



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



INSTITUTO DE INGENIERÍA DE
ALIMENTOS PARA EL DESARROLLO

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

INFLUENCIA DEL TALCO Y DE LA ARCILLA CAOLINÍTICA EN EL RENDIMIENTO GRASO Y LA CALIDAD DE LOS ACEITES DE OLIVA VÍRGENES

TRABAJO FIN DE MÁSTER UNIVERSITARIO EN GESTIÓN DE LA
SEGURIDAD Y CALIDAD ALIMENTARIA

ALUMNO: DAVID DRAGO DOMENECH

TUTORA ACADEMICA: DRA. EVA MARIA DOMENECH ANTICH
COTUTOR: JOSÉ MANUEL ORTÍ DELLÀ

Curso Académico: 2016/2017

VALENCIA, 04 DE JULIO DE 2017

INFLUENCIA DEL TALCO Y DE LA ARCILLA CAOLINÍTICA EN EL RENDIMIENTO GRASO Y LA CALIDAD DE LOS ACEITES DE OLIVA VÍRGENES

David Drago Doménech, Eva María Doménech Antich¹, José Manuel Ortí Dellà²

RESUMEN

La olivicultura supone la principal fuente de ingresos de una gran parte de los habitantes de El Maestrazgo (Castellón). Estos agricultores se asocian en cooperativas, las cuales tienen el objetivo de poner en común los recursos disponibles, a modo de facilitar la producción y comercialización. En cuanto a la producción, todas cuentan con almazaras, donde se realiza el aceite de oliva. En los últimos años se ha planteado un importante reto, por una parte ofrecer un aceite virgen de la máxima calidad, pero sin disminuir la producción. La presente tesis tiene como objetivo evaluar el efecto de dos coadyuvantes tecnológicos (talco y arcilla caolinítica), sobre el rendimiento graso y la calidad de los aceites obtenidos de pastas emulsionadas o pastas difíciles. Tanto el talco como la arcilla caolinítica fueron evaluados a diferente concentración, entre 0 y 2% del peso total de pasta. También se estudió como afectan parámetros como el índice de madurez de la aceituna o las condiciones de batido (agua y tiempo). Se enviaron las muestras de aceite obtenido a un laboratorio acreditado por ENAC para analizar si estos coadyuvantes habían modificado la calidad sensorial de los mismos. Los resultados mostraron una correlación positiva entre el rendimiento y el índice de madurez, mientras que entre el rendimiento y el tiempo de batido la correlación era negativa. Se concluye que el uso de arcilla caolinítica y talco aumentan sustancialmente el rendimiento graso, sobretudo en aceitunas verdes, sin perder calidad sensorial con respecto al control.

PALABRAS CLAVE: aceite de oliva, rendimiento graso, coadyuvante, talco, arcilla caolinítica, análisis sensorial.

RESUM

La olivicultura suposa la principal font d'ingressos d'una gran part dels habitants del Maestrat (Castelló). Aquests agricultors s'associen en cooperatives, les quals tenen l'objectiu de posar en comú els recursos disponibles, a manera de facilitar la producció i comercialització. Pel que fa a la producció, totes compten amb trulls, on es realitza l'oli d'oliva. En els últims anys s'ha plantejat un important repte, d'una banda oferir un oli verge de la màxima qualitat, però sense disminuir la producció. La present tesi té

¹ Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo (IUIAD), Departamento de Tecnología de Alimentos (DTA). Universitat Politècnica de València, España.

² Almazara Oliverera Cervol S. Coop. V. 2º grado. Traiguera, España.

com a objectiu avaluar l'efecte de dos coadjuvants tecnològics (talc i argila caolinítica), sobre el rendiment gras i la qualitat dels olis obtinguts de pastes emulsionades o pastes difícils. Tant el talc com l'argila caolinítica van ser avaluats a diferent concentració, entre 0 i 2% del pes total de pasta. També es va estudiar com afecten paràmetres com l'índex de maduresa de l'oliva o les condicions de batut (aigua i temps). Es van enviar les mostres d'oli obtingut a un laboratori acreditat per ENAC per analitzar si aquests coadjuvants havien modificat la qualitat sensorial dels mateixos. Els resultats van mostrar una correlació positiva entre el rendiment i l'índex de maduresa, mentre que entre el rendiment i el temps de batut la correlació era negativa. Es conclou que l'ús d'argila caolinítica i talc augmenten substancialment el rendiment gras, sobre tot en olives verdes, sense perdre qualitat sensorial pel que fa al control.

PARAULES CLAU: oli d'oliva, rendiment d'extracció, coadjuvant, talc, argila caolinítica, anàlisi sensorial.

ABSTRACT

Oliviculture is the main source of income for a large part of the inhabitants of El Maestrazgo (Castellón). These farmers are associated in cooperatives, which have the goal of pooling available resources, in order to make easier the production and marketing. In terms of production, all have oil mills, where olive oil is made. In recent years, a major challenge has been proposed, on the one hand to offer a virgin oil of the highest quality, but without reducing production. The aim of the present thesis is to evaluate the effect of two technological coadjuvant extractant (talc and kaolinite clay) on the extraction yield and the quality of oils obtained from emulsified pastes or difficult pastes. Both talc and kaolinite clay were evaluated at different concentrations, between 0 and 2% of the total paste weight. It was also studied how parameters affect, such as the ripening index of the olive and malaxation phase conditions (water and time). The samples of oil obtained were sent to a laboratory accredited by ENAC to analyze if these coadjuvants had modified the quality of the same ones. The results showed a positive correlation between yield and maturity index, while between yield and beat time the correlation was negative. It is concluded that the use of kaolinite clay and talc substantially increase the fatty yield, especially in green olives, without losing sensory quality with respect to the control.

KEYWORDS: olive oil, extraction yield, coadjuvant, talc, kaolinite clay, sensory analysis.

1. INTRODUCCIÓN

En el norte de la provincia de Castellón existe una gran tradición en la producción y elaboración de aceite de oliva virgen y virgen extra. Se trata del principal motor y sustento económico de la mayoría de familias de la zona. Se calcula que alrededor de la mitad de superficie cultivada de olivos de toda la provincia de Castellón corresponde al norte de la provincia (Agroambient, 2016). La olivicultura en el Baix Maestrat se caracteriza por el uso de aquellas prácticas compatibles con la protección y mejora del medio ambiente, así como el cultivo de variedades tradicionales y muy arraigadas en la zona (“Farga”, “Canetera/Nana”, “Llumero”, “Morrut” y “Roja”). De entre todas estas variedades, destaca la variedad Farga por sus olivos centenarios y milenarios, que dotan a la zona de un paisaje único. Además, su aceite, de sabor dulce y afrutado, junto a su color limpio y dorado, es muy apreciado. Actualmente, y gracias al inventario realizado por la Mancomunitat de la Taula del Sénia, hay catalogados alrededor de 4.800 olivos milenarios de más de 3,50 m de perímetro de tronco a 1,30 m del suelo. Estos están repartidos por 22 municipios del este de Aragón, sur de Cataluña y norte de la Comunidad Valenciana. Su presencia define el paisaje, un mosaico de árboles i piedra seca, conocido como “el mar de olivos”. A partir de todo esto, tanto el sector privado (molinos de aceite y cooperativas) como el público (Mancomunitat del Sénia, ayuntamientos y otras administraciones), han efectuado diferentes proyectos que han valido para poner en valor estos olivos, así como sus aceites vírgenes con certificados de origen y calidad máxima.

