

Difusión de sodio en aceitunas verdes durante el tratamiento alcalino. I: Efecto de la concentración de la lejía

Por Mariela B. Maldonado, Carlos A. Zuritz^{*}, Alejandro D. Gascón y Enrique Rey

Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Cuyo, Alte. Brown 500, (5505)
Chacras de Coria, Mendoza, Argentina.

RESUMEN

Difusión de sodio en aceitunas verdes durante el tratamiento alcalino. I: Efecto de la concentración de la lejía.

Se cuantificó la difusión de sodio en aceitunas verdes variedad Arauco (Criolla) durante el tratamiento alcalino con lejías al 1,50; 2,25 y 3,00%, a 20 °C. Con lejía de 1,50%, la difusión estaría controlada por la resistencia de la epidermis, resultando en menores concentraciones de sodio en la pulpa y en un tratamiento alcalino más uniforme. Con sosa al 3,00%, la difusión estaría más afectada por la resistencia de la pulpa, resultando en mayores concentraciones de sodio en la pulpa y menor uniformidad de tratamiento. Con lejía de 2,25%, la difusión estaría dominada al principio por la resistencia de la epidermis y luego por la resistencia de la pulpa. Este estudio permite inferir un valor final promedio de tratamiento de 0,20 meq-Na/g-aceituna como apropiado. Los datos experimentales se correlacionaron con la ecuación: $C=C_0+A \cdot t^{-B}$ (t =tiempo de penetración), luego A y B se correlacionaron con la distancia de penetración.

PALABRAS-CLAVE: Aceitunas verdes – Difusión - Sodio - Tratamiento alcalino – Variedad Arauco/Criolla.

SUMMARY

Sodium diffusion in green olives during the debittering. I: Effect of lye concentration.

The diffusion of sodium in green olives, variety Arauco/Criolla was quantitatively measured during the debittering process with lye of 1,50; 2,25 y 3,00%, at 20 °C. With lye of 1,50%, the diffusion is apparently controlled by skin resistance resulting in smaller sodium concentrations and a more uniform debittering. With lye of 3,00%, the diffusion is more affected by flesh resistance, resulting in greater sodium concentrations and less uniform debittering. With lye of 2,25%, the diffusion of sodium is controlled by skin resistance at first and by flesh resistance thereafter. From this study, a final average concentration of 0,20 meq-Na/g-olive could be inferred as an appropriate treatment value. The experimental data were correlated with the equation: $C=C_0+A \cdot t^{-B}$ (t =diffusion time), then A and B were correlated with sodium penetration distances.

KEY-WORDS: Debittering – Diffusion - Green olives – Sodium - Variety Arauco/Criolla.

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los métodos más comunes y antiguos de producción de aceitunas verdes de mesa o aceitunas verdes en conserva, es el sistema Español-Sevillano, que consiste en el tratamiento alcalino de las olivas con solución de hidróxido de sodio (lejía), se-

guido de lavados con agua y una posterior fermentación láctica en salmuera (Rodríguez de la Borbolla y Alcalá 1967).

Se ha encontrado que el tratamiento alcalino ejerce una acción muy compleja sobre el fruto, siendo una consecuencia muy importante favorecer el posterior desarrollo de una fermentación eminentemente láctica. (Rodríguez de la Borbolla y Alcalá y Rejano, 1979).

El hidróxido de sodio o lejía causa varios cambios químicos y físicos en el fruto como la pérdida de constituyentes solubles y nutrientes (azúcares, proteínas, materia colorante, ácidos orgánicos, sales, aminoácidos, complejos de vitamina B, etc.) responsables de las típicas propiedades de la buena calidad de las aceitunas de mesa (Marsilio y col., 1996). Parte de los carbohidratos presentes en el fruto son solubilizados y posteriormente metabolizados por los microorganismos como fuente de carbono durante la fermentación.

La estructura de la pared celular y la laminilla media son los principales responsables de la calidad textural de las aceitunas. Jiménez y col. (1997) determinaron que las aceitunas verdes son muy sensibles a la presencia de cationes de sodio y calcio luego del tratamiento con lejía y demostraron que el calcio es el responsable principal del mantenimiento de la textura de las aceitunas.

