

INVESTIGACIÓN

Estudio del comportamiento térmico y de la composición de aceites para el curtido de cueros

Por R. Correa-Cabrera, A. Capote y M.A. Grompone *

Laboratorio de Grasas y Aceites, Cátedra de Físicoquímica, Facultad de Química.
Avda. Gral. Flores 2124, C.P. 11800, Montevideo, Uruguay.

RESUMEN

Estudio del comportamiento térmico y la composición de aceites para el curtido de cueros.

La industria del cuero utiliza materiales grasos que otorgan determinadas características al cuero. Tradicionalmente se ha usado, entre otros, el aceite de patas de vacuno, producto cuya disponibilidad y costo son muy variables.

En este trabajo se estudiaron muestras de distintos aceites de patas de vacuno, de pollo, de pescado y de salvado de arroz. Fueron evaluadas como potenciales materias primas para la obtención de derivados para el curtido de cueros, en función de su comportamiento térmico («Cold Test» y DSC), y su composición en ácidos grasos principales (GC). Algunos de los aceites estudiados aparecen como adecuados para dicho uso, mientras que otros podrían ser mejorados por fraccionamiento térmico.

PALABRAS-CLAVE: *Aceite de pata de vacuno - Aceite de pescado - Aceite de pollo - Aceite de salvado de arroz - Comportamiento térmico - Curtido de cuero.*

SUMMARY

Study of thermal behaviour and composition of oils for leather tanning

The leather industry uses fatty materials to give leather certain characteristics. Neatsfoot oil, a material with variable cost and availability, has been used traditionally. Samples of neatsfoot, chicken, fish and rice bran oils are studied in this work. They are evaluated as potential raw materials for leather tanning derivatives, according to their thermal behaviour (Cold Test and DSC) and main fatty acids composition (GC). Some seem adequate for that purpose, while others could be modified through thermal fractionation.

KEY-WORDS: *Chicken oil - Fish oil - Leather tanning - Neatsfoot oil - Rice bran oil - Thermal behaviour.*

1. INTRODUCCIÓN

Los materiales grasos dan al cuero características como blandura, flexibilidad, suavidad, capacidad de absorción; se emplean tanto crudos, como sometidos

a procesos de sulfitación, sulfatación o sulfonación (Bailey, 1982). Se denominan «nutriciones» a las mezclas de los aceites procesados con los crudos o con otros componentes no lipídicos. Los aceites apropiados para este fin deben ser no volátiles, poco solubles en agua y líquidos alrededor de los 40° C. Aquellos cuyos triglicéridos son ricos en ácidos de cadenas carbonadas mayores de 14 átomos producen mejores resultados, atribuyéndose el hecho a una retención del aceite entre las fibrillas que componen la estructura del cuero (Kronick, 1996). Otras características deseables son la resistencia a la decoloración, a la cristalización y al desarrollo de olores desagradables. Tradicionalmente, en la industria del curtido de cueros se utilizaban aceites de patas de vacunos, si bien puede emplearse una variedad de otros aceites como los de ricino, bacalao, salvado de arroz, soja. Aún cuando la bibliografía actual sobre el tema es escasa, en países ganaderos como el Uruguay todavía está extendido el uso del aceite de patas en el procesamiento de cueros, siendo ésta la principal de sus aplicaciones.

El aceite de patas (aceite de pies de buey) es una grasa líquida o casi totalmente líquida, cuyo intervalo de cristalización está entre 0 y -10° C (Windholz, 1976). Se obtiene por cocción prolongada con vapor de varios huesos y articulaciones de las extremidades del ganado vacuno: «curcubijos» (falanges y sesamoideos), «canillas» (metacarpos y metatarsos), e incluso «rodillas» (carpos y tarsos) (Swern, 1979). Cuando se incluyen estas últimas, el aceite obtenido solidifica a mayor temperatura. El aceite así extraído se separa por espumado, se filtra y se le pasa vapor a alta temperatura por serpentines cerrados. Además del secado, se logra así la coagulación de impurezas proteicas como la albúmina. Por filtración se obtiene un líquido amarillo pálido, del cual se puede separar una estearina por fraccionamiento por cristalización (proceso al que se somete a los aceites que se destinarán a la industria del cuero). Este aceite también se ha usado tradicionalmente como lubricante en relojería y armas de fuego (Lewkowsch, 1923), atribuyéndose sus propiedades espe-