El trabajo de impulsar el cultivo del olivar en la zona viene dado por la presencia de cooperativas de agricultores. Estas cooperativas agrícolas son indispensables para la comarca del Baix Maestrat. Dicha presencia permite a la población local su participación en la actividad económica de los municipios en cuestión. Los aspectos positivos del cooperativismo vienen dados por diferentes puntos de vista: empleo; incremento de las rentas del agricultor; la producción agrícola obtiene mayor valoración en el mercado y la prestación de servicios al pequeño agricultor. Destacar también algunos aspectos contrarios, como podrían ser las negativas a englobarse en estructuras de mayor rango, dando lugar a formas de gestión y maquinaria anticuada.

Uno de los servicios que ofrecen las cooperativas donde se observan más problemáticas es en el proceso de elaboración y extracción de aceite de oliva virgen y virgen extra. Este proceso ha sufrido muchos cambios desde el principio de la producción hasta la actualidad. Antaño, el proceso de extracción consistía en una molienda con piedras, un prensado con unos discos de fibra llamados capachos, y una decantación. Con la modernización de la maquinaria, todo esto se sustituyó por modernos molinos de martillo, batidoras, centrifugas horizontales y decánters. A pesar de las avanzadas tecnologías con las que cuentan las almazaras, todavía hay dificultades acerca su extracción. Uno de los principales inconvenientes es el rendimiento bajo que se obtiene en las pastas de principio de campaña. Solamente el 80-87% del aceite que se encuentra en el fruto puede ser

extraído de una pasta normal. Esta cifra se reduce significativamente en el caso de las llamadas pastas emulsionadas, logrando rendimientos comprendidos entre el 70% y el 80% (Beltrán *et al*, 2010). Los factores que afectan a estos rendimientos no se atribuyen solamente a la ineficacia de la maquinaria, sino también el estado de madurez de la aceituna, las condiciones de cultivo (fertirrigación, cantidad y época de cosecha, la incidencia de plagas y enfermedades (por ejemplo *Bactrocera oleae*) o problemas abióticos como lesiones por frío (Torres *et al*, 2003). La consistencia de la pared de celulosa de las células del mesocarpo de la aceituna y la elevada cantidad del contenido en pectinas, así como un alto nivel de humedad, parecen ser la base de las emulsiones formadas, haciendo más difícil de separar el aceite de oliva (Petursson *et al*, 2004; Cruz *et al*, 2007).

Para descomponer tales emulsiones, algunos coadyuvantes tecnológicos han sido desarrollados, como por ejemplo enzimas que degradan las paredes celulares o coadyuvantes como el cloruro sódico (sal común), carbonato cálcico o talco micronizado (Squeo *et al*, 2016). Sin embargo, el uso de coadyuvantes tecnológicos que producen una acción química o bioquímica no están permitidos en la elaboración de aceite de oliva virgen o virgen extra (Reglamento (CE) nº 1513/2001). Es por ello que tanto la sal común como la adición de enzimas está prohibida para la elaboración de aceite de oliva virgen / virgen extra (Caponio *et al*, 2015).

En lo que respecta a salud pública, existen varios estudios e informes que concluyen que el uso de ambos coadyuvantes no implica ningún riesgo para la salud del consumidor. El talco natural ha sido objeto de varios análisis por parte de investigadores (Moya *et al*, 2010), en los cuales se investigaba si el talco constituía un factor de riesgo respecto al cáncer. Todos estos artículos concluyeron que no se observó un aumento en la mortalidad por cáncer de pulmón entre los trabajadores a pesar de su alta exposición. La arcilla caolinítica fue parte de un estudio de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), que evaluó en relación el uso de una arcilla caolinítica, cuyo componente principal es el silicato de aluminio, como coadyuvante tecnológico en el proceso de obtención de aceite de oliva virgen y virgen extra. El Comité Científico concluyó que tampoco había riesgo para la salud del consumidor (AESAN, 2011). En la actualidad, en el Estado español se permite el uso de dos coadyuvantes específicos dentro de la categoría de coadyuvante de extracción para aceites de oliva vírgenes (Real Decreto 640/2015). Se trata del silicato magnésico hidratado (talco natural) y la arcilla caolinítica.

En este marco, el objetivo de la presente investigación fue el estudio y la evaluación del efecto de los coadyuvantes permitidos (talco natural y arcilla caolinítica) aplicados a la extracción del aceite de oliva virgen y virgen extra. Todo ello con la finalidad de obtener el mayor rendimiento de aceite sin disminuir en ningún momento la calidad exigida por el consumidor.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Procedimiento realizado en el estudio

Las aceitunas fueron recolectadas mecánicamente entre octubre de 2016 y febrero de 2017. Éstas fueron transportadas inmediatamente a la almazara de Traiguera. Tras pasar por el proceso de lavado y limpieza, se procedió a la extracción del aceite de oliva.

La Tabla 1 muestra las etapas llevadas a cabo en el presente trabajo:

TABLA 1. Diagrama de flujo del proceso seguido en la realización del trabajo.



FIGURA 1. Cinta transportadora de la almazara.



FIGURA 2. Termobatidora de tres cuerpos.



FIGURA 3. Centrífugadora vertical.



FIGURA 4. Laboratorio de la almazara.

1. Muestreo de aceitunas para cálculo del índice de madurez y el rendimiento.

2. Adición del coadyuvante en el cuerpo intermedio de la batidora.

3. Adición de agua en la centrífuga.

4. Laboratorio de la almazara, donde se calcula el rendimiento y la acidez, en base a la muestra que se ha tomado en el paso 1.

La materia prima se inspecciona antes de ser descargada en las tolvas de recepción. Se examina su estado de higiene y si están atacadas por alguna plaga o enfermedad. En esta etapa se calculaba el índice de madurez (CSR, 2006), queriendo obtener aquellas aceitunas que dan lugar a pastas difíciles. Se separaron 100 frutos de cada partida. A continuación cada fruto se clasificó 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. Inicio de envero.

Clase 3: Piel rojiza o morada en más de la mitad del fruto. Final de envero.

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.

Para finalizar, el índice de madurez se calculaba atendiendo a la siguiente ecuación matemática:

$$IM = \frac{A*0+B*1+C*2+D*3+E*4+F*5+G*6+H*7}{A+B+C+D+E+F+G+H} \quad (1)$$

donde: IM = índice de madurez; A = nº de frutos de clase 0; B = nº de frutos de clase 1; C = nº de frutos de clase 2; D = nº de frutos de clase 3; E = nº de frutos de clase 4; F = nº de frutos de clase 5; G = nº de frutos de clase 6; H = nº de frutos de clase 7.

Tras lavar y limpiar los frutos, se almacenaban en tolvas de almacenamiento. A continuación se molturaban y se batían. El proceso de batido se efectuó en una termobatidora de 6.000L de capacidad con tres cuerpos. El coadyuvante se añadió en el cuerpo intermedio, tal y como recomienda Beltrán *et al* (2010).

De la batidora la pasta pasa a la centrífuga horizontal, también llamada decánter horizontal, donde será sometida a centrifugación. De ahí pasará a la centrífuga vertical, donde se añadirá agua para intentar separar más las fases. El aceite se almacenó en depósitos.

Más adelante, antes de envasarlo, el aceite fue filtrado para dejarlo libre de cualquier impureza.

2.2. Proceso de extracción del aceite

Los experimentos se realizaron en la Almazara Olivarera Cervol, almazara propia de la Cooperativa Agrícola El Progreso de Traiguera. Esta instalación está basada en el sistema de extracción continuo ecológico de dos fases. Cuenta con dos líneas de trabajo totalmente independientes, las cuales una de las dos está orientada al tratamiento de aceitunas recolectadas directamente del árbol y que, por ende, da lugar a aceite de oliva virgen o virgen extra.

