

## Influencia de diferentes coadyuvantes tecnológicos en la calidad y rendimiento del aceite de oliva virgen utilizando la metodología de superficies de respuesta

Por Diego G. Fernández Valdivia, Francisco Espínola Lozano<sup>1</sup> y Manuel Moya Vilar

Universidad de Jaén, Dpto. Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales  
Paraje Las Lagunillas, s/n. Edificio B-3, 23071 Jaén  
Teléfono: <sup>1</sup> 953 21 29 48, Fax: 953 21 21 41, E-mail: fespino@ujaen.es

### RESUMEN

**Influencia de diferentes coadyuvantes tecnológicos en la calidad y rendimiento del aceite de oliva virgen utilizando la metodología de superficies de respuesta.**

Se ha utilizado la metodología de superficies de respuesta para evaluar los efectos de dos coadyuvantes tecnológicos y otro factor en la extracción de aceite de oliva virgen procedente de aceitunas de la variedad Hojiblanca con bajo índice de madurez: adición de talco en la etapa de batido de la pasta, adición de agua en la misma etapa y almacenamiento de la pasta de aceituna durante un periodo corto de tiempo. Los rangos de operación han sido los siguientes: de 0% a 2% en la adición de talco, de 0% a 20% en la adición de agua y de 0 h a 36 h de tiempo de almacenamiento. Para evaluar los efectos de estos factores en el rendimiento y calidad de los aceites obtenidos se han construido modelos matemáticos y realizado análisis estadísticos (ANOVA). Para un nivel de confianza del 95%, los modelos de rendimiento en aceite, acidez, índice de peróxidos, K270 y contenido en clorofilas han resultado significativos. Con la adición de talco se consigue un mayor aumento del rendimiento de aceite, también el almacenamiento de la pasta mejora el rendimiento pero se observa una pérdida de calidad, no obstante, todos los aceites obtenidos se podrían clasificar en la categoría de aceites de oliva vírgenes extras según la normativa de la Unión Europea.

**PALABRAS-CLAVE:** Aceite de oliva virgen – Coadyuvantes – Superficies de respuesta – Talco

### SUMMARY

**The influence of different technological co-adjuncts on the quality and yield of virgin olive oil using response surfaces methodology.**

Response surface methodology was employed to evaluate the effects of two technological co-adjuncts in virgin olive oil extraction from the Hojiblanca olive variety with a low ripening index: the addition of talc during the malaxation of the olive paste step, water addition during the same step and olive paste storage over a small period of time. Ranges of operation were established as follows: talc addition, 0-2 % (w/w); water addition, 0-20 % (w/w); and storage time, 0-36 h. Mathematical models and statistical analyses (ANOVA) were performed in order to evaluate the effects of these factors on oil yield and quality of olive oils obtained. Using a confidence level of 95 %, oil yield, acidity, peroxide index, K270 and Chlorophyll contents, models are

significant. The addition of talc is more effective in improving oil yield and paste storage is also useful to improve oil yield although a loss of oil quality is observed; but all the olive oil obtained may be characterized as extra virgin olive oil according to the regulations of the European Union.

**KEY WORDS:** Coadjuncts – Response surfaces – Talc – Virgin olive oil

### 1. INTRODUCCIÓN

En el proceso industrial de obtención de aceite de oliva virgen se suelen presentar con frecuencia pastas emulsionadas o “pastas difíciles”. Estas pastas emulsionadas se observan principalmente en ciertas variedades de aceitunas, Hojiblanca y Picual, con índices de madurez bajos y que son molturadas inmediatamente después de su recolección, provocando pérdidas de aceite en los residuos y bajos rendimientos industriales. Para mejorar el rendimiento se suelen utilizar coadyuvantes tecnológicos, tales como agua y talco, prohibiendo la normativa la utilización de coadyuvantes tecnológicos biológicamente activos en la elaboración de aceites de oliva vírgenes clasificados bajo las denominaciones de “virgen extra” y “virgen”, Reglamento CE 1513/2001.

