados.

CONTROL DE MALAS HIERBAS: Con respecto al control de malas hierbas, se practica una siega química bajo el olivo mediante aplicación de herbicidas durante el mes de marzo, y una siega mecánica con desbrozadota por el centro, sobre el mes de mayo.

4. DISEÑO DEL ENSAYO

Las parcelas origen de estudio son representativas de la Subbetica Cordobesa y de la Denominación de Origen Priego de Córdoba, una de las características de la zona es que en la mayor parte de las fincas hay plantados al azar olivos de las variedades estudiadas.

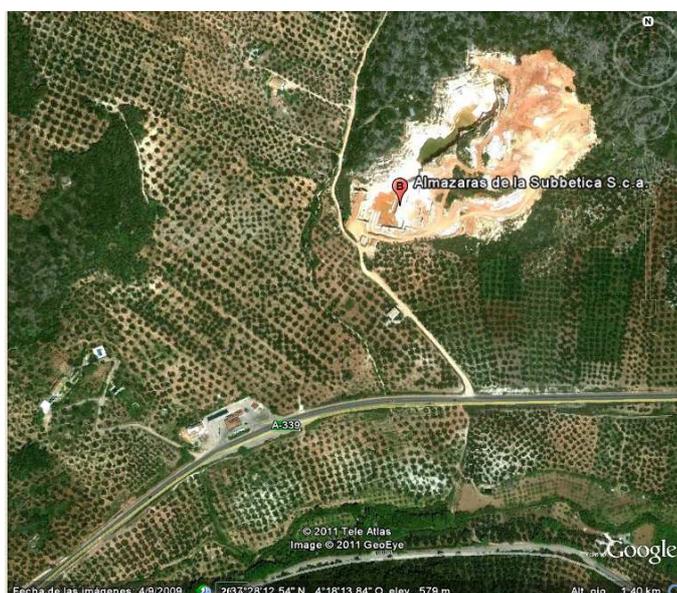


Figura 8: Plano de la parcela.

El diseño experimental fue en bloques al azar, con tres repeticiones de 4, y un total de 12 olivos *Picudos* y 12 *Hojiblanco*s. Se señalaron con unas tablillas de madera en las cuales se indicaban la variedad y las fechas del muestreo. El ensayo se realizó durante las tres siguientes campañas: 2003-04, 2004-05, y 2005-06.

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad estudiar la evolución de distintos parámetros agronómicos en variedades Hojiblanca y Picuda, así como de la evolución de los parámetros físico-químicos y características organolépticas del aceite de ellas obtenido a medida que transcurre el periodo de maduración. Con ello pretendemos estudiar como se relacionan los parámetros estudiados entre sí, y encontrar a partir de ellos cual es el momento óptimo para realizar la recolección, de forma que el fruto tenga el máximo contenido en aceite y que éste sea de máxima calidad.

Los parámetros estudiados son:

- Peso de los frutos.
- Índice de madurez de los frutos.
- Contenido graso de los frutos.
- Humedad de los frutos.
- Índice de acidez.
- Índice de peróxidos.
- Absorbancia a la radiación ultravioleta (K_{232} , K_{270})
- Amargor (K_{225})
- Estabilidad.
- Análisis sensorial.
- Índice global de calidad.

4.1 TOMA DE MUESTRAS

El muestreo se iniciaba la última semana de noviembre y se finaliza la primera semana de Febrero. La toma de muestras se ha realizado semanalmente según el siguiente esquema:

MUESTRA I: Última semana de Noviembre.

MUESTRA II: Primera semana de Diciembre.

MUESTRA III: Segunda semana de Diciembre.

MUESTRA IV: Tercera semana de Diciembre.

MUESTRA V: Cuarta semana de Diciembre.

MUESTRA VI: Primera semana de Enero.

MUESTRA VII: Segunda semana de Enero.

MUESTRA VIII: Tercera semana de Enero.

MUESTRA IX: Cuarta semana de Enero.

MUESTRA X: Primera semana de Febrero.

4.1.1 TRABAJO EN CAMPO

De cada bloque se recogía semanalmente una muestra de 7 kg. Estos se separaban en dos muestras distintas, una de 1kg y otra de 6 kg.

4.1.2 TRABAJO EN LABORATORIO

Las muestras se trasladaban al laboratorio para trabajar con ellas.

La muestra de 1 Kg. se vertía en una bandeja, se homogeneizaba y se cogían al azar 100 frutos, los cuales se pesaban y posteriormente se les calculaba el índice de madurez. Con la muestra restante se obtenía el rendimiento graso, contenido de humedad y contenido en materia seca.

Con la muestra de 6 Kg. se extraía aceite en el Abencor para posteriormente ser analizado y determinar los parámetros físico-químicos y características organolépticas.

5. DETERMINACIONES REALIZADAS

5.1 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS AGRONÓMICOS

5.1.1 ÍNDICE DE MADUREZ

Es un parámetro que indica el estado de maduración del fruto en relación con la variación de color del mismo. Se considera periodo de maduración el tiempo transcurrido desde la aparición de las manchas violáceas hasta la coloración definitiva de la piel (Humanes y Civantos, 1992). El periodo de maduración no es homogéneo, y depende principalmente de las condiciones climáticas, las características varietales y los sistemas de producción. En un mismo árbol la maduración es progresiva, es decir los frutos van alcanzando la madurez de forma escalonada.

Durante la maduración del fruto se producen una serie de cambios, algunos de los cuales se han utilizado como indicadores más o menos específicos de madurez. Así, puede considerarse a la respiración, la evolución de los lípidos en la drupa y en la hoja, la evolución de los ácidos grasos y su distribución, la variación del contenido en ácidos orgánicos de hojas y frutos (relación málico/cítrico), la variación del contenido en hierro como metabolizante de las hormonas de abscisión, la vitalidad del embrión, y la evolución de los polifenoles (Hermoso et al. 1999).

A medida que el fruto evoluciona en el árbol, la coloración de la piel va cambiando, el color verde intenso se transforma en verde amarillento. A continuación

empiezan a aparecer unas manchas violáceas por el ápice que terminan por ocupar toda la piel tomando el fruto un tono violáceo o morado, que se va oscureciendo hasta llegar al color negro o al característico de la variedad, ya que hay algunas variedades como la blanqueta que en su estado de plena madurez no llegan al color negro quedándose en un color morado oscuro. Una vez que ha pasado el estado de color violeta, la pulpa comienza a ponerse también de un color violeta o morado desde fuera hacia dentro, hasta que llega al hueso, que es cuando se considera que ha terminado la maduración.

En todas las variedades estas transformaciones no tienen lugar en todos los frutos al mismo tiempo, produciéndose una maduración escalonada en mayor o menor medida dependiendo de la variedad.

Material

- Bandeja
- Cúter

Procedimiento

El método seguido para establecer el índice de madurez es el propuesto por Ferreira, J. (1979), que consiste en clasificar la aceituna en ocho clases atendiendo al color de la piel y de la pulpa. Para determinarlo se eligen aleatoriamente 100 frutos de una muestra inicial. Estos frutos se clasifican en las siguientes categorías:

Clase 0: piel verde intenso

Clase 1: piel verde amarillento.

Clase 2: piel verde con manchas rojizas en menos de la mitad del fruto.

Clase 3: piel rojiza o morada en más de la mitad del fruto.

Clase 4: piel negra y pulpa blanca.

Clase 5: piel negra y pulpa morada sin llegar a la mitad de la pulpa.

Clase 6: piel negra y pulpa morada sin llegar al hueso.

Clase 7: piel negra y pulpa morada totalmente hasta el hueso.

Una vez clasificados los cien frutos escogidos se aplica la siguiente fórmula:

$$I.M = \frac{A \times 0 + B \times 1 + C \times 2 + D \times 3 + E \times 4 + F \times 5 + G \times 6 + H \times 7}{100}$$

Donde A, B, C, D, E, F, G, H son el número de frutos de las clases 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 respectivamente.

5.1.2 PESO DE LA ACEITUNA

Material

- Balanza (Scout Pro, OHAUS)

Procedimiento

De la muestra homogeneizada se toman al azar 100 frutos y se determina el peso de éstos.

5.1.3 RENDIMIENTO GRASO Y HUMEDAD

Para determinar el contenido en aceite y la humedad de cada muestra se ha seguido el método Soxhlet. El fundamento de la extracción con Soxhelt, consiste en que la masa de aceituna una vez desecada se pone en contacto con un disolvente orgánico, en el que se produce la dilución de la grasa, este liquido (miscela) es renovado varias veces por disolvente limpio hasta que en este no se aprecie grasa. Las miscelas, recogidas en un matraz tarado, son sometidas a calefacción para eliminar el disolvente residual, quedando en el matraz el aceite extraído de la masa de aceituna.

El sistema de extracción Soxhlet consta de tres elementos de vidrio y un foco de calor:

- A) Un matraz de fondo plano, donde se ha de recoger la grasa que se extrae de la muestra de aceituna que se va a analizar.
- B) Un cuerpo central o extractor donde se introduce la muestra desecada con su filtro.
- C) Un refrigerante de reflujo, adaptado al anterior por medio de un cierre esmerilado, y con la correspondiente entrada y salida de agua.

El foco de calor es el encargado de producir la temperatura necesaria para la ebullición y evaporación del disolvente empleado.

El contenido en aceite se ha expresado de dos formas: una primera referido sobre peso húmedo de la pasta (C.A.H) y otra referido sobre peso de la pasta seca (C.A.S).

Material

- Molino o triturador de Abencor® (MC2, Sevilla, España).
- Equipo Soxhlet.
- Hexano

Procedimiento

De la muestra de aceituna, molida y homogeneizada, se pesa en una cápsula o platillo previamente tarado, unos 30-40 g., aproximadamente, y se introducen en una estufa de secado por aire, manteniéndola a una temperatura de 105 °C durante toda la noche, para que la desecación sea total.

La cápsula o platillo con la muestra desecada se vuelve a pesar, una vez fría, para determinar el agua pérdida, obteniendo de esta diferencia de peso, el % de humedad de la muestra.

El producto desecado, se envuelve en un filtro plegado, numerado y pesado, formando un cartucho, y se introduce en el cuerpo central, cuidando que el envoltorio quede más bajo que el nivel superior del sifón.

Una vez colocado el cartucho en el extractor, se acopla éste, por su parte inferior, al matraz, que se ha etiquetado y pesado previamente.

Por la parte superior del extractor, se va echando el hexano hasta que sifone por el tubito, cuando haya terminado de sifonar, se le añade más disolvente, con el fin de que al evaporarse no quede el balón completamente seco.

A la parte superior del extractor, se le acopla el refrigerante. El conjunto se sujeta al soporte del aparato, de tal manera, que el matraz descansa sobre el foco de calefacción.

A continuación, se abre el paso de agua para la alimentación de los refrigerantes, regulando el caudal, para que la refrigeración sea adecuada; después se activa el foco de calor, con lo que se activa la evaporación del disolvente, que escapará por el tubo hasta pasar al refrigerante de reflujo, de donde, al condensarse, cae sobre la muestra, almacenándose en forma líquida, en el extractor, hasta que alcanza el nivel superior del sifón, cayendo al matraz y produciéndose así un arrastre del disolvente con la grasa extraída disuelta.

El disolvente, una vez en el matraz, vuelve a volatilizarse y a condensarse, repitiéndose las operaciones de sifonado y arrastre tantas veces como sea necesario, hasta el agotamiento total de la muestra.

5.1.4 EXTRACCIÓN DE ACEITE

Para extraer el aceite de las correspondientes muestras de aceitunas se ha utilizado el analizador Abencor. Este método, puesto a punto por Leví de León (1965), determina el rendimiento industrial de la aceituna, mediante reproducción, a escala de laboratorio, del proceso industrial, y siguiendo las mismas fases: molienda, batido, centrifugación y decantación.

El equipo consta de tres elementos fundamentales y una serie de accesorios. Los fundamentales son:

- Un molino de martillos, de acero inoxidable.
- Una termobatidora múltiple, con capacidad para ocho muestras a la vez, con termostato para regular la temperatura del baño de agua.
- Una centrífuga de tipo cesta, en acero inoxidable, con un bol que gira a 3.500 r.p.m.
- Probetas para decantación de los líquidos y medida del aceite obtenido.

Material

- Equipo: sistema Abencor® (MC2, Sevilla, España).
- Probeta de 1l.
- Agua del grifo.
- Filtros de papel.



Foto 3. Abencor

Procedimiento

Se trituran aproximadamente 6 Kilogramos de aceitunas. La masa se recoge en una bandeja, y se homogeneiza convenientemente. Se pesan aproximadamente unos 700 g. de la pasta en cada uno de los recipientes de la batidora y se someten a batido en baño de agua durante 20 minutos, regulando el termostato para que la temperatura de la pasta no supere los 25 °C.

A continuación se añaden 200 mL. de agua caliente y se continúa 10 minutos más.

Acabado el batido, se vierte la totalidad de la pasta en la centrífuga, accionándola durante 1 minuto y recogiendo el mosto oleoso por la parte inferior en una probeta graduada.

Se deja reposar 10 minutos, y se lee en la probeta el aceite obtenido.

El último proceso es el de filtración, el aceite pasa por un papel de filtro para eliminar las impurezas que pudiera contener, obteniéndose así las muestras de aceite destinadas a analizar en laboratorio.

5.2 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Preparación de la muestra

Una muestra puede definirse como “una porción o artículo que indica la cantidad del todo que ha sido tomado”, siendo lo más representativa posible del material que se va a analizar (Guzmán Chozas et al., 1982). Para la preparación de la muestra, los Métodos Oficiales de Análisis de Aceites y Grasas Comestibles, establecen las condiciones generales de preparación.

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 homogeneización de la misma.
- Muestra fluida, pero con turbidez o materia depositada: se agita la muestra convenientemente o se coloca en una 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.

5.2.1 ACIDEZ

Tiene por objeto la determinación de los ácidos grasos libres contenidos en el aceite de oliva. El resultado se expresa en % de ácido oleico. También se denomina grado de acidez ó índice de acidez, que expresa el peso en mg de hidróxido potásico necesario para neutralizar un gramo de materia grasa.

El método consiste en la disolución de la muestra en una mezcla de disolventes y valoración de los ácidos grasos libres mediante una solución etanólica de hidróxido potásico usando fefnotaleina como indicador (Reglamento CEE 2568/91 del 5 de septiembre de 1991. Anexo II).

Reactivos

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

-Mezcla de éter dietílico (Panreac) y etanol de 95% (Panreac) (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 (Panreac) valorada de hidróxido potásico (Panreac) 0,1M, o, en caso necesario, 0,5M.

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

Material

- Balanza analítica. Mettler, AE 200, Mettler Instrument, Zurich.

- Matraz elenmeyer de 250 mL de capacidad. Protón, calibrado a 20°C, con error inferior a 0,12mL.

- Bureta de 10mL de capacidad, con graduación de 0,05 mL. Protón, calibrado a 20°C, con pipeta aforada de 11 mL, error inferior a 0,02 mL.

Procedimiento

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

Muestra para la prueba: tomar la muestra, según el grado de acidez previsto, de acuerdo con el cuadro siguiente:

Tabla 3. Reglamento CEE 2568/91 del 5 de septiembre de 1991. Anexo 1

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

Determinación: disolver la muestra en 50 a 150 mL de la mezcla de éter di-etílico 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).

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

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

Siendo:

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

c = concentración exacta, en moles por litro, de la solución de hidróxido Potásico utilizada.

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

P = peso en gramos de la muestra utilizada.

Se tomará como resultado la media aritmética de dos determinaciones.

5.2.2 *ÍNDICE DE PERÓXIDOS*

Los peróxidos son producto de la oxidación que se produce en un grasa, en un determinado momento, este índice permite estimar el grado de oxidación inicial de un aceite y por tanto su alteración. Se expresa en miliequivalentes de oxígeno activo por kg. de grasa, la 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.

Cuando la concentración de peróxidos alcanza cierto nivel, ocurren cambios químicos complejos, formándose compuestos volátiles que son los principales responsables del flavor rancio. Los peróxidos pueden sufrir una oxidación posterior para formar diperoxidos, los cuales originan la formación de polímeros, reacciones por las que pueden formarse aldehídos, semialdehidos, glicéridos, compuestos oxihidrílicos y oxidación de otros dobles enlaces para formar epóxidos, hidroxiglicéridos y dihidroxiglicéridos. Compuestos como éstos, son los que producen los aromas rancios desagradables (Egan et al. 1993), que pueden apreciarse a muy pequeñas concentraciones.

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.

El material utilizado debe estar exento de sustancias reductoras u oxidantes.

Los Peróxidos son los primeros productos de oxidación de las grasas. Este parámetro se determina según Reglamento CE. 2568/91.de 9 de septiembre de 1991.

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.

Reactivos

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

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

- Solución acuosa saturada de yoduro potásico (PRS), recién preparada, exenta de yodo y yodatos.

- Solución acuosa de tiosulfato sódico (Panreac) 0,01 N ó 0,002 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 (Panreac).

- Solución acuosa de dicromato potásico.

Material

Todo el material utilizado debe estar exento de sustancias reductoras u oxidantes.

- Navecilla de vidrio de 3 mL

- Matraces con cuello y tapón esmerilados de 250 mL de capacidad, previamente secados y llenos de gas inerte puro y seco (nitrógeno o preferiblemente, dióxido de carbono).

- Bureta de 25 ó 50 mL, graduada en 0,1 mL. Protón con error inferior a 0,02 mL, calibrada a 20°C.

Procedimiento

El ensayo se realizará con luz natural difusa o con luz artificial. Pesar con precisión de 0,001g 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 4. Reglamento CE. 2568/91.de 9 de septiembre de 1991 Anexo III.

Índice de peróxidos que se supone (meq de O ₂ /kg)	Peso de la muestra problema (g)
De 0 a 12	De 5,0 a 2,0
De 12 a 20	De 2,0 d 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 10mL de cloroformo. Disolver rápidamente la muestra problema mediante agitación. Añadir 15mL. de ácido acético y, a continuación, 1 mL 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 75mL aproximadamente de agua destilada. Valorar (agitando al mismo tiempo vigorosamente) el yodo liberado con la solución de tiosulfato sódico (solución 0,002 N si se presuponen valores inferiores a 12 y solución 0,01N 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.

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

$$IP = \frac{V \times N \times 100}{P}$$

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 empleado.

P = peso en gramos de la muestra problema.

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

5.2.3 ABSORBANCIA A LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA. K_{270} Y K_{232} .

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.

Los ácidos grasos poliinsaturados son sensibles a las oxidaciones, induciendo este proceso a otros ácidos grasos. En primer lugar aparecen hidroperóxidos, poco estables, que absorben cerca de una longitud de onda de 232nm, luego aparecen las cetonas y diacetonas que absorben cerca de los 270 nm.

Los ácidos grasos oxidados que contienen dobles enlaces conjugados absorben marcadamente al ultravioleta entre 230 y 375 nm, los dienos absorben a los 234 nm y los trienos a 268 nm. Los trienos conjugados se pueden formar durante el procesamiento industrial, por ejemplo, al decolorar con tierras blanqueadoras.

Alrededor de 278 nm hay una segunda absorción por los trienos. En las primeras etapas de la oxidación la absorción UV aumenta un poco en forma proporcional a la fijación de oxígeno y la formación de peróxidos. La curva de absorción al UV se dice que forma una meseta justa antes del final del período de inducción. La magnitud de la absorbancia al ultravioleta no se relaciona fácilmente al grado de oxidación de un aceite, en comparación con experimentos o pruebas de estabilidad (Egan et al 1993).

Los valores de estas absorciones a unas determinadas longitudes de onda (270, 232 nm) 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 expresa convencionalmente como K también denominado coeficiente de extinción.

Los coeficientes de extinción representados por K_{270} y K_{232} se emplean como criterio de calidad. Muy interesantes son también las modificaciones que introduce en los espectros UV de los aceites refinados. Por acción del proceso de refinación se crean en los aceites productos de autooxidación, hidroperóxidos y una deshidratación posterior de la molécula crea un nuevo doble enlace conjugado. Los nuevos sistemas de dobles enlaces absorben, aproximadamente, a 232 nm los dienos, 270 nm los trienos y 303-318 nm los tetraenos. Ambos parámetros nos dan una medida del estado oxidativo, K_{232} de oxidación primaria y K_{270} de oxidación secundaria, y complementan la información obtenida en el índice de peróxidos.

El método describe el procedimiento de ejecución de la prueba espectrofotométrica en el ultravioleta de las materias grasas. 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 CE. 2568/91.de 9 de septiembre de 1991.Anexo IX.

Reactivos

- Ciclohexano de calidad para espectrofotometría (Panreac): debe tener, respecto al agua destilada, una transmitancia del 40% como mínimo a 220 nm y del 95% como mínimo a 250 nm.

- Otro disolvente adecuado, que permita obtener una disolución completa de la materia grasa (por ejemplo, alcohol etílico para el aceite de ricino).

* Alúmina básica (Panreac) para cromatografía en columna.

* n-hexano (Panreac) para cromatografía.

Material

- Espectrofotómetro para medidas de extinción en el ultravioleta, modelo Perkin-Elmer, entre 220 y 360 nm, con posibilidad de lectura para cada unidad manométrica.

- Cubetas de cuarzo o celdas Hitachi Perkin-elmer, 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 (Protón), calibrados a 20°C con error inferior a 0,02mL con tapones.

- Columna de cromatografía, de 540 nm de longitud y 35mm de diámetro, con tubo de reflujo de un diámetro aproximado de 10 mm.

Procedimiento

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

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.

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, 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 y se evapora totalmente en vacío a una temperatura inferior a 25 °C.

Expresión de los resultados.

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

$$K\lambda = \frac{E\lambda}{c.e.}$$

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.

Comprobación del espectrofotómetro:

- Disolver 0,200 g de cromato potásico en 1L de hidróxido potásico 0,05 N.
- Tomar 25 mL de esta disolución y pasarlos a un matraz aforado de 500 mL, completando hasta el envase con hidróxido potásico 0,05 N.

- Leer a 275 nm frente a la disolución de hidróxido potásico 0,05 N.
- La lectura deberá ser $0,200 \pm 0,005$.

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 ciclohexano, a las longitudes de onda de 232 y 270 nm, y la determinación de ΔE 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 , longitud de onda máxima absorción alrededor de 270 nm.

Para la determinación de ambos parámetros se ha seguido el método indicado en el Reglamento C.E. 2568/91. de 5 de Septiembre del 1991. Anexo IX

5.2.4 AMARGOR. (K_{225})

El amargor es un atributo sensorial positivo que esta presente en el aceite de oliva, este atributo es función del contenido en polifenoles (Beltran, G. et al. 2000). El amargor de los aceites puede ser cuantificado mediante la medida del K_{225} , parámetro correlacionado con la evaluación sensorial del amargo.

Los compuestos causantes del amargor no se conocen muy bien, pero parece ser que uno de ellos es la oleuropeína, compuesto que se encuentra en grandes cantidades en la aceituna verde, para luego ir descendiendo a medida que transcurre la madurez.

En el laboratorio, este parámetro se determina instrumentalmente mediante el aislamiento previo de los componentes fenolitos a través de una extracción sólido-líquido y una cuantificación global de los mismos por medidas de absorbancia del extracto hidroalcohólico obtenido a 225 nm. (K_{225}).

Reactivos

- Espectrofotómetro para medidas de extinción en el ultravioleta, modelo Perkin-Elmer, a 225 nm de longitud de onda, de acuerdo al método expuesto por Gutiérrez, F. et al. (1992).
- Columnas de Octadecilsilano unido a gel de sílice (40µm APD, 60 Å, C₁₈), Bakerbond spe (6 mL), ref 7020-06.
- Metanol para HPLC.
- n-hexano (p.a.)
- Metanol.: agua (1:1)
- Matraces aforados de 25 mL.

Procedimiento

Activar la columna con 6mL de metanol de HPLC. Eluir hasta que deje de gotear. En la columna quedara 1 mL de metanol retenido en el relleno. A continuación pasar 6 mL de n-hexano a través de la columna que arrastrarán en 1mL de metanol retenido 1 mL de n-hexano.

Pasar 1 g de aceite, disolverlo en 5mL de n-hexano y pasarlo por la columna.

Una vez eluido, desengrasar el relleno con 4 mL aproximadamente de n-hexano, comprobando que no tiene restos de grasa recogiendo una gota en papel de filtro que debe de quedar limpio. Con la ayuda de una pera de goma se elimina el n-hexano que puede quedar en la columna.

La elución se hace con metanol: agua en proporciones de 4 mL a través de la columna. Con el fin de facilitar su paso por el relleno se ayuda con la pera de goma. Recoger el eluido en un matraz de 25 mL hasta el enrase.

Homogenizar la disolución y medir en el Espectrofotómetro a 225 nm empleando como referencia metanol: agua. La concentración se expresa en g./100mL.

$$c = L/4P, \text{ donde}$$

L = Lectura en el Espectrofotómetro

P = Peso de la muestra.

La columna se puede volver a utilizar de 4 a 10 veces, enjuagándola inmediatamente después de usarla con metano.

5.3 ESTABILIDAD

En la valoración de la calidad de aceites y grasas es muy importante tener en cuenta la estabilidad oxidativa de los mismos, ya que esto nos permite predecir la susceptibilidad a la degeneración autooxidativa, y por tanto, conocer su mayor o menor resistencia al enranciamiento.

Podemos definir la estabilidad oxidativa de un aceite como el tiempo necesario para que comience a presentar síntomas de rancidez.

Está condicionada por las características propias del aceite (insaturación, estado de oxidación, existencia de trazas metálicas, contenido en antioxidantes naturales, etc.), así como por la temperatura, luz, acceso de oxígeno, calidad de los recipientes, etc. en los que se haya realizado la conservación. Para estimar la estabilidad de un aceite en un tiempo razonable, desde puntos de vista analíticos y comerciales, es necesario recurrir a factores que aceleren la oxidación, como la temperatura y el paso de oxígeno a su través, ya que, salvo casos especiales, los aceites se conservan ordinariamente en condiciones en que el enranciamiento aparece con bastante lentitud.

El proceso de oxidación es iniciado por reacciones de radicales libres en los ácidos grasos insaturados. Los productos primarios formados son los hidroperóxidos, los cuales se rompen según una serie de reacciones complejas, cuya naturaleza aún no es bien conocida,

dando productos secundarios que incluyen alcoholes y compuestos carbonílicos, los cuales pueden ser oxidados posteriormente a ácidos.

El proceso de oxidación comprende un período de inducción, el cual transcurre de forma lenta, una fase de oxidación rápida durante la cual el consumo de oxígeno y el aumento de peróxidos son muy elevados y en la que se comienzan a detectar los productos volátiles y una etapa final donde se forman compuestos volátiles, de bajo peso molecular muy diversos. Si se sigue el proceso por los cambios que experimentan alguna propiedad (conductividad) o algún compuesto (absorción de oxígeno, hidroperóxidos) relacionados con el mismo, se obtiene una curva característica que presenta una variación brusca dependiente de estas etapas del proceso. La mayor proporción de estos productos volátiles está constituida por ácido fórmico, y en esto se basa el Rancimat, un método desarrollado por Hadorn y Zurcher.

Los compuestos volátiles anteriormente mencionados son arrastrados y atrapados en agua bidestilada y desionizada, medidos conductimétricamente y la conductividad registrada automáticamente frente al tiempo. La evolución de la curva de oxidación determinada de esta manera, es paralela al desarrollo del valor de peróxidos.

La utilización del método Rancimat presenta las siguientes ventajas:

- Automatismo
- Posibilidad de realizar simultáneamente hasta 6 determinaciones.
- Menor trabajo adicional y consumo de reactivos.
- Permite operar entre 50 y 220°C, lo que amplía enormemente sus posibilidades.

Material

- 679 Rancimat Metrohm
- Agua bidestilada y desionizada
- Balanza analítica (Sartorius)
- Tubos de vidrio

Procedimiento

Se pesan 2,5g de muestra con precisión de 0,1mg en el vaso de reacción directamente. Cuando no vayamos a analizar directamente la muestra, tendremos que almacenarla en un lugar fresco y en ausencia de luz, aunque esto no proporciona una protección completa contra cambios involuntarios e incontrolables en la estabilidad a la oxidación.

Una vez preparadas las muestras, las introducimos en el aparato 679 Rancimat, insertando el anillo de vidrio que sirve como barrera de espuma y salpicaduras en el recipiente de reacción. Estos anillos se apoyan en el estrangulamiento del cilindro. Las uniones del recipiente de reacción se aseguran por medio de pinzas.

El aceite de oliva se calienta hasta una temperatura de 112 °C, seguidamente se introduce un flujo de aire, como consecuencia se van a ir formando unos compuestos volátiles, los responsables del sabor y olor desagradables de un aceite rancio, que son recogidos en agua y van a ir aumentando la conductividad eléctrica de ésta. La estabilidad es el tiempo que tarda un aceite en ponerse rancio, se mide como el tiempo invertido en horas hasta llegar a una determinada conductividad eléctrica del agua. Las conductividades medidas de los canales activos son trazadas continuamente en el registro.

5.4 ANÁLISIS SENSORIAL

Las características organolépticas son el conjunto de sensaciones percibidas por los sentidos: olor, sabor y color. El análisis sensorial define como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones humanas ante aquellas características de los alimentos que son perceptibles por los sentidos.

El fundamento del análisis sensorial es definir los términos que corresponden a atributos sensoriales que han de ser utilizados por los catadores durante la aplicación del método.

Procedimiento

El análisis sensorial ha sido realizado por el panel de cata de la Denominación de Origen Priego de Córdoba, de acuerdo a COI /t.20/ Doc.nº 15 /Rev.1.Noviembre 1996, clasificando el aceite de oliva virgen en distintas categorías según su puntuación organoléptica e indicando los descriptores característicos de las variedades de la Denominación de Origen Priego de Córdoba.

El procedimiento realizado en el ensayo ha sido:

- Reconocimiento de atributos
- Escala de intensidades

Cada catador que forma parte del panel debe oler, y después probar, el aceite sometido a examen, con el fin de analizar las percepciones olfativas, gustativas, táctiles y quinestésicas; a continuación deberá señalar en la hoja de perfil la intensidad a la que percibe cada uno de los atributos citados en dicha hoja.

En caso de que se percibiesen atributos distintos de los enumerados, dichos atributos deberán anotarse en el apartado “otros”, empleando el o los términos que los describan con más precisión entre los previamente definidos.

Aparatos y equipos

Los aparatos y equipos utilizados para esta valoración son:

- Copa para la degustación de aceites:

Las copas para la degustación de los aceites que se utilizan, siguen las especificaciones descritas en la Normativa COI/DOC. Nº 5:

- a) Máxima estabilidad, dificultando su inclinación y el derramamiento del aceite contenido.
- b) Fondo fácilmente adaptable a los huecos del bloque de calefacción, que permite el calentamiento homogéneo de la base de la copa.
- c) Estrechamiento de la boca, que favorece la concentración de olores y facilita su identificación.

d) De vidrio oscuro, que no permita al catador percibir el color del aceite, impidiéndole cualquier prejuicio y la posible creación de sesgos o tendencias que puedan afectar a la objetividad de la determinación.