Marsilio y col., (1996) determinaron que concentraciones de NaOH de 2,4 % a 2,8 % (p/v) causan un daño significativo en la epidermis y el parénquima, y que concentraciones mayores al 3,0 % ocasionan la pérdida de la integridad de pared celular, debido a la solubilización de la laminilla media del mesocarpio que resulta en una disminución de la fuerza cementante del material intercelular y con el consecuente colapso celular. Cuando las células colapsan, se produce la coagulación del citoplasma, la rotura del núcleo y también la pérdida del contenido celular. El autor encontró que la concentración de la lejía es un factor más significativo que la duración del tratamiento en la destrucción de la microestructura de los tejidos.

El tiempo de tratamiento alcalino y el grado de penetración de la sosa dependen de la concentración de la misma, de la temperatura del proceso, de

la variedad y del tamaño de los frutos, además de otros factores como, el estado de madurez, la relación fruto-lejía, factores agronómicos del cultivar (Kopsidas, 1991; Barranco y col., 1997). Este hecho lo demuestran repetidas experiencias en las que se comprueba que el descenso del contenido de sal en las salmueras debido a la difusión de NaCl al interior de las aceitunas, es tanto más rápido y pronunciado, cuanto mayor es la concentración de la lejía empleada en el tratamiento alcalino (Rodríguez de la Borbolla y Alcalá y Rejano, 1978).

Kopsidas (1991) presentó un modelo de regresión correlacionando el tiempo de tratamiento alcalino de aceitunas de la variedad Conservolea, en función de la concentración y temperatura de diferentes soluciones de hidróxido de sodio. El grado de penetración de la sosa fue medido a través de una evaluación visual del cambio colorimétrico de la pulpa en presencia de fenoltaleína, estableciendo el final del proceso cuando la sosa había penetrado dos tercios de la pulpa. Esta técnica cualitativa de evaluación es la misma que se utiliza en la industria para control del proceso.

Al presente no se conocen estudios cuantitativos de difusión de sodio en las aceitunas durante el proceso de tratamiento alcalino. Una cuantificación de esta naturaleza permitiría optimizar este proceso con una mayor precisión.

Este trabajo tiene como objeto cuantificar la difusión de sodio en aceitunas durante el tratamiento alcalino a concentración de lejía constante, que permita establecer los perfiles de concentración de sodio en la pulpa, en función de diferentes concentraciones, a temperatura de 20 °C. El mismo es parte de un estudio más amplio de los fenómenos de difusión que gobiernan el proceso de elaboración de aceitunas de mesa, en función de las distintas variables que participan en las diferentes etapas del mismo.

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Materiales y métodos

2.1.1. Toma de muestras

Se utilizaron aceitunas de la variedad "criolla" o Arauco (variedad que representa un 80 a 90 % de la aceituna industrializada en Mendoza), cosechadas en el estado de madurez óptima industrial, correspondiente a un índice de madurez (I.M.) entre 1 y 2 (Fernández y col., 1991). Se conformó una muestra de 15 Kg de aceitunas de tamaño uniforme, cuyas dimensiones fueron: peso = 5,89g, $\sigma = 0,59g$, diámetro ecuatorial = 1,90cm, $\sigma = 0,08$ cm, longitud = 2,83cm, $\sigma = 0,20$ cm. El hueso presentó las siguientes dimensiones: peso = 0,88g, $\sigma = 0,11g$, diámetro ecuatorial=0,93cm, $\sigma=0,05$ cm, longitud=2,14cm, $\sigma=0,13$ cm. De la muestra se separaron bloques de

50 aceitunas cada uno, los que se introdujeron en bidones plásticos conteniendo 7 litros de soluciones de hidróxido de sodio, con concentraciones de 1,50%; 2,25%; y 3,00% (p/v). Las concentraciones de NaOH se mantuvieron constantes durante los experimentos. La temperatura también se mantuvo constante a 20 °C, en cámara de temperatura controlada durante el proceso de tratamiento alcalino. Luego de agregadas las aceitunas, las soluciones se mantuvieron en permanente agitación suave con agitadores magnéticos. El punto final del tratamiento se consideró cuando la sosa penetró hasta $\frac{3}{4}$ de la pulpa, determinado visualmente por reacción colorimétrica con fenoltaleína.

Para obtener las muestras para análisis se extrajeron cinco (5) aceitunas (quintuplicado) en cada intervalo de tiempo y concentración de lejía. A tal efecto, se introdujo en cada aceituna un tubo de vidrio de 0,5 cm de diámetro interno biselado en la punta, en forma perpendicular al eje longitudinal de la misma, y se separó la porción de pulpa cortando a nivel del hueso. Luego se obtuvieron las muestras cortando cada cilindro extraído en cuatro (4) secciones de 1,16 mm de espesor promedio (medido con calibre 1:20 mm), con una cuchilla fina.