La adición continua en la batidora de talco pulverizado con un tamaño de partícula inferior a 40  $\mu\text{m}$  (Cert *et al.*, 1996) se realiza en una dosis que puede oscilar entre 1 % y 2 % del peso de las aceitunas molturadas, y varía en función del grado de dificultad que presente la pasta pudiendo en algunos casos llegar a necesitarse más del 3 %. El talco, forma natural del silicato de magnesio hidratado,  $\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$ , tiene una estructura microcristalina laminar eléctricamente neutra, marcado carácter lipofílico (elevada capacidad de adsorción de aceite) y su mecanismo de actuación, puramente físico, podría explicarse mediante la acción de fuerzas de Van der Waals, adsorbiendo las microgotas de aceite retenidas en las paredes de las células, dando lugar a la formación de gotas e incrementando de esta forma la cantidad de aceite suelto. Por otra parte, es importante indicar que el uso del talco como coadyuvante tecnológico en el

proceso de obtención del aceite de oliva virgen debe cumplir con la Directiva Europea 2001/39/CE que especifica los criterios de pureza para aditivos alimentarios.

La adición de agua a la pasta como coadyuvante puede ser muy eficaz, especialmente cuando la humedad de las aceitunas es baja, no obstante, se puede añadir en la batidora o en el decánter. Diversos autores concluyen que la adición de agua al decánter es significativamente más eficaz que la adición a la batidora, cuando el agua se adiciona a la batidora se necesita una cantidad sustancialmente más elevada.

Con respecto a la calidad de los aceites obtenidos, varios autores concluyen que no se aprecian diferencias significativas entre los aceites obtenidos con el uso de agua o talco y los obtenidos sin adicionar estos coadyuvantes tecnológicos (Alba *et al.*, 1982; Hermoso *et al.*, 1998).

Por otra parte, también se puede evitar la formación de "pastas difíciles" almacenando las aceitunas varios días antes de procesarlas, durante este almacenamiento se rompen las paredes celulares mediante la acción de ciertos tipos de enzimas presentes en las aceitunas, no obstante, si se prolonga el almacenaje se pueden desarrollar fermentaciones anómalas que disminuyen notablemente la calidad del aceite.

El objetivo de este trabajo es determinar la influencia de dos coadyuvantes tecnológicos propiamente dichos y un tercer factor relacionado en el rendimiento y calidad del aceite obtenido de "pastas difíciles" procedentes de la variedad de aceituna Hojiblanca con un bajo índice de madurez: a) Adición de talco en el batido de la pasta; b) Adición de agua en el batido de la pasta; y c) Almacenamiento de la pasta por un periodo corto de tiempo.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Caracterización de la muestra de aceitunas

Se ha trabajado con una muestra de aceitunas (*Olea europaea* L.) de la variedad Hojiblanca, recogida a mano durante la campaña 2005-2006 y procedente de Jaén, la cual se ha caracterizado mediante la determinación de índice de madurez (Uceda y Frías, 1985), la humedad en estufa a 105 °C y el contenido en aceite según el método soxhlet (Reglamento CEE 2568/91). Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1  
Caracterización de la muestra de aceitunas procesada\*

Índice de madurez	Humedad (%)	Sólidos (%)	Aceite (%)
1,6	60,2	26,7	13,1

\* Los datos son medias de tres réplicas

### 2.2. Extracción de los aceites

Los aceites han sido extraídos utilizando el analizador de rendimientos "Abencor", que consta esencialmente de los tres elementos básicos utilizados en la industria: molino de martillos, termobatidora y centrífuga, además de una serie de elementos auxiliares (Martínez *et al.*, 1975). Las condiciones de trabajo han sido las siguientes:

- Diámetro de la criba del molino: 5,5 mm
- Masa de aceituna batida: 500 g
- Temperatura del agua de la batidora: 30 °C
- Tiempo de batido: 55 min
- Tiempo de centrifugación: 3 min
- Adición de agua para arrastre: 100 mL
- Tiempo de centrifugación con el agua añadida: 3 min

Después de la centrifugación el aceite obtenido se ha decantado en una probeta durante, al menos, 3 horas, se ha filtrado con filtro de celulosa y se ha guardado a 4 °C en atmósfera de nitrógeno hasta su análisis. También se ha tomado una muestra del orujo que queda en la centrífuga para determinar la cantidad de aceite retenido en el mismo, mediante el método soxhlet, y poder evaluar por diferencia con el aceite inicial, presente en la aceitunas, el rendimiento de extracción (kg de aceite por cada 100 kg de aceitunas procesadas). Se ha optado por este método en lugar de determinar el rendimiento mediante el volumen de aceite obtenido por ser más preciso, puesto que las medidas gravimétricas se realizan con mayor precisión que las volumétricas.