Las dimensiones de las copas son las siguientes:

Capacidad total	130 mL \pm 10mL
Altura total	60 mm \pm 1 mm
Diámetro de la boca	50 mm \pm 1 mm
Diámetro de la parte más ancha	70 mm \pm 1 mm
Diámetro de la base	1,5 mm \pm 0,2 mm
Espesor de vidrio en las paredes	5 mm \pm 1 mm

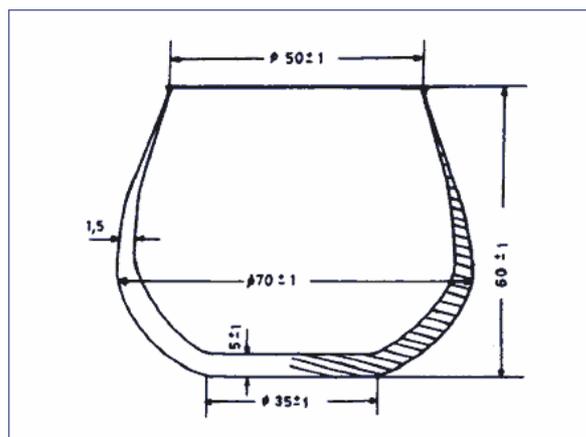


Figura 9. Copa de cata

Cada copa va acompañada de un vidrio de reloj cuyo diámetro será superior de unos 10mm al de su boca. Este vidrio servirá de tapa para evitar la pérdida de aroma y la entrada de polvo.

La copa debe estar fabricada con vidrio resistente, de color oscuro que impida apreciar la coloración de su contenido, exento de rayas o burbujas. El borde es regular, liso y rebordeado. La pieza debe estar recocida, permitiéndole resistir las variaciones de temperatura que sufren en los ensayos.

Para la limpieza de las copas se utiliza 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 se mantienen en la estufa hasta su utilización, o 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 Jefe de Panel.

Dispositivo de calentamiento de las muestras

El examen organoléptico de las muestras se lleva a cabo para una temperatura de los aceites de $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Para conseguir esto, el panel cuenta con un dispositivo de calefacción (estufa IT-01) para mantener los aceites a una temperatura constante. La diferencia de temperatura entre el dispositivo de calentamiento y el aceite de las copas colocadas en las oquedades de los distintos bloques no debe ser superior a $\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Sala de cata

La sala de cata donde se van a llevar a cabo las valoraciones organolépticas, cumple con los requisitos establecidos por el COI en su documento N° 6. El local se mantendrá durante la cata en unas condiciones térmicas e higrométricas de $20\text{-}22^{\circ}\text{C}$ y un estado higrométrico de 60 a 70 por 100 de humedad relativa. Para ello el panel tiene los dispositivos necesarios para mantener tales condiciones así como de los dispositivos necesarios de control de las condiciones.

Antes de empezar la cata, el Jefe de Panel comprueba que las condiciones ambientales de la sala son las adecuadas, registrando dichas condiciones en el formato F-MC5.3-01. En el caso de que las condiciones no fueran las idóneas, el Jefe de Panel esperará hasta que las condiciones sean las óptimas, mediante los dispositivos de refrigeración o los humidificadores (según el caso) o bien pospondrá la sesión.

Personal

El Panel de cata se esta formado por personal cualificado, tal y como se describe en los requisitos de la Normativa COI del documento N° 14.

En la sala de cata se encuentra expuesto un Documento donde se recogen las “Normas Generales de comportamiento de los catadores”, siguiendo las pautas establecidas en la Normativa COI Doc. n°13.

Composición del Panel

El Panel se compone de un Jefe de Panel y un número de catadores comprendidos entre 8-12.

El responsable del panel es una persona suficientemente formada, conocedora y experta en los tipos de aceites que encontrará en su trabajo, previamente cualificada. Es la figura clave del panel y el responsable de la organización y del funcionamiento del mismo. Convocará con tiempo suficiente a los catadores y contestará a todas las preguntas relativas a la realización de los ensayos, aunque se abstendrá de sugerirles ningún tipo de opinión sobre la muestra. Es el responsable del inventario de los utensilios, de su adecuada limpieza, de la preparación y codificación de las muestras, así como de su presentación a los catadores según el diseño experimental adecuado; de la recopilación de los datos y de su tratamiento estadístico.

El trabajo del jefe del panel requiere habilidad sensorial, meticulosidad en la preparación de los ensayos, organización perfecta para su ejecución, así como habilidad y paciencia para planificar y ejecutar las pruebas. Es misión del jefe de panel motivar a los componentes del grupo, fomentando entre ellos el interés, la curiosidad y el espíritu competitivo. Debe evitar que su opinión sea conocida e impedir que los criterios de posibles líderes se impongan sobre los restantes catadores. También es de su competencia la selección, el entrenamiento y el control de los catadores, a fin de controlar su nivel de aptitud.

Presentación de la muestra

El Jefe de Panel es el encargado de la preparación de las muestras, para ello, al menos una hora antes de la cata, sacará de la nevera la muestra de aceite a catar para que alcance la temperatura ambiente.

La muestra de aceite que deberá analizarse se presentará en las copas de cata normalizadas conforme a la Norma del COI/T.20/Doc. n° 5 "Copas para la cata de los aceites". La copa contendrá los 15 mL de aceite y estará cubierta con un vidrio de reloj. Cada copa así como el vidrio de reloj correspondiente esta marcada con un lápiz indeleble e inodoro con un código compuesto de cifras tomadas al azar o de cifras y de letras.

En este punto es necesario indicar cómo se realiza la codificación de las muestras y del reloj.

Temperatura de la prueba

La temperatura de las muestras de aceite dentro de las copas se mantuvieron a $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Horario del ensayo

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. Es por lo que la el ensayo se realizo por la mañana de 10 a 12 horas con una citación previa la semana anterior.

5.4.1 PROCEDIMIENTO DE VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA Y CLASIFICACIÓN

Cada catador que forma parte del panel tenía que oler, y después probar (el catador podrá abstenerse de probar cuando observe algún atributo negativo extremadamente intenso y anotará en la hoja de perfil esta circunstancia excepcional.), el aceite sometido a examen contenido en la copa de cata, con el fin de analizar las percepciones olfativas, gustativas, táctiles y quinesísticas; a continuación deberá señalar en la hoja de perfil puesta a su

disposición (Anexo I de Material y Métodos) percibe cada uno de los atributos negativos y positivos.

En caso de que se percibiesen atributos negativos no enumerados, dichos atributos deberán anotarse en el apartado "otros", empleando el término o los términos que los describan con más precisión entre los definidos en el documento "Atributos".

Utilización de los datos por el jefe de panel

El jefe del panel recoge las hojas de perfil cumplimentadas por cada uno de los catadores, la prueba se realizaba por triplicado.

El Jefe del panel transcribe los datos de cada miembro del panel a la hoja de cálculo, con miras al cálculo estadístico (mediana). La inscripción de los datos para una muestra se realizará con la ayuda de la matriz compuesta de 11 columnas que corresponden a los 11 atributos sensoriales y n líneas que corresponden a los n miembros del panel utilizados. En el caso de que en el apartado "otros" aparezca un defecto dado por al menos el 50% del panel, se procederá al cálculo de la mediana y se clasificará en consecuencia.

Desarrollo de la cata

Antes de empezar la cata el catador lee detenidamente las instrucciones que figuran en el Documento Normas de catadores y no comienza el examen de la muestra hasta estar totalmente concentrado con el trabajo que debe realizar. En caso de duda, debe consultar en privado con el jefe del panel las dificultades encontradas.

El catador procede a tomar la copa, manteniéndola cubierta con su vidrio de reloj, la inclina ligeramente, y en esta posición le da un giro total a fin de mojar lo más posible la superficie interior. Hecha esta operación, separa el vidrio de reloj y procede a oler la muestra, haciendo inspiraciones lentas y profundas, para evaluar el aceite que debe juzgar.

El periodo de olfacción no debía sobrepasar 30 segundos. Si en este periodo no se ha llegado a ninguna conclusión, realiza un pequeño descanso, antes de un nuevo intento.

Una vez realizado el ensayo olfativo, se procede a enjuiciar el flavor (sensación conjunta olfato-gustativa-táctil).

Para ello se toma un pequeño sorbo de aceite, de unos 3 ml aproximadamente, distribuyendo el aceite por toda la cavidad bucal, desde la parte anterior de la boca y la lengua, pasando por los laterales y la parte posterior, hasta los pilares del paladar y la garganta; ya que, como se sabe, la percepción de los cuatro gustos fundamentales (dulce, salado, ácido y amargo) se hace con distinta intensidad según las zonas de la lengua, el paladar y la garganta., era necesario concentrar la atención en el orden de aparición de los estímulos amargo y picante; si no se procede así, en algunos aceites ambos estímulos pueden pasar inadvertidos o el amargo quedar oculto por el picante.

Aspiraciones cortas y sucesivas, introduciendo aire por la boca, permitían, además de extender la muestra ampliamente por la cavidad bucal, percibir por vía retronasal los compuestos volátiles aromáticos.

La sensación táctil del picante era tomada en consideración.

La valoración organoléptica de un aceite de oliva virgen se efectúa sobre una sola muestra por sesión, con un máximo de 3 sesiones al día, para evitar el efecto de contraste que podría producir la degustación inmediata de otras muestras.

Puesto que las catas sucesivas son afectadas por la fatiga, o pérdida de sensibilidad, causadas por las precedentes, se utilizaba un pequeño trozo de manzana, de unos 15 g., el cual, después de masticado, puede ser vertido al escupidor, procediendo seguidamente a enjuagarse con un poco de agua a la temperatura ambiente. Entre la cata finalizada y la siguiente deben transcurrir al menos 15 minutos.

Cálculos y expresión de los resultados. Incertidumbre / dispersión

El jefe de panel con las hojas de perfil de cada catador, procede al cálculo de la media aritmética ($\bar{\chi}$) a partir de las puntuaciones finales de todos los catadores, así como la media aritmética o intensidad media de cada una de las puntuaciones otorgadas a cada uno de los

atributos tanto positivos como negativos, siempre y cuando sean reconocidos por al menos el 50% del panel.

La dispersión de la muestra se calcula sobre la media aritmética ($\bar{\chi}$) de la puntuación final del aceite y se realiza de la siguiente manera:

$$\boxed{\text{Dispersión} = \text{error típico} * t_{\text{student}}}$$

La t de student para un 95% de probabilidad es 2,6,

siendo el error típico: $\text{error típico} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$,

donde N es el número de catadores y σ es la desviación típica

Por tanto la puntuación total se define según la siguiente expresión:

$$\text{Puntuación total} = \bar{\chi} \pm \text{dispersión}$$

5.5 ÍNDICE GLOBAL DE CALIDAD

El índice global de calidad es un índice en el que intervienen con distintas ponderaciones los índices físico-químicos y sensoriales que se han detallado anteriormente. Este índice ha sido propuesto por Gutiérrez y González- Quijano (1989) proporciona una escala continua de calidad y viene definido por:

$$IC = 271 + 0,91 \times PO - 0,81 \times IA - 9,09 \times k_{270} - 0,025 \times IP$$

dónde:

IC = Índice global de calidad.

PO = Puntuación organoléptica, norma

IA = Índice de acidez.

K₂₇₀ = Absorción al ultravioleta a 270 nm.

IP = Índice de peróxidos.

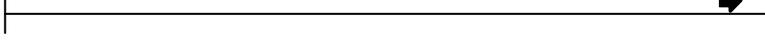
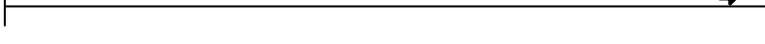
5.6 ANÁLISIS DE DATOS

Los datos obtenidos se han codificado en bases de datos y se ha utilizado para su análisis los siguientes programas:

1. Paquete informático Microsoft Office
2. Programa estadístico SPSS 15.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA): Las variables continuas se expresan como media \pm desviación estándar (DE).

Se ha aplicado el test de ANOVA para establecer diferencias entre medias. Las diferencias han sido consideradas estadísticamente significativas cuando la probabilidad ha sido superior al 95% ($p < 0.05$).

Anexo1. HOJA DE PERFI DEL ACEITE DE OLIVA VIRGEN. (Para uso del catador).

INTENSIDAD DE LAS PERCEPCIONES:	
Frutado	
Amargo	
Picante	
Dulce	
Hoja	
Hierba	
Almendra	
Manzana	
Tomate	
Defectos:	

Nombre del catador:

Fecha:

Código de la muestra:

IV. RESULTADOS

1. PARÁMETROS AGRONÓMICOS

1.1 VARIEDAD PICUDA

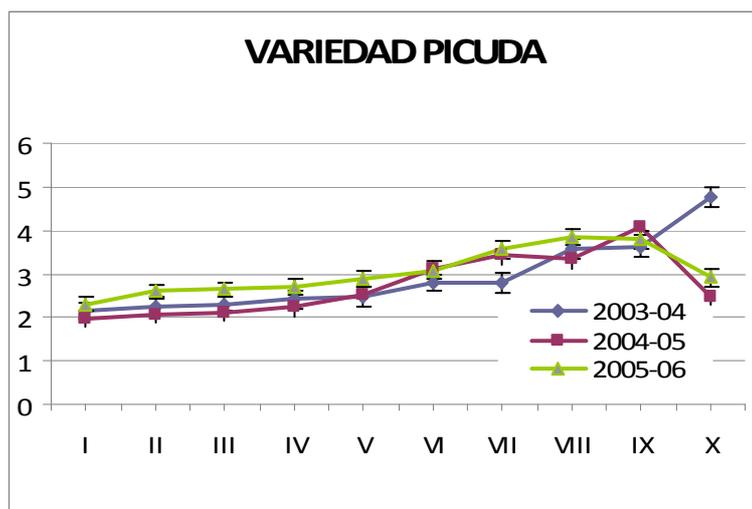
En la tabla 1 se muestra la evolución del índice de madurez a lo largo del tiempo en las distintas campañas. En el primer muestreo, y a lo largo de las tres campañas, se aprecia un valor en torno al 2 y se obtiene un valor en torno al 4 en el X muestreo de la campaña 2003/2004. Sin embargo en las campañas 2004/2005 y 2005/2006, a partir de la muestra IX se observa un descenso de la maduración debido a las condiciones climatológicas adversas que hacen que los frutos más maduros y de mayor peso caigan al suelo.

Tabla 1. Evolución del índice de madurez.

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	2,15±0,19	1,98±0,21	2,31±0,15
II	2,25±0,21	2,08±0,19	2,60±0,15
III	2,31±0,18	2,11±0,17	2,64±0,16
IV	2,42±0,21	2,24±0,21	2,71±0,18
V	2,46±0,23	2,54±0,19	2,88±0,20
VI	2,81±0,19	3,12±0,21	3,09±0,19
VII	2,79±0,22	3,44±0,23	3,56±0,21
VIII	3,56±0,23	3,33±0,21	3,85±0,19
IX	3,64±0,024	4,09±0,24	3,79±0,20
X	4,76±0,23	2,48±0,20	2,91±0,22
F	272,059	112,665	220,226
p	0,0001	0,0001	0,0001

La gráfica 1 muestra como a medida que avanza el tiempo el índice de madurez va aumentando, siendo este aumento más lento en la variedad Picuda que en otras variedades. La evolución que sigue el índice de madurez es muy similar durante los tres periodos estudiados.

Gráfica 1. Evolución del índice de madurez.

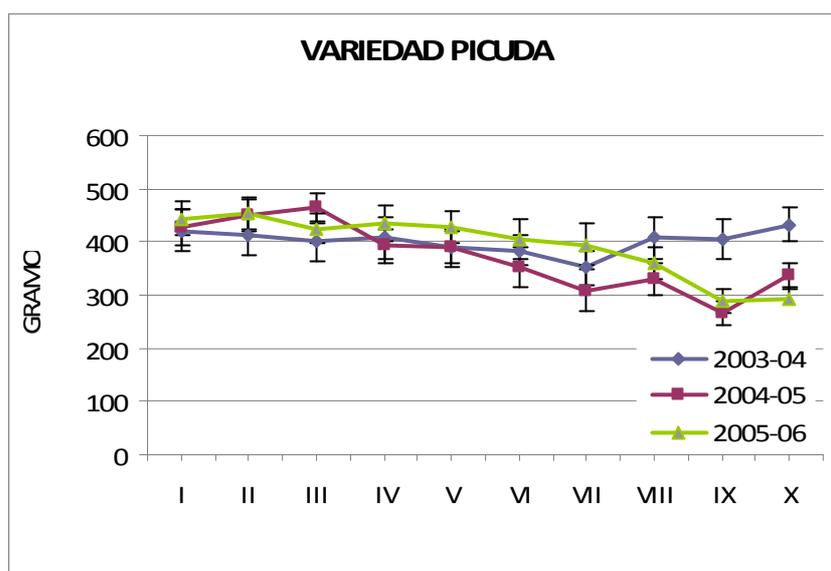


En la tabla 2 se aprecia como el peso de los 100 frutos es mayor en las primeras semanas de muestreo a lo largo de las tres campañas estudiadas, y esto es debido al mayor contenido de agua. A partir de la muestra IV-VII sigue un ritmo descendente, siendo la bajada más notable al final de la campaña 2005/06 debido a la falta de humedad acumulada. En la campaña 2004/2005 la pérdida de peso se hace más pronunciada desde la muestra VII debido a que la aceituna de mayor peso cae al madurar. En la campaña 2003/04 a partir de la muestra VII se observa un aumento debido a las lluvias, alcanzando aproximadamente el peso inicial.

Tabla 2. Evolución del peso de 100 frutos.

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	421,30±38,1	427,11±32,7	443,72±34,6
II	411,50±38,3	448,32±30,1	453,14±35,2
III	401,20±37,1	463,18±28,9	425,27±31,9
IV	407,87±40,0	391,88±32,3	435,18±35,3
V	388,48±36,8	388,33±29,8	428,33±35,9
VI	384,25±28,9	352,81±36,5	405,21±38,2
VII	351,28±32,9	309,35±38,7	395,47±35,6
VIII	407,24±39,8	328,67±29,9	361,64±30,1
IX	405,11±37,3	265,84±23,4	289,69±26,0
X	431,68±32,1	336,38±24,1	292,47±25,3
F	27,037	17,422	352,395
p	0,0001	0,0001	0,0001

Gráfica 2. Evolución del peso de 100 frutos.



VARIEDAD HOJIBLANCA

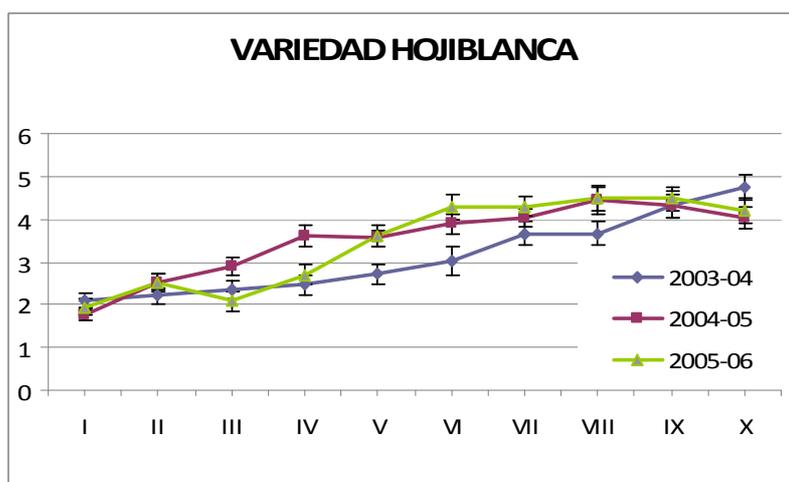
En la tabla 3 observamos que el índice de madurez en la variedad Hojiblanca presenta diferencia significativa en las tres campañas. En la campaña 2003/2004, desde la primera muestra hasta la última sigue una línea ascendente debido a un clima muy regular. En las campañas 2004/2005 y 2005/2006, en líneas generales asciende desde el muestreo I hasta el IX, y a partir de éste hay un ligero descenso debido al peso del fruto de la variedad Hojiblanca que es menor que el de la variedad Picuda, y la caída de los frutos al suelo se encuentra menos influenciado por las condiciones meteorológicas.

Tabla 3. Evolución del índice de madurez.

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	2,09±0,19	1,78±0,24	1,95±0,18
II	2,21±0,18	2,52±0,19	2,51±0,21
III	2,33±0,21	2,90±0,21	2,09±0,23
IV	2,47±0,23	3,60±0,25	2,70±0,22
V	2,72±0,23	3,56±0,19	3,61±0,24
VI	3,02±0,32	3,89±0,23	4,28±0,31
VII	3,67±0,26	4,02±0,21	4,30±0,23
VIII	3,67±0,28	4,44±0,31	4,50±0,29
IX	4,34±0,31	4,31±0,28	4,47±0,27
X	4,74±0,29	4,01±0,25	4,21±0,30
F	604,685	558,522	604,206
p	0,0001	0,0001	0,0001

En este sentido apreciamos en la gráfica 3 el aumento que va experimentando el índice de madurez con el transcurso del tiempo, y este aumento es muy similar durante los tres periodos estudiados y superior en la variedad Hojiblanca en un punto más que en la variedad Picuda al final del muestreo.

Gráfica 3. Evolución del índice de madurez.



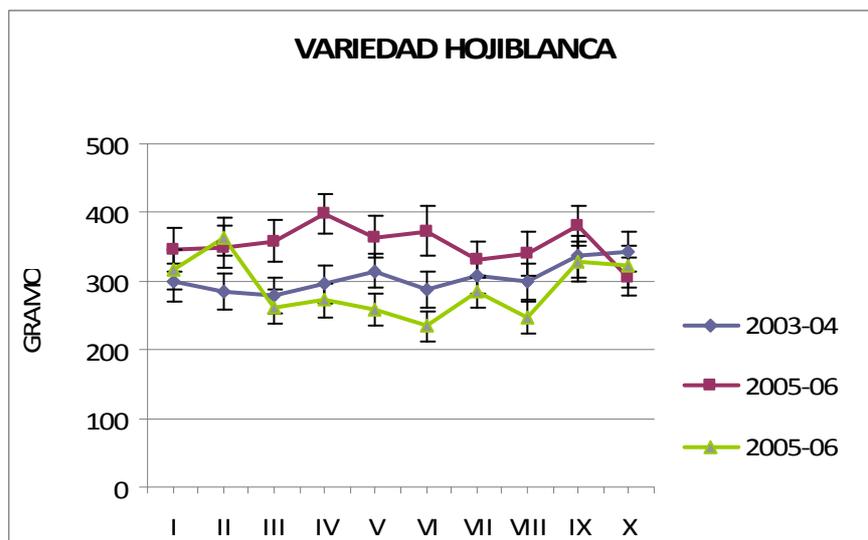
En la tabla 4 se expone el valor del peso de 100 frutos, que es distinto en cada campaña dependiendo de la producción (a mayor producción menor tamaño de los frutos y menor peso). En todas las campañas hay diferencias significativas, con una tendencia similar al de la variedad Picuda, aunque con menor peso debido al tamaño de los frutos de la variedad Hojiblanca.

Tabla 4. Evolución del peso de 100 frutos

MUESTRA	2003-04	2005-06	2005-06
I	298,67±27,6	346,04±32,2	316,46±29,8
II	285,93±25,8	350,11±29,6	363,64±27,8
III	279,54±26,9	358,32±30	262,47±23,9
IV	295,62±28,1	398,03±29,9	272,48±25,4
V	314,87±24,7	364,46±30,2	258,40±23,7
VI	287,40±26,9	372,61±36,1	234,19±22,2
VII	306,71±23,8	332,21±26,8	284,90±24,4
VIII	298,92±25,8	340,09±32,1	246,31±23,2
IX	335,96±30,1	380,24±29,8	329,00±29,2
X	342,93±29,9	306,32±27,9	321,54±29,9
F	108,088	15,703	322,244
p	0,0001	0,0001	0,0001

En la gráfica 4 se representa el peso de 100 frutos donde observamos la diferencia de peso que existe en las distintas campañas.

Gráfica 4. Evolución del peso de los frutos.



2. RENDIMIENTO GRASO Y HUMEDAD

2.1 VARIEDAD PICUDA

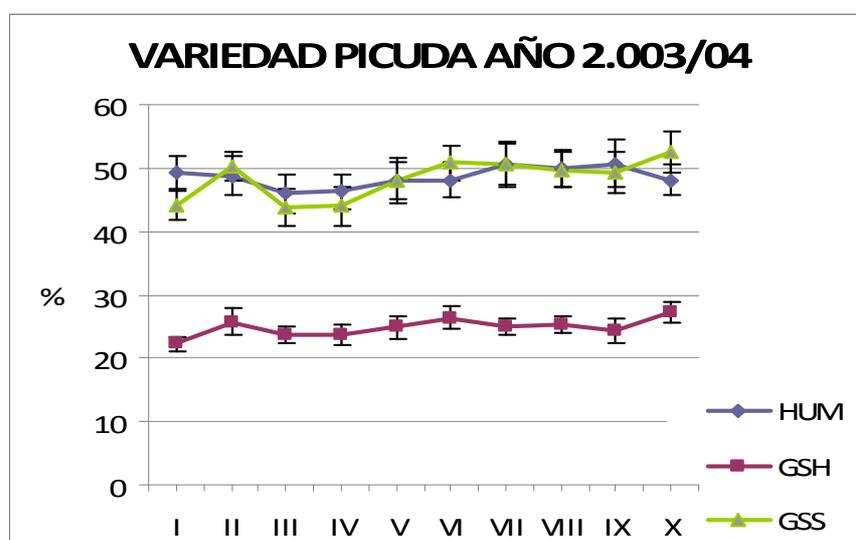
En la tabla 5 se observa como en la campaña 2003/04 desde el primer muestreo el rendimiento graso sobre materia seca es superior al 43%. Con estos valores de rendimiento puede decirse que la variedad Picuda tiene un alto contenido graso y la recolección podría iniciarse desde el primer muestreo. En estos resultados se aprecia un aumento progresivo del rendimiento graso tanto sobre materia seca como sobre materia húmeda, con una humedad del fruto prácticamente constante a pesar de la pluviometría registrada.

Tabla 5. Evolución de humedad y rendimiento expresado en %. Campaña 2003-2004.

MUESTRA	HUM	GSH	GSS
I	49,44±2,61	22,33±1,11	44,19±2,22
II	48,81±2,92	25,77±2,02	50,35±2,31
III	45,95±3,01	23,65±1,24	43,75±2,98
IV	46,29±2,80	23,68±1,74	44,09±3,09
V	48,08±2,90	24,91±1,83	47,98±2,79
VI	48,16±2,89	26,37±1,76	50,88±3,61
VII	50,56±3,14	24,97±1,32	50,52±2,89
VIII	49,91±2,97	25,31±1,41	49,76±3,57
IX	50,75±3,61	24,36±1,82	49,27±3,12
X	48,07±2,42	27,29±1,54	52,54±3,18
F	1,814	2,726	7,432
p	0,128	0,030	0,0001

Durante el periodo 2003/04 a partir de la muestra VI el rendimiento expresado sobre materia seca permanece constante, estando en torno al 50%, lo que quiere decir que se ha formado todo el aceite en el fruto.

Gráfica 5. Evolución de humedad y rendimiento expresado en % campaña 2003/04.



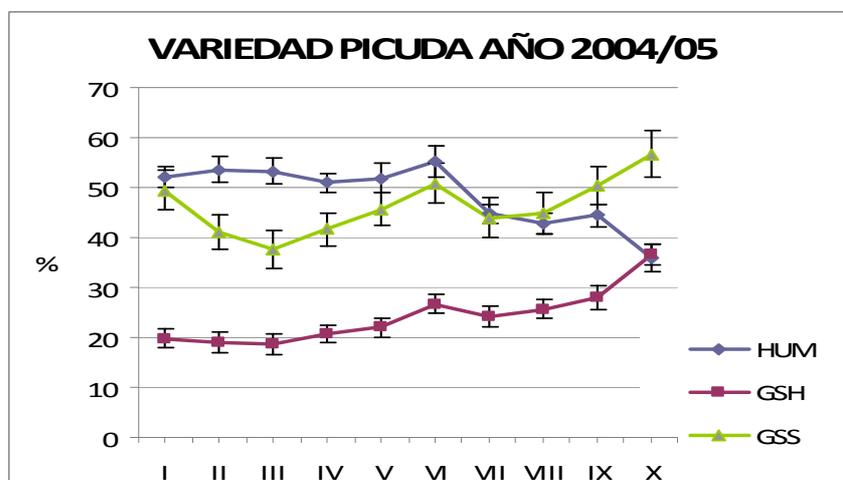
En la tabla 6 (campaña 2004/05) existen diferencias significativas en el contenido de agua en el fruto, en el rendimiento graso sobre materia húmeda y el rendimiento graso sobre materia seca que oscila entre un 41-50% .

Tabla 6. Evolución de humedad y rendimiento expresado en %.Campaña 2004-2005.

MUESTRA	HUM	GSH	GSS
I	52,11±2,16	19,81±2,01	49,41±3,98
II	53,62±2,42	19,00±1,99	41,04±3,61
III	53,26±2,71	18,53±2,01	37,51±3,86
IV	50,89±1,98	20,66±1,64	41,60±3,25
V	51,87±3,01	21,97±1,86	45,66±3,21
VI	55,21±2,98	26,71±1,92	50,83±4,01
VII	44,82±1,98	24,24±2,02	43,93±3,89
VIII	42,69±2,11	25,67±2,01	44,82±4,24
IX	44,40±2,23	27,97±2,32	50,22±3,78
X	35,97±2,71	36,54±2,18	56,65±4,73
F	15,884	20,441	3,181
p	0,0001	0,0001	0,0001

En la gráfica 6 se pone de manifiesto como a medida que disminuye la humedad aumenta el rendimiento graso expresado sobre materia húmeda. Esto explica que el rendimiento graso sobre materia húmeda no sea un dato fiable para decidir cuando existe un contenido graso máximo.

Gráfica 6. Evolución de humedad y rendimiento expresado en %.