El número total de muestras analizadas dependió de la duración de cada tratamiento y se indica en la Tabla I.

2.1.2. Técnica Analítica

Se pesaron las muestras con una precisión de 0,0001g y se colocaron en crisol de porcelana con tapa.

Las muestras se secaron en estufa a $100^{\circ} \pm 5^{\circ} \text{C}$ durante 24 horas y se calcinaron en mufla a $550^{\circ} \text{C} \pm 25^{\circ} \text{C}$ hasta cenizas totalmente blancas.

Las cenizas se recogieron cuantitativamente con 2 ml de solución de HCl (libre de sodio) al 50% y 10 ml de agua desionizada en un tubo de ensayo.

El contenido de sodio se midió en un fotómetro de llama Metrolab 315, previa calibración del aparato con solución patrón estándar de NaCl.

El contenido inicial de sodio en las aceitunas se midió usando la misma técnica.

2.1.3. Procesamiento de los datos

Los datos experimentales se ajustaron con correlaciones no lineales múltiples y simples usando los métodos Simplex y de Marquardt-Levenburg, implementado en el software PSI-Plot de Poly Software International, Ltd.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados experimentales se presentan en las Tablas II, III y IV, para los tratamientos con solu-

Tabla I
Número de muestras analizadas por tratamiento

Concentración de NaOH (%)	Tiempo de tratamiento (hs)	N° de intervalos de toma de muestra	N° de muestras
1,50	18,50	7	140
2,25	8,00	8	160
3,00	6,00	8	160

Tabla II
Concentración de sodio en meq-Na/g-aceituna. Tratamiento al 1,50% NaOH a 20 °C en función de tiempos y distancias

Tiempo (Hs)	Distancias medias de las muestras (en mm)			
	0,58	1,73	2,89	4,04
0	0,0085	0,0085	0,0085	0,0085
3,15	0,0924	0,0600	0,0173	0,0085
5,25	0,1032	0,0796	0,0311	0,0154
10,25	0,1594	0,1131	0,0697	0,0378
11,50	0,1925	0,1333	0,1168	0,0412
13,25	0,2200	0,1429	0,1213	0,0662
18,50	0,3129	0,2215	0,1676	0,1453

Tabla III
Concentración de sodio en meq-Na/g-aceituna. Tratamiento al 2,25% NaOH a 20 °C en función de tiempos y distancias

Tiempo (Hs)	Distancias medias de las muestras (en mm)			
	0,58	1,73	2,89	4,04
0	0,0085	0,0085	0,0085	0,0085
1,00	0,0801	0,0336	0,0116	0,0091
2,15	0,1727	0,0566	0,0220	0,0164
3,50	0,1833	0,0708	0,0393	0,0230
5,15	0,2189	0,1146	0,0554	0,0244
6,00	0,2397	0,1545	0,0987	0,0343
7,00	0,2504	0,1737	0,1189	0,0453
8,00	0,2710	0,2491	0,2177	0,0590

ciones de NaOH al 1,50; 2,25 y 3,00% respectivamente. Las mismas muestran los valores promedio de las cinco repeticiones, expresados en meq-Na/g-aceituna. Las distancias consignadas representan el punto medio de los cortes, medidos desde el epicarpio hacia el hueso. Se consideró como tiempo cero (0) o inicial al momento de colocar las aceitunas en las soluciones de tratamiento.

Los datos de las Tablas muestran que los tiempos de tratamiento fueron función inversa de la concentración de las soluciones de NaOH. El contenido de sodio igual a 0,0085 meq-Na/g-aceituna, expresa el

valor promedio de cuarenta (40) muestras obtenidas de diez (10) aceitunas, analizadas antes de iniciar los tratamientos (tiempo cero)

El efecto de la concentración de NaOH de las soluciones se puede ver claramente comparando las concentraciones de sodio en cada corte a tiempos iguales; por ejemplo, a las 5 horas de tratamiento se aprecia que a una distancia media de 0,58 mm la concentración de sodio alcanzó valores de 0,1032; 0,1892 y 0,3341 meq-Na/g-aceituna, para las concentraciones de 1,50; 2,25 y 3,00 % respectivamente.

