



CALORIMETRÍA DIFERENCIAL DE BARRIDO: UN MÉTODO MODERNO PARA LA CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES GRASOS

Maria A. Grompone, Ricardo Correa-Cabrera y Bruno Irigaray

Departamento de Físicoquímica, Facultad de Química, General Flores 2124, Montevideo

e-mail: mgrompon@bilbo.edu.uy

RESUMEN

La Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) es una técnica de Análisis Térmico que permite obtener información sobre propiedades fundamentales de los materiales grasos, indicando en base a ella, sus posibles usos en la industria. Las grasas muestran gran variabilidad y complejidad en su comportamiento fisicoquímico, por ejemplo, durante los procesos de fusión, cristalización y transiciones polimórficas.

En este trabajo se presentan distintas aplicaciones prácticas de la DSC: la caracterización de grasas animales y aceites vegetales hidrogenados usados como materias primas en la industria alimentaria; la discriminación de materiales adecuados para sustituir al aceite de patas en la fabricación de productos para cueros; la diferenciación entre diversos sustitutos de la manteca de cacao según las características esperadas en determinados productos de chocolatería; la caracterización de las fracciones obtenidas de la grasa de leche para definir sus posibilidades como reemplazos de productos comerciales de otros orígenes.

ABSTRACT

Differential Scanning Calorimetry is a Thermal Analysis technique that provides data about fundamental properties of fatty materials, signaling thus their possible industrial use. Fats exhibit great variability and complexity of their physicochemical behaviour, for example during the melting, crystallization and polymorphic transitions phenomena.

Several practical applications of DSC are presented in this work: the characterization of animal fats and hydrogenated vegetal oils used as raw materials in the food industry; the discrimination of adequate materials for the substitution of neatsfoot oil in products for leather; the differentiation of cacao butter replacers according to desired characteristics in a certain confectionery product; the characterization of milk fat fractions in order to determine their possibilities as replacers of commercial products of different origin.

INTRODUCCIÓN

Desde hace unos pocos años, el **Laboratorio de Grasas y Aceites** (Departamento de Físicoquímica, Facultad de Química) cuenta con un Calorímetro Diferencial de Barrido, marca Shimadzu, modelo DSC-50. Este equipo se utilizó, entre otras aplicaciones, para la caracterización fisicoquímica de diferentes materiales grasos, con el objetivo de definir sus posibles aplicacio-

nes industriales. En este trabajo se resumen algunos de los resultados obtenidos.

Las propiedades térmicas de las grasas, especialmente la variación de su contenido en sólidos con el aumento de la temperatura, son fundamentales para definir su empleo en la industria. Inicialmente éstas se determinaban por medio de una técnica dilatométrica, larga y engorrosa, pero que permitía definir un "índice de grasa sólida" (SFI) como una medida del contenido en sólidos



de la muestra. Este se calculaba en función de los cambios en el volumen específico de la muestra provocados por su cristalización parcial a distintas temperaturas. Posteriormente, con la introducción de los equipos de resonancia magnética nuclear (NMR) por pulsos, se definió un "contenido de grasa sólida" (SFC) en función de las medidas efectuadas en equipos de baja resolución. Los valores de SFI y de SFC no coinciden, por lo que no pueden ser empleados indistintamente.

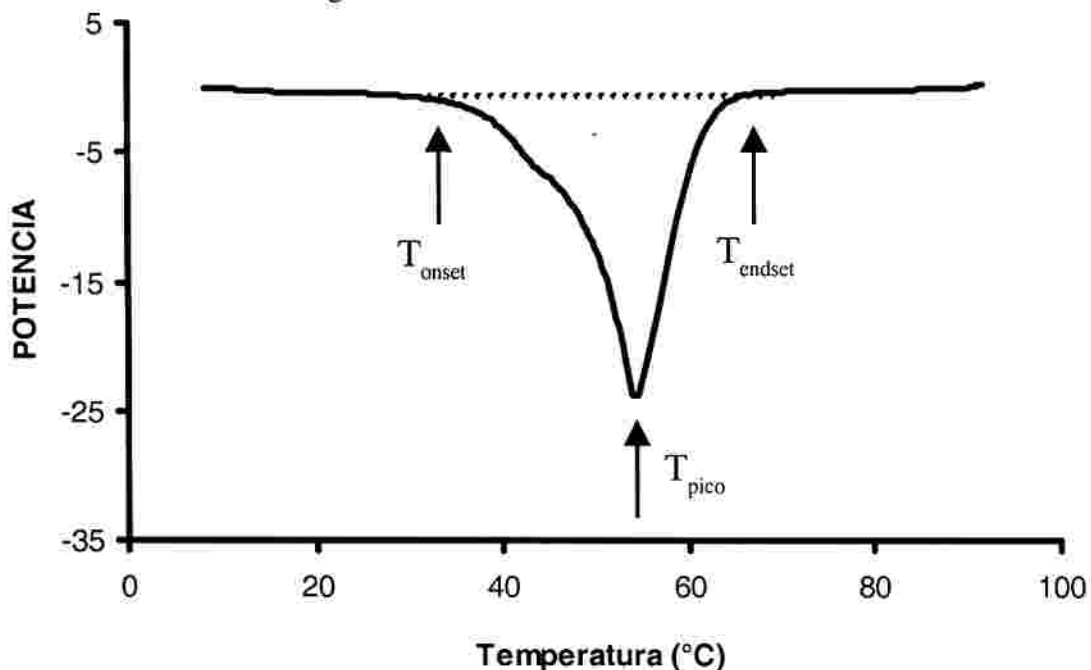
Actualmente también se ha desarrollado una determinación del contenido en sólidos de una muestra grasa por medio de medidas efectuadas en un calorímetro diferencial de barrido (DSC). Este es un método de análisis térmico que posibilita el estudio de su comportamiento durante la fusión, la cristalización y las transiciones polimórficas. En síntesis, la muestra de grasa se somete a un programa predeterminado de calentamiento y se mide la potencia suministrada, en comparación con una referencia. Cada transición de fase, que involucra una reacción en la cual se intercambia una energía adicional (la mayoría, son endotérmicas), aparece como un pico en el gráfico potencia suministrada vs. temperatura; dicho diagrama se conoce como termograma. En la Figura 1 se muestra el obtenido para un ácido