ciales a la palmito-dioleína que contiene (Bockisch, 1998). Se indica en la literatura (Villavecchia, 1944) que para que sea adecuado como lubricante, debe mantenerse líquido y límpido a 0° C durante mucho tiempo. Según otra fuente (Martinenghi, 1950) el aceite de pie de buey natural es generalmente semisólido a 0° C ya que contiene cerca de un 20% de sólidos. En cambio, el aceite desmargarinado es límpido a 0° C ya que contiene, predominantemente, ácido oleico. Parece entonces evidente que existe una relación entre las propiedades que hacen a este material graso ideal para el curtido y la lubricación de instrumentos mecánicos, y el predominio de ácidos grasos insaturados en su perfil de composición.

La cantidad de aceite de patas de que se dispone no es proporcional, tanto en el Uruguay como en otros países, al volumen de cueros procesado, por lo que es necesario utilizar diversos sustitutos. A su vez, su escasez incrementa su precio, por lo que es de interés obtener sustitutos de menor costo.

Como propiedad fundamental a tener en cuenta, un sustituto potencial debe permanecer líquido a las temperaturas a las que el aceite de patas lo está. En caso contrario, posteriormente al tratamiento del cuero, la disminución de la temperatura ambiente (por ejemplo, al exportar cueros curtidos a países de clima más frío) puede provocar la aparición de manchas por solidificación de triglicéridos. El parámetro de comparación comúnmente utilizado para los aceites de patas y sus sustitutos es el «Ensayo de enfriamiento» o «Cold test» (AOCS Cc 11-53 (1993) y sus variantes), como una medida de la resistencia a la cristalización (Mehlenbacher, 1977).

El conocimiento del comportamiento físico frente a las variaciones de temperatura y de la composición en ácidos grasos es fundamental para decidir el posible uso de un aceite como sustituto del de patas, las condiciones para su almacenamiento, e incluso, la posibilidad de que un fraccionamiento térmico conduzca a un producto con las especificaciones buscadas en un aceite para curtido.

El objetivo general de este trabajo radica en determinar la aplicabilidad de algunos materiales grasos como materias primas para la obtención de derivados (sulfatados o sulfonados) para el proceso de curtido de cueros, en función de la información obtenida por el *Ensayo de enfriamiento* (Cold Test), la *Calorimetría Diferencial de Barrido* (DSC) y la composición en ácidos grasos por *Cromatografía gaseosa*.

2. PARTE EXPERIMENTAL

Se estudió un total de trece muestras de diferentes aceites: siete de ellas de patas (procedentes de U.S.A., Chile, Paraguay y de varios frigoríficos uruguayos), una de vísceras y patas de pollo, una cuyo origen no fue identificado por el proveedor, tres de pescado (sin hidrogenar, parcialmente hidrogenado

y el denominado Tensoil PW por su fabricante) y una de origen vegetal (salvado de arroz).

2.1. Ensayo de enfriamiento (Cold test)

Para determinar la resistencia al enfriamiento, las muestras se colocaron en tubos de vidrio de 15 mL con tapa de rosca, se llevaron a 130° C agitando repetidamente, se filtraron y se colocaron en un baño de agua-hielo. Después que alcanzaron la temperatura de 0° C se observaron cada hora hasta un total de 5.5 horas, buscando la aparición de turbidez o cristalización parcial. Se considera que la muestra cumple con el requisito del ensayo si se encuentra clara, límpida y brillante luego de ese tiempo.

2.2. Calorimetría diferencial de barrido (DSC)

Es un método de Análisis Térmico que posibilita el estudio del comportamiento durante la fusión, la cristalización y las transiciones polimórficas. Las grasas presentan gran variabilidad en estas propiedades, por lo cual la DSC es de utilidad en su análisis (Garti, 1988; Harwalkar, 1990; Höhne, 1996).