### 2.3. Análisis de los aceites obtenidos

Con objeto de hacer una evaluación de la calidad de los aceites obtenidos, se han determinado la acidez, el índice de peróxidos y los coeficientes específicos de extinción K232 y K270 y  $\Delta K$  según el Reglamento CEE 2568/91 de la Comisión Europea. Los contenidos en clorofilas y carotenoides han sido determinados siguiendo el método propuesto por Minguez *et al.* (1991).

### 2.4. Diseño experimental y análisis de datos

Se ha desarrollado un diseño estadístico de experimentos para aplicar la metodología de superficies de respuesta (Box Behnken) con 5 puntos centrales (Montgomery, 2002) que nos permita conocer simultáneamente los efectos e interacciones, en una zona escogida del dominio experimental y encontrar una dirección prometedora para la optimización posterior. La metodología de superficie de respuesta permite un diseño de experimentos multivariable y analizar los efectos de un grupo de factores independientes sobre uno o más parámetros de respuesta. Nosotros hemos seleccionado inicialmente tres factores y 8 respuestas, realizando los experimentos correspondientes para establecer cuales de los factores tienen un impacto más significativo so-

bre las respuestas. Esta estrategia nos permite obtener la información deseada con el mínimo número de experimentos y la menor incertidumbre posible, ya que los errores aleatorios de las respuestas se promedian, pero lo que es más importante, todos los ensayos son realizados sobre la misma muestra de aceitunas y en un espacio muy reducido de tiempo; lo cual minimiza un problema, hasta ahora insalvable en la metodología clásica, esto es, la heterogeneidad de las muestras y su variabilidad en espacios cortos de tiempo (Moya *et al.*, 2006).

Para construir el diseño experimental se han seleccionado ocho parámetros de respuesta: rendimiento de aceite, acidez, índice de peróxidos, K<sub>270</sub>, K<sub>232</sub>, ΔK, contenido en clorofilas y contenido en carotenoides; y tres factores independientes: tiempo de almacenamiento de la pasta de aceituna (t), adición de talco en el batido de la pasta (T) y adición de agua en el batido de la pasta (W). La elección de los factores objeto de estudio, así como los niveles de operación para los mismos, dominio experimental, se llevó a cabo teniendo en cuenta el estado actual de los conocimientos sobre el uso de coadyuvantes tecnológicos en el proceso de obtención de aceite de oliva virgen. El diseño experimental generó 17 pruebas realizadas en bloque y de forma aleatoria. Finalmente se ha utilizado el análisis de varianza para determinar si los resultados se ajustaban significativamente a diferentes modelos: Lineal, cuadrático o cúbico.

Tanto la ejecución del diseño experimental como el análisis de varianza (ANOVA) de los resultados experimentales obtenidos se han realizado utilizando el programa estadístico Desing-Expert (Stat-Ease Inc., Minneapolis, USA).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestra el diseño experimental Box Behnken desarrollado y las 8 respuestas estudiadas. El rendimiento de aceite se expresa como

kg de aceite extraído por cada 100 kg de aceitunas, la acidez como porcentaje de ácido oleico en el aceite, el índice de peróxidos como miliequivalentes de oxígeno por kg de aceite y los contenidos en clorofilas y carotenoides como mg de clorofilas o carotenoides por kg de aceite.

Los resultados obtenidos se han ajustado a los modelos explicativos que se muestran en las Tablas 3 y 4, los cuales han sido definidos eliminando los términos menos significativos de un modelo cuadrático general. Para el estudio de los efectos de los factores, en el intervalo estudiado, sobre las respuestas se han obtenido los correspondientes gráficos de perturbación que nos han permitido determinar que factor tiene menos influencia en cada respuesta y de esta forma trazar las superficies de respuesta en gráficos de tres dimensiones. En cuanto a la determinación del óptimo para cada respuesta se ha realizado mediante la metodología de la función deseada.