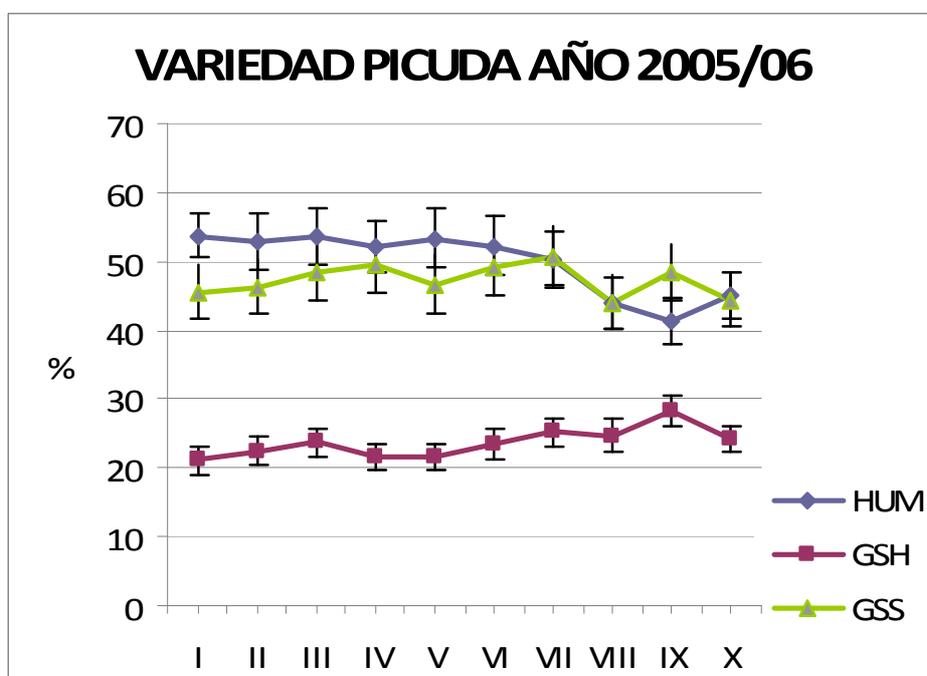
En la tabla 7 en la campaña 2005/06 se observan que existen diferencias significativas tanto en el rendimiento graso sobre materia húmeda, humedad y rendimiento graso sobre materia seca, encontrándose este, en el intervalo de 44-50% durante el muestreo.

Tabla 7. Evolución del rendimiento expresado en %. Campaña 2005-2006.

2005-06	HUM	GSH	GSS
I	53,69±3,23	21,10±1,98	45,56±4,01
II	52,93±3,98	22,49±2,11	46,23±3,87
III	53,53±4,12	23,66±2,13	48,40±4,12
IV	52,12±3,79	21,56±1,89	49,41±3,91
V	53,43±4,21	21,74±1,86	46,68±4,22
VI	52,30±4,32	23,41±2,23	49,08±4,16
VII	50,27±4,22	25,26±2,06	50,80±4,29
VIII	43,90±3,73	24,73±2,31	44,07±3,88
IX	41,32±3,21	28,34±2,11	48,29±4,03
X	45,08±3,43	24,36±1,87	44,37±3,77
F	14,699	7,608	2,029
p	0,0001	0,0001	0,0001

Durante el periodo 2005/06 se observa en la gráfica 7, de forma muy clara como disminuye la humedad escalonadamente a lo largo de la campaña, y de manera inversa aumenta el rendimiento sobre materia humedad, excepto en la muestra X en la que aumenta la humedad y disminuye el rendimiento, coincidiendo con el resultado obtenido en esta campaña y en el mismo muestreo, de la disminución del peso de los 100 frutos, en la que se explicaba que debido a las condiciones climatologicas adversas, los frutos que quedaron en el árbol eran los mas pesados y según los resultados obtenidos los que tenían mas humedad.

Gráfica 7. Evolución del rendimiento.



VARIEDAD HOJIBLANCA

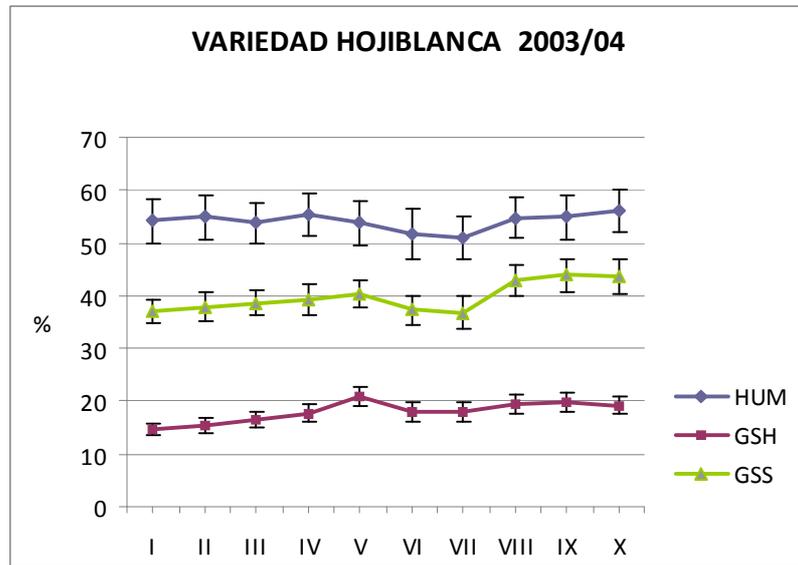
En la tabla 8. Se aprecia que existen diferencias en el rendimiento graso sobre materia seca, humedad, y en el rendimiento graso sobre materia húmeda. En los resultados expresados en la tabla se confirma que el rendimiento graso sobre materia seca es más bajo en las tres campañas estudiadas en la variedad Hojiblanca que en la variedad Picuda.

Tabla 8. Evolución de humedad y rendimiento expresado en %. Campaña 2003-2004

MUESTRA	HUM	GSH	GSS
I	54,11±4,09	14,83±1,89	37,05±2,26
II	54,80±4,31	15,31±1,46	37,93±2,71
III	53,74±3,98	16,52±1,52	38,64±2,34
IV	55,20±4,02	17,64±1,66	39,37±2,91
V	53,84±4,22	20,96±1,91	40,40±2,65
VI	51,71±4,71	17,96±1,69	37,20±2,91
VII	50,93±3,87	18,06±1,76	36,80±3,01
VIII	54,77±3,86	19,35±1,83	42,80±2,88
IX	54,84±4,11	19,80±1,74	43,86±3,14
X	56,07±4,02	19,23±1,82	43,75±3,28
F	1,925	5,269	2,113
p	0,0001	0,0001	0,0001

En la variedad Hojiblanca el rendimiento máximo alcanzado se sitúa alrededor de un 43% desde el muestreo VIII, pudiéndose decir que a partir de este momento todo el aceite está prácticamente formado en el fruto.

Gráfica 8. Evolución humedad y rendimiento expresado en %.



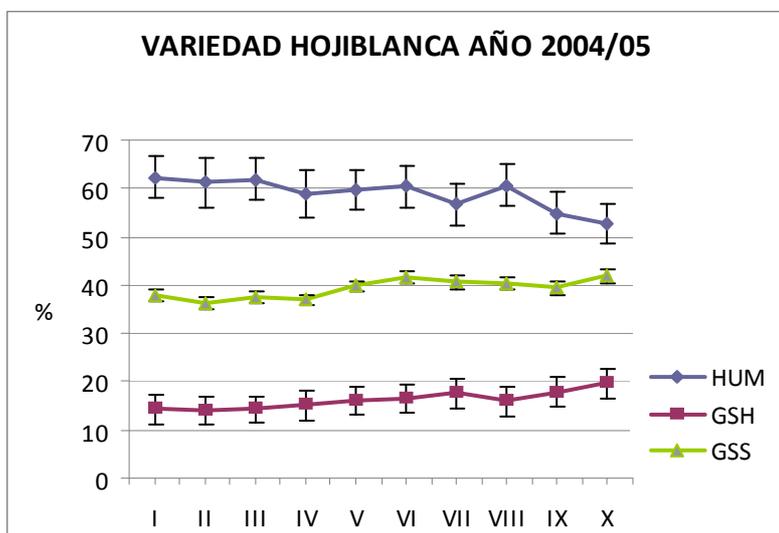
Los resultados obtenidos en la campaña 2004/05 se muestran en la tabla 9 en la que se aprecia diferencias significativas, en el rendimiento graso sobre materia húmeda, humedad y rendimiento graso sobre materia seca a lo largo de toda la campaña.

Tabla 9. Evolución de humedad y rendimiento expresado en %. Campaña 2004-2005

MUESTRA	HUM	GSH	GSS
I	62,25±4,28	14,33±1,17	37,97±3,16
II	61,19±5,03	14,05±1,25	36,20±2,81
III	61,86±4,38	14,28±1,12	37,43±2,67
IV	59,00±4,97	15,13±1,16	36,89±2,99
V	59,63±4,23	16,06±0,91	39,77±2,85
VI	60,33±4,51	16,47±1,14	41,52±3,01
VII	56,65±4,17	17,61±1,36	40,63±3,18
VIII	60,63±4,28	15,93±1,25	40,36±2,99
IX	54,92±4,23	17,79±1,44	39,36±3,07
X	52,79±4,21	19,73±1,32	41,80±3,11
F	8,026	9,820	2,432
p	0,0001	0,0001	0,047

En el gráfico 9 se vuelve a reiterar la relación que existe entre humedad y rendimiento graso expresado sobre materia húmeda y se observa que el momento de iniciar la recolección en la campaña 2004/05 es a partir del V muestreo ya que el rendimiento graso expresado sobre materia seca se sitúa en torno a un 39-40 %, que es el rendimiento óptimo de la variedad Hojiblanca. Sin embargo si tomáramos como referencia el rendimiento sobre materia humedad estaría aún bajo (alrededor de 16%) para iniciar la recolección.

Gráfica 9. Evolución de humedad y rendimiento expresado en %.



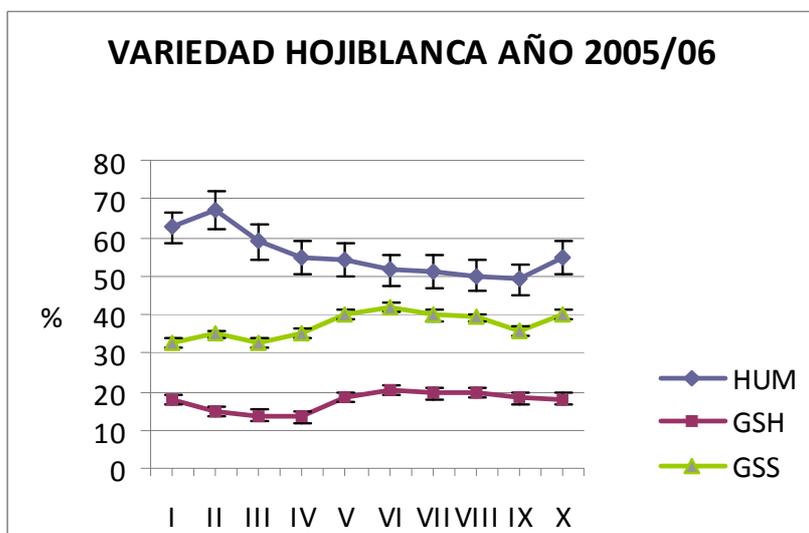
La tabla 10 nos vuelve a mostrar que existen diferencias significativas en el rendimiento graso sobre materia húmeda, humedad y rendimiento graso sobre materia seca a lo largo del proceso de maduración. En la campaña 2005/06 los resultados obtenidos coincide con los obtenidos en la campaña anterior, es decir el momento óptimo de recolección es a partir del V muestreo, sin embargo el rendimiento expresado sobre materia húmeda se sitúa en torno al 19 %, más alto que en la campaña anterior.

Tabla 10. Evolución de humedad y rendimiento expresado en %. Campaña2005-2006.

MUESTRA	HUM	GSH	GSS
I	62,50±4,16	17,85±1,15	32,73±2,98
II	66,86±4,87	14,82±1,19	34,80±3,01
III	58,89±4,54	13,70±1,43	32,70±2,88
IV	54,71±4,32	13,29±1,32	35,23±3,11
V	53,95±4,23	18,44±1,21	40,04±2,98
VI	51,42±4,07	20,30±1,16	41,80±3,19
VII	51,01±4,12	19,46±1,32	39,73±3,21
VIII	49,94±3,98	19,52±1,19	39,08±2,78
IX	48,98±4,09	18,19±1,34	35,65±3,17
X	54,77±4,23	18,09±1,44	40,00±3,12
F	30,181	14,936	25,937
p	0,0001	0,0001	0,0001

En el grafico 10 apreciamos como el rendimiento sobre materia seca evoluciona de forma paralela al rendimiento sobre materia humedad, siendo la época del muestreo V, la óptima para iniciar la recolección, igual que en la campaña anterior.

Gráfica 10. Evolución del Rendimiento.



3. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

3.1 VARIEDAD PICUDA.

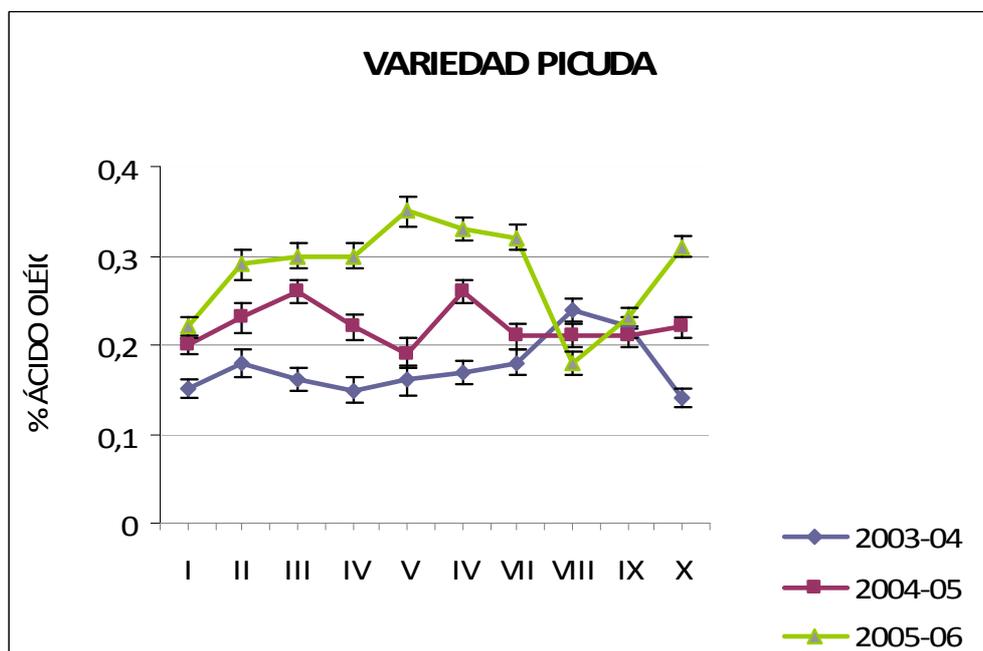
En la tabla 11 se expresa el índice de acidez, encontrándose diferencias significativas en las tres campañas estudiadas, presentando parámetros muy bajos, lejos de los establecidos en la normativa, corroborando que si el fruto permanece sano en el árbol, este índice estará dentro de los establecidos para obtener la categoría superior del aceite de oliva virgen.

Tabla 11. Evolución del grado de acidez.

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	0,15±0,01	0,2±0,011	0,22±0,012
II	0,18±0,015	0,23±0,016	0,29±0,015
III	0,16±0,012	0,26±0,013	0,3±0,014
IV	0,15±0,011	0,22±0,015	0,3±0,012
V	0,16±0,015	0,19±0,017	0,35±0,016
IV	0,17±0,013	0,26±0,013	0,33±0,015
VII	0,18±0,015	0,21±0,014	0,32±0,013
VIII	0,24±0,012	0,21±0,013	0,18±0,017
IX	0,22±0,012	0,21±0,012	0,23±0,012
X	0,14±0,011	0,31±0,011	0,22±0,011
F	40,093	14,108	86,441
p	0,0001	0,0001	0,0001

Los valores de la acidez se mantienen durante el tiempo de muestreo en los tres periodos estudiados con valores que oscilan entre 0,15 y 0,35%., muy por debajo del límite establecido en el Reglamento CE/1989/2003 que es de 0,8% ,para clasificar el aceite como aceite de oliva virgen extra.

Gráfica 11. Evolución del grado de acidez.



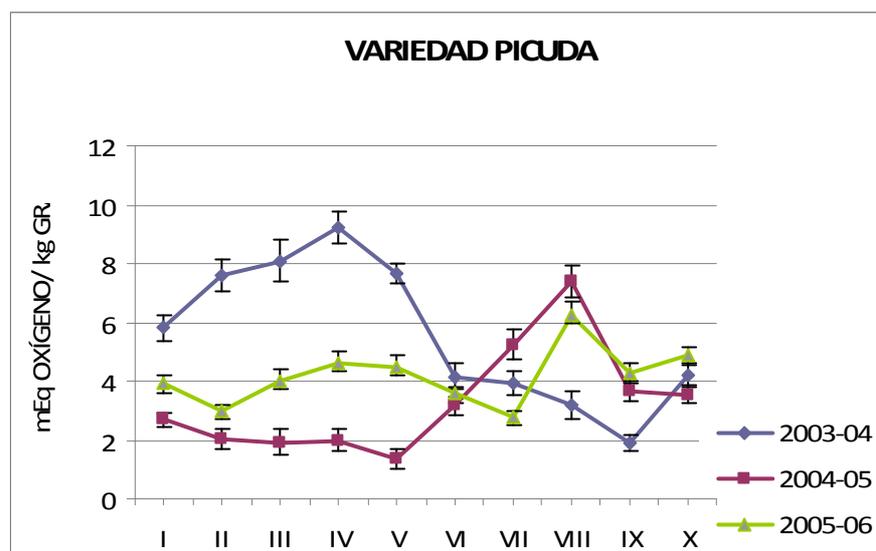
En la tabla 12 se pueden apreciar variaciones notables existiendo diferencias significativas entre las distintas muestras, aunque estando los valores en todo momento dentro de los límites que establece la normativa para un aceite de oliva virgen extra.

En la grafica 12 se muestra El índice de peróxidos que ha oscilado durante las tres campañas estudiadas entre 3 y 9 mEq O₂/kg grasa, situándose por debajo de los límites establecidos Reglamento CE/1989/2003 que es de 20 mEq O₂/kg grasa, para clasificar el aceite como aceite de oliva virgen extra.

Tabla 12. Evolución del Índice de Peróxidos.

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	5,82±0,46	4,21±0,23	6,18±0,28
II	6,29±0,54	5,34±0,32	7,55±0,23
III	5,98±0,71	3,72±0,43	8,54±,37
IV	6,56±0,54	6,13±0,39	7,42±,039
V	6,21±0,32	4,12±0,35	5,70±0,42
VI	5,10±0,44	7,23±0,29	3,69±0,26
VII	5,21±0,4	5,35±0,5	5,71±0,18
VIII	6,02±0,05	5,89±0,57	6,57±0,43
IX	5,89±0,3	6,20±0,32	4,18±0,36
X	6,32±0,39	5,97±0,29	4,20±0,29
F	804,739	357,386	133,234
p	0,0001	0,0001	0,0001

Gráfica 12. Evolución del índice de peróxidos.



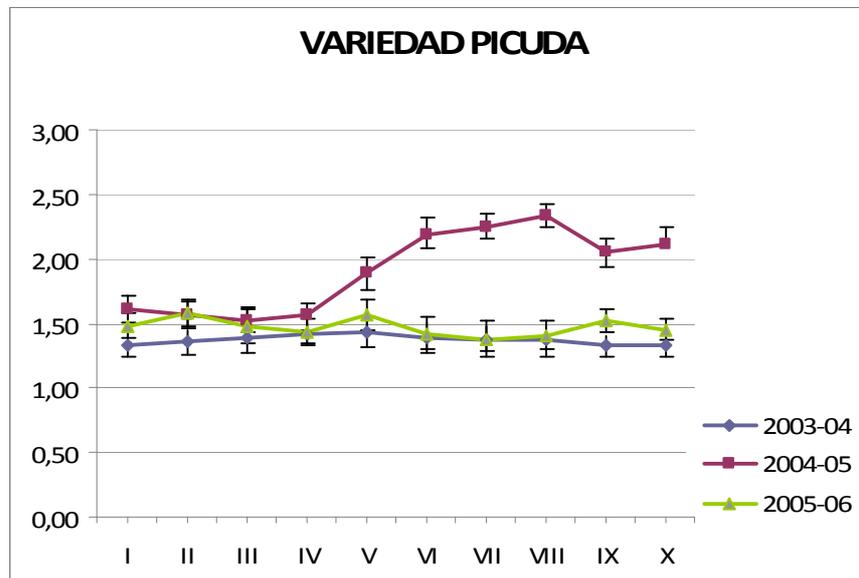
En la tabla 13 se expresa la evolución del K_{232} , encontrándose diferencias significativas durante las tres campañas, podemos observar que no se producen variaciones importantes excepto en la 2004/05 a partir del IV muestreo.

Tabla 13. Evolución del K_{232} .

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	1,33±0,09	1,61±0,11	1,49±0,09
II	1,35±0,10	1,57±0,10	1,58±0,11
III	1,39±0,12	1,52±0,11	1,48±0,13
IV	1,42±0,0,9	1,57±0,08	1,44±0,10
V	1,43±0,10	1,89±0,12	1,57±0,12
VI	1,39±0,12	2,19±0, 13	1,43±0,13
VII	1,38±0,10	2,25±0,10	1,38±0,14
VIII	1,37±0,13	2,34±0,09	1,41±0,11
IX	1,33±0,08	2,06±0,10	1,52±0,09
X	1,33±0,09	2,12±0,12	1,45±0,08
F	25,544	23,58	109,418
p	0,0001	0,0001	0,0001

Al igual que los anteriores parámetros físico-químicos, el K_{232} se sitúa en todos los muestreos efectuados con valores que oscilan entre 1,33- 2,34, valores inferiores al límite establecido en el Reglamento CE/1989/2003 que es de 2,50 para clasificar el aceite como aceite de oliva virgen extra.

Gráfica 13. Evolución del K_{232} .



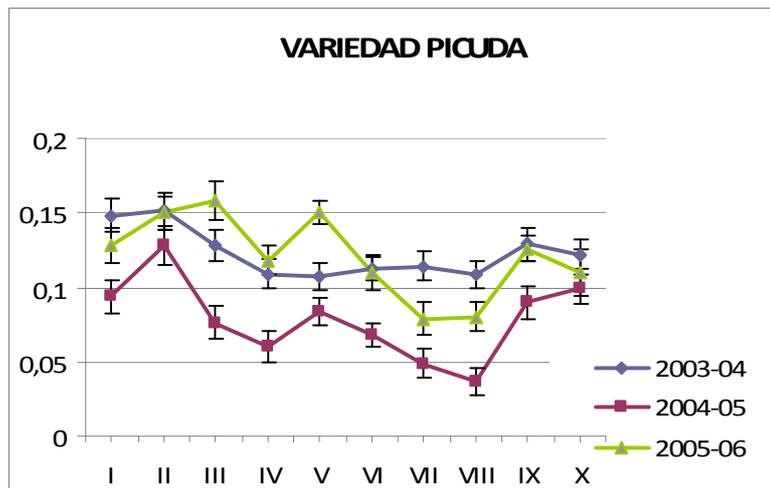
En la tabla 14 podemos observar como el parámetro experimenta subidas y bajadas, no siendo la diferencia entre el primer muestreo y el ultimo no es muy alta. En las tres campañas estudiadas existen diferencias significativas durante la maduración del fruto.

Tabla 14. Evolución del K_{270} .

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	0,15±0,011	0,09±0,01	0,13±0,012
II	0,15±0,013	0,13±0,012	0,15±0,011
III	0,13±0,011	0,08±0,07	0,16±0,013
IV	0,11±0,01	0,06±0,008	0,12±0,01
V	0,11±0,009	0,08±0,008	0,15±0,008
VI	0,11±0,008	0,07±0,006	0,11±0,012
VII	0,11±0,01	0,05±0,006	0,08±0,008
VIII	0,11±0,009	0,04±0,004	0,08±0,09
IX	0,13±0,011	0,09±0,008	0,13±0,01
X	0,12±0,01	0,10±0,01	0,11±0,01
F	1,441	25,312	44,340
p	0,237	0,0001	0,0001

En el gráfico 14 se observa como el K_{270} se sitúa en los muestreos realizados en valores 0,04 y 0,16, situándose por debajo de los límites establecidos en el Reglamento CE/1989/2003 que es de 0,22 para clasificar el aceite como aceite de oliva virgen extra.

Gráfica 14. Evolución del K_{270} .



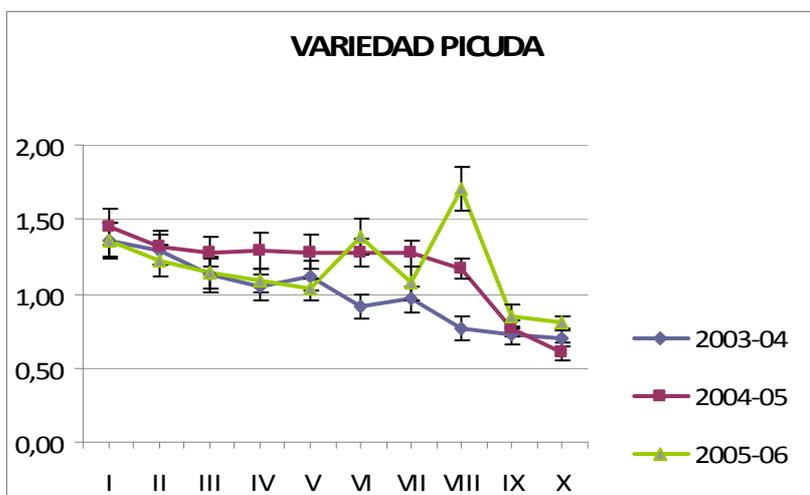
En la tabla 15 se observa la tendencia a descender el K_{225} , ó amargor del aceite a medida que la aceituna va madurando, presentando diferencias significativas en todos los muestreos realizados en las tres campañas estudiadas..

Tabla 15. Evolución del K_{225} .

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	1,36±0,11	1,45±0,12	1,35±0,12
II	1,29±0,10	1,31±0,11	1,22±0,11
III	1,12±0,11	1,28±0,10	1,14±0,11
IV	1,04±0,09	1,29±0,12	1,09±0,08
V	1,12±0,10	1,28±0,11	1,03±0,07
VI	0,91±0,08	1,28±0,10	1,38±0,12
VII	0,96±0,09	1,27±0,09	1,07±0,11
VIII	0,77±0,08	1,17±0,07	1,71±0,15
IX	0,72±0,06	0,77±0,05	0,84±0,08
X	0,70±0,06	0,61±0,06	0,80±0,05
F	88,275	792,599	126,600
p	0,0001	0,0001	0,0001

En la gráfica 15 podemos observar que la evolución del K_{225} desciende siguiendo la misma tendencia en las tres campañas, aunque hay un pequeño salto en la VI prueba de la campaña 2005/06 que puede ser debido a error del muestreo ó que la aceituna más madura cayó al suelo, quedando en el árbol aceitunas con un índice de madurez menor y con más amargor.

Gráfica 15. Evolución del K_{225} .



3.2 VARIEDAD HOJIBLANCA

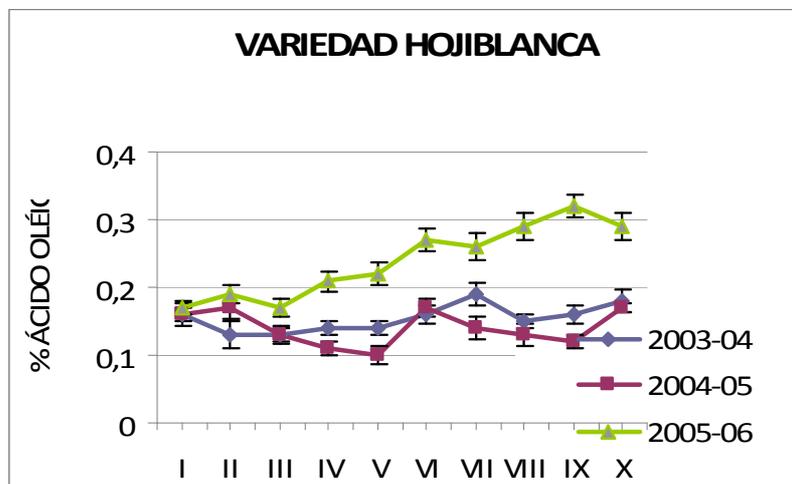
En la tabla 16 se expresa el grado de acidez obtenido en los aceites de la variedad Hojiblanca, existiendo diferencias significativa en las tres campañas analizadas, y con valores muy bajos, lejos de los establecidos en la normativa, corroborando que si el fruto permanece sano en el árbol, este índice estará dentro de los límites establecidos para la categoría del aceite de oliva virgen extra.

Tabla 16. Evolución del grado de acidez.

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	0,16±0,016	0,16±0,01	0,17±0,009
II	0,13±0,019	0,17±0,016	0,19±0,012
III	0,13±0,01	0,13±0,013	0,17±0,013
IV	0,14±0,01	0,11±0,01	0,21±0,015
V	0,14±0,011	0,1±0,014	0,22±0,016
VI	0,16±0,012	0,17±0,015	0,27±0,015
VII	0,19±0,016	0,14±0,017	0,26±0,019
VIII	0,15±0,01	0,13±0,015	0,29±0,02
IX	0,16±0,013	0,17±0,009	0,32±0,018
X	0,18±0,016	0,27±0,007	0,29±0,021
F	10,323	19,755	85,867
p	0,0001	0,0001	0,0001

En la gráfica 16 podemos se muestra los valores del índice de acidez con valores que oscilan entre 0,13 y 0,32%, situándose por debajo de los límites establecidos en el Reglamento CE/1989/2003 que es de 0,8% para clasificar el aceite como aceite de oliva virgen extra.

Gráfica 16. Evolución del grado de acidez.



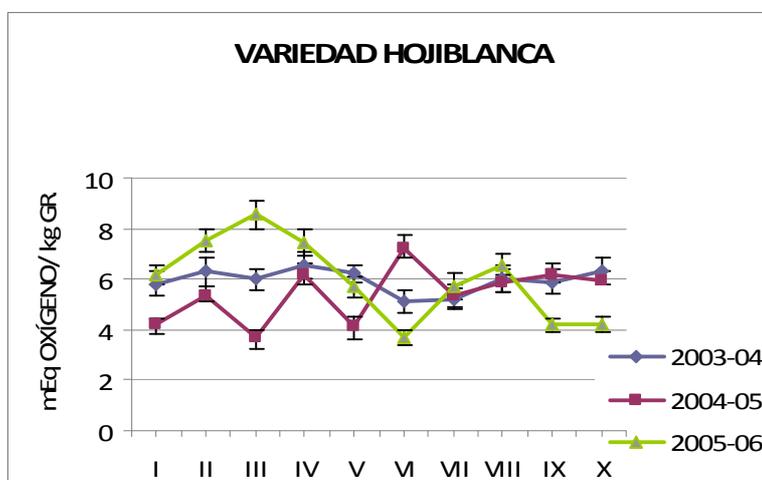
En la tabla 17 se pueden apreciar que en la evolución del índice de peróxidos, existen unas variaciones aparentemente notables entre las distintas muestras, como ocurría en los datos obtenidos en la variedad Picuda, estando los valores en todo momento dentro de los límites que establece la normativa para un aceite de oliva virgen extra, presentando diferencias significativas en la campaña 2003-20004 y en la 2005-2006, y sin embargo no presentan diferencia significativas a lo largo del muestreo en la 2004-05.