Para obtener las curvas de fusión de las muestras se utilizó un calorímetro diferencial de barrido Shimadzu DSC-50, con procesador y accesorio LTC-50 para bajas temperaturas (como refrigerante se utilizó una mezcla acetona-anhídrido carbónico sólido), en las siguientes condiciones: nitrógeno como gas de purga a 50 mL/min, un barrido en el rango de temperaturas de -30° a 70° C, una velocidad de calentamiento de 5° C/min, un peso de muestra aproximado entre 3 y 5 mg. Se emplearon cápsulas de aluminio con tapas sobrepuestas y, como referencia, se colocó una cápsula idéntica, vacía, con su tapa. El software utilizado fue el Thermal Analysis System TA-50 WSI de Shimadzu. Este calorímetro sólo efectúa barridos de calentamiento (no posee sistema de enfriamiento controlado). El resto de las características del uso de este método, se encuentra en la literatura (Correa-Cabrera, 1999).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se muestran los resultados obtenidos al aplicar el ensayo de enfriamiento, indicando en cada caso el número de horas durante las que permaneció sin cristalizar. El único material graso que se mantuvo brillante por más de 5.5 horas fue el aceite de patas de origen estadounidense (en adelante, aceite USA). Todos los demás aceites de patas mostraron evidencia de cristalización, ya sea franca o en forma de turbidez, con apenas una hora en el baño a 0° C.

Tabla I
Resultados del Ensayo de enfriamiento («Cold Test») aplicado a los treces aceites estudiados, expresados como horas que permanecen brillantes a 0° C

	Patatas USA	Patatas A	Patatas Chile	Patatas B	Patatas Paraguay	Patatas C	Patatas D	Salvado de arroz	Sin identificar	Pollo	Pescado	Pescado hidrogen.	Tensoil PW
Cold test (horas)	>5.5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	>5.5*	<1	<1	<3	<1	<1

* Límpido pero no brillante.

De los otros aceites estudiados, el de salvado de arroz es el más prometedor, ya que, si bien existió un cierto opacamiento del brillo luego de transcurridas las 2 primeras horas, la muestra permaneció límpida y fluída durante las 5 horas y media que duró el ensayo. El aceite de pescado hidrogenado también mostró cierta resistencia a cristalizar, permaneciendo límpido por dos horas. El resto de las materias grasas no resistieron la primera hora del ensayo, por lo cual no sería conveniente su empleo como materias primas para nutriciones para cueros sin someterlas previamente a un fraccionamiento térmico.

La composición porcentual en ácidos grasos principales se muestra en la Tabla II. En ella se pueden

comparar los aceites de patatas estudiados con datos sobre este aceite publicados para Argentina (Swern, 1979) y para Uruguay (Grompone, 1991). Se observa que la composición de todas las muestras es muy similar, excepto la de USA. Este aceite posee, comparándolo con los demás, un alto porcentaje de ácido linoleico, y un bajo porcentaje de ácido oleico. Su alta relación linoleico/oleico podría justificar la estabilidad del estado líquido frente a las bajas temperaturas. Cabe señalar que al desconocerse el procesamiento sufrido, podría tratarse de un aceite de patatas cuya composición original fue modificada (por ejemplo, por fraccionamiento térmico) a los efectos de incrementar su resistencia a dichas condiciones.

Tabla II
Composición porcentual en ácidos grasos principales de los aceites estudiados

ac. gr. princ.	Bib.*	Bib.†	USA	A	Ch.	B	Par.	C	D	Arr.	Pollo	s/ld.	Pesc.	Pescado hidrogen.	Tensoil PW
14:0	1.1-1.6	0.7	0.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	0.8	0.3	0.7	0.6	5.3	4.3	0.9
16:0	19.0-25.3	16.9	19.8	14.9	13.1	15.6	16.1	17.1	14.4	16.8	22.7	19.9	16.1	12.9	13.8
16:1	3.1-5.8	9.3	8.3	9.7	10.8	9.2	9.5	9.0	10.1	0.4	6.7	6.4	7.3	6.7	9.3
17:0		1.4	0.2	1.5	2.7	1.3	1.6	1.1	1.8		0.2	0.3		1.0	
18:0	<0.4	2.9	4.3	3.4	4.6	4.0	4.3	4.3	3.3	1.4	5.6	5.3	1.7	3.9	3.7
18:1	48.3-60.5	66.6	45.5	62.8	59.8	57.8	60.0	57.5	61.9	40.5	42.2	42.1	18.0	21.0	56.8
18:2	7.6-12.1	1.5	18.7	2.0	3.7	6.3	2.2	6.1	2.0	36.7	21.6	22.4	9.0	2.9	2.8
20:0			0.4							0.9		0.7		0.9	
18:3			1.5	0.5	0.8	0.7	0.4	0.6	0.4	2.3		1.7			
20:1				2.0	1.2	1.9	0.8	1.1	3.1				6.6	4.6	1.4
18:4				1.1	0.7	1.2	1.5	0.9	0.7				4.2	3.0	3.3
20:2													0.4	3.1	
22:0										0.3				2.7	0.5
22:1													4.8	5.0	0.8
20:4													1.3	2.7	
20:5													5.6	6.8	0.9
22:5													0.7	1.3	
22:6													13.6	2.5	
otros	—	0.7	0.9	0.8	1.3	0.8	2.4	1.1	1.5	0.4	0.3	0.6	5.4	14.7	5.8

* Datos bibliográficos (Swern, 1979).