En la respuesta rendimiento de aceite el factor que tiene menos influencia es la adición de agua, por tanto, en la Figura 1 se ha representado la superficie de respuesta y el gráfico de contorno correspondiente para el tiempo de almacenamiento de la pasta y dosis de talco adicionado, fijando la dosis de agua añadida en 0 %. Los valores óptimos de los tres factores para un máximo en el rendimiento de aceite determinado por el paquete estadístico han sido  $t = 0,06$  h;  $T = 1,97$  % y  $W = 2,59$  %; lo que produciría un rendimiento de 9,06 kg de aceite por cada 100 kg de aceitunas molturadas, es decir, el óptimo en el rendimiento se encontraría para una adición de talco próxima al 2 % y sin almacenar la pasta ni añadir agua prácticamente. De acuerdo con este modelo también podemos observar que tanto la adición de talco como el almacenamiento de la pasta producen un efecto positivo y significativo en el rendimiento, pero existe una interacción negativa entre ambos factores que hace que el rendimiento disminuya cuando se aumentan de forma simultánea. Con la ecuación del

Tabla 2  
Diseño experimental Box Behnken y respuestas obtenidas

Orden de ejecución	Factores			Respuestas							
	T: Talco (%)	t: Tiempo (h)	W: Agua (%)	Rendimiento (%)	Acidez (%)	Índice peróxidos (mEq O <sub>2</sub> /kg)	K <sub>270</sub>	K <sub>232</sub>	ΔK	Clorofilas (mg/kg)	Carotenoides (mg/kg)
7	1	0	20	7,57	0,16	9,09	0,196	1,925	-0,002	44,59	10,82
12	2	18	20	6,75	0,18	15,9	0,194	1,786	-0,003	41,27	11,05
10	2	18	0	7,43	0,15	13,7	0,203	2,138	-0,002	43,76	11,48
8	1	36	20	6,08	0,22	11,7	0,193	1,688	-0,003	40,46	10,48
9	0	18	0	6,49	0,18	15,9	0,195	2,088	-0,002	42,16	11,14
3	2	0	10	9,01	0,17	8,57	0,188	1,987	-0,002	43,59	11,28
2	0	36	10	-	0,20	12,0	0,188	1,907	-0,003	42,50	11,26
17	1	18	10	6,70	0,15	14,8	0,197	2,148	-0,004	45,24	11,64
16	1	18	10	6,67	0,15	13,2	0,198	2,142	-0,002	44,28	11,83
15	1	18	10	6,49	0,19	14,1	0,195	2,421	-0,003	45,03	11,66
14	1	18	10	6,86	-	-	0,196	1,891	-0,003	43,53	10,81
4	2	36	10	5,80	0,18	11,2	0,198	2,104	-0,004	41,00	10,63
5	1	0	0	7,51	0,15	9,19	0,200	2,143	-0,003	43,31	11,34
13	1	18	10	6,68	0,17	12,3	0,193	1,898	-0,002	42,61	11,19
6	1	36	0	7,17	0,20	11,7	-	1,891	-0,005	41,61	10,70
1	0	0	10	5,70	0,14	10,7	0,184	1,848	-0,004	42,86	11,21
11	0	18	20	6,03	0,21	15,4	0,193	2,072	-0,003	45,35	11,28

Tabla 3  
Coeficientes de los factores para los modelos propuestos y valores del estadístico p

Respuesta	Factor	Coefficiente estimado	p valor (Prob > F)*
Rendimiento de aceite, %	Intercep.	+5,776	
	t: Tiempo, h	+0,02218	< 0,0001
	T: Talco, %	+1,655	< 0,0001
	W: Agua, %	+1,625 E-3	< 0,0001
	t <sup>2</sup>	+1,106 E-3	0,0002
	t T	-0,06889	< 0,0001
	t W	-1,597 E-3	0,0007
Acidez, %	Intercep.	+0,14125	
	t: Tiempo, h	+1,944 E-3	0,0015
	T: Talco, %	+6,25 E-3	0,2583
	W: Agua, %	-1,375 E-3	0,0563
	W <sup>2</sup>	+1,25 E-4	0,1209
	t T	-6,944 E-4	0,1209
	Índice peróxidos, mEq O2/kg	Intercep.	+11,254
t: Tiempo, h		+0,49549	0,0032
T: Talco, %		-3,0763	0,0665
W: Agua, %		-0,19025	0,4841
t <sup>2</sup>		-0,012018	< 0,0001
T <sup>2</sup>		+0,91125	0,0457
W <sup>2</sup>		+7,1375 E-3	0,1013
T W		+0,0675	0,1181
K270	Intercep.	+0,19055	
	t: Tiempo, h	+3,5026 E-4	0,0365
	T: Talco, %	+0,013094	0,0147
	W: Agua, %	-1,14609	0,0051
	T <sup>2</sup>	-5,10938 E-3	0,0060
	W <sup>2</sup>	+5,42708 E-5	0,0048
	t W	-1,9647 E-5	0,0821
K232	Intercep.	+2,005	
ΔK	Intercep.	-0,003	
Clorofilas, mg/kg	Intercep.	+41,8625	
	t: Tiempo, h	+0,10636	0,0102
	T: Talco, %	+1,01375	0,2694
	W: Agua, %	+0,21312	0,7713
	t <sup>2</sup>	-3,71056 E-3	0,0305
	t W	-3,375 E-3	0,2446
	T W	-0,142	0,0161
Carotenoides, mg/kg	Intercepción	11,16	