Tabla 17. Evolución del Índice de Peróxidos.

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	5,82±0,47	4,21±0,25	6,18±0,38
II	6,29±0,54	5,34±0,36	7,55±0,45
III	5,98±0,41	3,72±0,23	8,54±0,57
IV	6,56±0,54	6,13±0,49	7,42±0,52
V	6,21±0,32	4,12±0,36	5,70±0,42
VI	5,10±0,44	7,23±0,53	3,69±0,27
VII	5,21±0,43	5,35±0,42	5,71±0,52
VIII	6,02±0,52	5,89±0,47	6,57±0,39
IX	5,89±0,49	6,20±0,42	4,18±0,28
X	6,32±0,51	5,97±0,36	4,20±0,31
F	16,688	0,876	701,268
p	0,0001	0,562	0,0001

En la gráfica 17 se muestra los valores obtenidos en el índice de peróxidos, los valores han estado comprendidos entre 3,72 y 8,54, situándose por debajo de los límites establecidos en el Reglamento CE/1989/2003 que es de 20 mEq O₂/kg grasa para clasificar el aceite como aceite de oliva virgen extra.

Gráfica 17. Evolución del índice de peróxidos.



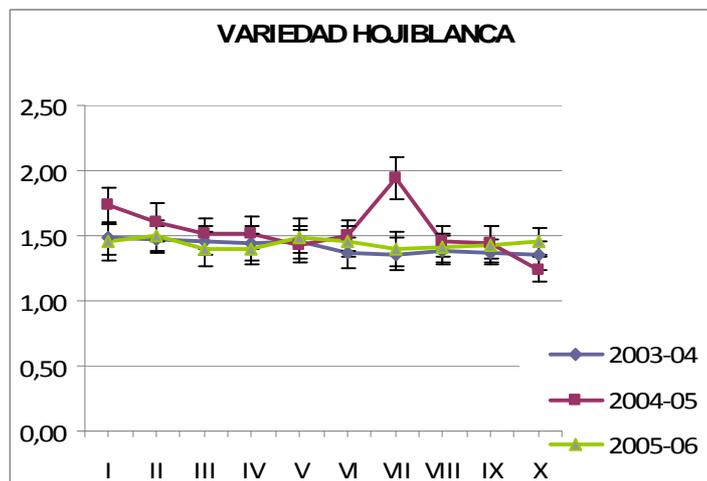
En la Tabla 18 se representa la evolución del K_{232} en la variedad Hojiblanca existiendo diferencia significativa durante el proceso de maduración en las tres campañas estudiadas.

Tabla 18. Evolución del K_{232}

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	1,48±0,13	1,73±0,14	1,45±0,14
II	1,47±0,10	1,60±0,15	1,50±0,12
III	1,46±0,11	1,52±0,12	1,40±0,13
IV	1,45±0,13	1,52±0,13	1,40±0,12
V	1,45±0,09	1,43±0,14	1,48±0,15
VI	1,37±0,12	1,50±0,12	1,46±0,12
VII	1,36±0,13	1,95±0,16	1,40±0,13
VIII	1,39±0,11	1,45±0,12	1,41±0,11
IX	1,37±0,10	1,45±0,12	1,43±0,14
X	1,35±0,11	1,24±0,10	1,46±0,10
F	106,975	1207,476	41,966
p	0,0001	0,0001	0,0001

En la grafica 18 se muestran los valores del K_{232} , que se encuentran en un rango de 1,40 y 1,95, situándose estos por debajo de los límites establecidos en el Reglamento CE/1989/2003 que es de 2,50 para clasificar el aceite como aceite de oliva virgen extra.

Gráfica 18. Evolución del K_{232} .



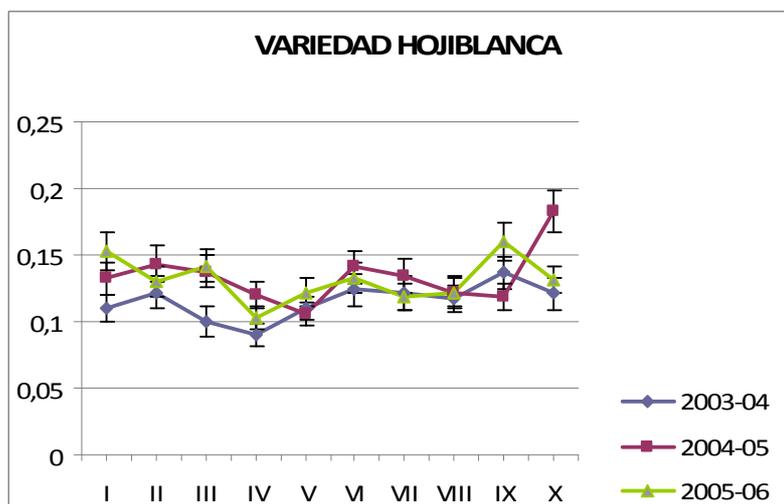
Respecto a los resultados obtenidos del coeficiente de absorción ultravioleta K_{270s} , expresados en la Tabla 19, este parámetro experimenta subidas y bajadas presentando diferencia significativas .en las tres campañas estudiadas.

Tabla 19. Evolución del K_{270} .

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	0,11±0,011	0,13±0,011	0,15±0,013
II	0,12±0,013	0,14±0,013	0,13±0,011
III	0,10±0,012	0,14±0,011	0,14±0,012
IV	0,09±0,009	0,12±0,010	0,10±0,01
V	0,11±0,01	0,11±0,009	0,12±0,009
VI	0,12±0,011	0,14±0,012	0,13±0,01
VII	0,12±0,010	0,13±0,011	0,12±0,009
VIII	0,12±0,011	0,12±0,009	0,12±0,012
IX	0,14±0,013	0,12±0,012	0,16±0,013
X	0,12±0,012	0,18±0,017	0,13±0,01
F	3,036	15,556	8,245
p	0,018	0,0001	0,0001

En el gráfico 19 se observa la evolución del K_{270} situándose en los muestreos realizados en valores 0,09 y 0,18, situándose por debajo de los límites establecidos en el Reglamento CE/1989/2003 que es de 0,22 para clasificar el aceite como aceite de oliva virgen extra.

Gráfica 19. Evolución del K_{270} .



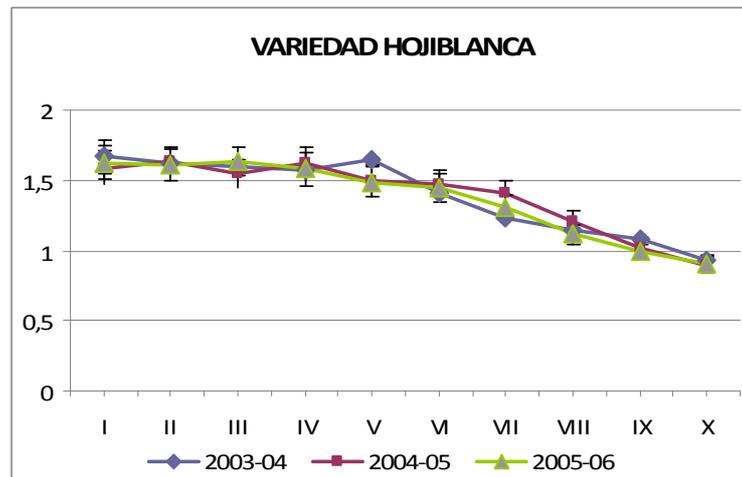
En la tabla 20 se muestra la evolución del amargor ó K_{225} ., existiendo diferencias significativas en las tres campañas, y siguiendo la tendencia a disminuir a medida que avanza la campaña al igual que en la variedad Picuda.

Tabla 20. Evolución del K_{225} .

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	1,48±0,12	1,73±0,11	1,45±0,10
II	1,47±0,11	1,60±0,11	1,50±0,12
III	1,46±0,10	1,52±0,10	1,40±0,11
IV	1,45±0,12	1,52±0,09	1,40±0,10
V	1,45±0,11	1,43±0,08	1,48±0,10
VI	1,37±0,10	1,50±0,10	1,46±0,09
VII	1,36±0,09	1,95±0,08	1,40±0,08
VIII	1,39±0,07	1,45±0,07	1,41±0,09
IX	1,37±0,08	1,45±0,09	1,43±0,06
X	1,35±0,06	1,24±0,07	1,46±0,10
F	14,804	117,697	7,924
p	0,0001	0,0001	0,0001

En la gráfica 20 se muestra la tendencia del K_{225} . a descender a medida que la aceituna va madurando, paralelamente en el aceite obtenido disminuye la intensidad de sus descriptores tales como el amargor .

Gráfica 20. Evolución del K_{225} .



4. ESTABILIDAD

4.1 VARIEDAD PICUDA.

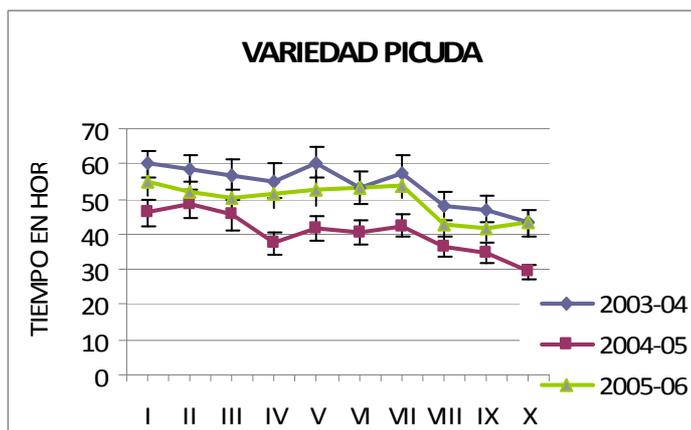
Podemos observar en la tabla 21 la evolución de la estabilidad, durante el proceso de maduración, presentando diferencias significativas en las tres campañas estudiadas

Tabla 21. Evolución de la estabilidad oxidativa.

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	60,01±3,7	46,07±3,67	54,88±4,1
II	58,61±3,82	48,53±3,87	52,27±4,25
III	56,84±4,31	45,45±4,19	50,54±3,91
IV	55,17±4,71	37,54±3,21	51,23±3,69
V	60,43±4,31	41,65±3,69	52,45±4,21
VI	53,19±4,62	40,45±3,42	53,21±4,12
VII	57,12±5,1	42,51±2,98	54,00±3,89
VIII	47,91±3,91	36,45±3,01	42,55±3,76
IX	47,14±3,98	34,86±3,02	41,69±3,26
X	43,26±3,73	29,40±2,09	43,20±3,78
F	51,449	58,95	27,904
p	0,0001	0,0001	0,0001

En el gráfico 21 se muestra; la l tendencia a disminuir en el tiempo, oscilando entre las 46-60 horas en el primer muestreo y las 43- 29 horas en el ultimo. También podemos observar como a partir del muestreo VII que coinciden con frutos de un índice de madurez alto, la estabilidad disminuye más rápidamente.

Gráfica 21. Evolución de la estabilidad oxidativa.



4.2 VARIEDAD HOJIBLANCA.

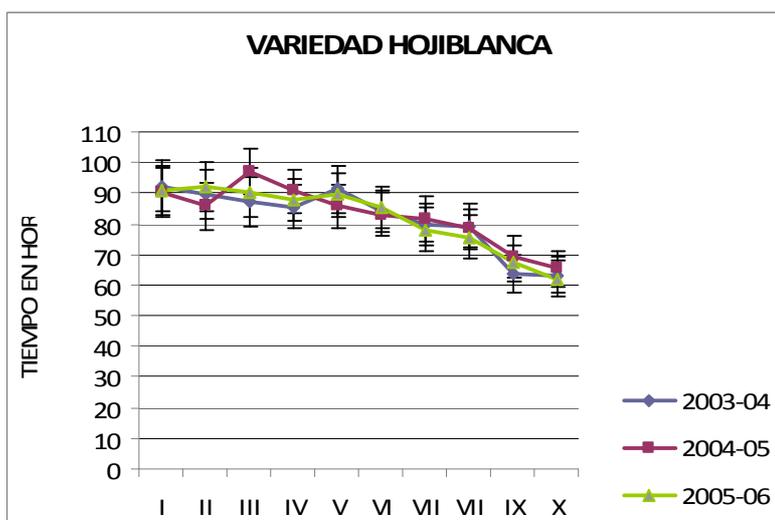
En la tabla 22 se analiza la evolución de la estabilidad de la variedad Hojiblanca presentando esta, diferencias significativas durante las tres campañas estudiadas.

Tabla 22. Evolución de la estabilidad oxidativa.

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	92,13±8,3	90,37±8,01	91,01±7,99
II	89,72±7,9	85,65±7,54	92,12±7,84
III	87,21±8,1	97,10±7,42	90,01±8,01
IV	85,53±6,9	90,59±6,97	87,75±6,87
V	91,16±7,6	85,59±7,2	89,32±7,12
VI	84,05±7,1	83,02±7,1	85,21±6,89
VII	79,57±6,9	81,70±7,57	78,12±6,91
VIII	79,06±7,2	78,30±6,12	75,58±7,12
IX	63,50±6,2	69,09±6,65	67,21±5,84
X	63,11±5,9	65,32±5,91	62,10±6,02
F	1,77,127	294,357	397,686
p	0,0001	0,0001	0,0001

En el gráfico 22 se representa la estabilidad oxidativa de la variedad Hojiblanca, siguiendo la misma tendencia a disminuir, que en la variedad Picuda, sin embargo esta variedad es más resistente a la oxidación, ya que la estabilidad oxidativa oscila en el primer muestreo es de 90-92 horas y en el último de 65-62 horas.

Gráfica 22. Evolución de la estabilidad oxidativa.



5. VALORACIÓN ORGANOLÉPTICA

5.1 VARIEDAD PICUDA.

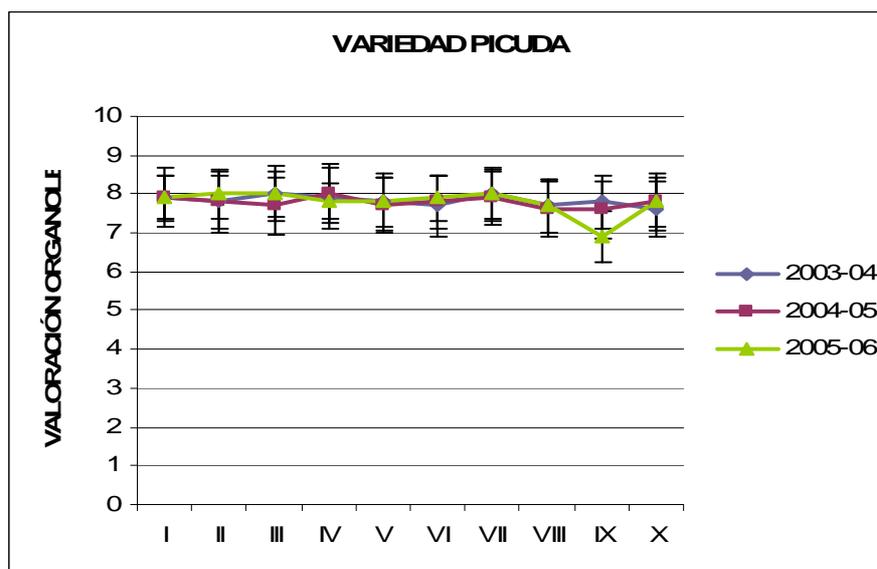
En la tabla 23 se expone los resultados obtenidos en la valoración organoléptica, presentando diferencias significativas durante el proceso de maduración en las tres campañas estudiadas, aunque se mantiene dentro de los límites de clasificación del aceite de oliva virgen extra en todos los muestreos en las campañas 2003/04 y 2005/06, no siendo así en el muestreo X del 2004/05, donde se detectaron defectos organolépticos, y por tanto no se pudo clasificar como aceite de oliva virgen extra.

Tabla 23. Valoración Organoléptica.

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	7,9±0,60	7,9±0,76	7,9±0,56
II	7,8±0,69	7,8±0,78	8,0±0,63
III	8,0±0,71	7,7±0,74	8,0±0,59
IV	7,9±0,78	8,0±0,76	7,8±0,45
V	7,8±0,75	7,7±0,71	7,8±0,64
VI	7,7±0,79	7,8±0,68	7,9±0,59
VII	8,0±0,65	7,9±0,69	8,0±0,68
VIII	7,7±0,68	7,6±0,71	7,7±0,68
IX	7,8±0,69	7,6±0,73	7,7±0,65
X	7,6±0,71	6,9±0,45	7,8±0,69
F	4,665	20,743	3,524
p	0,002	0,0001	0,009

La valoración organoléptica se mantiene entre 8 y 7.6 durante todas las campañas, excepto en el último muestreo de la campaña 2004/06 (esta bajada podría ser consecuencia de las heladas registradas 2005).

Grafico 23. Valoración Organoléptica.



5.2 VARIEDAD HOJIBLANCA

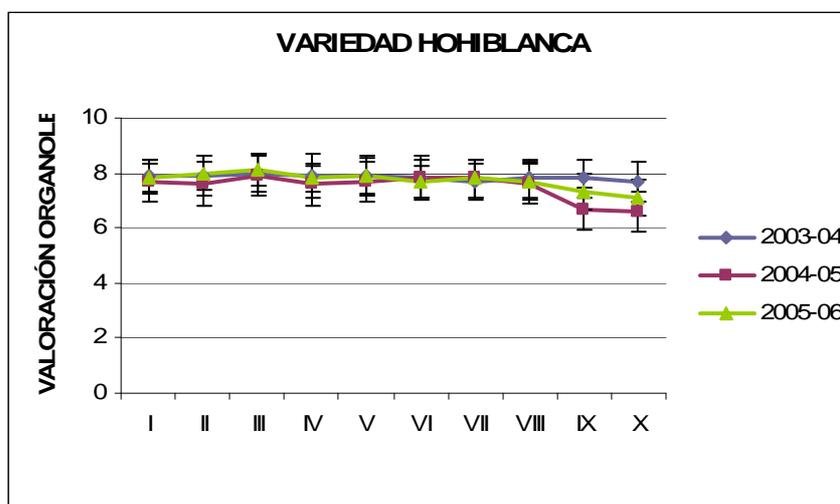
En la tabla 24 se expone la valoración organoléptica de la variedad Hojiblanca que al igual que en la variedad Picuda, presenta diferencias significativas aunque se mantiene dentro de los límites de clasificación del aceite de oliva virgen extra en las tres campañas excepto en el muestreo X del 2004/05 por presentar defectos organolépticos..

Tabla 24. Puntuación Organoléptica

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	7,9±0,62	7,7±0,74	7,8±0,69
II	7,9±0,70	7,6±0,73	8,0±0,68
III	8,0±0,73	7,9±0,71	8,1±0,70
IV	7,9±0,75	7,6±0,72	7,8±0,64
V	7,9±0,76	7,7±0,68	7,9±0,62
VI	7,8±0,78	7,8±0,67	7,7±0,68
VII	7,7±0,64	7,8±0,70	7,8±0,70
VIII	7,8±0,67	7,6±0,69	7,7±0,67
IX	7,8±0,69	6,7±0,71	7,3±0,62
X	7,7±0,70	6,6±0,57	7,1±0,60
F	5,690	51,240	38,349
p	0,0001	0,0001	0,0001

En el gráfico 24 se representa la valoración organoléptica de la variedad Hojiblanca en la que se vuelve a repetir el gran paralelismo que existe con los resultados obtenidos en la variedad Picuda, lo cual pone de manifiesto que si los frutos permanecen sanos en el árbol y la manipulación es la correcta obtendremos aceites de oliva virgen extra.

Gráfico 24. Valoración Organoléptica



6. ÍNDICE GLOBAL DE CALIDAD

6.1 VARIEDAD PICUDA

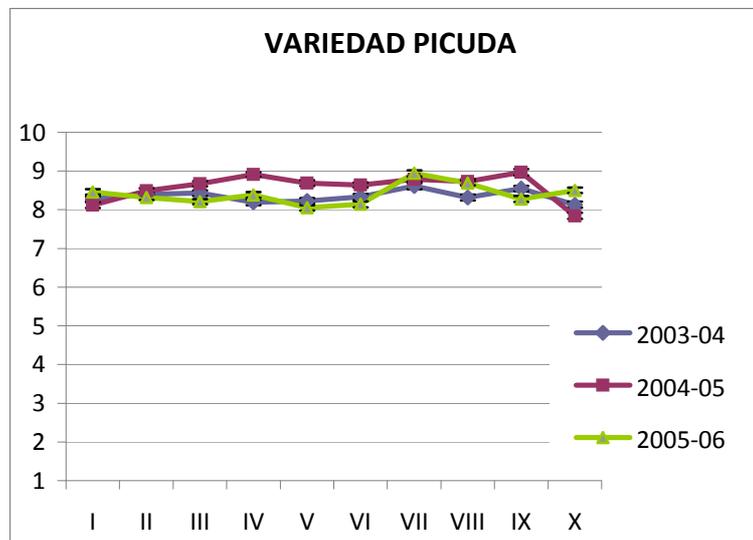
En la tabla 25 se expone la evolución del índice global de calidad en la variedad Picuda en las tres campañas estudiadas, presentando diferencias significativas, con una puntuación elevada en todos los muestreos, excepto el muestreo X del 2004/05.

Tabla 25. Evolución del índice global de calidad.

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	8,28±,63	8,12±0,71	8,46±0,69
II	8,40±0,67	8,49±0,69	8,32±0,72
III	8,43±0,63	8,67±0,65	8,21±0,68
IV	8,19±0,7	8,91±0,59	8,38±0,75
V	8,23±0,67	8,69±0,76	8,05±0,69
VI	8,33±0,71	8,64±0,68	8,14±0,81
VII	8,61±0,71	8,79±0,67	8,94±0,78
VIII	8,32±0,78	8,73±0,59	8,69±0,63
IX	8,55±0,73	8,97±0,80	8,28±0,8
X	8,13±0,79	7,84±0,68	8,50±0,71
F	34,210	4,136	38,743
p	0,0001	0,004	0,0001

Si observamos el gráfico 25 puede decirse que durante las tres campañas los valores más altos del índice de calidad se han concentrado entre la III y la IX muestra. Los resultados obtenidos nos indican que mientras el fruto permanezca en el árbol el índice global de calidad será alto. Cuando el fruto sobremadura, sus características organolépticas se van degradando y esto se traduce en un descenso del índice global de calidad.

Gráfica 25. Evolución del índice global de calidad.



VARIEDAD HOJIBLANCA.

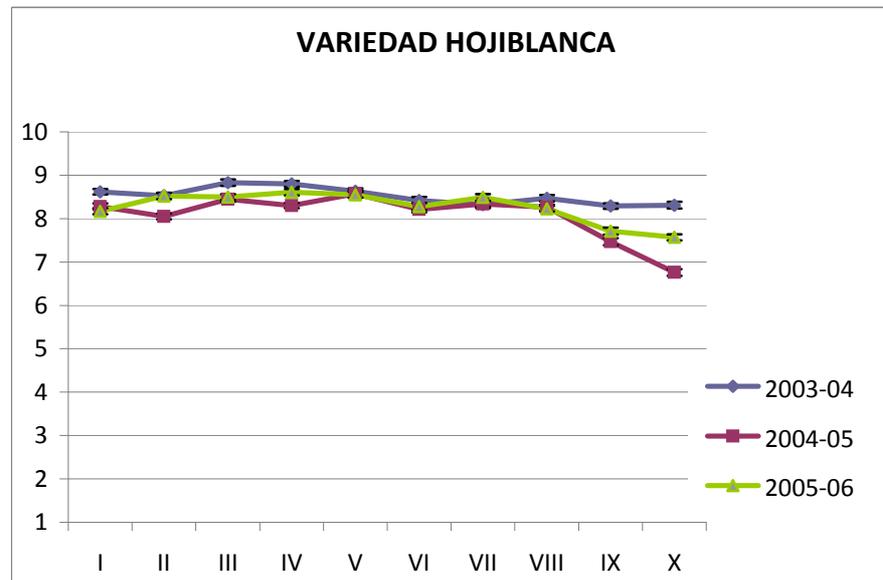
La tabla 26 muestra la evolución del índice global de calidad en la variedad Hojiblanca, presentando diferencias significativas en las tres campañas. La campaña en la que se han alcanzado los valores más altos ha sido, la campaña 2.003/04.

Tabla 26. Evolución del índice global de calidad.

MUESTRA	2003-04	2004-05	2005-06
I	8,62±0,65	8,28±0,70	8,17±0,68
II	8,53±0,66	8,05±0,71	8,52±0,71
III	8,83±0,71	8,45±0,68	8,50±0,70
IV	8,80±0,69	8,30±0,61	8,61±0,73
V	8,63±0,73	8,57±0,75	8,55±0,71
VI	8,42±0,77	8,21±0,65	8,28±0,79
VII	8,32±0,80	8,34±0,69	8,49±0,80
VIII	8,47±0,76	8,26±0,60	8,23±0,63
IX	8,29±0,70	7,47±0,69	7,61±0,71
X	8,31±0,79	6,76±0,53	7,59±0,68
F	20,416	110,886	253,273
p	0,0001	0,0001	0,0001

De forma general, puede decirse que los mayores valores del índice global de calidad de la variedad Hojiblanca se concentran entre la III y la VIII muestra, con parámetros comprendidos entre 8,2 y 8,9. A partir de la VIII muestra se observa un gran descenso en el valor del índice global de calidad, mucho más acentuado durante la campaña 2.004/05

Gráfica 26. Evolución del índice global de calidad.



7. ANÁLISIS SENSORIAL

Todas las muestras consideradas en este trabajo de investigación fueron descritas por un panel analítico descrito en material y métodos. Para los análisis descriptivos se seleccionaron un total de 11 atributos sensoriales: frutado, hierba, hoja, amargo, picante, dulce almendra, manzana, tomate, avinado y avinagrado. Los atributos se recogieron en una ficha descriptiva donde los panelistas marcaron la intensidad de cada descriptor en una escala continua que iba desde 0 a 10. No todos ellos aparecieron en las dos variedades, ni en todas las muestras de las tres campañas estudiadas de cada variedad. Por ello, tal como se observa en las gráficas de cada campaña, sólo se representan los descriptores que fueron percibidos en alguna de las muestras de dicha campaña.

7.1 VARIEDAD PICUDA

Esta variedad fue descrita mediante 9 de los 11 descriptores seleccionados: frutado, hierba, hoja, amargo, picante, dulce, manzana, almendra y avinado. Como se puede observar en las gráficas de los siguientes apartados, los dos últimos descriptores, almendra y avinado, no aparecieron en las tres campañas. Así, el descriptor almendra apareció en la mayoría de las muestras de las campañas 2003/04 y 2005/06, mientras que el descriptor avinado sólo estuvo presente en una de las muestras de la campaña 2004/05.

7.1.1 EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DURANTE LA CAMPAÑA 2003/04

De manera general, el descriptor frutado fue el que alcanzó los valores más altos de intensidad, mientras que el atributo dulce fue el que menor puntuación obtuvo en las muestras de esta campaña.

Respecto a la evolución del perfil sensorial podemos observar que los descriptores frutado, hierba, picante y almendra presentaron valores similares y más o menos constantes durante toda la campaña. De hecho, todos estuvieron presentes en todas las muestras excepto el descriptor almendra, que no se apreció en la muestra VI.

El atributo hoja presentó una intensidad significativamente mayor ($F= 29823$; $p= 0,0001$) en las muestras recolectadas al principio de la campaña (gráficas I-III), mientras que a partir de la muestra V los valores fueron más bajos. Curiosamente, la muestra IV fue la que presentó una intensidad inferior a 4 en el atributo a hoja.

Por otro lado, el descriptor dulce fue el que más evolucionó durante esta campaña, ya que las primeras muestras I y IV presentaron los valores más bajos mientras que estos valores fueron aumentando hasta alcanzar un valor de 4.5 en la muestra X. El aroma a manzana no estuvo presente en todas las muestras. Sólo en las VI y la VIII alcanzó una intensidad de 5.

De todas las muestras de esta campaña, la que presentó valores en todos los atributos y con una intensidad similar fue la muestra VIII.

Figura 1a. Perfiles Sensoriales. Variedad Picuda, campaña 2003/04.