esteárico comercial, el cual está constituido, esencialmente, por una mezcla de ácido esteárico y ácido palmítico, con algo de oleico y de mirístico. Se trata, pues, de una muestra muy simple cuyo termograma presenta un único pico.

En los termogramas se puede definir algunas temperaturas relacionadas con la forma de los picos que corresponden a cambios de estado. Por ejemplo, en un proceso de calentamiento que provoca la fusión es importante el valor de T_{onset} , puesto que indica la temperatura a la cual ésta comienza mientras que T_{endset} , indica la temperatura a la cual finaliza la fusión. La diferencia entre ambos valores es una medida del rango de temperaturas que abarca el proceso de fusión. La ubicación de la temperatura correspondiente al máximo del pico (T_{pico}), da una indicación aproximada de la temperatura a la cual se formó una cantidad importante de líquido. En la Gráfica N° 1 también se indican esas tres temperaturas.

Por otra parte, el punto de fusión medido según la técnica del capilar cerrado, PF(cc), indica la fusión casi completa del material graso ya que se determina como la temperatura en la que se produce la desaparición total de la turbidez (se suele estimar que el contenido de sólidos en ese momento es inferior a 8%). El punto de fusión

Gráfica 1. Termograma de un ácido esteárico comercial.





medido según la técnica del capilar abierto, PF(ca), indica una temperatura de ablandamiento de la grasa tal que ésta se puede deslizar, ascendiendo por del tubo capilar, debido a la presión hidrostática que ejerce el agua del baño en el cual se encuentra sumergido. En consecuencia, el PF(cc) deberá ser ligeramente menor que la T_{endset} y, según sea la forma del pico de fusión del termograma, en muchos casos podrá estar próximo a la T_{pico} . La T_{onset} deberá ser muy inferior al PF(ca), si el termograma presenta un pico de fusión de base ancha (es decir, un intervalo amplio de temperaturas entre el comienzo y el final de la fusión).

A partir de los datos de las áreas parciales y del área total del pico correspondiente a la fusión (determinados usando el programa de cálculo numérico del propio calorímetro), se puede calcular el porcentaje de sólidos remanentes (o su equivalente porcentaje de líquido formado) a cada una de las temperaturas elegidas durante dicha transición.

En la tabla N° 1 se resumen los datos obtenidos para un conjunto de materiales grasos. Las temperaturas T_{onset} , T_{pico} y T_{endset} se obtuvieron a partir de sus termogramas.

Todos los materiales grasos indicados en la Tabla N° 1 tienen temperaturas de finalización de la fusión (T_{endset}) comprendidas en un rango de apenas 15°C, en cambio las temperaturas de comienzo de la fusión (T_{onset}) se encuentran dentro de un rango muy amplio de valores. Esto implica, por ejemplo, que dichos materiales presenten comportamientos muy diferentes frente a una temperatura dada. Todos (excepto el aceite de gallina)

tienen una T_{onset} del mismo orden o superior a las temperaturas ambientes más frecuentes durante el año en el Uruguay (excepto en los días más tórridos del verano). Por lo tanto, en general, no presentarán un ablandamiento importante si se almacenaran fuera de cámaras frigoríficas. En cambio, el aceite de gallina tiene una T_{pico} inferior a la temperatura de un refrigerador (que suele ser de 4°C) y su fusión comienza a -12°C. En consecuencia, este material graso estará en gran parte fundido a la temperatura ambiente.