Tabla IV
 Concentración de sodio en meq-Na/g-aceituna. Tratamiento al 3,00% NaOH a 20 °C en función de tiempos y distancias

Tiempo (Hs)	Distancias medias de las muestras (en mm)			
	0.58	1.73	2.89	4.04
0	0,0085	0,0085	0,0085	0,0085
1,00	0.0987	0.0386	0.0245	0.0151
2,00	0.2176	0.0661	0.0571	0.0199
3,00	0.2311	0.2010	0.0832	0.0505
4,00	0.2857	0.2114	0.0931	0.0638
5,00	0.3341	0.3193	0.1725	0.1179
6,00	0.4124	0.3587	0.2846	0.1680

Considerando los tiempos finales de tratamiento alcalino, establecidos según la práctica común de la industria, el valor promedio de los cuatro cortes es muy similar (0,21 y 0,20 meq-Na/g-aceituna) para los tratamientos con 1,50 y 2,25 % de NaOH a las 18,5 y 8 horas respectivamente, pero es 1,5 veces mayor (0,30 meq-Na/g-aceituna) para el tratamiento con 3,00 % de NaOH a las 6 horas. En cuanto a concentración final promedio de sodio en las aceitunas, aparentemente, la práctica industrial de establecer el punto final de tratamiento sería apropiada para concentraciones de lejía de hasta 2,25 % de NaOH, pero discutible para tratamientos con concentraciones de 3,00 %. Sin embargo, considerando que en la práctica industrial la concentración de la lejía no se mantiene constante ex profeso, y disminuye casi a la mitad en el tiempo, el aparente inconveniente mencionado anteriormente quedaría subsanado. En el caso en que se adoptase la práctica de mantener la concentración de lejía constante durante el tratamiento alcalino, las diferencias de concentración final promedio encontradas en estos experimentos se tornarían relevantes y deberían ser consideradas para no afectar negativamente la textura y color final del producto. En el presente estudio, si comparamos la concentración final promedio de sodio en los distintos tratamientos, y consideramos un valor final promedio de tratamiento de alrededor de 0,20 meq-Na/g-aceituna como apropiado, el tratamiento con 3,00 % de NaOH podría haberse concluido entre 4 y 5 horas en lugar de las 6 horas contempladas.

En relación a los perfiles de concentración de sodio en las aceitunas, puede observarse que la misma alcanza valores de 3 a 5 veces mayores en los cortes periféricos (0,58 mm) que en los cortes sobre el hueso (4,04 mm). Un análisis más detallado muestra que la concentración establecida entre cortes consecutivos es mayor a medida que aumenta la concentración de la lejía. Este fenómeno podría ser consecuencia del efecto que tiene la lejía sobre la epidermis al disolver primero la capa epicuticular cerosa y luego la laminilla media de la pared celular

(Marsilio y col. 1996). En efecto, un aumento en la concentración de lejía aumenta el número de moléculas con posibilidad de reaccionar con los constituyentes de la epidermis y el mesocarpio y cuanto más energético es el tratamiento con hidróxido sódico, más acentuada es su acción sobre la epidermis, lo cual facilitaría el movimiento de las moléculas de sodio al interior del mesocarpio. Como resultado de esto, a una concentración de lejía de 1,50 % de NaOH, la epidermis tardaría mucho tiempo en volverse permeable ofreciendo mayor resistencia y el proceso de difusión interna permitiría que se establezca una menor distribución de concentración de sodio en la pulpa. En otras palabras, el proceso de difusión estaría controlado por la resistencia a la difusión en la epidermis. En el otro extremo, con una concentración de lejía de 3,00 % de NaOH, la epidermis sería aparentemente permeabilizada más rápidamente, tal como determinó Marsilio y col. (1996) y el proceso de difusión estaría en este caso controlado por la resistencia que ofrece la pulpa al mismo, resultando en mayores concentraciones de sodio y menor uniformidad de tratamiento. Mientras que, con una concentración de lejía de 2,25 % de NaOH, el proceso de difusión estaría dominado en las primeras horas por la resistencia de la epidermis y luego por la resistencia de la pulpa. La consecuencia práctica de los perfiles establecidos confirmarían cuantitativamente lo encontrado en la práctica industrial que, lejías con concentraciones de NaOH de 1,50 y 2,25 % producen un tratamiento de tratamiento alcalino más uniforme que una solución con 3,00 % de NaOH.