† Datos bibliográficos del Uruguay (Grompone, 1991).

También en la Tabla II se puede comparar la composición del aceite de patatas USA con la de otros materiales grasos, cuya aplicabilidad como materias primas para la obtención de aceites para el curtido se pretende evaluar. Se toma el aceite de patatas USA como referencia dado que fue el único que superó las 5.5 horas del ensayo de enfriamiento. Se puede

observar que el aceite cuyo origen no fue identificado por el proveedor presenta un perfil composicional muy similar al del aceite de vísceras y patatas de pollo estudiado y al informado en bibliografía (Grompone, 1994). Ambos aceites, por su riqueza en los ácidos oleico y linoleico, podrían permanecer líquidos aún a baja temperatura. La composición de ambos es muy

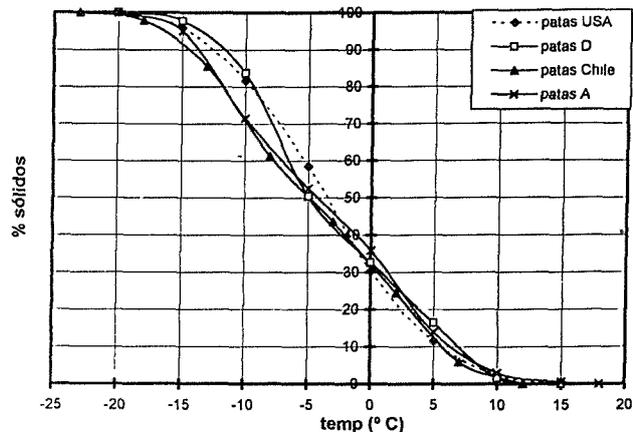
similar a la del aceite de patas USA; sin embargo, su comportamiento térmico es diferente ya que no toleran 1 hora de enfriamiento a 0° C. Esto demuestra que no es suficiente con el conocimiento de su composición en ácidos grasos sino que, a los efectos de su comportamiento térmico, es fundamental su composición en triacilglicerolos. Ambos aceites deben presentar un contenido en especies moleculares de bajo punto de fusión (llamadas comúnmente «estearinas») que están ausentes en el aceite de patas USA, y que serían responsables de su pobre estabilidad a baja temperatura. Un fraccionamiento térmico controlado podría eliminar estos sólidos.

Los aceites de pescado hidrogenado y sin hidrogenar, presentan una composición diferente entre sí aunque tienen en común el poseer porcentajes no despreciables de ácidos de cadena larga (más de 20 carbonos), típicos de los de origen marino. La composición del aceite de pescado concuerda con el de la bibliografía (Grompone, 1992) para el de procedencia uruguaya obtenido de vísceras (en particular, de merluza), el cual debido a su alto contenido de estearina, es semi-sólido a temperatura ambiente. El aceite de pescado parcialmente hidrogenado aún contiene ácidos grasos poli-insaturados, lo cual demuestra que la hidrogenación del aceite original fue suave, aunque probablemente condujo a que no resistiera una hora de enfriamiento a 0° C. Por otro lado, considerando solamente los ácidos grasos mayoritarios de menos de 20 átomos de carbono, el Tensoil PW muestra un perfil similar al de los aceites de patas de procedencia uruguaya y regional. El bajo contenido en ácidos grasos de cadena más larga hace pensar que el aceite de pescado usado como materia prima del Tensoil PW sufrió un fraccionamiento térmico (posiblemente, posterior a una hidrogenación que disminuyó el contenido en poli-insaturados).

Para disponer de información más completa sobre el comportamiento térmico de los aceites estudiados, se recurrió a la DSC. A partir de los termogramas, se realizaron las curvas del porcentaje de sólidos en función de la temperatura. Las curvas obtenidas se agruparon en cuatro, de acuerdo con el tipo de aceite.