Con la finalidad de obtener resultados totalmente reales, las pruebas no se realizaron a nivel de laboratorio, sino que la adición de los coadyuvantes se produjo sobre el mismo proceso, cuyo diagrama se muestra en la figura 5.

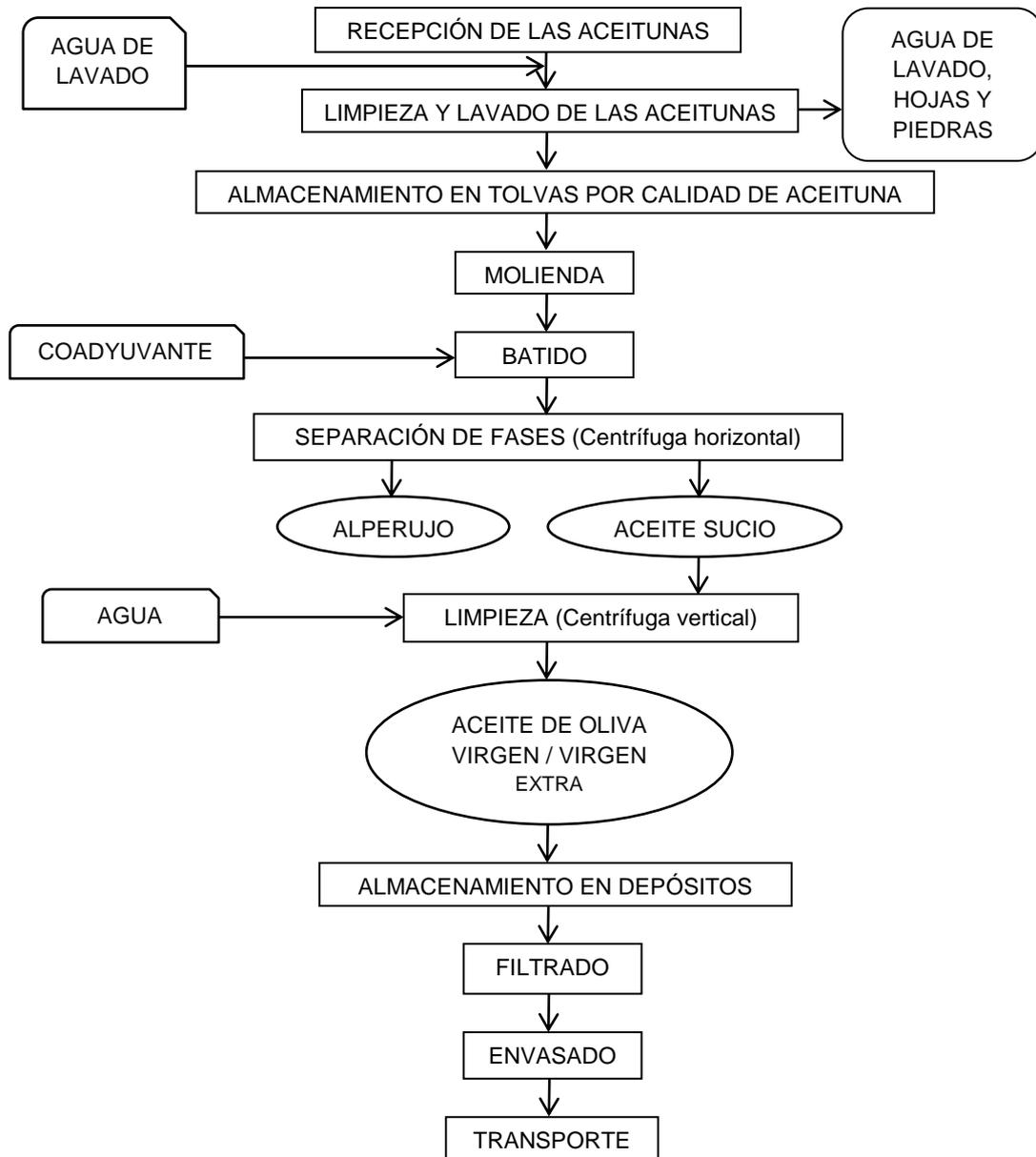


FIGURA 5. Diagrama de flujo del proceso de elaboración del aceite de oliva.

2.3. Caracterización de los aceites de oliva

Los aceites de oliva virgen y virgen extra vienen definidos por unos parámetros que aparecen concretados en el Reglamento (CEE) nº. 2568/91. Estos parámetros permiten establecer la presencia o ausencia de alteraciones del fruto o aceite. Existen a nivel fermentativo (análisis sensorial en paneles de catadores), hidrolítico (acidez) y oxidativo (absorbancia en el ultravioleta a 232 y 270 nm, e índice de peróxidos). En función de las

diferentes determinaciones y de los paneles de cata, el aceite se clasifica de la siguiente forma (Tabla 2):

TABLA 2. Clasificación de los aceites de oliva según parámetros químicos y análisis sensorial.

Categoría	Ácido z (%)	Índ. de peróxidos (mEq O ₂ /kg)	K ₂₃₂	K ₂₇₀	Evaluación organoléptica	
					Mediana del defecto	Mediana del frutado
Aceite de oliva virgen extra	≤ 0,8	≤ 20	≤ 2,50	≤ 0,22	Md = 0	Mf > 0
Aceite de oliva virgen	2,0	20	≤ 2,60	≤ 0,25	Md ≤ 3,5	Mf > 0
Aceite de oliva lampante	> 2,0	-	-		Md > 3,5	
Aceite de oliva refinado	≤ 0,3	≤ 5	-	≤ 1,25		
Aceite de oliva compuesto de aceites de oliva refinados y de aceites de oliva vírgenes	≤ 1,0	≤ 15	-	≤ 1,15		
Aceite de orujo de oliva crudo	-	-	-			
Aceite de orujo de oliva refinado	≤ 0,3	≤ 5	-	≤ 2,00		
Aceite de orujo de oliva	≤ 1,0	≤ 15	-	≤ 1,70		

El grado de acidez es uno de los parámetros más representativos, ya que nos da información acerca de cómo ha sido cultivado el olivar, su recolección, su estado de plagas y enfermedades, así como el tratamiento que se le ha dado en la almazara. El procedimiento para su cálculo se basa en la norma UNE 55.011. Los valores de acidez, expresados como porcentaje de ácido oleico, se determinan por valoración con KOH 0.1 N de un determinado peso de aceite (2-20g), en una mezcla de disolventes previamente neutralizada (alcohol-éter 1:1) y fenoiftaleína como indicador (Martínez *et al*, 1999).

Para el cálculo de la absorbancia a 232 y 270 nm (AENOR, 1973), se disuelve el aceite en ciclohexano, y a continuación se mide la absorbancia.

El procedimiento para la obtención del índice de peróxidos también se encuentra establecido en el Reglamento (CEE) nº. 2568/91. En resumen, el índice de peróxidos es la cantidad (expresada en miliequivalentes de oxígeno activo por kg de grasa) de peróxidos en la muestra que ocasionan la oxidación del yoduro potásico. La muestra 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 (Espínola y Moya, 2000).

En cuanto a la evaluación organoléptica, ésta se verá con mayor profundidad en el apartado 2.5 de material y métodos.