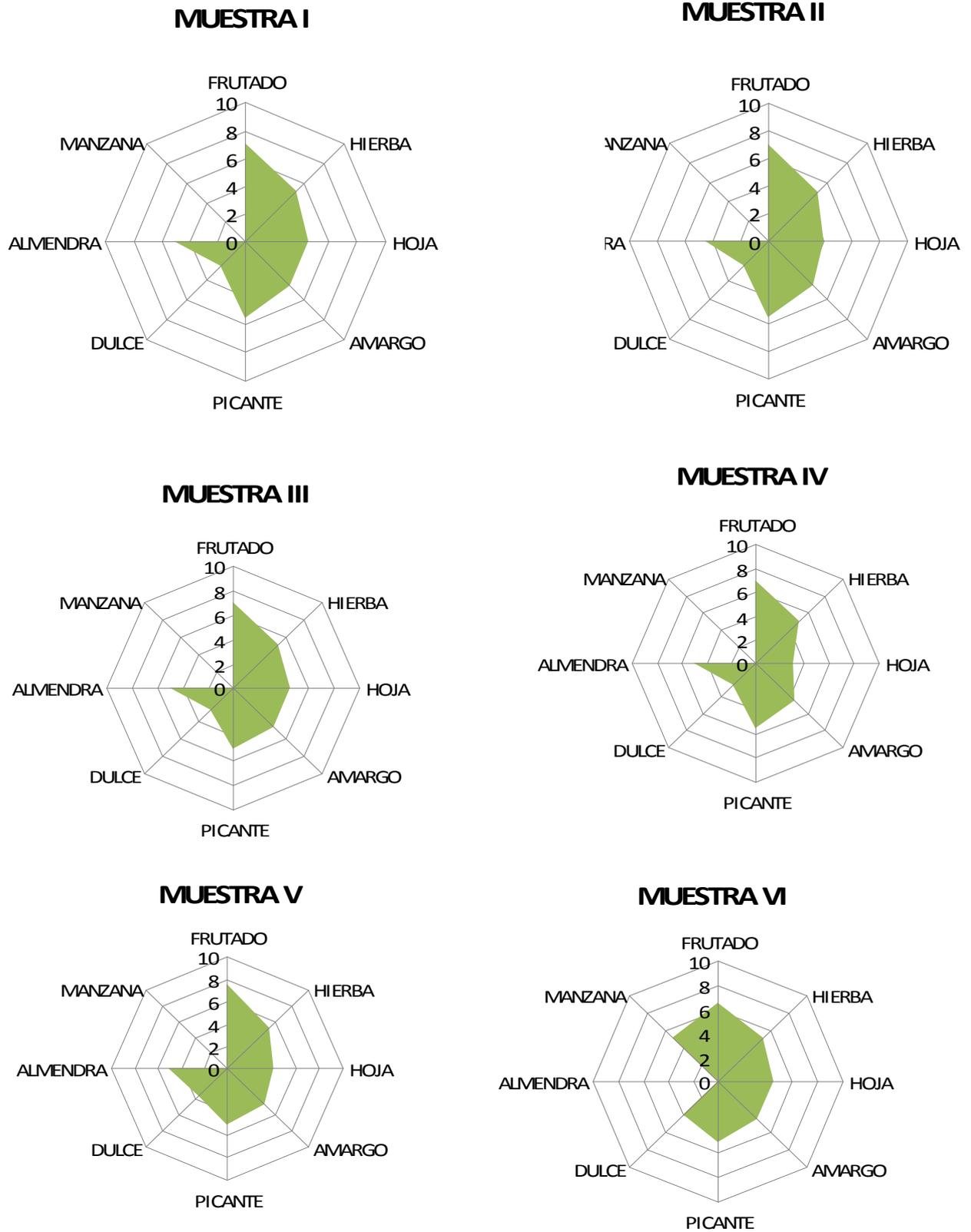
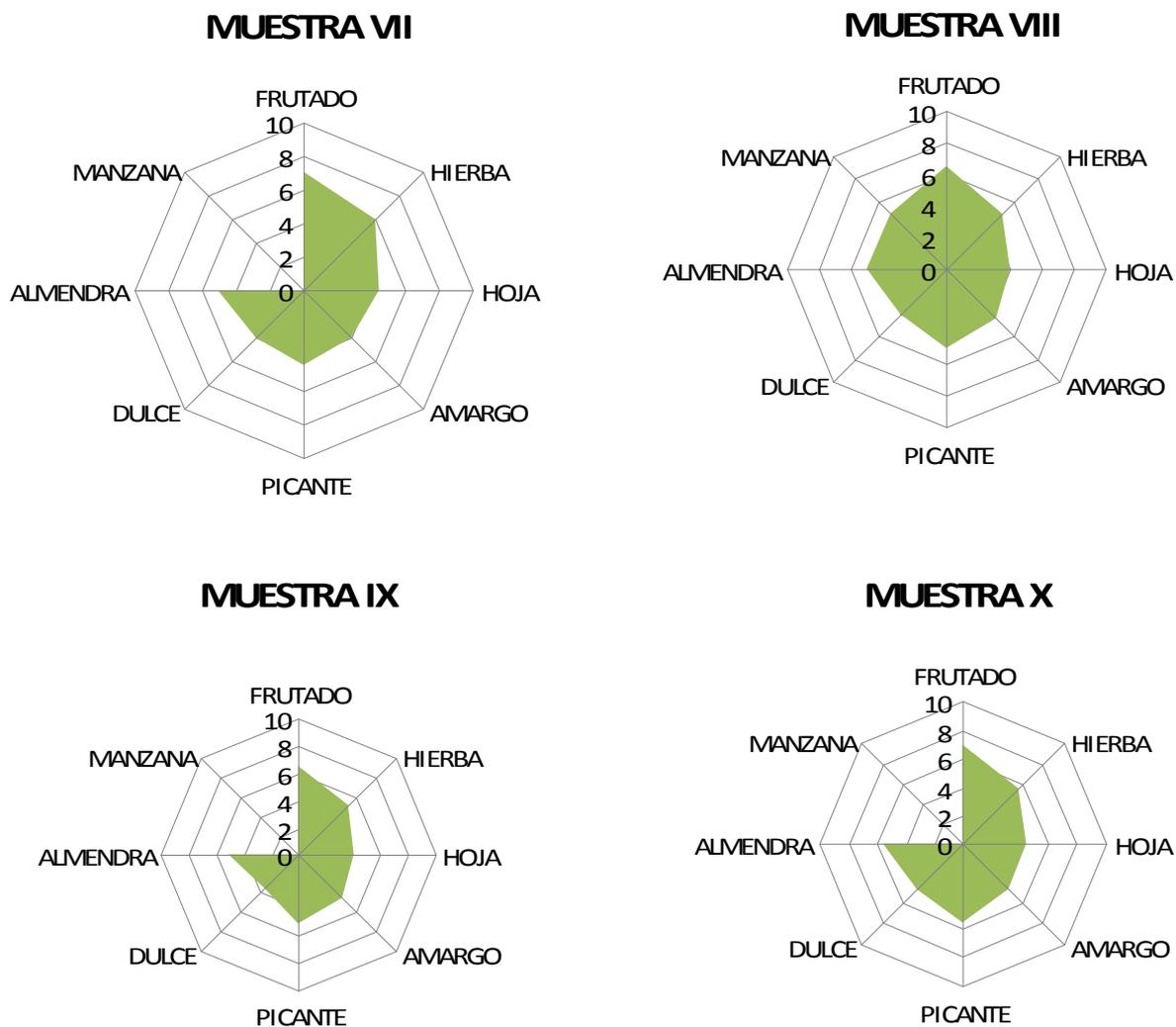


Figura 1b. Perfiles Sensoriales. Variedad Picuda, campaña 2003/04.



7.1.2 EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DURANTE LA CAMPAÑA 2004/05

Al igual que en la campaña anterior el atributo frutado fue el que presentó las mayores intensidades aunque algo menores que en la campaña anterior. En esta campaña no aparece el descriptor almendra y si el avinado en la muestra X.

Respecto a la evolución, los atributos de las muestras de esta campaña no presentaron valores tan similares como se observó en la campaña anterior. Sólo el

descriptor picante permaneció más o menos constante durante toda la campaña, presentando unos valores alrededor de 5.

Figura 2a. Perfiles Sensoriales. Variedad Picuda, campaña 2004/05

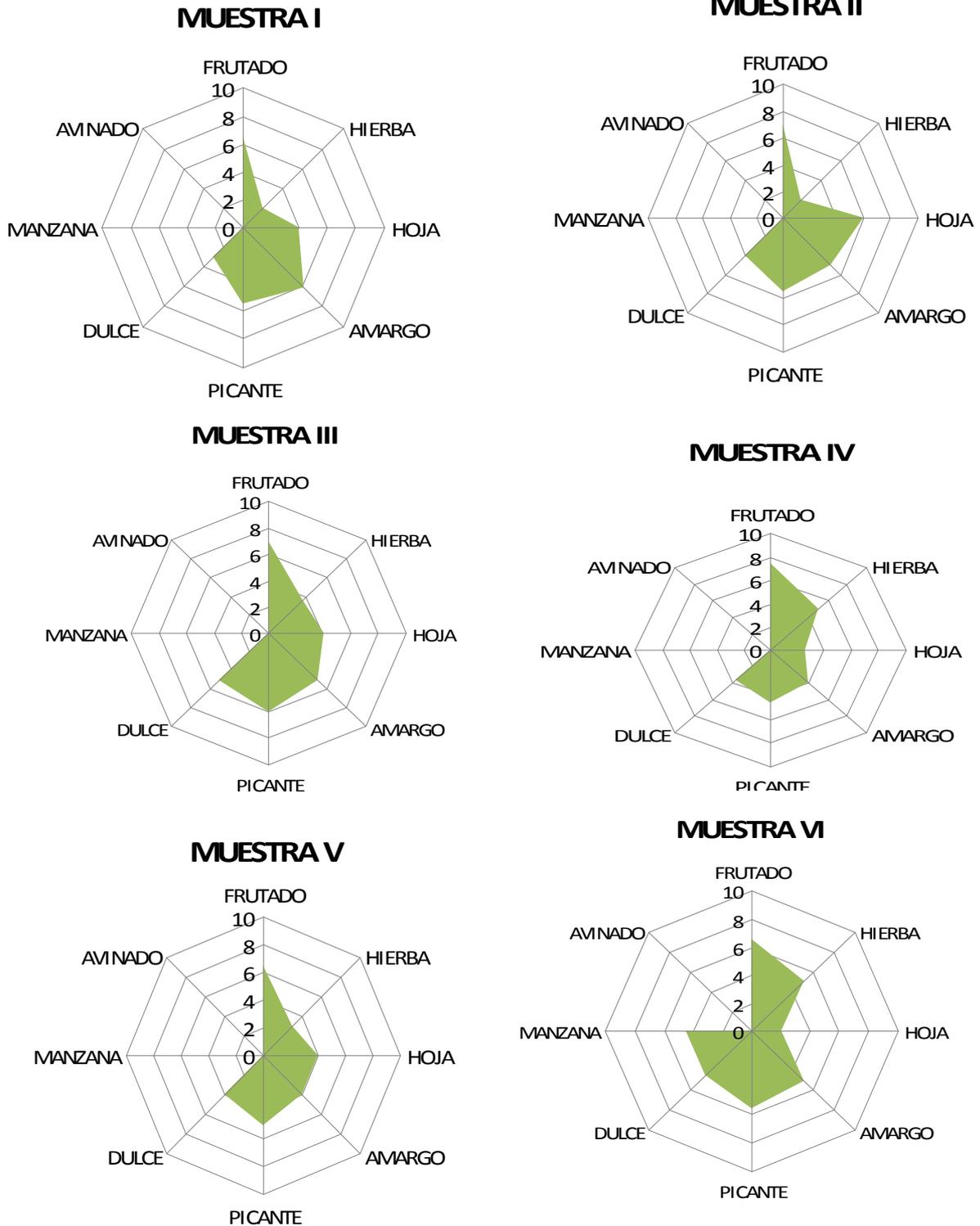
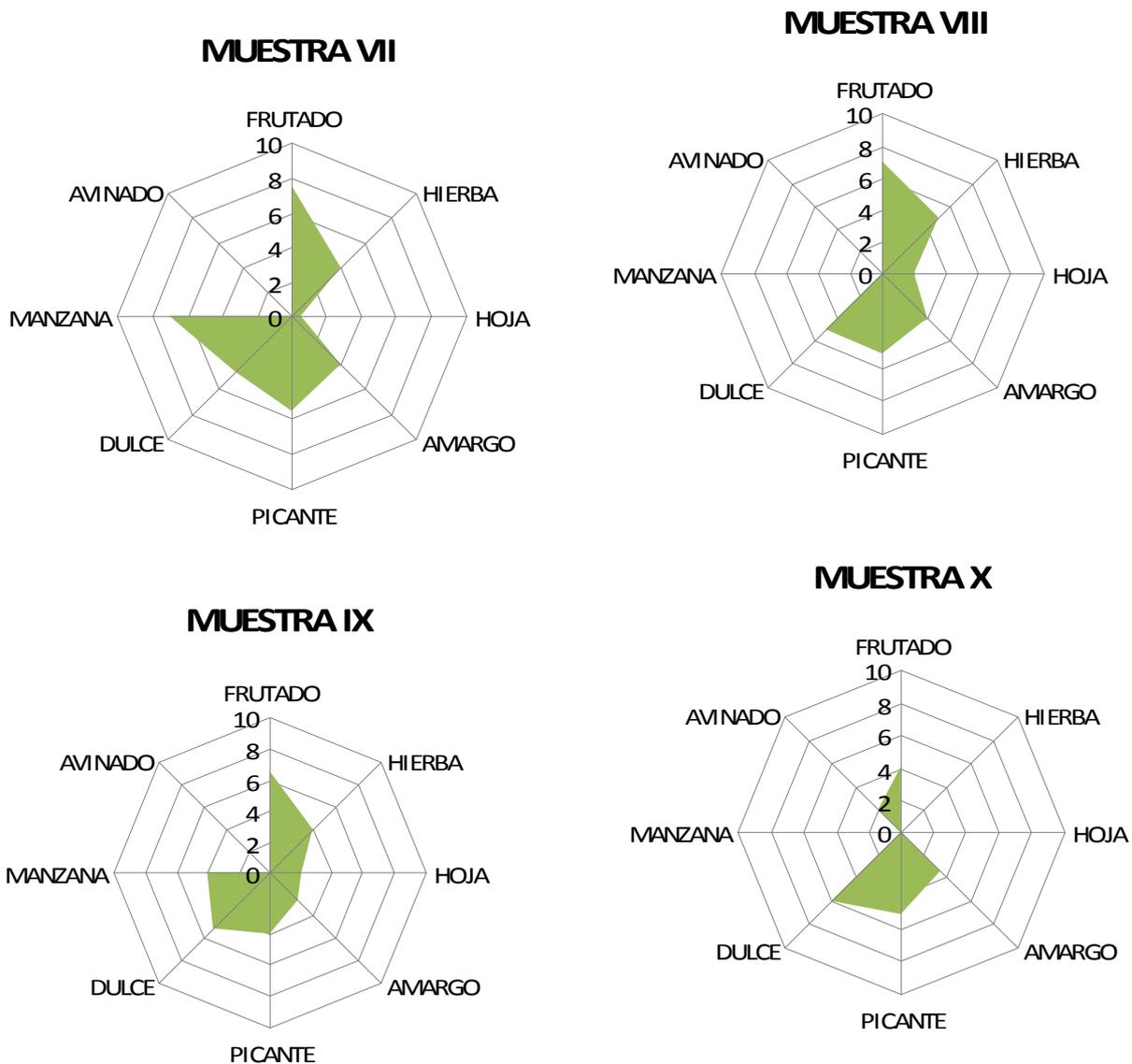


Figura 2b. Perfiles Sensoriales. Variedad Picuda, campaña 2004/05



El descriptor hierba presentó valores significativamente ($F = 268,875$, $p = 0,0001$) más bajos en las dos primeras muestras y a medida que madura el fruto aumenta la intensidad de este; en la muestra X no se aprecia el aroma de hierba.

El dulce presentó valores más altos que en la campaña anterior y también va aumentando significativamente ($F = 62,989$; $p = 0,0001$) durante la campaña alcanzando la mayor intensidad en la muestra X. Por el contrario, el atributo amargo parece disminuir de

manera significativa ($F=197,508$; $p = 0,0001$) durante la campaña, alcanzando las intensidades más bajas en las muestras IX y X.

El descriptor hoja tampoco fue percibido en la muestra X. Además, este atributo fue el que más varió durante la campaña con valores entre 6-0,5, presentando la intensidad más alta en la muestra II y la más baja en la muestra VII.

El descriptor manzana, sólo estuvo presente en las muestras VI, VII y IX, alcanzando un valor de 7 en la muestra VII.

7.1.3 EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DURANTE LA CAMPAÑA 2005/06

El atributo frutado es el que alcanza valores de intensidad más altos tal y como en las dos campañas anteriores, sin embargo se observó un descenso en las dos últimas muestras (IX y X) presentando los valores más bajos. Estas muestras también alcanzaron los valores más bajos de intensidad en la mayoría de los atributos sensoriales.

Las primeras muestras I-III de la campaña mostraron valores similares respecto a los atributos hierba, hoja, amargo y picante. Sin embargo, excepto el descriptor hierba que se mantiene más o menos constante durante toda la campaña, los valores de los otros descriptores fueron disminuyendo de manera significativa a medida que maduraban los frutos.

El descriptor dulce también presentó valores similares, aunque algo inferiores, en todas las muestras de esta campaña. Por otro lado, el aroma a almendra fue percibido en la mayoría de las muestras de esta campaña con una intensidad entre 4 y 5. El descriptor manzana sólo fue percibido en las dos últimas muestras.

Figura 3a. Perfiles Sensoriales. Variedad Picuda, campaña 2005/06

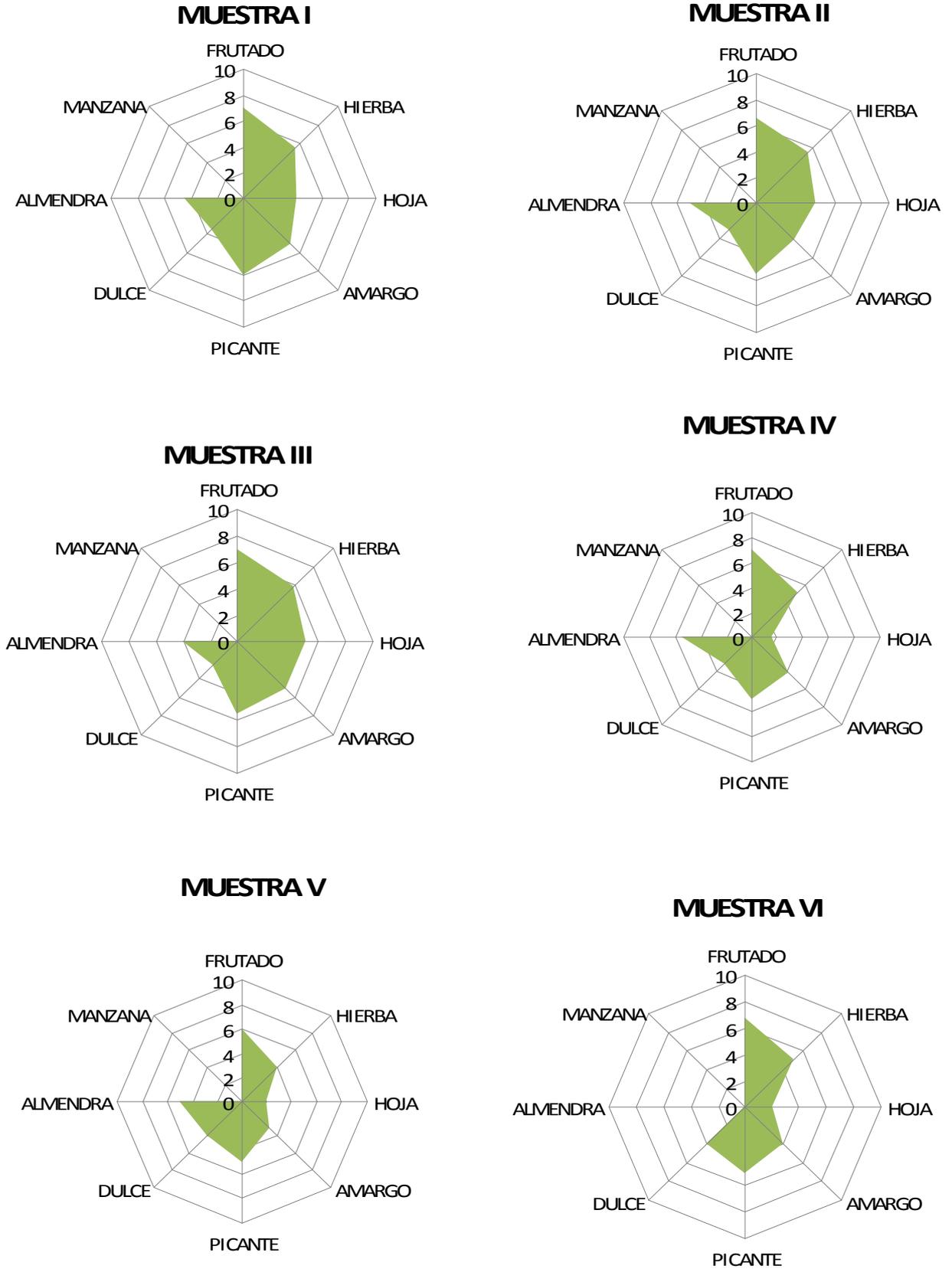
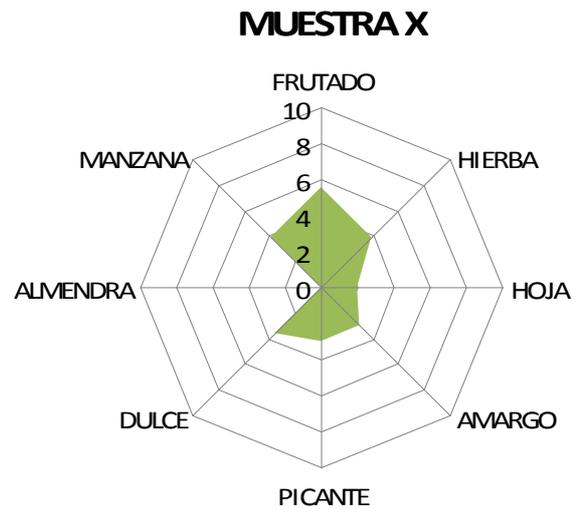
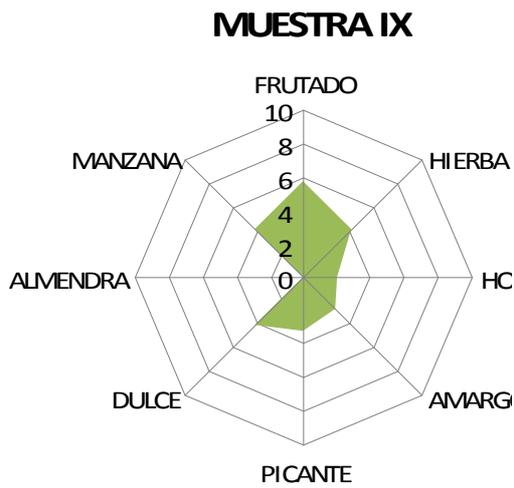
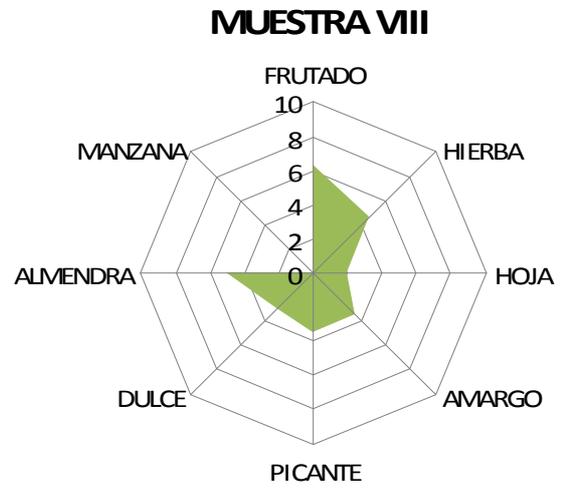
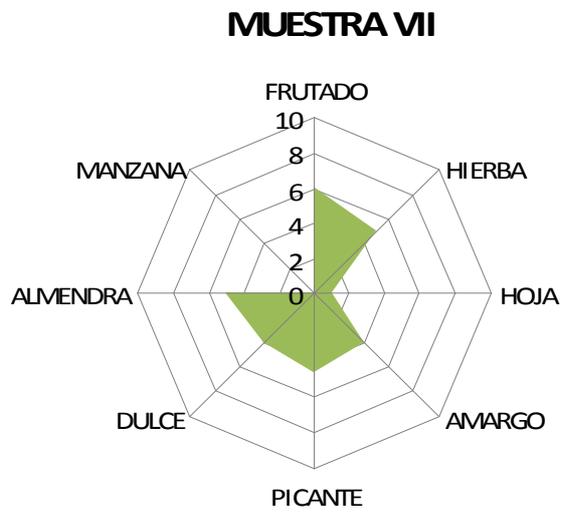


Figura 3b. Perfiles Sensoriales. Variedad Picuda, campaña 2005/06



7.2 VARIEDAD HOJIBLANCA

7.2.1 EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DURANTE LA CAMPAÑA 2003/04

El atributo que mayor puntuación ha tenido durante toda esta campaña ha sido el frutado, siendo éste de 7,5 en las cuatro primeras muestras tomadas, de 7 en las muestras V, VI y X; de 6,5 en la muestra VII y de 5,5 en las muestras VIII y IX. Al atributo frutado le sigue en intensidad el atributo picante; éste se ha mantenido con una puntuación de 6 durante las 8 primeras muestras (a excepción de la muestra III en la que el atributo picante alcanzó una puntuación de 6,5), disminuyendo su intensidad a 5,5 en las muestras IX y X. La intensidad del amargo ha permanecido constante durante las ocho primeras muestras con un valor de 4,5 descendiendo a una intensidad de 4 en las muestras IX y X. La puntuación en el descriptor dulce ha oscilado entre 3 y 5, siendo ésta mayor a medida que ha ido avanzando la campaña.

Los descriptores que han aparecido en todas las muestras analizadas han sido el verde hierba y el verde hoja, siendo mayor la intensidad del descriptor verde hierba, que ha tenido una puntuación de 4,5 en la muestra IX, de 5,5 en la muestra VI y de 5 en las restantes muestras. Con respecto al descriptor verde hoja, éste ha sido valorado con una puntuación de 3 en la muestra IV, de 3,5 en las muestras I,II,III y IX, de 4 en las muestras V y X, de 4,5 en la muestra VIII, de 5 en la muestra VI y de 5,5 en la muestra VII.

Otros descriptores encontrados al realizar el análisis sensorial han sido el tomate que ha aparecido en las muestras VI y VII con una puntuación de 6 y 5 respectivamente y la manzana, apreciada en las muestras VIII y X con una puntuación de 5 y en la muestra IX con una puntuación de 4.

Figura 4a. Perfiles Sensoriales. Variedad Hojiblanca, campaña 2003/04

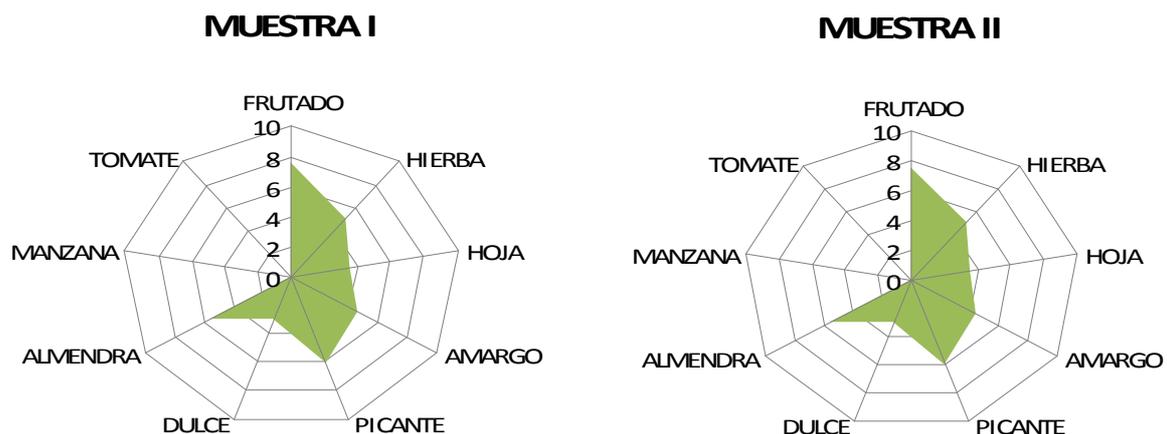


Figura 4b. Perfiles Sensoriales. Variedad Hojiblanca, campaña 2003/04.

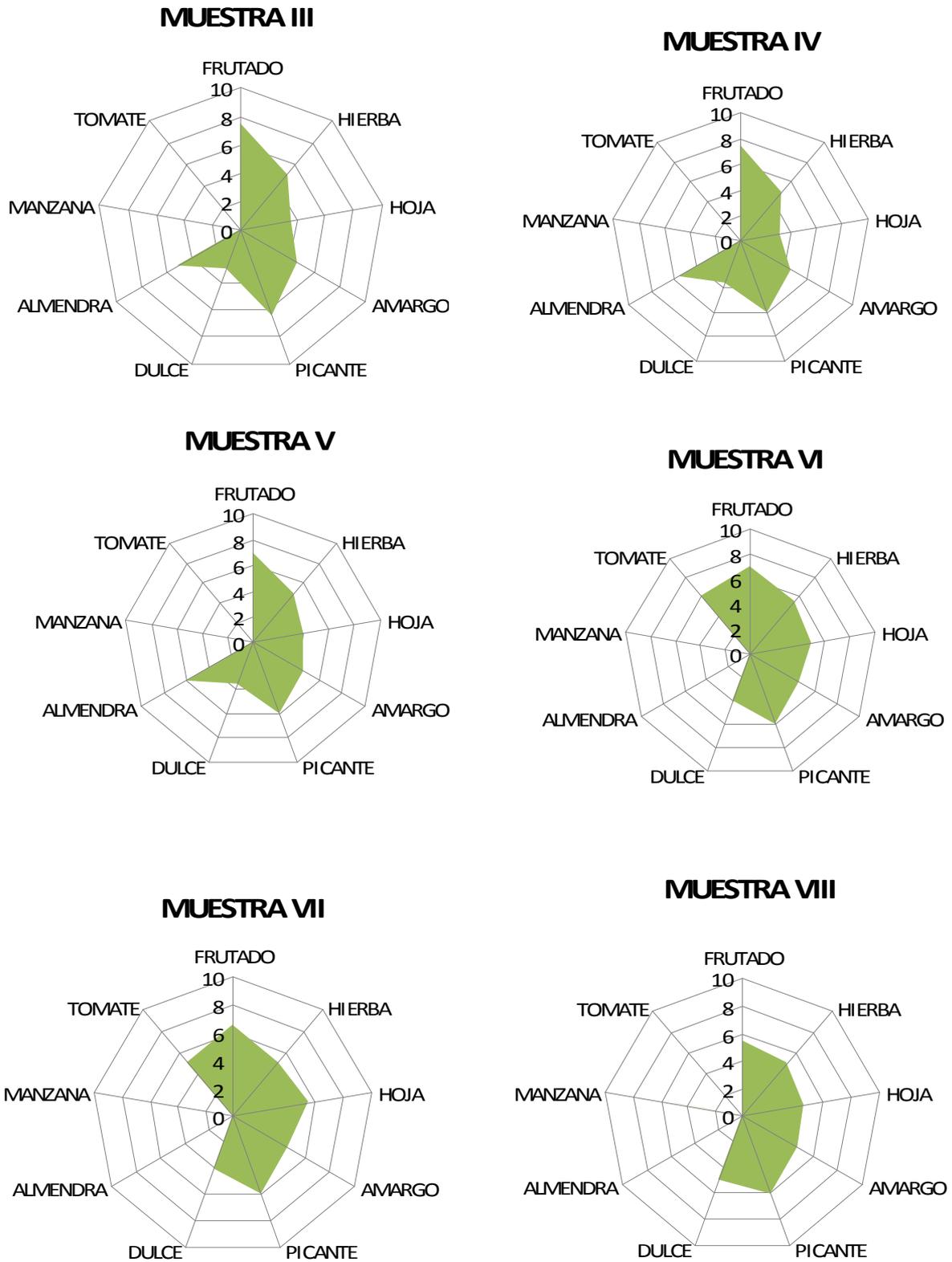
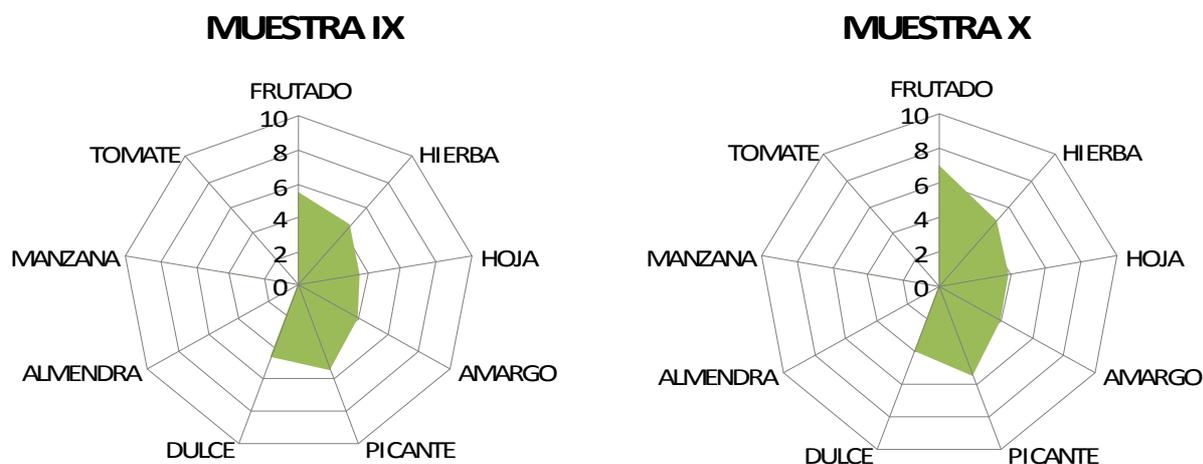


Figura 4c. Perfiles Sensoriales. Variedad Hojiblanca, campaña 2003/04.