\* Valores de p inferiores a 0,05 indican que el parámetro del modelo es significativo y valores mayores que 0,10 indican que no es significativo.

Tabla 4  
Análisis de varianza  
para los modelos propuestos

Respuesta	p valor (Prob > F)	Adj R <sup>2</sup> *
Rendimiento de aceite	< 0,0001	0,9807
Acidez	0,0077	0,6293
Índice peróxidos	0,0002	0,8961
K270	0,0078	0,6782
Clorofilas	0,0169	0,5751

\*Adj R<sup>2</sup>, coeficiente de correlación ajustado.

modelo obtenido se puede comprobar también que para un tiempo de almacenaje nulo y una adición de agua nula, adicionando un 2 % de talco se puede aumentar el rendimiento un 3,31 %, obteniendo,

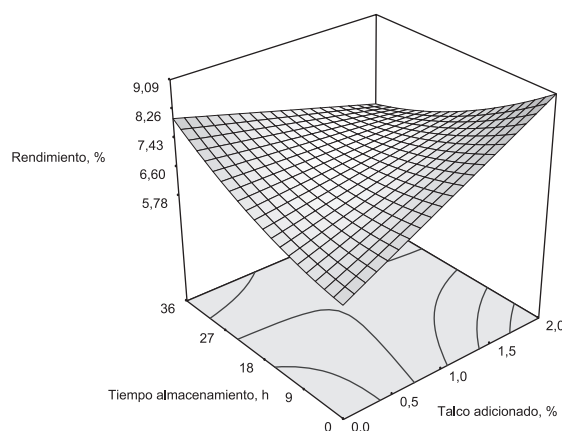


Figura 1  
Superficie de respuesta del rendimiento de aceite para una adición de agua a la pasta de batido de 0 %.

por tanto, 3,31 kg de aceite más por cada 100 kg de aceitunas, y para adiciones de talco y agua nulas se puede aumentar el rendimiento un 1,17 % almacenando la pasta de aceituna 24 horas.

En cuanto a los modelos propuestos para evaluar la calidad del aceite obtenido, cuatro han resultado significativos: acidez, índice de peróxidos, K270 y el contenido en clorofilas, mientras que tres han resultado no significativos: K232, ΔK y el contenido en carotenoides, en éstos últimos las variaciones observadas son debidas mas bien al azar (error experimental) que a un efecto real de los factores. No obstante, todos los aceites obtenidos se podrían clasificar en la categoría de aceites de oliva vírgenes extra según la normativa de la Unión Europea.

En la Figura 2 se representa la superficie de respuesta de la acidez frente al tiempo de almacenamiento de la pasta y la dosis de talco adicionado para una adición de agua 0 %, el optimo matemático para una acidez mínima estaría en  $t = 0,24$  h;  $T = 0,08$  % y  $W = 2,97$  %; es decir, el valor óptimo de acidez, 0,14 %, se encontraría, prácticamente, sin adición de talco ni agua y sin almacenamiento de la pasta.

En la Figura 3 se muestra la superficie de respuesta del índice de peróxidos frente al tiempo de almacenamiento y el agua adicionada para una dosis de talco adicionado de 1 %, el óptimo matemático estaría en  $t = 0,04$  h;  $T = 1,07$  % y  $W = 9,03$  %, es decir, los valores del índice de peróxidos más bajos, 8,5 mEq O<sub>2</sub>/kg, los encontraríamos para pasta no almacenada, con una dosis de talco del 1% y una adición de agua entorno al 9 %, lo cual pone de manifiesto que tanto la adición de agua como la de talco protege a los aceites de la oxidación en el proceso de obtención.