2.4. Determinación del rendimiento graso

La determinación del componente principal de la aceituna, el aceite, tiene una primordial importancia. El contenido total en aceite es la base para pagar a los agricultores por la riqueza en esta fracción de la aceituna que aportan a la almazara. Por lo tanto, el conocimiento de este parámetro es necesario para evaluar el rendimiento del proceso de fabricación de la aceituna (Sánchez *et al*, 2005).

La cantidad de aceite se expresa como contenido graso total (% de grasa referido al peso total del fruto), variando entre límites muy amplios, según variedad, condiciones climáticas, época de recolección, etc.

Este análisis se realizó en el propio laboratorio de la almazara, mediante el método Soxhlet, recogido en la norma UNE 55030:1961 (AENOR, 1961). El método Soxhlet es un método destructivo utilizado en la extracción de compuestos, generalmente de naturaleza lipídica. Se usa como disolvente el éter. Para el cálculo del porcentaje se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% = \frac{m_2 - m_1}{M} * 100 \quad (2)$$

donde: % = rendimiento graso de la aceituna; m1 = masa del matraz vacío (g); m2 = masa del matraz con grasa tras el secado (g).

2.5. Condiciones del estudio

El estudio estuvo dividido en ensayos, los cuales dependerán de las siguientes variables: índice de madurez de la aceituna, coadyuvante utilizado, cantidad de coadyuvante utilizado, tiempo de batido y agua añadida en la centrifugación.

En cada ensayo se utilizaron alrededor de 4.000 kg de aceituna. Los índices de madurez estudiados fueron el 2, 3, 4 y 5. Se usaron como coadyuvantes el talco y la arcilla caolinítica, además de los ensayos control. Como cantidades del coadyuvante, se utilizaron un 1% y un 2% de la cantidad de aceitunas totales, mientras que los tiempos de batido fueron de 60 y 90 minutos. Finalmente la cantidad de agua añadida también fue en función de la masa de pasta de aceitunas (10% y 20% de agua).

2.6. Análisis estadístico

El estudio fue analizado estadísticamente mediante el software StatGraphics Centurion XVI.II (Statpoint Technologies, Inc., Virginia, EEUU).

Se tuvieron en cuenta las variables del rendimiento como variable dependiente, mientras como factores las variables agua añadida en la fase de batido, tiempo de batido, cantidad de coadyuvante añadido e índice de madurez de la aceituna recolectada.

Se llevó a cabo un análisis de la varianza de un solo factor (ANOVA simple) y un análisis multivariado para las correlaciones entre factores. También se realizó un modelo de predicción mediante Modelos Lineales Generales.

2.7. Análisis sensorial

El aceite de oliva virgen es el único producto que incluye entre sus normas de calidad características organolépticas concretas y dispone de un método oficial de análisis organoléptico. Al tratarse de una grasa, tiene tendencia a retener las sustancias responsables de olores y sabores presentes en las aceitunas y a absorber los olores del entorno.

La metodología para valorar organolépticamente un aceite de oliva está incluida en el reglamento de la Unión Europea desde 1.991 (Reglamento (CEE) nº. 2568/91) y por el Comité Oleícola Internacional (COI, 2015). Esta metodología determina como se tiene que formar un panel de cata y normas para la realización de la cata. También establece unos atributos, tanto positivos como negativos, que servirán como descriptores para la identificación y cuantificación de atributos positivos y defectos.

Uno de los principales parámetros que interesan es la mediana de frutado y la mediana de defecto. La mediana de frutado es la mediana estadística de los atributos positivos del aceite sujeto a cata (frutado, picante y amargo). La mediana de defecto corresponde a la mediana de los atributos negativos (atrojado, heno, borras).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis del comportamiento de los coadyuvantes en la extracción de aceite de oliva virgen y virgen extra

3.1.1. TALCO

La figura 6 muestra en un diagrama de cajas y bigotes el resultado de la variación del rendimiento en función de la cantidad de coadyuvante añadida, en este caso 1% y 2%. A la vista de los resultados se observa que no existen importantes variaciones, siendo el rendimiento de $19,95 \pm 1,79$ para la cantidad menor añadida y $19,94 \pm 1,85$ para la mayor. Teniendo en cuenta el resultado estadístico estas diferencias no son significativas (p-valor = 0,9893).

La figura 7, muestra las variaciones de rendimiento al modificar el índice de madurez. En este caso, se observa que los valores altos de IM se relacionan con mayores rendimientos, siendo los valores de $17,86 \pm 0,79$ para el menor índice de madurez y $22,36 \pm 0,91$ para el mayor. Destacar que estas diferencias son significativas estadísticamente (p -valor = 0,0000).

La figura 8 muestra las diferencias en cuanto al aceite obtenido después de añadir un 10 y un 20% de agua, respectivamente. En este caso los valores obtenidos son alrededor de un 20% en ambos casos ($19,99 \pm 1,85$ y $19,90 \pm 1,78$, respectivamente), siendo estas pequeñas diferencias no significativas (p -valor = 0,7896). Estos resultados coinciden con los de Valdivia et al (2009), en los que obtiene mismos resultados, concluyendo que esa adición no es relevante en la mejora de rendimientos.

La figura 9, muestra los resultados con dos tiempos de batido, 60 y 80 minutos. En este caso se observa un mejor rendimiento con el menor tiempo, siendo estas diferencias significativas, (p -valor = 0,0009).

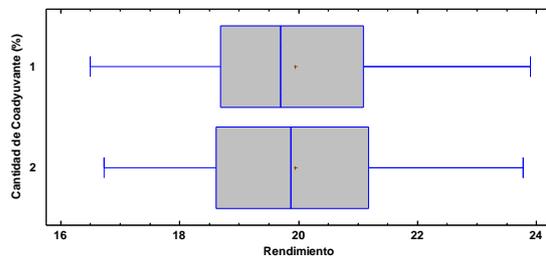


FIGURA 6. Gráfico caja y bigotes para rendimiento y cantidad de talco (1 = 1% añadido; 2 = 2% añadido)

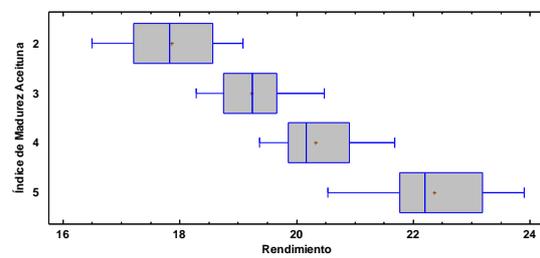


FIGURA 7. Gráfico caja y bigotes para rendimiento e índice de madurez en talco.

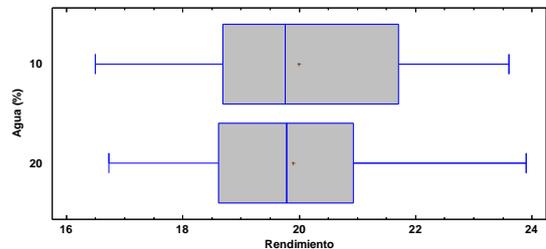


FIGURA 8. Gráfico caja y bigotes para rendimiento y agua añadida en talco.

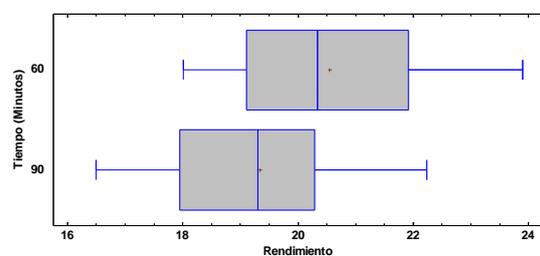


FIGURA 9. Gráfico caja y bigotes para rendimiento y tiempo de batido en talco.