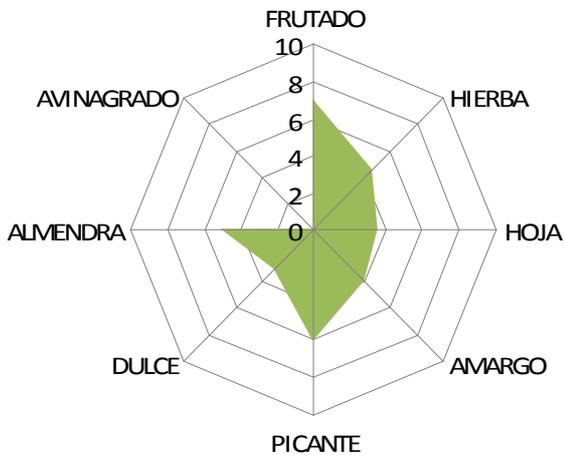
7.2.2 EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DURANTE LA CAMPAÑA 2004/05

Durante la campaña 2004/05 los atributos puntuados con una mayor intensidad han sido el frutado y el picante. El frutado alcanzó su mayor intensidad en las muestras III y VI con una puntuación de 7,2, mientras que la menor puntuación ha sido de 4,5 y fue tomada en la muestra X. El picante se ha mantenido en una puntuación de 6 en las muestras I, II, IV, V, VI y VII, de 6,5 en la muestra III; de 5 en las muestras VIII y IX y de 4,2 en la muestra X. De forma general puede decirse que tanto el atributo frutado como el picante han ido disminuyendo en intensidad de manera significativa ($F= 111,175$; $p = 0,0001$ y $F = 29,242$; $p = 0,0001$) a medida que ha ido avanzando la maduración del fruto.

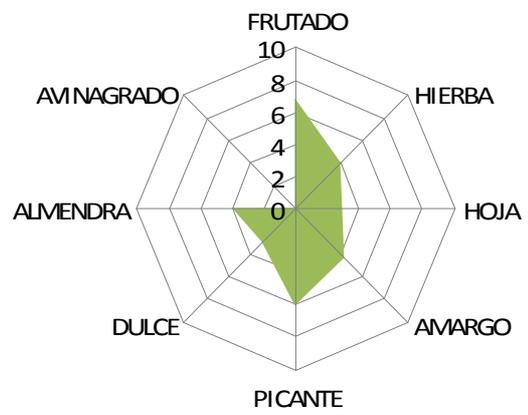
El dulce ha tenido una puntuación que ha oscilado entre 3 y 5, aumentando dicha puntuación significativamente ($F = 28,608$; $p = 0,0001$) con el avance del tiempo. Los descriptores verde hierba y verde hoja han podido apreciarse durante las nueve primeras muestras con una intensidad que en el verde hierba ha oscilado entre 4 y 5,5, y en el verde hoja entre 3 y 5. La almendra ha aparecido en las seis primeras muestras con una puntuación comprendida entre 4 y 5,5. Puede observarse que en la muestra X el aceite está deteriorado, ya que no aparecen los descriptores de hoja, hierba, almendra, los atributos positivos se muestran en una baja intensidad y aparece el avinado que es un atributo negativo del aceite.

Figura 5a. Perfiles Sensoriales. Variedad Hojiblanca, campaña 2003/04

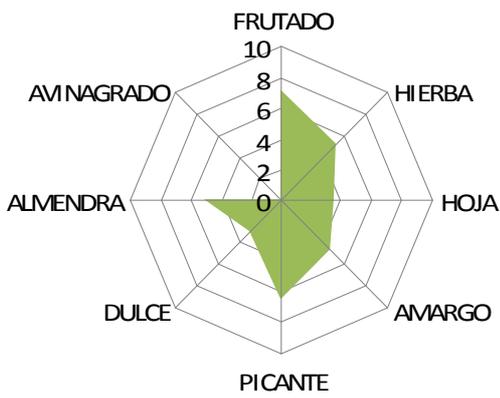
MUESTRA I



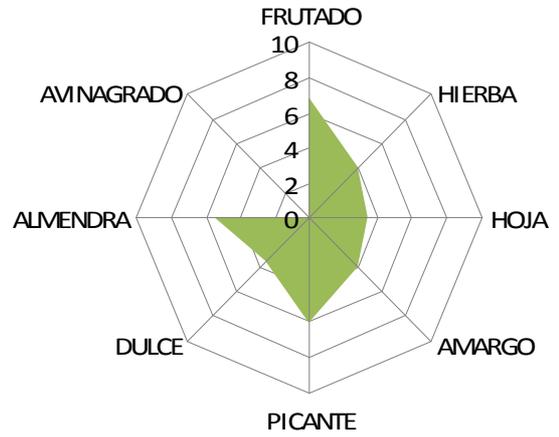
MUESTRA II



MUESTRA III



MUESTRA IV



MUESTRA V



MUESTRA VI

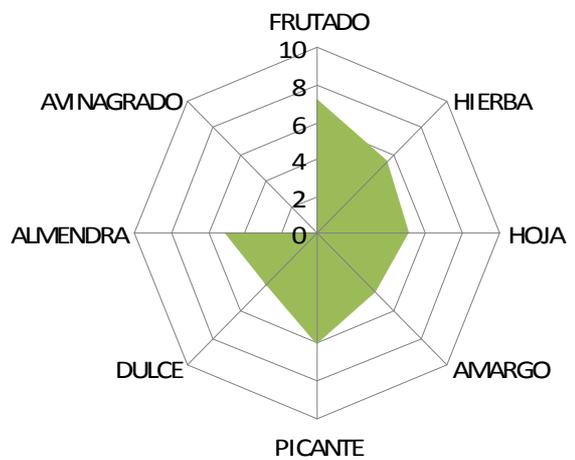
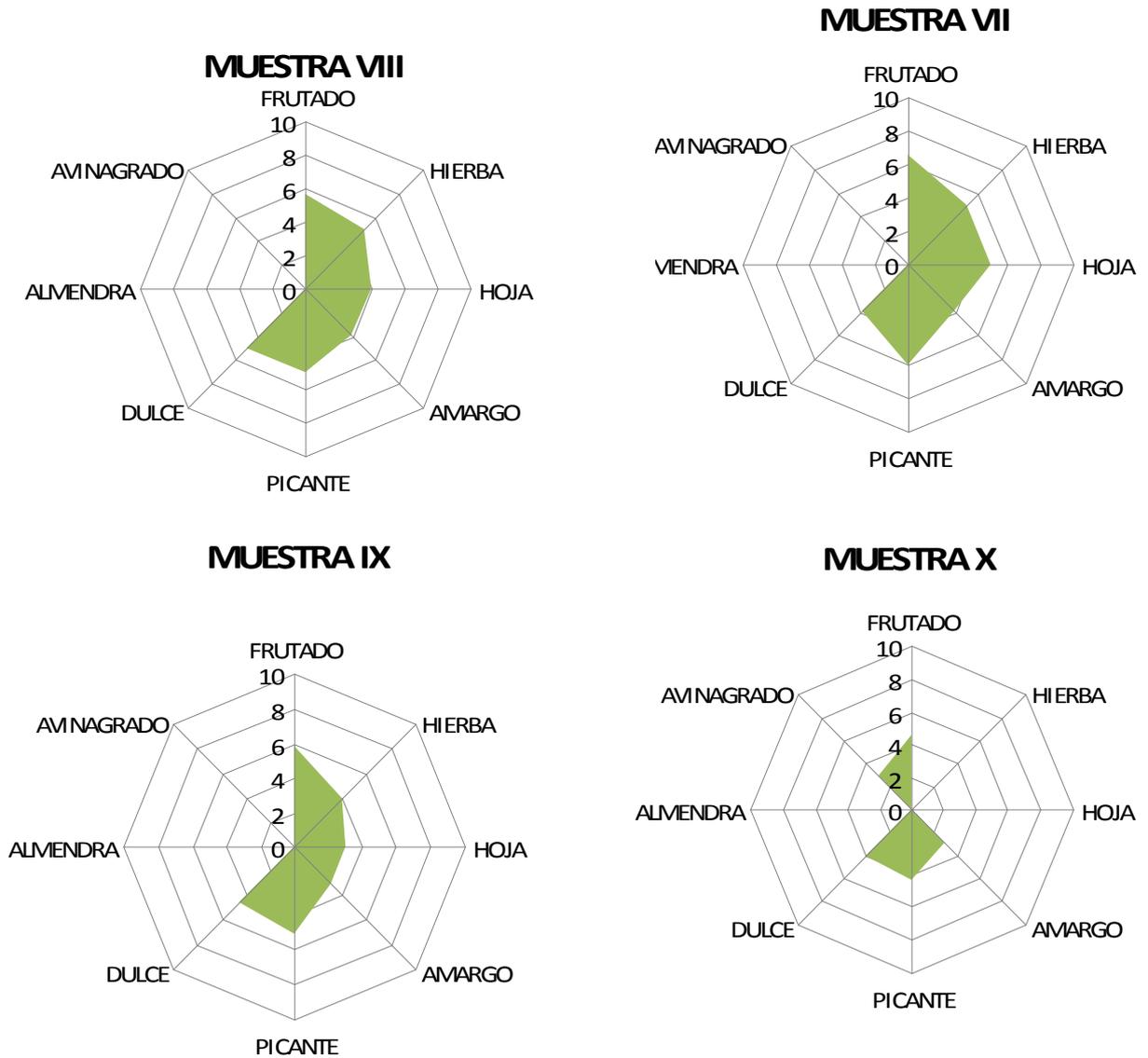


Figura 5b. Perfiles Sensoriales. Variedad Hojiblanca, campaña 2004/05



7.2.3 EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DURANTE LA CAMPAÑA 2005/06

Los atributos que han alcanzado las mayores puntuaciones en esta variedad durante la campaña 2005/06 han sido el frutado y el picante. Las mayores puntuaciones en el frutado han sido de 7,6 y 7,7 y se han obtenido en las muestras II y III respectivamente, mientras que la menor puntuación del atributo frutado ha sido de 5 y se obtuvo en la muestra X.

El picante ha sido valorado con un 6 en las muestras I, II, IV, V, VI, VII y VIII, con un 6,5 en la muestra III, con un 5,5 en la muestra IX y, por último, en la muestra X ha tenido un valor de 4,3. El mayor valor alcanzado en el dulce ha sido de 5 y corresponde a las muestras I y VIII, mientras que la menor puntuación ha sido de 3 en las muestras II y III. Los descriptores verde hierba y verde hoja se han encontrado en todas las muestras analizadas; el verde hierba ha sido puntuado entre 5 y 5,5 durante las ocho primeras muestras descendiendo a 3,5 consecutivamente en las muestras IX y X; el verde hoja ha estado comprendido entre 3 y 5, variando de forma muy alterna la puntuación durante las ocho primeras muestras para disminuir a 3,5 y 3 en las muestras IX y X respectivamente.

Figura 6a. Perfiles Sensoriales. Variedad Hojiblanca, campaña 2005/06

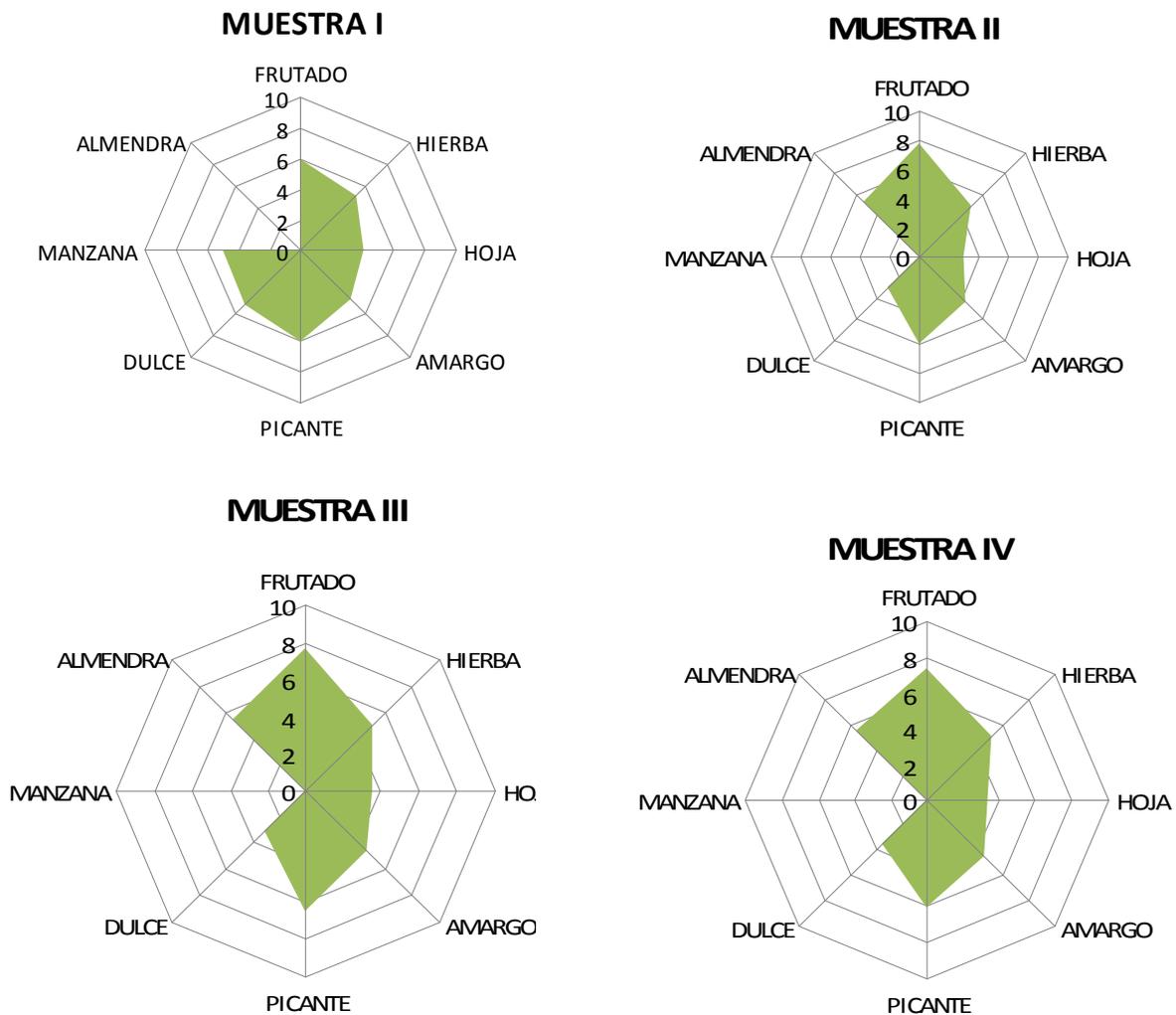
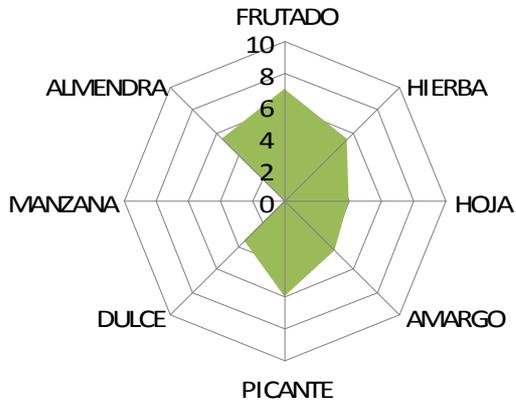


Figura 6b. Perfiles Sensoriales. Variedad Hojiblanca, campaña 2005/06

MUESTRA V



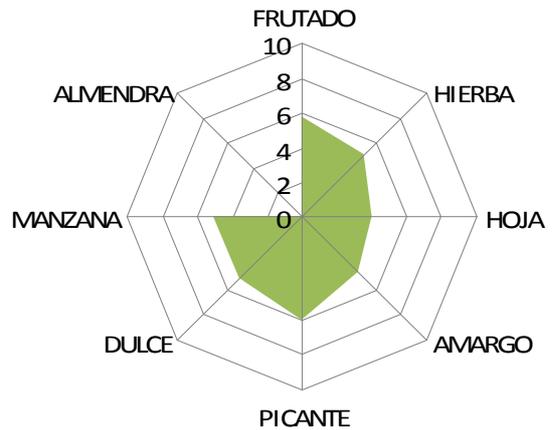
MUESTRA VI



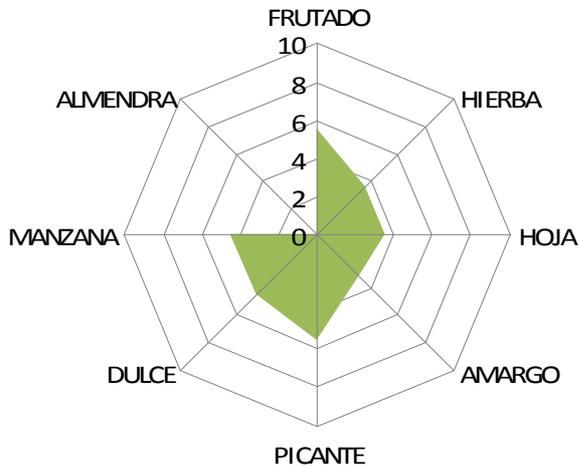
MUESTRA VII



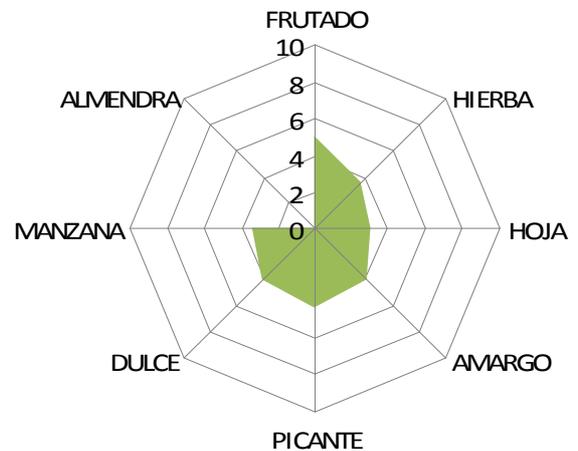
MUESTRA VIII



MUESTRA IX



MUESTRA X



Otros descriptores encontrados han sido la manzana y la almendra. La manzana ha estado presente en las muestras I y VIII con una puntuación de 5, en la muestra IX con un 4,5 y en la X con un 3,4. La almendra se ha encontrado en las muestras II, III, IV, V y VI alcanzando una puntuación comprendida entre 5 y 5,5. Se observa de forma clara como en las muestras IX y X todos los atributos y descriptores que caracterizan al aceite han disminuido en intensidad.

V. DISCUSIÓN

V. DISCUSIÓN

La calidad de un producto viene representada por el conjunto de características propias que permiten apreciarlo como igual, mejor o peor que los restantes de su especie. Refiriéndonos en concreto al aceite de oliva virgen, el patrón que define la calidad vendrá representado por un zumo oleoso obtenido de aceitunas sanas y en perfectas condiciones de madurez, y habrá que evitar para ello toda manipulación o tratamiento que altere la naturaleza química de sus componentes tanto en la extracción como en el transcurso de su almacenamiento.

Conviene distinguir entre "calidad del aceite", que acabamos de definir, y "tipo de aceite", que viene determinado por las características particulares de cada variedad, apreciables éstas en sus características organolépticas (color, olor y sabor) y por su composición química.

Así, de dos variedades diferentes de olivos, partiendo necesariamente de una elaboración correcta, se pueden obtener dos tipos de aceites de la misma calidad. Este nuevo aceite presentará diferentes características sensoriales (distintos tipos de frutado, o intensidad de amargo, picante, etc.), además de una composición química diferente (contenido en tocoferoles, polifenoles o porcentaje de los distintos ácidos grasos). Existen así excelentes aceites, tanto de la variedad *Hojiblanca* -los de recolección temprana se caracterizan por ser aceites muy frutados, verde, hierba, algo amargos y picantes- como en la variedad *Picuda* -son muy aromáticos, con olor y sabor a almendra fresca, que recuerda la "allosa", dulces al principio y con ligera sensación de amargo y picante al final-.

Dentro de una misma variedad, otros factores como los agronómicos (tipo de suelo, altitud, latitud etc.) o bioclimáticos (temperaturas medias, luminosidad, período de lluvias, heladas...) influirán en las diferentes apreciaciones olfato-gustativas.

Los resultados experimentales de los parámetros agronómicos de las variedades estudiadas nos indican que tanto la variedad *Picuda* como la variedad *Hojiblanca* presentan diferencias significativas a lo largo de la maduración. Cuando se inicia el estudio, las variedades analizadas presentan unos índices de madurez más bajos (1,78 y 2,31, Tablas 1

y 3 de la sección de Resultados), que aumentan de forma progresiva cada semana, poniéndose de manifiesto el avance de la maduración con el transcurso del tiempo, evolucionando ambas maduraciones de forma paralela.

El peso del fruto depende de la materia sólida, del aceite formado y del agua contenida en este. Está muy influido por las condiciones ambientales, observándose grandes aumentos del peso cuando aumenta la humedad (Jiménez y Carpio, 2008). Durante todo el ensayo, la variedad cuyos frutos han alcanzado un mayor tamaño ha sido la Picuda, y los frutos de menor tamaño han correspondido a la variedad Hojiblanca (Tabla 3 y 4 de la sección de Resultados).

El contenido en aceite de la aceituna, expresada como materia seca, generalmente se incrementa durante el avance de la maduración del fruto, como se muestra en las Tablas 5 -10 de la sección de Resultados. Es necesario resaltar que en índices de madurez más elevados este incremento ha sido modesto o incluso hubo un ligero descenso. Otros autores han encontrado resultados similares en diferentes variedades como Picholine, Marocaine, Picual, Hojiblanca y Cornicabra (Chimi y Autani, 1994, Gutiérrez et al., 1999; Salvador et al., 2001).

Los máximos rendimientos sobre materia seca obtenidos en la variedad Picuda han sido en las tres campañas estudiadas de 52,54 %, 56,65% y 50,80 (Tablas 5-7 de la sección de Resultados), presentando diferencias significativas a lo largo del proceso de maduración. Si embargo en la variedad Hojiblanca el contenido graso sobre materia seca máximo alcanzado ha sido de 43,86%, 41,52%, y 41,80 % (Tablas 8-9 de la sección de Resultados), por tanto de las dos variedades estudiadas la que menor rendimiento graso sobre materia seca presenta es la Hojiblanca.

El rendimiento graso se incrementa durante el proceso de maduración en todas las variedades estudiadas como ha sido descrito por Salvador et al., (2001) y Youseff et al., (2010) para las variedades ‘Cornicabra’ y ‘Chetoui’ respectivamente. Una vez que se ha formado todo el aceite en el fruto, el peso de la aceituna varía con la cantidad de agua, por lo que se aconseja analizar el rendimiento de aceite sobre materia seca y no como se realiza

en las almazaras, rendimiento graso sobre materia húmeda, que esta influenciado por el contenido en agua del fruto.

En todas las muestras analizadas los índices de calidad reglamentada: acidez, índice de peróxidos y absorción en el UV, y valoración organoléptica estuvieron dentro de los límites establecidos por la UE para los aceites de oliva vírgenes extra (Reglamento CE/1989/2003).

En los resultados obtenidos de la evolución del grado de acidez, se aprecia diferencias significativas en los valores en las distintas campañas y en las dos variedades (Tablas 11 y 16 de la sección de Resultados), apreciándose un ligero aumento a medida que avanza la maduración de los frutos. Similares resultados han sido encontrados por otros autores en aceites de oliva de diferentes variedades como Picual, Hojiblanca, Arbequina, Cornicabra y Chetoui, (Gutiérrez et al., 1999; Beltrán, 2000; Salvador et al., 2003; Bonoli et al., 2004; Youseff et al., 2010; Martínez Nieto et al., 2010). Las aceitunas en un estado de madurez avanzado dan aceites con mayores niveles de acidez debido a que se incrementa la actividad enzimática, especialmente las enzimas lipolíticas (Salvador et al., 2001) y son más sensibles a las infecciones patogénicas de los daños mecánicos. La baja acidez obtenida en las muestras de aceites estudiadas en este trabajo, cuando se comparan con muestras comerciales puede ser debida al estado del fruto, y a la pequeña escala del sistema de extracción del aceite. Salvador et al., (2001) han encontrado también valores bajos de acidez en las muestras de la variedad Cornicabra. En todas las muestras analizadas, la acidez libre ha sido muy inferior al límite de 0,8% establecido para aceites de la mejor calidad comercial designada como virgen extra.

Los datos del presente trabajo muestran que el índice de peróxidos desciende durante la maduración. Los aceites obtenidos de aceitunas en un estado de maduración superior muestran índices de peróxidos más bajos. En la variedad Picuda (Tabla 12 de la sección de Resultados) sus valores, descienden significativamente conforme avanza la maduración, siendo más acentuado durante los primeros muestreos. Este hecho puede ser explicado por un descenso de la actividad de la enzima lipoxigenasa como han señalado distintos autores (Gutiérrez et al., 1999; Salvador et al., 2001; Youseff et al., 2010). A

partir del V y VI muestreo se sigue una tendencia ascendente que puede ser debido a un estado más avanzado de maduración del fruto que hace que se incremente la oxidación. La variedad Hojiblanca (Tabla 17 de la sección de Resultados), en las campañas 2003-04 y 2005-06 ha presentado diferencias significativas en el índice de peróxidos, disminuyendo a medida que avanza la maduración, sin embargo en la campaña 2004-2005 no presentó diferencias. En todas las muestras estudiadas el índice de peróxidos ha sido inferior al límite de 20 Meq O₂ Kg., establecido para aceites de la mejor calidad comercial designada como virgen extra (Reglamento CE/1989/2003).

Las medidas de la absorbancia a longitudes de onda específicas en la región del UV, son útiles para proveer información de la calidad del aceite de oliva virgen. De hecho, el coeficiente de extensión específica a 232 nm se relaciona con la oxidación primaria del aceite siendo una indicación de la conjugación de ácidos grasos poliinsaturados, mientras que el K₂₇₀ es un indicador de la presencia de compuestos carbonílicos (aldehídos y cetonas) en las aceitunas y se relaciona con compuestos secundarios de la oxidación (Youssef et al., 2009). La absorción a 270 nm (K₂₇₀) se comporta de modo similar al índice de peróxidos; disminuye a medida que avanza el estado de maduración, mientras que la absorción a 232 nm permanece prácticamente constante.

Los valores de K₂₃₂ en la variedad Picuda y Hojiblanca (Tabla 13 y 18 de la sección de Resultados) experimentan diferencias significativas durante el proceso de maduración, con valores que permanecen prácticamente constantes, con la excepción de la campaña la 2004/05 en la variedad Picuda. En esta campaña a partir del IV muestreo, este parámetro muestra un marcado aumento probablemente debido a una alteración de los frutos de la muestra durante su procesamiento.

Los valores de K₂₇₀ en las variedades estudiadas (Tablas 14 y 19 de la sección de Resultados) disminuyen gradualmente, presentando diferencias significativas durante todas las campañas, en el proceso de maduración. Similares resultados fueron encontrados en aceites de oliva de diferentes variedades españolas e internacionales como son como, en el curso de la maduración (Gutiérrez et al., 1999; Beltrán et al., 2000; Salvador et al., 2001; Bonoli et al., 2004; Youssef et al., 2010; Martínez Nieto et al., 2010). En todas las

muestras de este trabajo los resultados obtenidos han sido inferiores a los límites establecidos para aceites de oliva virgen extra ($K_{270} < 0,22$ y $K_{232} < 2,5$. Reglamento CE/1989/2003).

El amargor es un atributo sensorial positivo presente en el aceite de oliva virgen (Reglamento CE/1989/2003). Este atributo es función del contenido en polifenoles (Beltran, et al. 2000; Gutiérrez et al., 1977; Beltran, et al., 1995) y puede ser cuantificado químicamente mediante la medida del K_{225} (Gutiérrez et al., 1992), parámetro correlacionado con la evaluación sensorial del amargo (Reglamento CE/1989/2003).

Las Tablas 15 y 20 de la sección de Resultados, muestran los datos obtenidos para la medida del amargor K_{225} . Según estos resultados, el aceite de las variedades Hojiblanca y Picudo presentan niveles elevados de amargor. Durante el proceso de maduración del fruto se produce un descenso significativo en este, tendencia que se repite en las dos variedades estudiadas, siendo mayor el descenso en la variedad Picuda.

Se ha relacionado la medida del amargor con el contenido en compuestos fenólicos del aceite. Numerosos trabajos han mostrado un descenso del contenido en compuestos fenólicos del aceite obtenido a medida que transcurre el proceso de maduración de la aceituna (Gutiérrez et al., 1999; Beltrán et al., 2000; Salvador et al., 2001; Bonoli et al., 2004; Gómez-Rico et al., 2008; Youseff et al., 2010; Martínez Nieto et al., 2010).

Es importante la determinación de la estabilidad oxidativa de los aceites, ya que aunque no se considera un parámetro de calidad, proporciona información de la vida útil hipotética del aceite. La estabilidad se evalúa usualmente por el tiempo de inducción (el periodo de tiempo hasta que un punto crítico de oxidación es alcanzado) que se corresponde por una degradación sensorial del aceite como consecuencia de una aceleración repentina del proceso oxidativo (Martínez Nieto et al., 2010). La medida de la estabilidad se realiza por el método del Rancimat, que nos indica la resistencia del producto para iniciar el proceso de oxidación, caracterizado por reacciones de radicales libres (Aparicio et al., 1999).

La resistencia al deterioro oxidativo se atribuye usualmente a dos factores: a) la composición en ácidos grasos, que en el caso del aceite de oliva, se caracteriza por una

elevada cantidad de ácidos grasos monoinsaturados (Aparicio et al., 1999; Salvador et al., 1999) y b) a la mezcla de compuestos de elevada actividad antioxidante que esta constituido principalmente por tocoferoles y polifenoles, pero también por clorofilas y carotenoides (Martínez Nieto et al., 2010).