En la Figura 4 se muestra la superficie de respuesta del K270 frente a las dosis de talco y agua adicionadas para un tiempo de almacenamiento de 0 horas, el optimo matemático estaría en  $t = 0,00$  h;  $T = 0,00$  % y  $W = 10,55$  %, es decir, los valores del K270 más bajos, 0,18, los encontraríamos operando con pasta sin almacenar, sin adición de talco y con una adición de agua en torno al 10 %, en este caso se vuelve a poner de manifiesto que una pe-

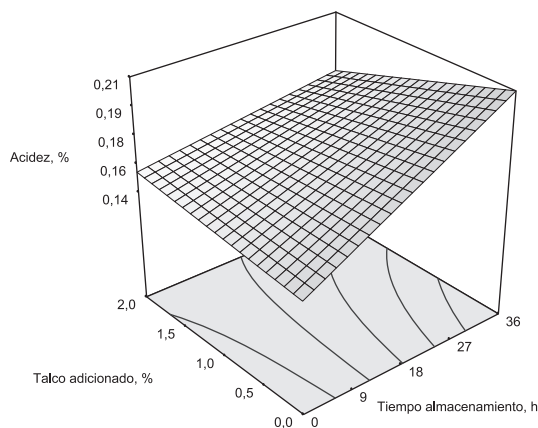


Figura 2 Superficie de respuesta de la acidez del aceite obtenido para una adición de agua a la pasta de batido de 0 %.

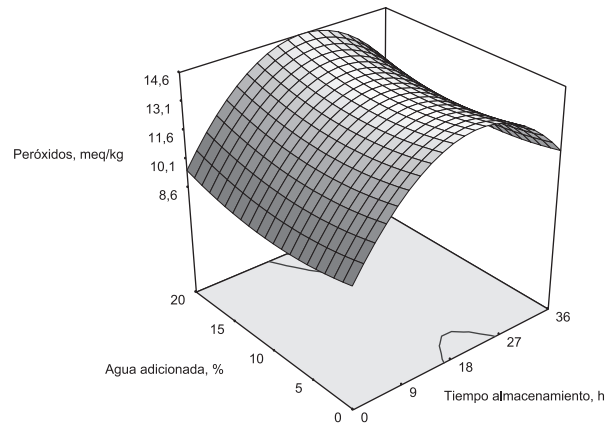


Figura 3 Superficie de respuesta del índice de peróxidos de los aceites obtenidos para una adición de talco del 1 %.

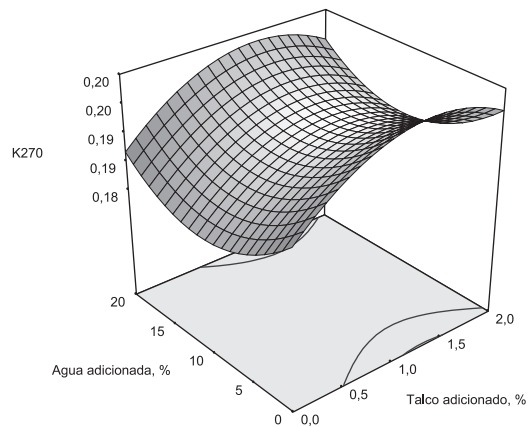


Figura 4 Superficie de respuesta del parámetro K<sub>270</sub> de los aceites obtenidos para un tiempo de almacenamiento de la pasta de 0 horas.

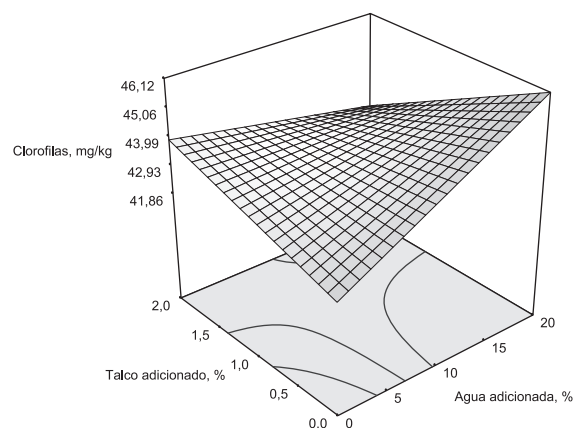


Figura 5 Superficie de respuesta del contenido en clorofilas de los aceites obtenidos para un tiempo de almacenamiento de la pasta de 0 horas.

queña adición de agua protege de los estados avanzados de oxidación.