Tabla N° 1. Temperaturas características de diferentes materiales grasos

Muestra	PF(ca)	PF(cc)	T_{onset}	T_{pico}	T_{endset}
Grasa vacuna	49.2	49.6	26	51.5	60
Grasa vacuna	51.2	52.0	26	52.2	60
Aceite vegetal hidrogenado	38.8	39.0	15	37.2	45
Aceite de soja hidrogenado	46.0	46.6	5	47.1	55
Aceite de maíz hidrogenado	37.5	38.0	8	40.4	53
Aceite de gallina	-	-	-12	-0.6	47

En la Gráfica N° 2 se indican las curvas de la variación del contenido en sólidos en función de la temperatura para los materiales grasos indicados en la Tabla N° 1. Dichas gráficas fueron calculadas, utilizando el software para la determinación de áreas parciales que suministra el fabricante del equipo, a partir de los termogramas correspondientes (los cuales no se incluyen en este trabajo, por economía de espacio).



ANALISIS QUIMICOS PARA LA INDUSTRIA
PRODUCTOS QUIMICOS ESPECIALES
DESARROLLO DE PRODUCTOS
EQUIPAMIENTO

Irlanda 2033
Tels: 5076616 - 5076058
Fax: 5070155

De nuestra línea de equipos destacamos en esta oportunidad:

- **Celsis - Lumac** - Monitores microbiológicos en tiempo real para uso industrial y de laboratorio, en superficies, agua, jugos, carnes, lácteos, cosméticos, integrables a programas HACCP.
- **Datatrace** - Monitores de temperatura, sin cable, programables, con almacenamiento de datos y reloj, certificados NIST, ideales para seguimiento de procesos.
- **CEM** - Monitores por microondas de % de humedad / % de sólidos o cenizas.

Monitor Database FRB M — 1.4" — M

Temperatura (precisión):

- -40 85°C (0.5°C)
- 10 150°C (0.5°C)
- 100 360°C (0.5%)

Memoria:

- 1000 lecturas



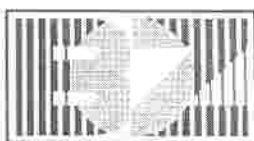
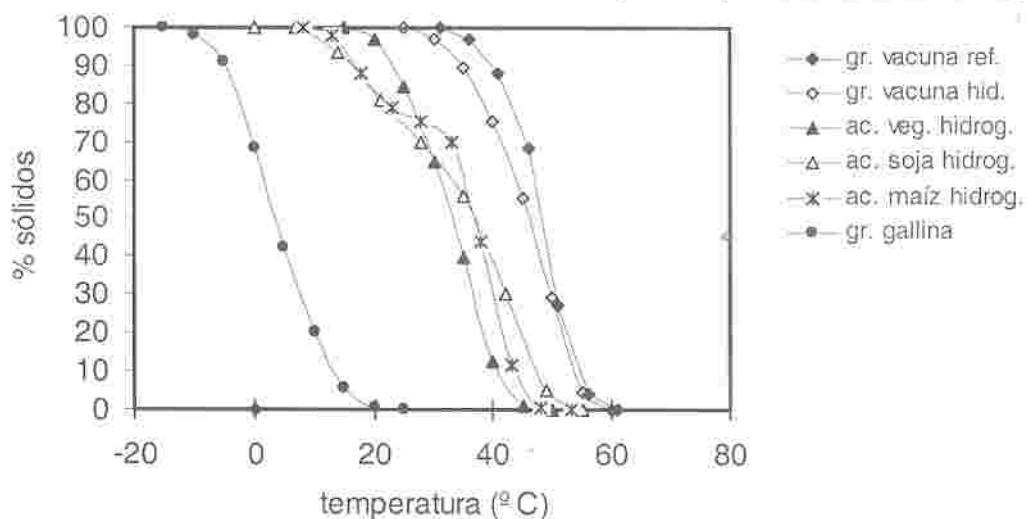
Los diferentes materiales grasos presentan perfiles térmicos variados, desde la grasa vacuna más “dura” que las demás a cualquier temperatura, hasta el aceite de gallina, más “blando” a cualquier temperatura, pasando por los aceites vegetales parcialmente hidrogenados, de comportamiento intermedio. El aceite de gallina es muy particular ya que presenta una fracción líquida importante (hasta un 30%) aún por debajo de 0°C; esto es concordante con su baja T_{onset} (debido a esto no se pudieron determinar sus puntos de fusión). También presenta una pequeña fracción, que no fue tomada en cuenta al trazar esa curva, que funde por encima de 40°C y que es responsable de que su T_{endset} sea de 47°C.