Nuestros datos muestran como la estabilidad oxidativa (Tablas 21 y 22 de la sección de Resultados), disminuye significativamente durante el proceso de maduración en las dos variedades estudiadas, esta disminución puede ser debida por la perdida de antioxidantes naturales como han encontrado otros autores (Salvador et al, 2001; Gutiérrez et al 1999). La variedad Picuda en las tres campañas estudiadas presenta una estabilidad oxidativa inferior a otras variedades como Picual, Cornicabra, Hojiblanca (Uceda et al., 2008), iniciándose en el primer muestreo en un rango de 46-60 horas, y disminuyendo durante el proceso de maduración a 43-29 horas. La variedad Hojiblanca presenta una estabilidad oxidativa de 90-92 horas en los primeros muestreos, finalizando estos con un rango de 65-62 horas,

Los valores obtenidos en la estabilidad oxidativa, ha mostrado un mayor componente varietal (Uceda et al., 2008), presentando mayor estabilidad la variedad Hojiblanca que la variedad Picuda. Sin embargo la disminución de la estabilidad oxidativa en la maduración de los frutos ha seguido la misma tendencia en el tiempo en las dos variedades, disminuyendo un 32% la variedad Hojiblanca y un 30% en la variedad Picuda, coincidiendo con los trabajos realizados por Uceda et al.,(2008).

La estabilidad y el amargor en aceites de oliva vírgenes, adquieren una notable importancia desde el punto de vista comercial y para el estado de conservación del mismo, en especial para aceites de variedades como Picuda que se caracterizan por ser poco estables, esto hace que la vida útil comercial de estos aceites sea muy inferior a las de otras variedades importantes como Hojiblanca.

El Análisis sensorial se define como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones humanas ante aquellas características de los alimentos que son perceptibles por los sentidos. La prueba de panel son los ensayos organolépticos realizados, bajo condiciones controladas, por un grupo de catadores previamente

seleccionados y entrenados de acuerdo con técnicas sensoriales preestablecidas. Tiene como fin sustituir un juicio individual por el criterio medio de un grupo de catadores dando al resultado una base amplia. Los datos obtenidos de las respuestas individuales son tratados estadísticamente, lo cual permite conocer el error y objetivar los resultados.

Para ser un buen catador, es evidente que es muy deseable poseer un sentido del gusto y del olfato desarrollado, si bien la primera condición es que guste esta ocupación y la segunda tener un gran interés. Si en un candidato se dan ambas condiciones y posee una percepción olfato-gustativa-táctil normal, acompañada de una cierta facilidad para retener en su memoria impresiones de estímulos volátiles o rápidos (memoria olfativa y gustativa), nos atreveríamos a decir que sería muy raro que con unos buenos ejercicios para aprender unas técnicas adecuadas, con la ayuda de un maestro y con un serio, sistemático y constante trabajo personal, no llegue a conseguir una educación de sus sentidos de suficiente nivel como para ser un excelente catador o, cuando menos, para poder participar en un "panel", para juzgar los problemas de análisis sensorial que atañen al aceite de oliva virgen.

Los criterios de catadores expertos sobre la calidad de los aceites vírgenes de oliva fueron muy tomados en consideración hasta el primer tercio del siglo XX. A partir de ese momento, comienza a utilizarse la acidez libre como base del control de calidad. Posteriormente se le incorpora el I.P. y el K₂₇₀. Aunque nunca desaparecieron de la normativa puntuaciones relativas al olor y sabor de estos aceites, ante la imposibilidad de evaluar objetivamente estas medidas frente a los valores obtenidos con las determinaciones químicas, el valor de los ensayos organolépticos fueron siendo postergados poco a poco a un papel secundario en el control de calidad de estos aceites. Pero esto no sólo no contribuyó a la mejora de la apetitosidad de los aceites, sino que hizo que los buenos aceites vírgenes desaparecieran prácticamente del mercado.

Actualmente, se ha introducido imprescindiblemente la evaluación de los caracteres organolépticos y se vuelve a tomar en consideración el criterio de los "catadores expertos" pero objetivizándolo mediante las nuevas técnicas de panel.

La evolución de la valoración sensorial (Tablas 23 y 24 de la sección de Resultados), nos indica que la puntuación total esta generalmente influenciada por el índice de madurez. Aunque existen diferencias significativas en la valoración organoléptica estas no son muy marcadas debido a la pequeña escala del sistema de extracción del aceite (Salvador et al., 2001)

En el primer muestreo la variedad Picuda ha obtenido una puntuación organoléptica de 7,9 en las tres campañas estudiadas, finalizando los muestreos con una valoración que ha oscilado entre 7,8 y 6,9 En la variedad Hojblanca sigue la misma tendencia, al principio de los muestreos la puntuación organoléptica es de 7,9-7,7, finalizando los muestreos con un valor que oscila entre 7,7 y 6,6. Los valores mas bajos en las dos variedades fue en el último muestreo de la campaña 2004/05 debido a unas temperaturas muy bajas que se registraron en esa fecha que provoco que la aceituna se helara y como consecuencia de esto se produjo un deterioro de los frutos. Esta disminución en la valoración organoléptica durante el proceso de maduración puede ser probablemente debido a la perdida de algunos atributos positivos especialmente el frutado, en la variedad Picuda al principio de la maduración tiene una intensidad 7,9-7,8 y al final de los muestreos la intensidad es de 5,5- 4. En la variedad Hojblanca sigue la misma tendencia el descriptor frutado, al inicio de la maduración presenta una intensidad entre 7,5-7,8 y al final de esta una intensidad de 5-4,5, resultados similares son los obtenidos por Sánchez y colaboradores en un estudio realizado en el año 2006.

Los aceites obtenidos en nuestro estudio, se clasificarían como aceite de oliva virgen extra, al haberse obteniendo en todos los muestreos una puntuación organoléptica superior 6,5, valor limite para se clasificado como aceite de oliva virgen extra según COI /t.20/ Doc.nº 15 /Rev.1.Noviembre 1996.Es necesario tener en cuenta que para ser clasificado un aceite como aceite de oliva virgen extra no solo tiene que cumplir los limites establecidos en la normativa en los parámetros físico- químicos, sino que además exista ausencia de defectos en la valoración organoléptica. En nuestros resultados, la valoración organoléptica en el último muestreo de la campaña 2004/05 en las dos variedades fue superior a 6,5 (6,7-6,9), sin embargo el panel de cata detectó la presencia de defectos en el aceite evaluado, correspondiéndose con los descriptores avinado y avinagrado, estos

defectos hacen que los aceites no puedan ser clasificados como aceite de oliva virgen extra, estarían dentro de la categoría de aceite de oliva virgen, según el Reglamento CE N° 640/2008, aunque cumplan los índices físico- químicos establecidos para la categoría virgen extra, resultados similares han sido obtenidos en los trabajos realizados por Loyola et al., (2008); Jiménez y Uceda (1995).

El índice global de calidad (IGC), en el aceite de oliva virgen extra, indica la calidad final en una escala continua de 1 a 10 puntos, sin señalar un mínimo de puntos, razón por la cual los análisis químicos y sensoriales deben ser las herramientas necesarias para definir al aceite en esta categoría (Gutiérrez, 1990).

El índice Global de Calidad del aceite de oliva virgen, se obtiene a partir de los parámetros evaluados: acidez, índice de peróxidos, K_{270} y puntuación organoléptica. Los resultados obtenidos en este trabajo se presentan en la Tablas 25 y 26 de la sección de Resultados, donde se aprecia que existen diferencias significativas en las tres campañas y en las dos variedades estudiadas. La variedad Picuda presenta un IGC en todos los muestreos oscilando, entre 8,9 y 7,8. En la variedad Hojiblanca, este índice también presenta valores elevados aunque con mayores oscilaciones, ya que los resultados obtenidos se encuentra entre 8,8 y 7,47, exceptuando el muestreo X de la campaña 2004/005.

El Índice Global de Calidad no se encuentra en los parámetros de calidad reglamentada establecidos por la UE para los aceites de oliva vírgenes (Reglamento CE/1989/2003), y además su uso está muy restringido ya que no nos proporciona una información útil, e incluso a veces distorsionada como ocurre en los datos obtenidos en el muestreo X de la campaña 2004/005 en la variedad Picuda con un IGC de 7,8, no es un aceite de oliva virgen extra por los defectos organolépticos percibidos en el panel de cata

A la hora de encuadrar un aceite de oliva virgen dentro de las distintas categorías existentes (CEE, 1991), nos basamos, entre otros parámetros, en su evaluación sensorial (Aparicio y Harwood, 2000). Existe una relación directa entre la composición físico-

química (compuestos volátiles y fenólicos) de dichos aceites y su perfil sensorial. Es por ello que una completa caracterización de los aceites estudiados debe tener en cuenta la calidad organoléptica de cada uno de ellos.

La calidad sensorial de un aceite de oliva se puede ver afectada por parámetros como el sistema de extracción, grado de madurez, etc. (Mana et al., 2007). Por tanto, desde el punto de vista organoléptico los factores que afectan a la calidad de un aceite son muy variados. Parte de estos factores se agrupan en los denominados agronómicos, que incluyen variedad de olivo, origen, sistema de cultivo empleado (poda, fertilización, riego, etc.), así como estado sanitario, maduración, recogida, almacenamiento y transporte de las aceitunas. Con mayor o menor peso, todos ellos afectan a los diferentes matices que conforman los atributos de los aceites como el olor y sabor, así como a su composición (Gouveia, 1997).

Aparte de los conocidos efectos de la maduración de las aceitunas, sobre rendimientos, deterioro del fruto, color, etc., el factor maduración debe ser un criterio fundamental para definir la calidad organoléptica de los aceites ya que, en función de ese estado de maduración se producen cambios en la composición química (aromas, ácidos grasos, polifenoles, etc.) de los aceites elaborados. Además de la dificultad que conlleva la manipulación de los frutos maduros ya que estos sufren alteraciones que se aprecian en la valoración sensorial, con descriptores, diferentes a los que caracterizan a cada variedad (Inglese, 1990 ; Fedeli, 1994 ; Pinatell, 1996).

Existen otros factores, denominados tecnológicos, que afectan a la calidad organoléptica de los aceites y que van desde la entrada y almacenamiento de la aceituna en la almazara, hasta la conservación final de los aceites extraídos (Di Giovacchino *et al.*, 1994), pasando por las múltiples variables que intervienen en el proceso de extracción propiamente dicho. El éxito en todas estas operaciones consiste en mantener todos los atributos positivos del aceite que provienen de la aceituna con que son elaborados.

Debido a una mala recolección del fruto, a un ineficiente proceso de poscosecha y al uso incorrecto de algunas de las variables del proceso tecnológico, las alteraciones producidas en los aceites se concretan en la adquisición de atributos negativos con el resultado de aceites con defecto avinado, atrojado, rancio, etc. Son numerosos los estudios

realizados para conocer el efecto de las distintas variables en el proceso de molturación (Jiménez *et al.*, 1995), así como para mejorar el manejo y conservación de las aceitunas con diferentes tratamientos térmicos en los que se describen notables modificaciones en las características organolépticas genuinas (olor y sabor) de aceites elaborados a partir de ellas (Sánchez- Casas *et al.*, 2006; Luaces *et al.*, 2005; Canet y García, 1999).

Los valores bajos en los parámetros físicos – químicos (acidez, índice de peróxidos y absorción en el UV) y la ausencia casi imperceptible de atributos negativos en los aceites obtenidos comparados con los aceites comerciales, se debe a que la obtención del aceite se ha realizado con frutos sanos, recolectados a mano, obtenidos a pequeña escala, y la manipulación hasta la extracción del aceite se realizó con sumo cuidado como indica Benito *et al.*, (2010).

En los resultados obtenidos en las pruebas del panel, cuando se cuantifican los descriptores positivos (frutado, amargo, picante) de los aceites de oliva virgen motivo de estudio, se evidencia una clara disminución en la intensidad de estos durante el proceso de maduración como muestra el trabajo de Rotondi *et al.*, (2004).

La valoración media de las características organolépticas de los aceites analizados por los catadores se muestra gráficamente en las figuras 1 -6 de la sección de Resultados, donde también se muestran los descriptores que fueron reconocidos en los análisis del Panel en los aceites obtenidos en las dos variedades objeto del estudio, durante el proceso de maduración de los frutos. El análisis de los datos nos indican que existe diferencias significativas en los descriptores analizados en las dos variedades estudiadas a lo largo de la maduración.

Los gráficos nos muestran que los aceites que se obtienen de aceitunas recolectadas en estado de maduración mas bajo (I.M.:2), son las que presentan niveles más acusados de los atributos evaluados como verde hoja/hierba, amargo y picante, que alcanzan unos niveles muy diferenciados de los que presentan los aceites en los estados de madurez mas alto (I.M.: 4,5). En todos ellos se observa igualmente que los atributos ya mencionados como verde hoja/hierba, amargo y picante son los que presentan una mayor variabilidad de

un estado a otro de maduración coincidiendo con los resultados obtenidos por Sánchez-Casas et al., (2006).

Con respecto a los atributos positivos, los aceites se han caracterizado por el frutado, destacando el grado de intensidad de este atributo. Algunos autores como Sole, M. A. (1997), afirman que el frutado es el atributo que más influye en la puntuación final de las muestras. En los aceites analizados en el presente trabajo, el descriptor frutado también alcanzó los valores más altos con rangos de 7,8 – 5,5 de intensidad hasta la muestra IX, al igual que nos muestran los trabajos realizados por Rotondi et al., (2004).

Las características de amargor y picor son debidas a la activación de los receptores del sabor y de las terminaciones del nervio trigémino asociadas a los receptores del sabor de las papilas gustativas, sensitivas a los estímulos químicos. En los aceites de oliva vírgenes estas sensaciones están relacionadas con la presencia de compuestos fenólicos y pueden persistir por un tiempo elevado después de la deglución, mostrando un claro efecto que puede variar entre los aceites de oliva en intensidad y duración y puede afectar la aceptación por el consumidor (Whitehead et al., 1985; Servilli et al., 2002; Caporale et al., 2006).

Se ha atribuido el amargor del aceite de oliva virgen a su alto contenido en un glucósido muy amargo denominado oleuropeina (Bourquelot y Vintilesco, 1908.) que se forma de glucosa, ácido elenólico y o-difenol hidroxitirosol. La concentración de este glucósido en los frutos depende de muchos factores tales como la variedad, sistema de riego, y el estado de maduración de la aceituna (García et al., 2005). García sugiere que el calentamiento de las aceitunas reduce el amargor en el aceite de oliva virgen. Esto inactiva la enzima β -glicosidasa, lo que haría que no se formara la aglicona amarga (Martínez Nieto et al. 2010).

Las características organolépticas de los aceites se ven fuertemente influenciadas por el estado de maduración del fruto, obteniéndose aceites menos amargos cuando los frutos están más maduros, como nos indican Beltran y colaboradores, (2008). Ha sido demostrado por otros autores en diferentes variedades, que los valores medios de este atributo, disminuyen a medida que transcurre la maduración. En este trabajo la intensidad

disminuye a medida que avanzan los muestreos. En la primera muestra la variedad Picuda registraba un valor de amargo que oscilaba entre 4,5-6, disminuyendo la intensidad de este hasta el final de los muestreos, en los que se registraban valores entre 3- 4,5. En la variedad Hojiblanca estos valores oscilaron entre 4,5-4 cuando se iniciaba los muestreos y valores de 4-3 al final de estos, al igual que los resultados obtenidos por Sánchez-Casas et al., (2006). Estos resultados nos evidencian que en la variedad Picuda disminuye mas la intensidad de amargo durante la maduración que en la variedad Hojiblanca.

En los aceites obtenidos en el presente trabajo, la intensidad de picante era percibida de forma diferente. Los aceites obtenidos de la variedad Picuda se caracterizaban por un picor que se percibía más en la garganta, iniciándose con una alta intensidad de 5,5-6, disminuyendo la intensidad muy ligeramente durante el proceso de maduración de los frutos. En los últimos muestreos la intensidad del descriptor oscilaba entre 5 y 5,3.

En la variedad Hojiblanca la sensación quinestética del picante se inicia mas tarde y se percibe en la boca (no en la garganta) muy levemente en su entrada por la cavidad bucal incrementándose esta sensación en el tiempo y persistiendo durante un largo periodo. Sin embargo la intensidad en esta variedad disminuye a lo largo de los muestreos, iniciándose las campañas con una intensidad de 6 y finalizando con una intensidad de 5,5 a 4,3 dependiendo de las campañas.

El atributo dulce sigue una evolución inversa al frutado, y al amargo. Los aceites que menor puntuación de dulce obtuvieron en el análisis sensorial de las muestras, fueron los obtenidos en los primeros muestreos en la variedad Hojiblanca con una puntuación de 3, finalizando las campañas con una intensidad de 4. La variedad Picuda evoluciona de una intensidad dulce de 2,5-3, finalizando los últimos muestreos con intensidades de 4,5-6, correspondiéndose estos valores con un aumento de la madurez del fruto con valor de 5 (Tabla 1 de la sección de Resultados). Así, otros autores como Hermoso et al., (1991) y Beltran et al., (2008), también evidencian que los descriptores de los aceites se ven fuertemente influenciadas por el estado de maduración del fruto, obteniéndose aceites menos amargos ó mas dulces en frutos mas maduros, disminuyendo los valores medios del atributo amargo en el proceso de maduración.

En los datos obtenidos en el presente trabajo, los descriptores frutado, amargo, picante y dulce fueron percibidos en todas las muestras pertenecientes a las 3 campañas de las variedades Picuda y Hojiblanca. Según diferentes autores los atributos frutado y dulce están positivamente relacionados con la presencia de esteres C6 (Inarejos-García et al., 2010), mientras que picante y amargo parecen estar relacionados con el contenido en 1-penten-3-ona y polifenoles (Angerosa, 2002). Los atributos hierba y hoja, que han sido relacionados con la presencia de alcoholes C6 y compuestos C5 (Inarejos-García et al., 2010), únicamente no estuvieron presentes en las muestras X de la campaña 2004/ 2005 de las dos variedades.

De manera general, la variedad Hojiblanca alcanzó mayores intensidades con respecto a la variedad Picuda en la mayoría de los descriptores sensoriales, tales como frutado, hierba, hoja y dulce.

Los demás atributos sensoriales sólo se percibieron en algunas muestras. Así, el descriptor almendra apareció en las dos variedades pero fundamentalmente en las primeras muestras de cada campaña. Sólo en la campaña 2004/2005 de la variedad Picuda no fue percibido en ninguna de ellas. Según algunos autores el descriptor almendra se relaciona con la presencia de hexanal (Inarejos-García et al., 2010) y con cis-penten-1-ol (Agerosa, 2002). Por otro lado, el descriptor manzana, relacionado con el aldehído E-2-hexenal (Inarejos-García et al., 2010), apareció en muy pocas muestras de las dos variedades, pero normalmente en las últimas muestras de la campaña. El descriptor tomate parece estar relacionado con los compuestos hexen-1-ol y 1-penten-3-ona (Angerosa, 2002) y sólo apareció en la variedad Hojiblanca, concretamente en las muestras VI y VII de la campaña 2003/2004.

Según los resultados obtenidos y tras hacer una correlación entre los datos sensoriales y los de la calidad organoléptica obtenida en las diferentes muestras, parece ser que los atributos frutado, hierba, amargo y almendra están directamente correlacionados con la calidad organoléptica, mientras que están inversamente correlacionados el descriptor dulce y, aunque no significativamente, los descriptores manzana y avinado/avinagrado. Esto explica por qué las muestras con menores intensidades en el atributo frutado y mayores en el dulce fueron las que peores puntuaciones de calidad organoléptica

obtuvieron. Un claro ejemplo se observa en la campaña 2003/2004 de la variedad Picuda, donde las muestras que obtuvieron una valoración organoléptica menor fueron las muestras VI, VIII y X. Las dos primeras fueron las únicas en las que se percibió el descriptor manzana y la X fue la que alcanzó una mayor intensidad en el atributo dulce. Otro ejemplo es la muestra IV de la campaña 2004/2005 de esta misma variedad, la cual fue la que alcanzó una mayor valoración organoléptica ya que presentó una mayor intensidad en frutado y menor intensidad en dulce.

De manera general, el atributo frutado tendió a disminuir a lo largo de la campaña, mientras que el atributo dulce mostró una tendencia contraria. Esta disminución del atributo frutado se observó especialmente en las últimas muestras de la campaña 2005/2006 de la variedad Picuda y Hojiblanca. Estas muestras también presentaron menores puntuaciones en los distintos atributos que caracterizan estas dos variedades, así como en la calidad organoléptica, lo que quiere decir que al final de esta campaña el aceite empezó a deteriorarse debido probablemente a las heladas registradas durante el mes de enero de 2006.

Las características sensoriales son la principal consideración para la aceptación del consumidor del aceite de oliva virgen de alta calidad. Este aceite tiene un perfil de volátiles que le permite la designación de atributos frutado y verde, estos atributos positivos pueden ser disminuidos por la presencia de notas sensoriales negativas que desprecian las notas agradables. Los defectos son identificados como pertenecientes a 4 grupos preferentes: moho, avinado, atrojado y rancio, cada uno de estos defectos presenta un perfil diferente de volátiles. Moho, avinado y atrojado, están normalmente asociados a defectos de almacenaje antes de la extracción mientras que rancio está asociado con defectos del almacenaje de aceite de oliva (Morales et al., 2004).

Morales et al., (2004), demostraron que los resultados sensoriales significativamente más altos evaluados por el olor, correspondía a 1-octen-3-ol para olor a moho-humedad; etilbutanoato, y los ácidos propanoico y butanoico para el defecto sensorial de atrojado; ácido acético, 3-metilbutanol y etilacetato para el defecto avinado y avinagrado; y varios ácidos y aldehídos insaturados y saturados para los defectos a rancio.

Los atributos hierba y hoja, relacionados con alcoholes C6 y compuestos C5 (Inarejos-García y col., 2010), únicamente no estuvieron presentes en las muestras X de la campaña 2004/2005 de las dos variedades. Estas dos muestras, alcanzaron las menores puntuaciones en la mayoría de los atributos sensoriales y fueron las únicas que presentaron el atributo avinado/vinagrado, el cual se considera un atributo negativo y no deseable en el aceite de oliva (Sánchez Casas et al., 2006). Además, estos dos aceites presentaron defectos organolépticos por lo que no pudieron ser clasificados como aceites de oliva virgen extra.

La evolución de los atributos sensoriales a lo largo del tiempo confirman los resultados obtenidos en los índices de calidad, ya que los valores más altos de calidad se alcanzaron entre la muestra III y IX en la variedad Picuda y entre la III y VIII en Hojiblanca. Cuando el fruto sobremadura, los descriptores característicos de ambas variedades, especialmente frutado, disminuyen, mientras que el descriptor dulce aumenta, por lo que sus características organolépticas se van degradando. Esto se traduce en un descenso del índice global de calidad. Por tanto, los resultados obtenidos están de acuerdo con lo observado por otros autores ya que ponen de manifiesto cómo el grado de madurez del fruto influye de manera importante en la calidad sensorial de un aceite de oliva (Manai et al., 2007)

V. CONCLUSIONES

VI. CONCLUSIONES.

1.- Los datos obtenidos en los parámetros agronómicos: índice de madurez, peso de 100 frutos y rendimiento graso sobre materia seca, muestran que cada variedad presenta características diferentes en la maduración de los frutos, siendo la variedad 'Picuda', la que tiene rendimientos grasos óptimos desde los primeros muestreos y un mayor peso de los 100 frutos.

2.- En base a los datos obtenidos en los parámetros físico-químicos y la valoración organoléptica, el índice de madurez óptimo para obtener un aceite de calidad en la variedad Picuda sería de 2, ya que con este estado de madurez el rendimiento graso es alto (46%), presenta un perfil sensorial con una alta puntuación en el descriptor frutado (7), y en ese estado de madurez presenta la estabilidad oxidativa más elevada (54 h).

3.- En la variedad Hojiblanca si tenemos en cuenta los resultados de la valoración organoléptica, y la estabilidad, el índice de madurez óptimo para obtener un aceite de calidad en la variedad oscilaría entre 2 y 2,70, presentado un perfil sensorial con una alta puntuación en el descriptor frutado (7,8-76,8) y una estabilidad oxidativa más elevada (90-85 h), sin embargo el rendimiento graso no sería el óptimo, no superando con ese estado de madurez el 40 %.

4.- Los parámetros químicos estudiados ó índices de calidad reglamentada: acidez, índice de peróxidos y absorción en el UV permanecen en los límites establecidos por la UE, a lo largo de todo el proceso de maduración en las variedades estudiadas.

5.- Se han obtenido rendimientos grasos sobre materia seca más elevados en la variedad Picuda, sin embargo la variedad Hojiblanca ha presentado mayor estabilidad oxidativa, en las campañas analizadas.

6.- Los resultados de este trabajo mejoran el conocimiento acerca del efecto de la maduración en la calidad del aceite de oliva, pueden ayudar a establecer la fecha óptima de maduración para recolectar en el momento adecuado, obteniendo aceites con un perfil

sensorial representativo de la variedad y una estabilidad que garantice al consumidor la categoría de un aceite de oliva virgen extra.

7.- El conocimiento exacto de los perfiles sensoriales de dos de las variedades más representativas de Andalucía, representa un paso importante para la elección de descriptores para las DOP, que tienen esta variedad en su área geográfica.

8.- La experiencia práctica en este campo confirma el hecho de que la industria de aceite de oliva de Andalucía recoja principalmente las aceitunas de las variedades estudiadas con índices de madurez superior a cinco, debido a la tradición popular y porque se cree que el rendimiento graso se incrementa con la madurez. Es por tanto crucial que el sector industrial conozca el momento óptimo de recolección de la aceituna para mejorar la calidad del aceite que produce.

VI. BIBLIOGRAFÍA

VII. BIBLIOGRAFIA

Alba, J. (1975). Molienda, Batido. Manual de Elaiotecnia. Editorial Agrícola. Española, S.A. Cap.III. Madrid

Alba, J.; Hidalgo, F.; Martínez, F.; Ruíz, M^a. A.; Moyano, M^a.(1994). Impacto ecológico y ambiental originado por el nuevo proceso de elaboración de aceite de oliva. III. Fórum Internacional del Aceite. SIO '94. Reus.

Alba, J.; Hidalgo, F.; Martínez, F.; Ruíz, M^a.A.; Moyano, M^a. (1993). Procesos de elaboración: nuevas técnicas de extracción. Expoliva '93. Dossier Oleo. 2. 40-59.

Alba, J.; Ruíz, A.; Prieto González, C.; Gutiérrez, F.(1987). Eficacia de la formulación enzimática "Rohament O" en la tecnología del aceite de oliva. Composición y valoración organoléptica de los aceites obtenidos. Grasas y Aceites. 38. 5. 271-277.

*Alba, J.; Ruiz, M^a A.; Hidalgo, F.(1992).*Control de elaboración y características analíticas de los productos obtenidos en una línea continua ecológica. Dossier Oleo. 2º trim. 43-48.

Alba, J. (2004). Virgen extra, desde el árbol a la mesa en Guía Mercacei de los aceites de oliva virgen extra de España,. Edimarket Editores, S.L.10-26.

Alvarado, M.; Duran,, J.M. (2001) Triana 2001 olivo. Consejería de Agricultura y Pesca de Andalucía.

Alvarado, M.; Civantos, M.; Duran, J.M. (2008). El Cultivo del Olivo. Editores científicos: Barranco, D.; Fernández-Escobar, R.; Rallo, L. Junta de Andalucía-Consejería de Agricultura y Pesca & Ed. Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona, México.

Amirante, R.; Cini, E.; Montel, G.L. ; Pasqualone, A.(2001). Influence of mixing and extraction parameters on virgin olive oil quality. Grasas y Aceites 52, 198-201.

Angerosa, F.(2002). Influence of volatile compounds on virgin olive oil quality evaluated by analytical approaches and sensor panels. European Journal of Lipid Science and Technology, 104, 639-660.

Aparicio R, Harwood J. 2000. Handbook of olive oil. Analysis and Properties, Aspen Publishers, Inc.,Maryland.

*Aparicio, R.; Morales, M.T.; Alonso, M.V. (1996).*Relationship between volatile compounds and sensory attributes of olive Oils by the sensory wheel. JAOCS. Vol.73. nº10. 1253-1264.

Aragonés, M.; González, P.A.; Escapite.G.; Quiroz, A.U.; Armendáriz, J. C.; Sánchez, E.(2011). Daño por frío y evaluación de parámetros agronómicos de seis variedades de olivo en el sur del estado de Chihuahua, México. Comunicación. Foro de olivar y Medio Ambiente Expoliva 2011.

Asensio, C. (1994). Génesis, Degradación y Evaluación de suelos vérticos en la hoja de Alora 1.052 (Málaga). Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 372 p. Granada.

Baldioli, M.; Sevilí, M.; Perretti, G.; Montedoro, G.F.(1996). Antioxidant activity of tocopherols and phenolic compounds of virgin olive Oil. JAOCS, 73, nº 11. 1589-1593.

Baccouri, B.; Zarrouk, W.; Khichene,D.; Nouari, I.; Ben Youssef, N.; Daoud, D. (2007). Influence of fruit ripening and crop yield on chemical properties of virgin olive oils from seven selected oleasters (*olea europea L.*). Agron 6:388-396.

Barasona, J.; Barasona, M.L.; Rodríguez, R.; Cano J.(1999). Rendimientos y costes de la mecanización de la aceituna. Conserjería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

Barasona, J.; Barasona, M.L.(1997)Recogida mecanizada de la aceituna de suelo. Laboreo, 2. 100-109.

Barrio Pérez Cerezal, A.; Gutiérrez Rosales, F.; Gutiérrez González-Quijano, R.(1981). Gas Liquid Chromatography application, a head space technic to the olive oils atrojado problem. Grasas y Aceites 32.

Barranco, D. Fernández, R. Rallo, L.(2008). El cultivo del olivo. Ediciones Mundi Prensa, S.A.pp 846. Madrid.

Barranco, D. y Rallo, L.(1984). Las Variedades del Olivo cultivadas en Andalucía. Coedición: Junta de Andalucía. Instituto de Estudios Agrarios, Pesqueros y Alimentarios. Madrid. 387 pp.

Beltran G.; Uceda, M.; Hermoso, M.; Frías, L.(2008). El Cultivo del Olivo. Editores científicos: Barranco, D.; Fernández-Escobar, R.; Rallo, L. Junta de Andalucía-Conserjería de Agricultura y Pesca & Ed. Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona, México.

Beltran G, Jiménez A, Aguilera MP, 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 la estabilidad. Grasas y Aceites 51, 320-324.

Beltrán, G.; Jiménez, A.; Uceda, M.(1995). Efecto del régimen hídrico del cultivo sobre la fracción fenólica del aceite de oliva, variedad 'Arbequina'. 1.º Simposium de l'olivera Arbequina a Catalunya. Les Borges Blanques.