Finalmente, en la Figura 5 se muestra la superficie de respuesta del contenido en clorofilas frente a

las dosis de talco y agua adicionadas para un tiempo de almacenamiento de la pasta de 0 horas, entre los posibles óptimos destacaría  $t = 1,78$  h;  $T = 0,11$  % y  $W = 19,07$  %; que daría un contenido en clorofilas de 45,80 mg/kg, es decir, para la obtención de altos contenidos en clorofilas la forma de operar consistiría en no almacenar la pasta, no adicionarle talco y adicionarle un 19 % de agua a la pasta en el batido.

#### 4. CONCLUSIÓN

La metodología utilizada para evaluar el rendimiento y calidad del aceite de oliva virgen se ha mostrado muy eficaz por dos motivos principalmente, en primer lugar, porque se ha podido estudiar los efectos que producen dos coadyuvantes tecnológicos propiamente dichos y un tercer factor relacionado sobre una sola muestra de aceitunas procesada en un espacio corto de tiempo, y en segundo lugar, porque el tratamiento estadístico desarrollado nos ha permitido diferenciar los coadyuvantes que tienen un efecto estadísticamente significativo sobre las respuestas de aquellos que no lo producen, al mismo tiempo ha sido posible detectar las interacciones entre diferentes factores que actúan al mismo tiempo.

#### AGRADECIMIENTO

Los autores expresen su gratitud y reconocimiento a D<sup>a</sup> María Dolores de la Casa Martínez, técnico de laboratorio, por su colaboración en el desarrollo de los experimentos.

#### BIBLIOGRAFÍA

Alba J, Muñoz E, Martínez JM. 1982. Obtention of olive oil use of additives facilitating its extraction. *Alimentaria* **138**, 25-55.

- Cert A, Alba J, León-Camacho M, Moreda W, Pérez-Camino MC. 1996. Effects of talc addition and operating mode on the quality and oxidative stability of virgin oils obtained by centrifugation. *J. Agric. Food Chem.* **44**, 3930-3934.
- Comisión Europea. 1991. Reglamento CEE 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. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*. L 248.
- Comisión Europea. 2001. Reglamento CE 1513/2001 que modifica el Reglamento 136/66/CEE y el Reglamento 1638/98/CE, en lo que respecta a la prolongación del régimen de ayuda y la estrategia de la calidad para el aceite de oliva. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*. L 201.
- Comisión Europea. 2001. Directiva 2001/30/CE relativo a los criterios específicos de pureza de los aditivos alimentarios distintos de los colorantes y edulcorantes. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*. L 146.
- Hermoso M, González J, Uceda M, García-Ortiz A, Morales J, Frías L, Fernández A. 1998. Elaboración de aceite de oliva de calidad. Obtención por el sistema de dos fases. Serie Apuntes 61/98. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- Martínez JM, Muñoz E, Alba J, Lanzón A. 1975. Informe sobre utilización del analizador de rendimientos "Abencor". *Grasas y Aceite* **26**, 379-385.
- Minguez MI, Rejano L, Gandul B, Sánchez AH, Garrido J. 1991. Color-Pigment correlation in virgin olive oil. *Journal of the American Oil Chemist's Society* **68**, 332-336.
- Montgomery, D. C. 2002. Diseño y análisis de experimentos. Limusa Wiley. Mexico.
- Moya M, Espínola F, Fernández DG, Moreno, MV. 2006. Obtención de aceite de oliva virgen de calidad. Estudio mediante metodología de superficie de respuesta. *Alimentación, Equipos y Tecnología*, **211**, 31-35.
- Uceda M, Frías L. 1985. Épocas de recolección. Evolución del contenido graso del fruto y de la composición y calidad del aceite. En: La mecanización de la recolección. pp 37-68 FAO-PNUD. Córdoba.

Recibido: 23/4/07  
Aceptado: 26/9/07