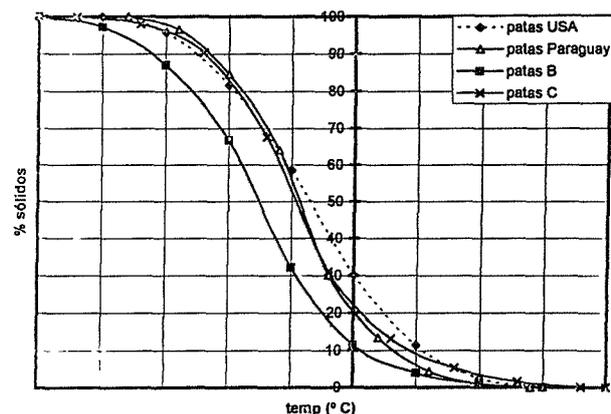
En las gráficas 1a y 1b, se muestra la disminución del contenido de sólidos de todos los aceites de patas estudiados en función del aumento de la temperatura, diferenciándolos en un grupo con mayor y otro con menor contenido de sólidos. La gráfica 2 muestra las curvas para el aceite de salvado de arroz, el de pollo y el sin identificación, comparándolas con la del aceite de patas de USA (tomado como referencia debido a su comportamiento en el ensayo de enfriamiento). La gráfica 3 presenta las curvas para los aceites de pescado conjuntamente con la del aceite de patas de USA.

De las gráficas 1a y 1b se deduce que todos los aceites de patas estudiados presentan un comporta-



Gráfica 1a

Contenido de sólidos en función de la temperatura para los aceites de patas con mayor contenido de sólidos



Gráfica 1b

Contenido de sólidos en función de la temperatura para los aceites de patas con menor contenido de sólidos

miento térmico parecido: si se consideran temperaturas decrecientes por debajo de 0° C el contenido en sólidos aumenta rápidamente y si las muestras se calientan por encima del intervalo 10-15° C el contenido de sólidos se hace prácticamente nulo. Entre los de menor contenido en sólidos en el rango de temperatura estudiado (gráfica 1b), se destaca el aceite B ya que contiene más fase líquida que los demás a casi cualquier temperatura dentro de dicho rango (aproximadamente entre -20° y 20° C). Por encima de 0° C, los aceites C y del Paraguay presentan un contenido en sólidos mayor que el B pero francamente menor que el de USA (tomado como referencia por el Cold test).

A 0° C (temperatura a la cual se realiza el ensayo de enfriamiento o Cold test) el contenido en sólidos de los aceites de patas estudiados varía según la muestra: por un lado, aproximadamente 35% para el aceite de patas A y entre 35 y 30% para el D y el de Chile (gráfica 1a); por otro, 30% para el de USA, 20% para el del Paraguay y el C, y algo más del 10% para el B (gráfica 1b). Es decir, todos presentan un contenido de sólidos no despreciable a 0° C, lo que hace que pierdan limpidez y brillo a esa temperatura (llegando alguno, incluso, a ser semisólido). A pesar de ello, el «Cold test» de la muestra de aceite de patas USA indicó que puede permanecer, sin alteración, durante más de 5.5 horas a 0° C. Esto demuestra que ambos experimentos no son totalmente equivalentes, ni sus resultados estrictamente comparativos.

El «Cold test» determina el tiempo (con un máximo de 5.5 horas) que una muestra líquida enfriada a 0° C resiste cristalizar, es decir, es una medida de la «estabilidad» del estado de sobrefusión, o de la ausencia de formación de fase sólida en el caso en el que el aceite tenga un punto de fusión menor que dicha temperatura. Si la muestra permanece 5.5 horas sin turbidez, a menos que se la deje más tiempo a esa temperatura, el ensayo no indicará si llegará a formar cristales. En caso de solidificar, con esta prueba tampoco se determina el porcentaje máximo de sólidos que se forman a esa temperatura.