La tabla 3 muestra las correlaciones entre cada par de variables. El par de variables Rendimiento – Índice de madurez muestra que estas dos variables están correlacionadas positivamente, mientras que el par Rendimiento – Tiempo están correlacionadas negativamente, por lo tanto un aumento del rendimiento graso viene dado por la disminución del tiempo de batido.

TABLA 3. Matriz de correlaciones del talco.

	Cantidad coadyuvante	Índice de madurez	Agua	Tiempo	Rendimiento
Cantidad coadyuvante		0,0000	0,0000	0,0000	-0,0014
Índice de madurez			0,0000	0,0000	0,9058
Agua				0,0000	-0,0264
Tiempo					-0,3338
Rendimiento					

En vistas a poder predecir el rendimiento que se obtendrá y dado que los únicos parámetros significativos han sido el índice de madurez y el tiempo, se ha realizado un modelo predictivo en base a ello con un modelo lineal general.

A continuación se aportan las Figuras 10, correspondiente al gráfico de rendimiento para el talco al 95% de confianza, así como la ecuación al modelo ajustado:

Gráfica de Rendimiento

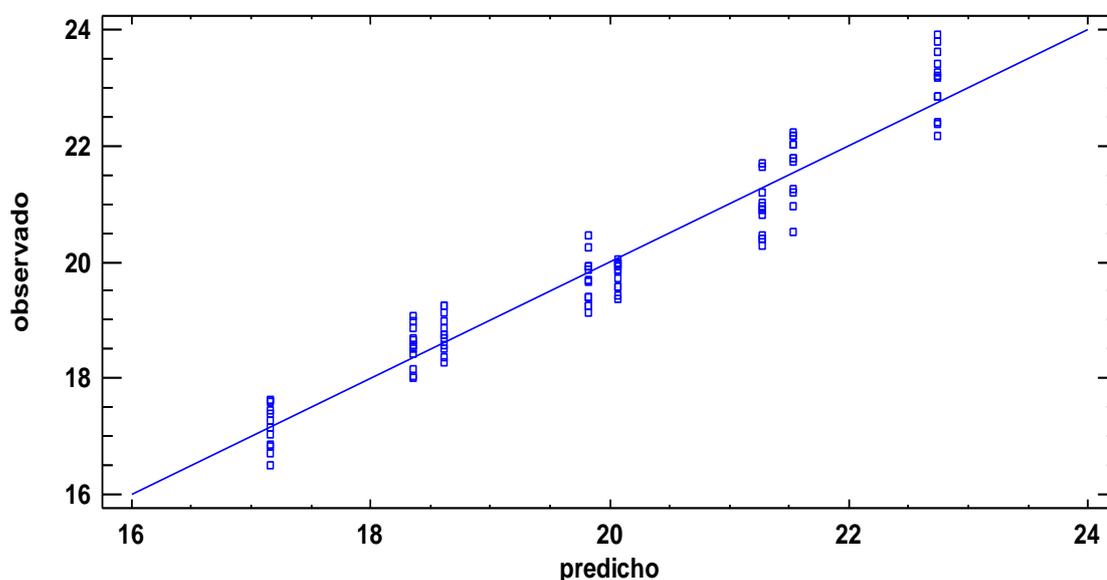


FIGURA 10. Gráfica de rendimiento para el talco.

$$R = 17,8444 + 1,45892 * IM - 0,0400694 * t \quad (3)$$

donde: R = rendimiento; IM = índice de madurez de la aceituna; t = tiempo en minutos.

3.1.2. ARCILLA CAOLINÍTICA

La figura 11 revela que las diferencias en cuanto al rendimiento en función de cantidad de arcilla añadida no son estadísticamente significativas (p -valor = 0,8159). Para un 2% de adición se obtuvo un $19,91 \pm 1,84$ de rendimiento, mientras que con un 1% se aumenta un 0,42%.

En cuanto al rendimiento e índice de madurez en arcilla caolinítica (Figura 12), se observa un aumento del rendimiento conforme se desarrolla la maduración. Los valores son de $17,94 \pm 0,78$ para el menor índice de madurez y $22,35 \pm 0,80$ para el mayor. Estadísticamente, estas variaciones resultan significativas (p -valor = 0,0000).

El análisis del agua añadida (10% y 20%) (Figura 13) ofrece variaciones de rendimiento no estadísticamente significativas (p -valor = 0,7605).

Por último, con el tiempo de batido (Figura 14) se observan diferencias especialmente en los valores mínimos y máximos que se alcanzan de rendimiento más que en los valores medios ($20,51 \pm 1,67$ para 60' y $19,40 \pm 1,77$ para 90'), siendo diferencias resultan significativas, (p -valor = 0,0019). Este comportamiento viene dado por la temperatura de la propia pasta, ya que a mayores tiempos de batido la temperatura suele descender, dando lugar a menores rendimientos (Beltrán *et al*, 2010).

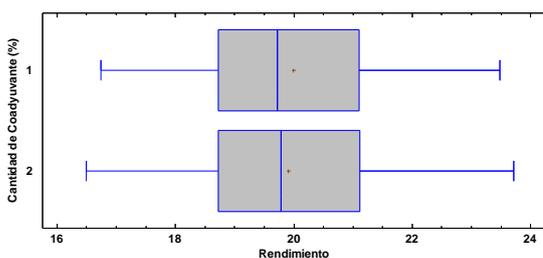


FIGURA 11. Gráfico caja y bigotes para rendimiento y cantidad de arcilla (1 = 1% añadida; 2 = 2% añadida)

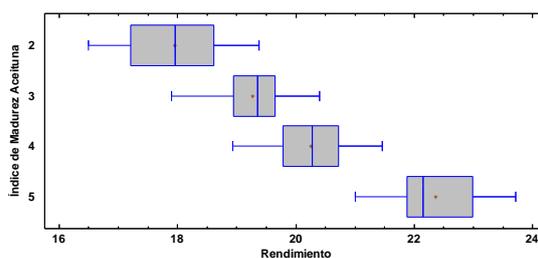


FIGURA 12. Gráfico caja y bigotes para rendimiento e índice de madurez en arcilla.

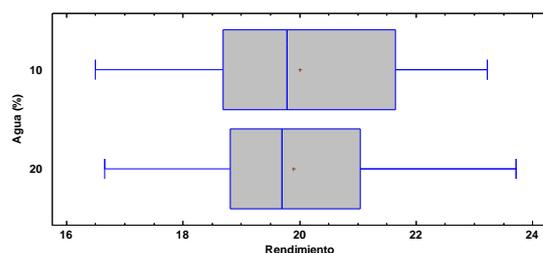


FIGURA 13. Gráfico caja y bigotes para rendimiento y agua añadida en arcilla caolinítica.

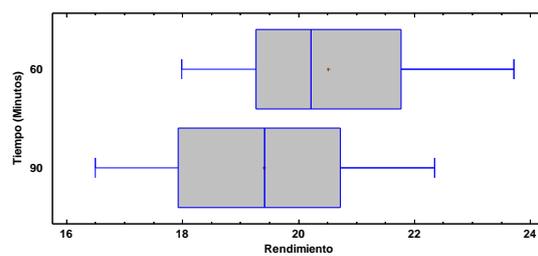


FIGURA 14. Gráfico caja y bigotes para rendimiento y tiempo de batido en arcilla caolinítica.