Los valores obtenidos se correlacionaron matemáticamente en función del tiempo de tratamiento con una ecuación potencial como se indica a continuación:

$$C = C_i + A \cdot t^B \quad (1)$$

Donde:

C = concentración (meq-Na/g-aceituna)

C_i = concentración inicial (0.00894 meq-Na/g-aceituna)

t = tiempo (horas)
A, B = parámetros de ajuste

En las Tablas V, VI y VII se presentan los valores de las constantes A y B, obtenidos para cada distancia media, con sus correspondientes coeficientes de correlación (r), para los tratamientos con soluciones de NaOH al 1,50; 2,25 y 3,00% respectivamente. En la Figura 1 se muestran los valores experimentales y los estimados con la ecuación (1), para el tratamiento con solución de NaOH al 1,50%.

Si bien las ecuaciones representadas por la ecuación (1) y los parámetros de las Tablas V, VI y VII permiten predecir la concentración de sodio en el tiempo para cada tratamiento con un alto grado de ajuste ($r > 0,97$), se necesitan doce (12) ecuaciones para evaluar todas las distancias. Con el obje-

to de reducir el número de ecuaciones y simplificar los cálculos, se correlacionaron las constantes A y B con la distancia media de los cortes usando polinomios de tercer grado como se muestran a continuación:

$$A = a_0 + a_1 \cdot X + a_2 \cdot X^2 + a_3 \cdot X^3 \quad (2)$$

$$B = b_0 + b_1 \cdot X + b_2 \cdot X^2 + b_3 \cdot X^3 \quad (3)$$

Donde: $a_0, a_1, a_2, a_3, b_0, b_1, b_2, b_3$ son los parámetros de ajuste y X es la distancia media de los cortes. En todos los casos los coeficientes de correlación obtenidos con las ecuaciones (2) y (3) fueron igual a uno ($r=1,00$), indicando una correlación perfecta. Los valores de las constantes a y b se presentan en las Tablas VIII, IX y X.

Tabla V
Valores de las constantes A y B y coeficiente de correlación (r) en función de las distancias medias.
Tratamiento al 1,50 % NaOH a 20 °C

Distancia (mm)	Parámetro		Coeficiente correlación. (r)
	A	B	
0.58	0.0180	-0.9487	0.990
1.73	0.0141	-0.9070	0.987
2.89	0.0026	-1.4318	0.980
4.04	4.89E-5	-2.7204	0.999

Tabla VI
Valores de las constantes A y B y coeficiente de correlación (r) en función de las distancias medias.
Tratamiento al 2,25 % NaOH a 20 °C

Distancia (mm)	Parámetro		Coeficiente correlación. (r)
	A	B	
0.58	0.1219	-0.3392	0.995
1.73	0.0099	-1.5007	0.988
2.89	6.78E-4	-2.7198	0.984
4.04	7.59E-4	-1.9542	0.985

Tabla VII
Valores de las constantes A y B y coeficiente de correlación (r) en función de las distancias medias.
Tratamiento al 3,00 % NaOH a 20 °C

Distancia (mm)	Parámetro		Coeficiente correlación. (r)
	A	B	
0.58	0.0994	-0.7566	0.990
1.73	0.0381	-1.2613	0.984
2.89	0.0050	-2.2098	0.985
4.04	2.18E-3	-2.3986	0.996

Tabla VIII

Valores de las constantes a y b obtenidas con coeficientes de correlación (r) =1,00. Tratamiento al 1,50 % NaOH a 20 °C

a_n	Valor	b_n	Valor
a_0	1.200E-02	b_0	-1.120E+00
a_1	1.679E+01	b_1	3.630E+02
a_2	-1.209E+04	b_2	-1.014E+05
a_3	1.784E+06	b_3	-2.134E+07

Tabla IX

Valores de las constantes a y b obtenidas con coeficientes de correlación (r) =1,00. Tratamiento al 2,25 % NaOH a 20 °C

a_n	Valor	b_n	Valor
a_0	2.457E-01	b_0	-4.183E-01
a_1	-2.636E+02	b_1	7.390E+02
a_2	9.113E+04	b_2	-1.170E+06
a_3	-1.012E+07	b_3	2.209E+08

Tabla X

Valores de las constantes a y b obtenidas con coeficientes de correlación (r) =1,00. Tratamiento al 3,00 % NaOH a 20 °C

a_n	Valor	b_n	Valor
a_0	1.400E-01	b_0	-1.047E+00
a_1	-7.604E+01	b_1	9.461E+02
a_2	9.564E+03	b_2	-8.431E+05
a_3	2.003E+05	b_3	1.302E+08

Las ecuaciones (1), (2) y (3) con las constantes de las Tablas VIII, IX y X permiten predecir las concentraciones de sodio en aceitunas de la variedad Arauco/Criolla, durante el proceso de tratamiento alcalino con lejías de concentraciones constantes de 1,50; 2,25 y 3,00% NaOH, realizado a 20 °C.