Berra, B. (1998). Biochemaland nutritional aspect of the minor component of olive oil.Olivae. 73, 29-30.

Berenguer Merelo, M. J.(2009). Efecto del riego en la producción y calidad del aceite de variedad Arbequina. Laboratorio Agroalimentario, D.G.A. Zaragoza. Expoliva 2009.

Baldioli, M.; Sevilí, M.; Perretti, G.; Montedoro, G.F.(1996). Antioxidant activity of tocopherols and phenolic compounds of virgin olive Oil. JAOCS, 73, nº 11. 1589-1593.

Bianco, A.; Mazzei, R.A.; Melchioni, C.; Romeo, G.; Scarpati, M.L.; Soriero, A.; Uccella, N. (1998). Microcomponents of olive oil-III. Glucosides of 2(3,4 dihydroxyphenil)ethanol. Food. Chem. 63, 461-464.

Bonoli M, Bendini A, Cerretani L, Lercker G, Gallina T.(2004). Qualitative and semiquantitative analysis of phenolic compounds in extra virgin olive oils as a function of the ripening degree of olive fruits by different analytical techniques. J Agric Food Chem 52, 7026-7032

- Boskous D. (1998).** Química y tecnología del aceite de oliva .Ed. Mundiprensa .Madrid.
- Boskous .(2006).** Sources of natural phenolic antioxidants. Trends in Fdo Science & Technology. 17 (9): 505-512.
- Brenes, M.; García, A.; García, P.; Ríos, J.J.; Garrido, A.(1999).** Phenolic compounds in Spanish olive oils. J. Am. Food. Chem. 47, 3535-3540.
- Brenes, M.; Hidalgo, F.; García, A.; Ríos, J.J.; García, P.; Zamora, R.; Garrido, A.(2000).** Pinoresinol and 1-Acetoxypinoresinol, two new phenolic compounds identified in olive oil. JAOCS, vol77, nº 7. 715-720.
- Bourquelot, E.; J. Vintilesco, C.R.(1908).** *Hebd. Seances Acad. Sci.*147:533–535 (1908).
- Canet M , García, J M. (1999).** Repercusión de la frigoconservación de la aceituna de molino en el proceso de producción de aceite de oliva. *Grasas y Aceites* **50**, 181-184.
- Carlsson, D.J.; Uprunchuk, T.; Wiles, H.M. (1976).** Photooxidation of unsaturated oils. Effects of singlet oxygen quenchers. J. Am. Oil .Chem. Soc.53. 656.
- Carpio, A.; Jiménez, B. (1993).** Características Organolépticas y Análisis Sensorial del Aceite de Oliva. Apuntes 10/93. Junta de Andalucía. Conserjería de Agricultura y Pesca. Sevilla. 74 pp.
- Catalano, P.; Caponio, F. (1996).** Machines for olive paste preparation producing quality virgin olive oil. *Fett Lipid.* 98, 408-412.
- 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.
- Chimi, H.; Atouati, Y. (1994).**Determinación of the optimal stage for harvesting Moroccan picholines olives by monitoring change in total polyphenols. *Olivae*, 54, 56-60.
- Civantos, L.; Contreras, R.; Grana, R. M^a.(1999).** *Obtención de Aceite de Oliva Virgen.* Ed. Agrícola Española S.A. Madrid.
- Civantos, L.(2009).** Algunas contribuciones de Olivicultura y Elaiotecnica desde la perspectiva de la experiencia. La maduración de las aceitunas. Capitulo 6, 121-136 Editores GEA Westfalia Separator.
- Civantos, M; Sánchez, M. (1994).** Plagas del olivo. Fundación la Caixa.
- Civantos, M. (1999)** .Control de plagas y enfermedades del olivar. Consejo Oleícola Internacional.
- Consejo Oleícola Internacional. (2008).** COI/T.15/NC nº 3/Rev.3. Norma comercial aplicable a los aceites de oliva y a los aceites de oliva de orujo de oliva. Noviembre de 2008.
- Consejo Oleícola Internacional.(2007).** COI /t.20/ Doc. nº 15 /Rev.2. Valoración organoléptica del aceite de oliva virgen. Septiembre.2007.

Consejo Oleícola Internacional.(2005). COI / t.20 / Doc. n° 22 .Método de valoración organoléptica del Aceite de Oliva Virgen extra que opta a una Denominación de Origen. Noviembre 2005.

Consejo Oleícola Internacional.(1996). COI / t .20 / Doc. n° 13 / Rev.1. Metodología general para la valoración organoléptica del aceite de oliva virgen. Noviembre 1996.

Consejo Oleícola Internacional.(1987) . COI / t.20/ Doc. n° 4. Análisis Sensorial: Vocabulario general básico. Junio de 1987.

Consejo Oleícola Internacional.(1987). COI/ t.20 / Doc. n° 5. La copa para la degustación de aceites. Junio de 1987.

Consejo Oleícola Internacional.(1987). COI / t .20 / Doc n° 6 Guía para la instalación de una sala de cata. Junio de 1987.

Consejo Oleícola Internacional.(1996) . COI / t .20 / Doc. n° 14 / Rev.1 Guía para la selección, el entrenamiento y el control de los catadores cualificados de aceite de oliva virgen. Noviembre 1996.

Dabbous S, Selvagini R, Urbani S, Taticchi A, Servilli M, Harmani M.(2011). Comparison of the chemical composition and the organoleptic profile of virgin olive oil from two wild and two cultivated Tunisian *Olea europaea*. *Chem Biodivers.* 2011 Jan;8(1):189-202.

Di Giovacchino L, Solinas M, Micoli M.(1994). Effect of extraction systems on the quality of virgin olive oil. *JAOCS* **71**, 1189-1194.European Community Regulation 2568/91. 1991. *Off. J.*

Di Giovacchino L ;Constantini, 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.

Di Giovacchino L.(1999). Seminario internacional sobre innovaciones científicas y su aplicación en la olivicultura y la elaiotecnía. Tecnología de elaboración del aceite de oliva. Operaciones preliminares y preparación de la pasta. Florencia. 36 pp.

Dugan, L.R.(1961).Development and inhibition of oxidative rancidity of foods. *Food Technol.* 15 . 10.

Egan, H.; Kirk, R.S.; Sawyer, R.(1993). Análisis químico de alimentos de Pearson. México.

Espinosa Lozano, F.(2000). Centrifugación de la pasta de la aceituna para la obtención de aceite de oliva virgen. *Alimentación Equipos y Tecnologías* , 51-56.

Fedelli, L. (1993) .Olive oil technology. *Olivae* 45: 20-24.

Fedeli, E. (1997). Lipids of olives. *Prog. Chem. Other Lipids.* 1977;15(1):57-74.

Fedeli, E.; Jacini, G. (1971). Lipids composition of vegetable oils. *Advances in Lipids Res.* 9:335-82.

Ferreira, J. (1979). Explotaciones olivares colaboradoras n° 5. Ministerio de Agricultura. Madrid.

Ficarra, P.; Ficarra, R.; De Pascuale, A.; Monforte, M.T.; Calabro, M.L.(1991). HPLC analysis of oleuropein and some flavonoids in leaf and of bud *Olea europaea* L. *II Farmaco*. 46, 803-815.

Forcadell, M.L; Comas, M; Miquel, X.; de la Torre, M.C.(1987). Determination du tyrosol et de l'hydroxy-tyrosol dans des huiles vierges d'olive. *Revue Fr. Corps Gras*. 34. 547-549.

Frias, L.; García-Ortiz, A.; Jiménez, A.; Hermoso, M.; Llaveró M.P.; Morales, J.;Ruano, M. T.; Uceda, M.(1999). Analista de Laboratorio de Almazara .Informaciones Técnicas 64/99. Dirección General de Investigación y Formación Agraria. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Sevilla.

García , J.M.; Yousfi, K.; Oliva , J., García – Díaz MT; Pérez-Camino, MC. (2005). Hot water dipping of olives (*Olea Europea*) for virgin oil debittering. *J Agric Food Chem* 53:8248-8252.

García, A.; Brenes, M.; Moyano, M.J.; Alba, J.; García, P.; Garrido. A.(2001). Improvement of phenolic compound content in olive oil by using enzymes during malaxation. *J. Food Eng.* 48, 189-194.

García, J.M.; Seller, S.; Perez-Camino, C.; (1996). Influence of fruit ripening on olive oil quality. *J. Agric. Food Chem.*, 44: 3516-3520.

Garrido Varo, A.; Sánchez Pineda de los Infantes, M^a T.; Cobo González, C.(2000). Calidad en aceite de oliva II. Alimentación, Equipos y Tecnología. 135-142.

Gil- Rives J. ; Lopez- Jiménez, J.(2008). El Cultivo del Olivo. Editores científicos: Barranco, D.; Fernández-Escobar, R.; Rallo, L. Junta de Andalucía-Consejería de Agricultura y Pesca & Ed. Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona, México.

Gil, J.; Blanco, J.L; Castro, S.; Aguera, J.; Barasona, J.; Barasona, M.L.; Kouraba, K.; Jiménez, B. ; Zamorano, F.(2005) .Optimización de la recolección mecanizada de la aceituna desde el punto de vista de la calidad del aceite y del daño al olivo. XIII Simposium Internacional. Jaén.

Gomez-Rico A.; Fregapane, G.; Salvador, M.D. (2008). Effect of cultivar and ripening on minor components in Spanish olive fruits and their corresponding virgin olive. *Food Research Internacional*. Volume41, Issue 4. Pages 433-440.

Gomes, T.; Caponio, F.; Delcuratolo, D.; Bilancia, M.T.;(2002). La classi di sostanze di ossidazione, polimerizzazione ed idrolisi dell'olio di oliva. Loro impiego nell'accertamento di qualità. *Riv. Ital. Sost. Grasse* 79, 211-214.

Gouveia JMB.(1997). Comparación de los aceites de oliva de los cultivares Cobrancosa, Blanqueta, Azeiteira y Picual con los del cv. Galega Vulgar, producidos en elNorte del Alentejo. I. Principales características químicas y sensoriales. *Olivae* 66, 34-45.

Gutfinger, T. (1981.)Poliphenols in olive oils. *J.A.O.C.S.* 69 (4), 394-395.

Gutiérrez Rosales, F.; González- Quijano, R.(1989). Parámetros de calidad en el aceite de oliva I .III Simposium Nacional del Aceite de Oliva. Expoliva-89.

Gutierrez, R.(1990). Ciencia y Técnica: Metodología de evaluación de las cualidades organolépticas del aceite de oliva virgen. Madrid, España. *Olivae* (33): 18-23.

Gutiérrez Rosales, F.; Perdiguero, S.; Gutiérrez, R.; Olias, J.M.(1992).Evaluation of the bitter taste in virgen olive oil. J.A.O.C.S. 69(49), 394-395.

Gutierrez F, Jimenez B, Ruiz A, Albi MA. (1999). Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties picual and hojiblanca and on the different component involved. J Agric Food Chem **47**, 121-127.

Gutierrez, R.; Janer del Valle, C.; Janer del Valle, M.L.; Gutierrez, F.; Vazquez Roncero, A. (1977). Relación entre los polifenoles y la calidad y estabilidad del aceite de oliva virgen. Grasas y Aceites, 28. 101-106.

Guzmán Chozas, M.; Guillén Sans, R.(1982). La toma de muestras en análisis de alimentos. Alimentaria. 137: 33-36.

Hermoso, J.F.; Romero, A.; Tours, J.(2011). Análisis técnico-económico de los nuevos modelos de explotación oleícola. Comunicación. Foro de olivar y medio ambiente. Expoliva 2011.

Hermoso, M.; Uceda, M; García-Ortiz, A.; Morales, J.; Frías, L.; Fernández, A. (1991). Elaboración de aceite de oliva de calidad. Colección: Apuntes, nº 5/91. Dirección General de Investigación, Tecnología y Formación Agroalimentaria y Pesquera. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Sevilla.

Hermoso, M.; González, J.;Uceda, M. ;García-Ortiz, A.; Morales, J.; Frías, L.; Fernández, A. (1994). Elaboración de aceite de oliva de calidad. Obtención por el sistema de dos fases. Colección: Apuntes, nº 11/94. Dirección General de Investigación, Tecnología y Formación Agroalimentaria y Pesquera. Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía. Sevilla.

Hermoso, M.; Uceda, M.; García-Ortiz, A.; Jiménez, A.; Beltrán, G.(1997). Second centrifugation of olive paste. Oil recuperation percent and olive oil characterization. Acta horticulturae, proceeding of the third international symposium on olive growing N° 474: 721-724.

Humanes, J.; Civantos, M.(1992). Producción de Aceites de Oliva de Calidad. Apuntes para cursos 21/92. Junta de Andalucía. Conserjería de Agricultura y Pesca. Sevilla 101 pp.

ICEX-Madrid. (2004). Div. Productos Agroalimentarios. Marzo 2004.

Inarejos-García, A.M.; Santacatterina, M.; Salvador, M.D.; Fregapane G.; Gómez-Alonso, S.(2010.) PDO virgin olive oil quality—Minor components and organoleptic evaluation. Food Research International, 43, 2138–2146.

Inglese P.(1994). La influencia de la variedad en las características cualitativas del aceite de oliva. *Olivae* **54**,42-47.

Interprofesional.(2010). Dossier Informativo. Aceite de oliva de España. Campaña de Promoción exterior 2010.

Jenny, H. (1980). The soil resource. Origen and behavior. Springer-Verlag. New York.U.S.A.

Jiménez, B.; Carpio A. (2008). La cata de aceites. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. pp.145. Córdoba.

Jiménez, B.; García, B.E.; Valladares, J; Rodríguez, S.; Morales, J.; López, F.(1999). Informe sobre el Proyecto de Concertación para la Mejora de la Calidad del Aceite de Oliva en las

Comarcas de la Sierra y Valle de los Pedroches, Campiña y Penibética de la Provincia de Córdoba.

Jiménez, B.; García, F.; Francisco L.; Molina, J.L.; Ruiz, F.; Cano, J.; Pérez, J.(2002).Recolección Mecanizada del Oliva Viceconsejería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

Jiménez, B.; García, B.E.; Morales, J.; Cano, J.; Ramírez, P.(2003). Evolución de la madurez de las variedades de aceituna del término de Adamuz". Revista OLEO nº 95, p. 80-92, sep/oct 2003.

Jiménez, B.; Ramírez P.;Pérez, J.; Cano, J.; Rubio, A.(2004) Caracterización de la calidad del aceite de oliva virgen producido en Adamuz". .Revista nº 39 Mercacei p. 64-70 may/jul.

Jiménez, A.; Uceda, M.(1995). Características químicas y organolépticas del aceite de oliva virgen de la variedad Arbequina. I Simposio del olivo Arbequino en Cataluña,Borges Blanques. Madrid, España. Resumen: 145-148.

Junta de Andalucía. (2005). Mapa de suelos de Andalucía: unidades edáficas. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Escala 1:400.000.

Junta de Andalucía (1992). Medio Ambiente en Andalucía. Informe 1992. pp. 429. Sevilla
Kalua, C.; Allen, M.; Bedgood, B.; Bishop, J.; Prenzler, P.;Robards, K.(2007). Olive oil olatile compounds, flavour development and quality: A critical review Food Chemistry 100(1): 273-286.

Kalua, C.M.; Bedgood, DR Jr.; Bipshop A.G.; Prenzler PD.(2008). Changes in virgen olive oil quality during low-temperature fruit storage.Journal of Agricultural& Food Chemistry. 56 (7) : 2415-22.

Kiritsakis, A.(1992). El aceite de oliva. Ed. A. Madrid Vicente Ediciones. Madrid.

Kiritsakis, A.(1998). Flavors components of olive oil- A review . JAOCS.75:673,678.

Leonardis, E.; Macciola, V.; Felice. V.(1998). Rapid Dertemination of ssqualene in virgen olive oil using gas-liquid chromatography. Ital. J. Food. Sci. 1075-79.

Lave, S.; Wodner, M. (1991). Factors affecting the nature of oil accumulation in fruit of olive (Olea europaea)cultivars. J. Hort. Sci., 66:583-591.

Loyola, N.; López-Acebo, L.; Acuña, C.(2008). Evaluación sensorial y analítica de la calidad del aceite de oliva extravirgen. IDESIA (Chile). Volumen nº2, 27-44.

Luaces P, Perez AG, García J M, Sanz C.(2005). Effect of heat-trataments of olive fruit on pigment composition of virgin olive oil. Food Chem 90, 169-174.

Luna, G.; Morales, M.T.; Aparicio, A .(2005). Characterisation of 39 varietal virgin olive oils by their volatile compositions.Food Chemistry. Volume 98. Issue 2.Pages 243-252.

Manai, H.; Gonzalez, L.; Haddada, F. Sanchez-Casas, J. Osorio, E.; Zarrouk, M.(2007). Características sensoriales del aceite de oliva virgen procedente de cultivares tunecinos monovarietales e híbridos con variedades Europeas. Grasas y Aceites 58(2). Abril-Junio, 163-169.

MARM.(2009a). Encuestas sobre Superficie y Rendimientos de Cultivo Subdirección General de Estadística. Madrid.

MARM.(2009b). Estudio de mercado: Observatorio del Consumo y la Distribución Alimentaria. Mayo. Madrid.

(MAPA) (1978): Evaluación de recursos agrarios. Mapa de cultivos y aprovechamiento, escala 1:50.000. Archidona (Málaga) . Serv. de Public.del M.A.P.A. pp.35 . Madrid.

Martinez Nieto L, Hodaiifa G, Lozano JL.(2010). Changes in phenolic compounds and Rancimat stability of olive oils from varieties of olives at different stages of ripeness. *J Sci Food Agric* **90**, 2393-2398.

Mataix, J.; Martínez, E.(1988). El Aceite de Oliva. Bases para el Futuro. Junta de Andalucía. Conserjería de Agricultura y Pesca. 127 pp. Sevilla.

Mataix, J.(2001). Aceite de Oliva. Virgen. Nuestro Patrimonio Alimentario. Universidad de Granada. Puleva food.

Mesa, J.A .; Linares, P.; Luque, M.D.; Valcárcel, M. (1990). Direct automatic determination of the polyphenols in olive Oil in aqueous phase of a flow-injection liquid-liquid extraction system without phase separation. *Anal. Chim. Acta.*235. 441-444 .

Molina de la Rosa, J. L.; Jiménez, B.; Ruiz, F.; García, F.; López, F.; del Olmo, L.A.;. Cano, J.(2010). Agronomía y Poda del Olivar .Consejería de Agricultura y Pesca . Junta de Andalucía. 67pp. Sevilla.

Molina de la Rosa, J.L.; Jiménez, B.; Ruiz, F.; García, F.; López, F.; del Olmo, L.A.;. Cano, J.(1999). Control Sanitario del Olivar. Dirección General de Investigación y Formación Agraria. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

Molina de la Rosa, J.L.; Cano, J.; García, F.; Jiménez, B.; López, F.; del Olmo, L.A.; Ruiz, F.(1998). Suelo y Nutrición del Olivar. Dirección General de Investigación de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

Montedoro, G.F.; Serveli, M.; Baldioli, M.; Selvaggini, R.; Miniati, E.; Macchioni, A. (1.993). Simple and hidrolizable phenolic compounds in virgin olive olive oil. 3. Spectroscopic characterization of the secoiriodoid derivatives. *J. Agric. Food. Chem.* 41. 2228-2234.

Montes Tubío, F; Bellido Vela, I.; Sánchez Pineda de las Infantas, M^a.T.; Muñoz Dueñas, M. D.(2010). El Patrimonio Oleícola. Análisis desde la Diversidad del Capítulo: D. Diego de Alvear y Ward: Un Innovador de la Agroindustria. I.S.B.N. 978-84-613-6459-4. Jaén .

Morales, M.T.; Ríos, J.J.; Aparicio, R. (1997).Changes in volatiles composition of virgin olive oil during oxidation: Flavors and off-flavors. *J. Agric. Food. Chem.* 45, 2666-2673.

Morales, M.T.;Luna, G.; Aparicio, R. (2004).Comparative study of virgen olive oil sensory defects. *Food Chem.* 91, 293-301.

Moreda, W., Pérez-Camino, M. C. y Cert, A. (1995).Determinación de algunos parámetros de pureza en aceites de oliva. Resultados de un estudio colaborativo. *Grasas y Aceites* **46**, 279-284.

Moreno, F., De la Torre, C. (1988). Lecciones de bromatología. Ed. Universidad de Barcelona, Barcelona.

Navarro, L.; Ruiz, P.; Jiménez, B.; Barea, F.; Penco, J.M.; Vázquez A (2010) La Formación de los consumidores en la Percepción de la calidad de los aceites de oliva. Reflexiones y Estrategias para la valorización de los aceites de oliva virgen extra”. Revista de Estudios Empresariales. Segunda Época. Pagina 144-168. Nº 1.

Navarro, L.; Núñez, D.; Ruiz Avilés, P. Jiménez, B.(2009). Los escolares andaluces no aprecian adecuadamente la Calidad de los aceites de oliva. Resultados un estudio piloto realizado en una comarca productora ;Foro Económico y Social. XIV Simposium Científico- Técnico .EXPOLIVA 2009.

NCRS (2010). Keys to Soil Taxonomy. USDA. Soil Survey Staff. 11th Edition. pp 338.USA.

Oliás, J.M.;Pérez, A.G; Ríos J.J; Sanz, L. (1993). Aroma of virgin olive oil : Biogenesis of the green odor notes. J. Agric. Food. Chem. 41, 2368-2373.

Ortega,E.(1993). Características de los suelos vérticos de la Provincia de Málaga. Memoria. Universidad de Granada. Inédita. pp. 402.

Papadopoulos, G.; Boskou, D. (1991). Antioxidant effect of natural phenols on olive oil. JAOCS.68, 669-671.

Papadopoulos, G.; Tsimidou, M.;Boskou, D. (1993). Stability of virgin olive, assessment of natural antioxidants and other related factors. Dev. Food Sci. 32, 321-326.

Pardo, J.E.; Perez, J.I.; Andres, M.(2002).Aplicación de un sistema de análisis de peligros y control de puntos críticos (APPCC). Grasas y Aceites 53: 309-318.

Pasqualone, A.; Calalano, M.(2000). Free and total sterols in olive oil. Effects of neutralitation. Grasas y Aceites , 51 :180-182.

Perment, L.(1992). Le composes mineurs et les antioxygenes naturels de l’Olive et de son huile. Corps gras 39 : 25-30.

Pinatel C.(1996). Variabilite organoleptique des huiles d’oliveen fonction de la maturité et des techniques culturales.OCL 6, 80-83.

Polese, J.M.(2.009). Cultivo de olivos. Ediciones Omega, S.A. pp 96. Barcelona.

Psomiadou E, Tsimidou M, Boskou D. (2000). α -TocopherolContent of Greek Virgin Olive Oils”. J. Agric. FoodChem. 48, 1770-1775.

Rahmani, M.(1989a). Puntualización sobre la función de los pigmentos cloroflicos en la fotooxidación del aceite de oliva virgen. Olivae, 26, 30-33.

Rahmani, M.(1989b). Review of the role of Chlorophyll pigments in the photooxidation of olive oil. J. Am. Food. Olivae. 6. 30.

Ranalli, A.(1992). Carotenoids in virgen olive oil. Effect of tecnology. Ital J. Food. Science . 1: 53-55.

Rawls, H.R. y Van Santen, P.J.(1970). A possible role for singlet oxygen in the initiation of fatty acid autooxidation. J. Am. Oil .Chem. Soc. 47. 121.

Reglamento (UE) N° 61/2011 DE LA COMISIÓN de 24 de enero del 2011, por el que se modifica el Reglamento (CE) N° 2568/91 de la COMISIÓN, de 11 de julio del 2001 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis.

Reglamento (CE) N° 1989/2003 DE LA COMISIÓN de 6 de noviembre de 2003 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.

Reglamento (CE) N° 640/2008 DE LA COMISIÓN de 4 de julio de 2008, por el que se modifica el Reglamento (CE) relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis.

Reglamento (CE) N° 1019/2002 DE LA COMISIÓN de 13 de junio de 2002 sobre las normas de comercialización del aceite de oliva.

Reglamento (CE) N° 2568/91 de la COMISIÓN, de 11 de julio del 2001 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis.

Rotondi, A.; Bendini, A.;Cerretani, L.; Mari, M.; Kercker, G.;Gallina Toschi, T.(2004). Effect of olive Ripening Degree on the Oxidative Stabity and Organoleptic Properties of Cv. Nostrava di Brisighella Extra Virgin Olive Oil. J. Agric. Food Chem. 52, 3649-3654.

Sánchez, J. (1994). Lipid photosynthesis in olive fruit. Prog Lipid Res°33: 97- 104.

Sánchez Casas, J.; De Miguel, C; Osorio ,E.; Marín , J.; Gallardo, L.; Martínez, M.(2006). Calidad sensorial de aceites de oliva virgen procedentes de variedades de aceitunas producidas en Extremadura. Grasas y Aceites, 2006, 57 (3), 313-318

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), 74-75.

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.

Salvador, M.; Aranda F.; Fregapane, .(2001). Influence of fruit ripening on Cornicabra virgin olive oil quality: A study of four successive crop seasons. Food Chem., 73: 45-53.

Salvador, M.; Aranda F.; Fregapane, .(1999). Contribution of chemical components of Cornicabra virgin olive oils to oxidative stability. A study of there successive crop seasons. Journal of the American Oil Chemists´Society, 76, 427-432.

SECS. (1981). Clave para la clasificación de los suelos. Utilizada en el Mapa de Suelos del Mundo de la FAO-UNESCO, a escala 1:5.000.000 (Volumen 1, Legend).

Servicio Geografico del Ejercito (1992). Hoja Topografica 967 Baena. Escala: 1:50.000. Editorial: SGE Fecha de la edición: 1995. Edición: 3ª. Mapa topográfico de escala 1:50.000 editado por el Centro Geográfico del Ejército (Serie L).

Sole, M.A.(1997). Los aceites virgen extra de la variedad Arbequina de Les Garrigues. Características organolépticas. Madrid, España. *Frutícola Profesional* (88): 125-129.

Solinas, M.; Marsilio, V.; Angerosa, F.(1987). Behaviour of some components of virgin Olive oil flavour in connection with the ripening of olives. *Riv. Ital. Sost. Grasse* 64. 475-480.

Terao J., Yamaguchi R., Murakami H., Matsushita S.(1980). Inhibitory effects of tocopherols and β -carotene on singlet oxygen initiated photooxidation of methyl linoleate and soybean oil. *J. Food. Process. Ann Preser.*,4,79.

Thornthwaite, C.W. (1948). An Approach Towards a rational classification of climate. *Geographic.*, Rv. 38, 55-94.

Tinajero, V.(Reimpreso en 1879). Lucio Junio Moderato Columela, Los doce libros de Agricultura. Madrid.(Paladio.C.)

Tous, J.; Romero, A.; Plana, J; Guerrero, L ; Díaz, I; Hermoso, F.(1997). Características Químicas – Sensoriales de los aceites de oliva Arbequina obtenidos en distintas zonas de España. *Grasas y Aceites.* 48: 415-424.

Tous, J.; Romero, A.(2001). Evolución sensorial de las variedades del olivo. *Fruticultura Profesional* 2001; 120 (especial Olivicultura III): 9-11.

Tous,J.; Romero,A.(1993). Variedades del olivo. Fundación "La caixa". Barcelona.

Trapero, A. Blanco. M.A.(2008). El Cultivo del Olivo. Editores científicos: Barranco, D.; Fernández-Escobar, R.; Rallo, L. Junta de Andalucía-Consejería de Agricultura y Pesca & Ed. Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona, México.

Tsimidou, M.; Papadopoulus, G.;& Boskow, D.(1992). Phenolic compounds and stability of virgin olive oil. Part. I. *Food Chemistry*, 45(2), 99-116.

Uceda, M.; Hermoso, M.(2008). El Cultivo del Olivo. Editores científicos: Barranco, D.; Fernández-Escobar, R.; Rallo, L. Junta de Andalucía-Consejería de Agricultura y Pesca & Ed. Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona, México.

Uceda, M.(2000). Aceites de oliva vírgenes extra. Calidad y Diversidad. Proedi, Promociones Editoriales, S.L. pp. 78. Zaragoza.

Vázquez Roncero, A.; Janer del Valle, C.; Janer del Valle, M^o. L.(1973). Determinación de los polifenoles totales del aceite de oliva. *Grasas y Aceites.* 24, 350-357.

Vázquez Roncero, A. (1980). study of the polar compounds in olive oil by gas chromatography. *Grasas y Aceites.* 31. 309.

Viola, P. (1997). El aceite de oliva y la salud. Consejo Oleico Internacional.

Viola, P.; Wells, W. (1997). Alignment by maximization of mutual information. *International Journal of Computer Vision*, 24(2):137-154.

Walmer K.; Frankel E.N.(1987). Effects of β -carotene on light stability of soybean oil. *JAOCs*, 64, 213.

WRB. IUSS Working Group (2006). World reference base for soil resources 2006. 2ª Edition. World Soil Resources Reports No.103. FAO pp 133.Rome.

Youssef NB, Zarrouk W, Carrasco-Pancorbo A Ouni Y, Segura-Carretero A, Fernandez-gutierrez A, Daoud D, Zarrouk M. (2010). Effect of olive ripeness on Chemicals properties and phenolic composition of chetoui virgin olive oil. *J Sci Food Agric* 90, 199-204.

Zafra, A.; Camacho, J.M.; Jiménez, B.; Izquierdo, J.R.; Trujillo, M^a (2004). Valorización cultural de variedades locales de olivo en la comarca de BAENA. Proyecto envero. Cofradía de amigos de olivo de Baena., Baena.

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.

Zonta, F. ; Stancher, B. (1987). Carotenoids content and quality of olives oils. *Riv. Ital. delle Sost. Grasse.* 64. 53.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS:

<http://www.interprofesionaldelaceitedeoliva.com>

<http://www.aplicaciones.mapa.es/pwAgenciaAO/>

<http://www.internationaloliveoil.org/>

<http://www.marm.es/es/>

<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/>

<http://www.afinus.org>

<http://www.agrovia.com/>

<http://www.cecarn.es/>

<http://www.infolivo.com>

<http://www.oliva.net>

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Estadisticas_e_Indicadores/Estadisticas_Oficiales_de_la_Consejeria_de_Medio_Ambiente/SueloUso/usoscob_prov--2007.xls

<http://edafologia.ugr.es/cartotema03/imagenes/frames/anda.htm>

<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/servicios/estadisticas/servicio-de-informacion-agroclimatica/red-de-estaciones-agrometeorologicas-de-andalucia.html>

<http://soils.usda.gov/>

<http://www.asa-cssa-sssa.org/publications>

<http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/>

<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGL/agll/wrb/carta.stm>

<http://soils.usda.gov/technical/lmm/>

<http://www.mapa.es/Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación>

http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Estadisticas_e_Indicadores/Estadisticas_Oficiales_de_la_Consejeria_de_Medio_Ambiente/SueloUso/usoscob_prov--2007.xls