En la tabla 4, los siguientes pares de variables tienen p -valores por debajo de 0,05: rendimiento - índice de madurez de aceituna y rendimiento y tiempo. Estos resultados obtenidos refuerzan los análisis de las variables anteriores, ya que se observa una correlación positiva entre el rendimiento y

el índice de madurez, mientras que existe una correlación negativa entre el tiempo de batido y el rendimiento.

TABLA 4. Matriz de correlaciones de la arcilla caolinítica.

	Cantidad coadyuvante	Índice de madurez	Agua	Tiempo	Rendimiento
Cantidad coadyuvante		0,0000	0,0000	0,0000	-0,0241
Índice de madurez			0,0000	0,0000	0,9020
Agua				0,0000	-0,3126
Tiempo					-0,3126
Rendimiento					

La Figura 15 muestra la gráfica de rendimiento para arcilla, así como su ecuación para el modelo ajustado:

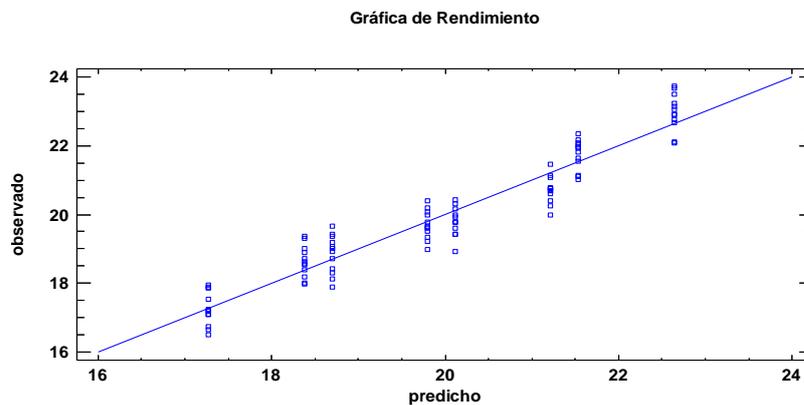


FIGURA 15. Gráfica de rendimiento para la arcilla caolinítica.

$$R = 17,7346 + 1,42096 * IM - 0,0367014 * t \quad (4)$$

donde: R = rendimiento; IM = índice de madurez de la aceituna; t = tiempo en minutos.

Estos coadyuvantes permiten pues, una recuperación más fácil del aceite actuando como microgel. Su funcionamiento se basa en la disminución de cantidad de aceite que es retenido por el sistema coloidal de la pasta de las aceitunas y el aceite que permanece emulsionado con la fase acuosa (Caponio *et al*, 2014).

En ambos tipos de coadyuvante el tiempo y el índice de madurez son decisivos. Estos resultados concuerdan con lo descrito en varios artículos de investigación. Beltrán *et al*, en 2010, evalúa la influencia del talco a nivel industrial y de laboratorio. Estudia cómo influye el tiempo de batido (60 y 90 minutos), la temperatura de la pasta y la cantidad de talco añadida (0 y 1%). Concluye que el aumento de rendimiento viene dado por un tiempo de batido

más corto. Asimismo se destaca la época de recolección, con un 54,4%, como el factor más importante en el rendimiento del proceso, esencialmente debido a los cambios que experimenta el fruto a lo largo de la maduración. Finalmente también tiene especial relevancia la interacción entre la época de recolección y el tiempo de batido.

Se puede observar como los porcentajes de mejora del rendimiento con el uso de coadyuvantes van disminuyendo con el aumento del índice de madurez desde 16% al 12%. Estos resultados obtenidos confirman que el uso de coadyuvantes está recomendado para mejorar el rendimiento en pastas difíciles. Estas pastas difíciles provienen de aceitunas verdes, que todavía tienen una pared del mesocarpo más consistente. Los coadyuvantes actúan de manera que debilitan dicha pared, facilitando la salida del aceite de oliva. También confirma la tesis anterior la bajada de mejora del rendimiento conforme aumenta el índice de madurez.

3.1.3. COMPARACIÓN ENTRE EL CONTROL Y LOS COADYUVANTES

Una vez comprobado que las variables que tienen una mayor influencia sobre el rendimiento son el IM y el tiempo de batido, se hace una comprobación entre los dos coadyuvantes y el control en relación a estos parámetros (Figura 16).

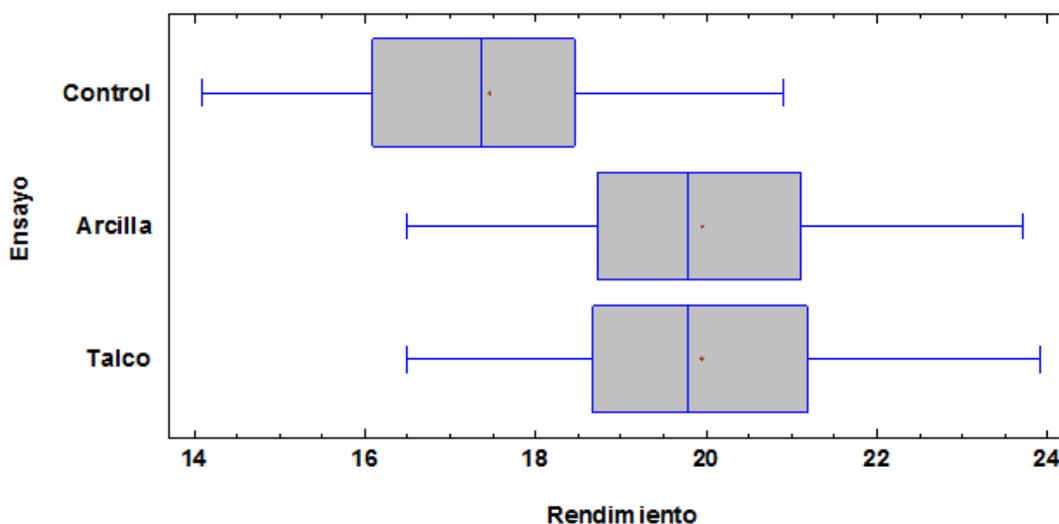


FIGURA 16. Gráfico caja y bigotes obtenido para la variable dependiente “rendimiento” y factor “coadyuvante”.

La figura 16 muestra la distribución de los valores de rendimiento del aceite en un gráfico de bigotes teniendo en cuenta el tipo de coadyuvante y comparándolo con el control.

Los resultados muestran que existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control, en el que no se usa ningún tipo de coadyuvante, y los dos grupos de coadyuvante (Tabla 5). El cálculo de grupos homogéneos, mediante el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher, da como resultado que no hay diferencias

estadísticamente significativas entre el uso del talco y la arcilla caolinítica. El aumento de rendimiento del control respecto al talco y a la arcilla es de un 14,25 y un 14,30% respectivamente.