4. CONCLUSIONES

- Se cuantificó la difusión de sodio en aceitunas durante el proceso de tratamiento alcalino con lejías al 1,50; 2,25 y 3,00%, a 20 °C.
- A concentración de lejía de 1,50 % de NaOH, el proceso de difusión estaría aparentemente controlado por la resistencia en la epidermis, resultando en menores concentraciones de sodio en la pulpa.

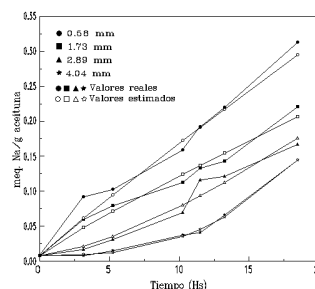


Figura 1

Concentraciones experimentales y estimadas de sodio (meq-Na/g-aceituna) en función del tiempo y distancias medias. Tratamiento con solución de 1,50% de NaOH

3. Con una concentración de lejía de 3,00 % de NaOH, la epidermis sería permeabilizada más rápidamente y el proceso de difusión estaría controlado por la resistencia que ofrece la pulpa al mismo, dando como resultado mayores concentraciones de sodio en la pulpa y menor uniformidad de tratamiento.

4. Con una concentración de lejía de 2,25 % de NaOH, el proceso de difusión estaría aparentemente dominado en las primeras horas por la resistencia de la epidermis y luego por la resistencia de la pulpa.

5. Lejías con concentraciones de NaOH de 1,50 y 2,25 % producirían un tratamiento alcalino más uniforme que una de 3,00 % de NaOH.

6. El presente estudio, permite inferir un valor final promedio de tratamiento de alrededor de 0,20 meq sodio/g aceituna como apropiado.

7. Los datos experimentales se correlacionaron con una ecuación simple ($r > 0,97$): $C = C_i + A \cdot t^{1/B}$ en función del tiempo de penetración. Las constantes A y B, a su vez, se correlacionaron mediante polinomios de tercer grado ($r=1$) en función de las distancias medias de avance de la lejía, obteniéndose una ecuación simple que permite predecir los perfiles de concentración de sodio en aceitunas verdes de la variedad Arauco/Criolla, durante el tratamiento alcalino con soluciones a concentraciones constantes de 1,50; 2,25 y 3,00 % de NaOH a 20 °C.

AGRADECIMIENTOS

Escuela Homero Mansi, Establecimiento Olivícola Atilio Avena e Hijos S.A., Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

BIBLIOGRAFÍA

- Barranco, D., Fernández Escobar, D. y Rallo, L. (1997). El cultivo del olivo. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Ediciones Mundi-Prensa.
- Fernández, M. H., Uceda Ojeda, M., García-Ortiz Rodríguez, A., Morales Bernardino, J., Friaz Ruiz, L. y Fernández García, A. 1991. Apuntes: Elaboración de

- aceite de oliva de calidad. Junta de Andalucía Consejería de Agricultura y Pesca. 5/91, 36-38.
- Jiménez, A., Heredia, A., Guillen, R. y Fernández-Bolaños, J. (1997). Correlation between soaking conditions, cation content of cell wall, and olive firmness during "Spanish green olive" processing. *J. Agric. Food Chem.*, **45**, 1653-1658.
- Kopsidas, G. C. (1991) A regression analysis on the green olives debittering. *Grasas y Aceites*, **42**, 401-403.
- Marsilio V. , Lanza, B. y De Angelis, M. (1996). Olive Cell Wall Components: Physical and Biochemical Changes during Processing. *J. Sci. Food Agric.*, **70**, 35-43.
- Rodríguez de la Borbolla y Alcalá, J. M. (1967). El aderezo de aceitunas verdes estilo sevillano. *Grasas y Aceites*, **18**, 54-57.
- Rodríguez de la Borbolla y Alcalá, J. M. y Rejano N., L. (1978). Sobre la preparación de aceitunas de estilo sevillano. El lavado de los frutos tratados con lejías. *Grasas y Aceites*, **29**, 281-291.
- Rodríguez de la Borbolla y Alcalá J. M., y Rejano N., L. (1979). Sobre la preparación de aceitunas de estilo sevillano. La fermentación I. *Grasas y Aceites*, **30**, 175-185.

Recibido: Junio 2002
Aceptado: Febrero 2003