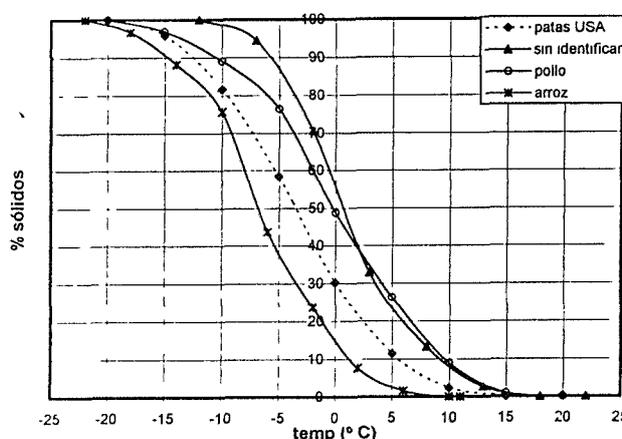
Los termogramas y las curvas obtenidas a partir de ellos, indican las temperaturas a las que comienza («onset») y finaliza («endset») la fusión de una muestra sólida y cuánto líquido se forma a cada temperatura (es decir, con la calorimetría diferencial de barrido aplicada a la fusión se realiza el proceso inverso del que tiene lugar en el ensayo de enfriamiento). En resumen, la información obtenida no es equivalente cuando se determina la resistencia a cristalizar de una muestra colocada a 0° C, que cuando se determina el porcentaje de fase sólida que permanece sin fundir a esa temperatura.

En el caso de los aceites para cueros no es tan importante su resistencia a cristalizar a 0° C como lo es la variación de su contenido en sólidos con la temperatura. Los cueros terminados quedan, durante su almacenamiento o durante su uso (como vestimentas, por ejemplo), a temperatura ambiente por tiempos prolongados. De modo que, si ésta es muy baja (cámaras refrigeradas o clima muy frío), se puede sobrepasar largamente el tiempo de resistencia a la cristalización evaluada por el ensayo de enfriamiento. Por otra parte, la temperatura a la que normalmente se encuentran las vestimentas de cuero durante su uso puede ser superior o inferior a la de dicho ensayo.

Teniendo en cuenta la discusión anterior, de las gráficas 1a y 1b se concluye que todos los aceites de patas estudiados podrían ser aptos para su uso

en cueros, especialmente el B cuyo contenido en sólidos es el menor.

En la gráfica 2 se observa que el aceite de salvado de arroz presenta, a cualquier temperatura, un contenido en sólidos muy inferior al del aceite de patas USA tomado como referencia, por lo cual sería apto para el empleo en derivados para cueros. Los dos aceites de pollo son muy similares entre sí y presentan un contenido en sólidos, a cualquier temperatura, muy superior al del aceite de patas USA. En particular, por encima de 15° y hasta casi 20° C (rango que coincide con la temperatura ambiente de países templados), aún contienen fase sólida sin fundir, lo que indica que sus propiedades fisicoquímicas no serían adecuadas para el fin propuesto.



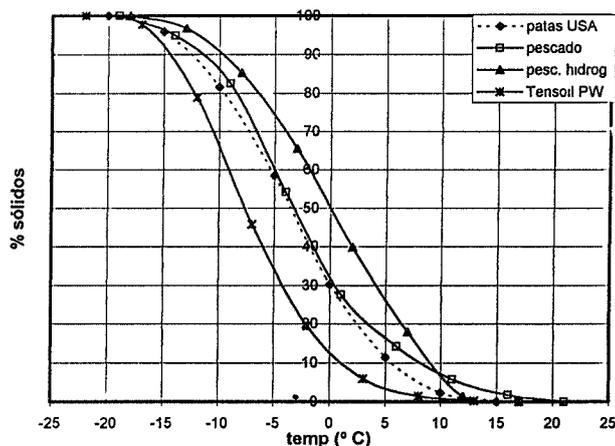
Gráfica 2

Contenido de sólidos en función de la temperatura para distintos aceites comparados con el aceite de patas USA

En la gráfica 3 se ve que el aceite comercial Tensoil PW presenta un contenido en sólidos, a cualquier temperatura, similar al del aceite de salvado de arroz y muy inferior al del aceite de patas USA, por lo cual podría considerarse apto para su empleo en cueros. En cambio, tanto el aceite de pescado sin hidrogenar como el hidrogenado presentan un contenido en sólidos, a cualquier temperatura, similar al de los aceites de pollo y muy superior al del aceite de patas USA. En particular, el aceite de pescado presenta fase sólida sin fundir por encima de 200° C. Esto indicaría que tampoco estos aceites son adecuados para el uso en derivados para cueros.