TABLA 5. Medias y desviación estándar del rendimiento para cada ensayo. Resultados de ANOVA (F ratio y p-valor)

Factor		Rendimiento					
		Control		Talco		Arcilla caolinítica	
		X(σ)	F ratio	X(σ)	F ratio	X(σ)	F ratio
IM	2	15,4(0,7)		17,8(0,7)		17,9(0,8)	
	3	16,8(0,6)	80,4***	19,2(0,5)	154,6***	19,2(0,6)	154,2***
	4	17,8(0,5)		20,3(0,6)		20,2(0,6)	
	5	19,8(0,9)		22,3(0,9)		22,3(0,7)	
Cantidad coady. (%)	1			19,9(1,7)			
	2		19,9(1,8)	0,0^{ns}	19,9(1,8)	0,0^{ns}	
Tiempo de batido (min)	60	18,0(1,7)		20,5(1,7)		20,5(1,6)	
	90	16,8(1,6)	6,5**	19,3(1,6)	11,7***	19,4(1,7)	10,1***
Agua añadida (%)	10	17,5(1,8)		19,9(1,8)		20,0(1,7)	
	20	17,4(1,7)	0,0 ^{ns}	19,9(1,7)	0,0 ^{ns}	19,9(1,7)	0,0 ^{ns}

Los porcentajes de mejora del rendimiento con el uso de coadyuvantes van disminuyendo con el aumento del índice de madurez desde 16% al 12%. Estos resultados obtenidos confirman que el uso de coadyuvantes está recomendado para mejorar el rendimiento en pastas difíciles. Estas pastas difíciles provienen de aceitunas verdes, que todavía tienen una pared del mesocarpo más consistente. Los coadyuvantes actúan de manera que debilitan dicha pared, facilitando la salida del aceite de oliva. También confirma la tesis anterior la bajada de mejora del rendimiento conforme aumenta el índice de madurez.

Los resultados obtenidos son algo superiores a los publicados por Caponio et al (2014). Sus ensayos se realizaron en condiciones reales de almazara, y con aceitunas de la variedad "Coratina". Éstos obtuvieron una mejora del 15% con respecto al control. En Valdivia et al (2008) el experimento se efectúa en laboratorio y con aceitunas de la variedad Hojiblanca con un índice de madurez del 2. Éstos obtienen en Abencor unas mejoras del 6% respecto al control con el uso del talco, aunque cabe destacar que el ensayo está realizado bajo condiciones de laboratorio. En lo referente a resultados de arcilla caolinítica, todavía no hay estudios al respecto, dada la reciente inclusión del uso de la arcilla como coadyuvante alimentario en aceite de oliva virgen y virgen extra.

3.2. Análisis sensorial

Se efectuaron 3 análisis sensoriales (Figura 17, Figura 18 y Figura 19). Cada análisis sensorial corresponde a un tipo de coadyuvante a índice de madurez 2. Se añadió un 1% de coadyuvante para los casos del talco y la arcilla caolinítica, el tiempo de batido fue de 60 minutos. En la centrífuga se añadió un 10% de agua.



VALENCIANA
CONSELLERIA DE PRESIDÈNCIA I AGRICULTURA,
PESCA, ALIMENTACIÓ I AIGUA
DIRECCIÓ GENERAL DE PRODUCCIÓ
AGRÀRIA I RAMADERIA
Servici d'Anàlisi Agrari

Pintor Goya, 8
46100 BURJASSOT (
Tel. 96 192 52 50
Fax. 96 192 52 51



(*) los ensays
no están am
la acreditació



INFORME DE ENSAYO

<p>Cliente : ALMAZARA OLIVARERA CERVOL 2º GRADO NIF : f-12403291 Domicilio : PTA. DAMUNT LA FONT, S/N Población : 12330 TRAIQUERA (CASTELLON) T. Análisis : INFORMATIVO</p>	<p>Núm. Informe : 1035827 Nº Muestra: 1603577 Registro muestra : 16/12/2016 Inicio análisis : 20/12/2016 Finalización análisis : 20/12/2016</p>
<p>Muestra de : ACEITE DE OLIVA R^a MUESTRA DEPÓSITO 11 Referencia : PART.</p>	

Ac	Nombre Determinación	Resultado	Método
	Grado de acidez en ácido oleico	0.18 %	RCEE 2568/91 A- II y modif.
	Índice de peróxidos	4.8 meq de O2 activo/kg de aceite	RCEE 2568/91 A-III y modif.
	Absorción espectrofotométrica ultravioleta:		RCEE 2568/91 A-IX y modif.
	K 270	0.14	RCEE 2568/91 A-IX y modif.
	K 232	1.77	RCEE 2568/91 A-IX y modif.
	Delta K	< 0.001	RCEE 2568/91 A-IX y modif.
	Evaluación organoléptica	-	RCEE 2568/91 A-XII y modif.
	Mediana del Atributo Frutado	3.5	RCEE 2568/91 A-XII y modif.
	Mediana del Defecto	0.0	RCEE 2568/91 A-XII y modif.
	Categoría	VIRGEN EXTRA	RCEE 2568/91 A-XII y modif.

FIGURA 17. Informe de ensayo del análisis sensorial del aceite obtenido a partir de las siguientes condiciones: Coadyuvante = Control; Cantidad de coadyuvante = 0; Agua = 10%; Tiempo =60'; Índice de Madurez = 2.

ALMAZARA OLIVARERA CERVOL S.COOP.V. 2º GRADO
PTDA DAMUNT LA FONT S/N

amparadas por la ley

Informe de Ensayo: 61228121

12330 TRAIGUERA
CASTELLON

Ref. Muestra: DEPÓSITO 12. 14.12.16. TAPÓN PRECINTO VERDE

Envase: BOTE PET 1 L
Cantidad: 500 ML APROX.

Fecha de Recepción: 16/12/2016
Fecha Fin de Análisis: 28/12/2016
Fecha de Emisión: 28/12/2016

Ref. Laboratorio: 1/3.342

MATRIZ A ENSAYAR: Aceites de Oliva

<u>DETERMINACIÓN</u>	<u>RESULTADO</u>	<u>PROCEDIMIENTO</u>
Valoración organoléptica		
Mediana Frutado	3.7	RCEE 2568/91 y modificaciones
Mediana Defecto	0.0	RCEE 2568/91 y modificaciones
Clasificación sensorial	VIRGEN EXTRA	RCEE 2568/91 y modificaciones

FIGURA 18. Informe de ensayo del análisis sensorial del aceite obtenido a partir de las siguientes condiciones: Coadyuvante = Arcilla; Cantidad de coadyuvante = 1%; Agua = 10%; Tiempo =60'; Índice de Madurez = 2.



Pintor Goya, 8
46100 BURJASSOT (V)
Tel. 96 192 52 50
Fax. 96 192 52 51



(*) los ensayo no están amparados por la acreditación

INFORME DE ENSAYO

Cliente : ALMAZARA OLIVARERA CERVOL 2º GRADO
NIF : f-12403291
Domicilio : PTA. DAMUNT LA FONT, S/N
Población : 12330 TRAIGUERA (CASTELLON)
T. Análisis : INFORMATIVO

Núm. Informe : 1035828

Nº Muestra: 1603578

Registro muestra : 16/12/2016
Inicio análisis : 20/12/2016
Finalización análisis : 20/12/2016

Muestra de : ACEITE DE OLIVA Rª MUESTRA DEPÓSITO 12

Referencia : PART.

Ac Nombre Determinación	Resultado	Método
Evaluación organoléptica	-	RCEE 2568/91 A-XII y modif.
Mediana del Atributo Frutado	3.6	RCEE 2568/91 A-XII y modif.
Mediana del Defecto	0.0	RCEE 2568/91 A-XII y modif.
Categoría	VIRGEN EXTRA	RCEE 2568/91 A-XII y modif.

FIGURA 19. Informe de ensayo del análisis sensorial del aceite obtenido a partir de las siguientes condiciones: Coadyuvante = Talco; Cantidad de coadyuvante = 1%; Agua = 10%; Tiempo =60'; Índice de Madurez = 2.

Los tres análisis corroboraron que se trataba de un aceite de oliva virgen extra debido a que su mediana de defecto fue igual a cero, mientras que la mediana del frutado fue superior a cero. Los tres tienen un valor similar de mediana del atributo frutado.

Como se puede comprobar, los tres resultados casi idénticos manifiestan que el uso de coadyuvantes no influyó ni en la calidad de los aceites ni en la evaluación sensorial.

Este resultado concuerda con lo descrito en Moya *et al* (2.009) y Espinola *et al* (2.008), en la que la utilización de coadyuvantes para mejorar el rendimiento graso del aceite de oliva no derivó en una merma ni en un cambio de la calidad de los aceites, así como en el análisis sensorial.

4. CONCLUSIONES

El tiempo de batido (correlación negativa) y el índice de madurez de la aceituna (correlación positiva) juegan un papel importante en el aumento del rendimiento del aceite. Por el contrario, la cantidad de agua y el aumentar la cantidad de coadyuvante no son significativos.

La adición de coadyuvante consigue aumentar sobre un 11% el rendimiento del aceite con respecto al control. Lo que lo hace especialmente interesante en las pastas difíciles. No obstante, no existen diferencias significativas, en cuanto a la cantidad de aceite extraído, con el uso del talco y el uso la arcilla caolinítica.

El análisis sensorial demostró que los coadyuvantes no afectan ni a la calidad del aceite obtenido ni a la evaluación sensorial de los mismos. Destacando además que los catadores tampoco diferenciaron las muestras obtenidas con el talco y las elaboradas con arcilla caolinítica.

A partir de los datos generados en el presente estudio, la cooperativa ha tomado la decisión de incorporar el coadyuvante talco en la próxima campaña para mejorar el rendimiento, ya que aporta resultados muy similares a los obtenidos con la arcilla, tienen un manejo muy parecido, pero aporta la ventaja de su menor precio.

5. REFERENCIAS

- AENOR. 1961. Determinación del contenido en materia grasa total de la aceituna. UNE 55030. Madrid: AENOR.
- AENOR. 1973. Materias grasas. Medida espectrofotométrica de la absorción en la región ultravioleta. UNE 55047. Madrid: AENOR.
- AESAN. 2011. Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) en relación al uso de una arcilla caolinítica como coadyuvante tecnológico en el proceso de obtención de aceite de oliva virgen. *Revista del Comité Científico*, 11: 1-12.
- Agroambient. Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, [en línea]. Superficies y producciones de los principales cultivos de la Comunitat Valenciana. Año 2015. Dirección URL: <<http://www.agroambient.gva.es/documents/162218839/163253055/Resumen+syp+2015.pdf/334519e2-863c-40fe-a9c1-dce2e48d322a>>. [Consulta: 20 Abril 2017].
- Beltrán, G.; Jiménez, A.; Aguilera, M. 2010. Utilización de microtalco natural como coadyuvante tecnológico en la extracción del aceite. *Vida Rural*, 01/10/2010: 36-38.
- Beltrán, G.; Jiménez, A.; Aguilera, M.; Uceda, M. 2010. Estudio de las condiciones de batido de la pasta: tiempo, temperatura y coadyuvantes. Influencia sobre el rendimiento del proceso y los compuestos de interés nutricional y sensorial. Foro de la Tecnología oleícola y de la calidad.
- Caponio, F.; Squeo, G.; Monteleone, J.I.; Paradiso, V.M.; Pasqualone, A.; Summo, C. 2015. First and second centrifugation of olive paste: Influence of talc addition on yield, chemical composition and volatile compounds of the oils. *Food Science and Technology*, 64: 439-445.
- Caponio, F.; Monteleone, J.I.; Martellini, G.; Summo, C.; Paradiso, V.M.; Pasqualone, A. 2014. Effect of talc addition on the extraction yield and quality of extra virgin olive oils from *Coratina* cultivar after production and during storage. *Journal of Oleo Science*, 63 (11): 1125-1132.
- COI. 2015. Método para la evaluación organoléptica del aceite de oliva virgen [en línea]. Dirección URL: < http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/224-testing-methods?lang=es_ES>. [Consulta: 25 Abril 2017].
- Cruz, S.; Yousfi, K.; Pérez, A.G.; Mariscal, C.; García, J.M. 2007. Salt improves physical extraction of olive oil. *European Food Research and Technology*, 225: 359–365.
- CSR. CSR Servicios. 2006. Cálculo del índice de madurez. *Descargas*, [en línea]. Dirección URL: <http://www.csr servicios.es/LABORATORIO/DESCARGAS/CALCULO_INDICE_DE_MADUREZ.pdf>. [Consulta: 25 Abril 2017].
- Espínola, F.; Moya, A.J. 2000. Análisis de Laboratorio [en línea]. Universidad de Jaén. Dirección URL: < <http://www.ujaen.es/huesped/aceite/articulos/analisis.htm>>. [Consulta: 25 Abril 2017].

- García, A.; Ramos, N.; Ballesteros, E. 2005. Estudio comparativo de distintas técnicas analíticas (espectroscopía de NIR y RMN y extracción mediante Soxhlet) para la determinación del contenido graso y de humedad en aceitunas y orujo de Jaén. *Grasas y aceites*, 56: 220-227.
- Martínez, F.; Moyano, J.M^a.; Alba, J.; Ruiz, M^a.A.; Hidalgo, F.; Heredia, F.J. 1999. Método rápido de obtención de aceite de oliva virgen para la determinación de acidez. *Grasas y aceites*, 50: 122-126.
- Moya, M.; Espínola, F.; Castro, E. 2010. Industrial trial son coadjuvants for olive oil extraction. *Journal of Food Engineering*. 97: 57-63.
- Petursson, S.; Decker, E.A.; McClements, D.J. 2004. Stabilization of oil-in-water emulsions by cod proteon extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52: 3996–4001.
- Real Decreto 640/2015, de 10 de julio, por el que se aprueba la lista de coadyuvantes tecnológicos autorizados para la elaboración de aceites vegetales comestibles y sus criterios de identidad y pureza, y por el que se modifica el Real Decreto 308/1983, de 25 de enero, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria de Aceites Vegetales Comestibles [en línea]. Dirección URL: <https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-8443>. [Consulta: 25 Abril 2017].
- Reglamento (CE) nº 1513/2001 del Consejo, de 23 de julio de 2001, que modifica el Reglamento nº 136/66/CEE y el Reglamento (CE) nº 1638/98, en lo que respecta a la prolongación del régimen de ayuda y la estrategia de la calidad para el aceite de oliva [en línea]. Dirección URL: <<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2001-81845>>. [Consulta: 25 Abril 2017].
- Reglamento (CEE) No 2568/91 de la Comisión de 11 de julio de 1991 relativo a las características de los aceites de oliva y de los aceites de orujo de oliva y sobre sus métodos de análisis [en línea]. Dirección URL: < <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1991R2568:20080101:ES:PDF> >. [Consulta: 25 Abril 2017].
- Squeo, G.; Silletti, R.; Summo, C.; Paradiso, V.M.; Pasqualone, A.; Caponio, F. 2016. Influence of calcium carbonate on extraction yield and quality of extra virgin oil from olive (*Olea europaea* L. cv. Coratina). *Food Chemistry*, 209: 65–71.
- Torres, L.M.; Rodríguez, M.C.; Martínez, J.A. 2003. Efectos del daño de la mosca del olivo y del atroje sobre la microflora en pasta y la acidez del aceite virgen de oliva. *Grasas y aceites*, 3: 285-294.
- Valdivia, D.G.; Espínola, F.; Moya, M. 2008. Influencia de diferentes coadyuvantes tecnológicos en la calidad y rendimiento del aceite de oliva virgen utilizando la metodología de superficies de respuesta. *Grasas y aceites*, 59: 39-44.