4. CONCLUSIONES

El ensayo de enfriamiento o «Cold test» mide la resistencia del aceite a la cristalización y se utiliza corrientemente como índice de los procesos de desmargarización (es decir, de eliminación de «esteari-



Gráfica 3

Contenido de sólidos en función de la temperatura para los aceites de pescado comparados con el aceite de patas USA

nas»). Es un ensayo muy simple y barato, que no requiere equipo especial, por lo que tradicionalmente se emplea en la determinación de la calidad de los aceites de patas para su uso como materias primas para la fabricación de derivados para el tratamiento de los cueros. La información que aporta es muy limitada ya que no muestra el comportamiento del aceite a diferentes temperaturas. En ese sentido, la calorimetría diferencial de barrido parece ser una técnica más completa a los efectos de definir la aplicabilidad de las diferentes materias primas grasas.

En base a los datos aportados por los termogramas de los aceites estudiados, algunos de ellos aparecen como muy adecuados para el empleo como materias primas para la obtención de aceites para cueros (aceites de patas, aceite de salvado de arroz, Tensoil PW), y otros podrían ser mejorados por medio de un fraccionamiento a temperatura controlada (aceites de pollo, aceites de pescado) que eliminara los sólidos presentes a las temperaturas de interés.

La información aportada por la DSC se debería complementar, en todos los casos, con un estudio de la estabilidad oxidativa de los aceites ya que éstos presentan contenidos importantes de ácidos grasos insaturados que podrían provocar problemas de olor y color en los cueros, en caso de enranciamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- AOCS (1993).—«Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society».—4th Edition.—Champaign.
- Bailey, D.G., P.R. Buechler, A.L. Everett y S.H. Feairheller (1982).—«Leather» en «Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology», Vol.14, p. 217,219.—3rd edition.—Grayson, M. (Ed.).—John Wiley & Sons, New York.
- Bockisch, M. (1998).—«Fats and Oils Handbook».—AOCS Press, Illinois.—153.
- Correa Cabrera, R., A. Capote, M.N. Rodríguez Ayán y M.A. Grompone (1999).—«Caracterización de grasas para caldos deshidratados». *Grasas y Aceites* 50, 30-36.
- Garti, N. and K. Sato (1988).—«Crystallization and polymorphism of fats and fatty acids». Marcel Dekker Inc, New York.
- Grompone, M.A. (1991).—«Los sebos uruguayos y su empleo en la industria nacional».—*Rev. Ing. Quim.* 3(1),14-18.
- Grompone, M.A. (1992).—«Aceites de pescado de interés nacional».—*Rev. Ing. Quim.* 3(4), 14-19.
- Grompone, M.A., J.F. Guerra, N.A. Pazos, E. Méndez, E. Lucas, I. Jachmanián y P. Collazzi (1994).—«Fraccionamiento térmico de grasas y aceites». *Grasas y Aceites* 45, 390-393.
- Harwalkar, V. R. and C.-Y. Ma (1990).—«Thermal analysis of foods». Elsevier Applied Science, Cambridge.
- Höhne, G., W. Hemminger and H.-J. Flammersheim (1996).—«Differential scanning calorimetry».—Springer-Verlag, Heidelberg.
- Kronick, P. (1996).—«Leather processing» en Bailey's Industrial Oil and Fat Products», p. 309.—5th Edition.—Y.H. Hui (Ed.).—John Wiley & Sons, New York.
- Lewkowitsch, J. (1923).—«Pies de buey (aceite de)» en «Enciclopedia de Química Industrial», Vol. V, p.441.—E. Thorpe (Ed.).—Ed. Labor, Barcelona.
- Martinenghi, G.B. (1950).—«Química y tecnología de los aceites, grasas y derivados».—Hoepli, Barcelona; p. 380-381.
- Mehlenbacher, V.C. (1977).—«Enciclopedia de la Química Industrial».—Urmo, Bilbao.—p. 6, 403.
- Swern, D. (1979) (Ed.).—«Bailey's Industrial Oil and Fat Products».—4th Edition.—John Wiley & Sons, New York. p. 348-351.
- Villavecchia, G.V.(1944).—«Tratado de Química Analítica Aplicada», Vol II.—2ª Edición.—Gustavo Gili, Barcelona. p. 577-579.
- Windholz, M. (Ed.) (1976).—«The Merck Index».—9th Edition.—Merck & Co. Inc., Rahway.—p. 836.

Recibido: Septiembre 1998
Aceptado: Mayo 1999