En conclusión, las curvas representadas en la Gráfica N° 2 se pueden agrupar en tres tipos: a) las dos grasas vacunas; b) los aceites vegetales

parcialmente hidrogenados; c) el aceite de gallina. Los dos materiales grasos más “duros” son las grasas vacunas: ambas presentan curvas casi coincidentes, de las que es importante recalcar el contenido de líquido casi nulo hasta temperaturas del orden de los 35°C. Ambos materiales se encuentran totalmente sólidos a temperatura ambiente (aún en los días no demasiado cálidos del verano uruguayo), funden con dificultad a la temperatura de la boca pero se encuentran totalmente líquidos si se incorporan en un alimento que se consume caliente. Estas características están de acuerdo con sus respectivas T_{pico} y sus T_{endset} , que son prácticamente iguales.

Los tres aceites vegetales parcialmente hidrogenados exhiben curvas similares, si bien son mucho más “blandos” que las grasas vacunas, tal como se puede concluir de sus T_{onset} , T_{pico} y T_{endset} .

Gráfica N° 2. Variación del contenido en sólidos con la temperatura para diferentes materiales grasos.



BELTRAN - ZUNINO

ASISTENCIA TECNICA EN MICROBIOLOGIA

- AGUA
- ALIMENTOS
- MATERIAS PRIMAS PARA LA INDUSTRIA
- PRODUCTOS TERMINADOS
- EVALUACIÓN DE ANTISEPTICOS Y DESINFECTANTES
- ASESORAMIENTOS

PALMAR 2126
 TEL: 408 9554
 FAX: 401 8277
 MONTEVIDEO
 URUGUAY

Alrededor de los 50°C, los tres tienen un contenido de sólidos prácticamente nulo, aunque su comportamiento a temperaturas inferiores a los 40°C es algo diferente. El aceite de maíz presenta una mayor constancia del contenido de sólidos en el rango de temperaturas vinculadas con el almacenamiento en condiciones ambiente (menos de 35°C). El aceite de soja presenta mayor variación en el comportamiento térmico ya que a 20°C contiene un 80% de sólido pero a 35°C solamente un 55%.

A continuación se dan algunos ejemplos de aplicación de la calorimetría diferencial de barrido a diferentes productos grasos de uso industrial, como demostración de las potencialidades de esta técnica.

SUSTITUTOS DEL ACEITE DE PATAS PARA LA FABRICACION DE PRODUCTOS PARA CUEROS

Los materiales grasos dan al cuero características de blandura, flexibilidad, suavidad, capacidad de absorción; se emplean tanto crudos como sometidos a procesos de sulfitación, sulfatación o sulfonación. En países ganaderos como el Uruguay todavía está extendido el uso del aceite de patas en el procesado de cueros, siendo ésta la principal de sus aplicaciones. El aceite de patas es líquido y su temperatura usual de solidificación está entre 0°C y -10°C. 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). Cuando se incluyen estas últimas, el aceite obtenido solidifica a mayor temperatura. La cantidad de aceite de patas de que se dispone no es proporcional 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 materiales grasos de menor costo.

El parámetro de comparación comúnmente utilizado es el "ensayo de enfriamiento" o "cold test": la muestra, colocada en un baño de agua/hielo a 0°C, se observa a cada hora (hasta un total

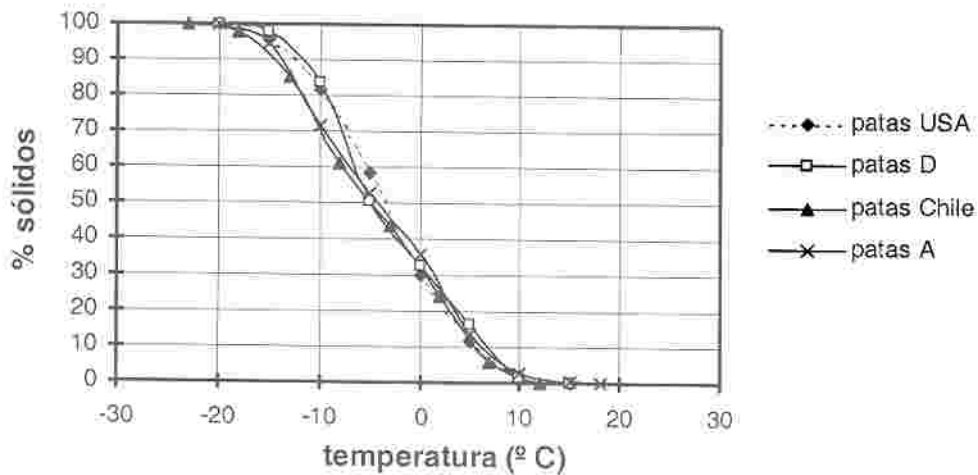
de 5.5 horas), buscando la aparición de turbidez o cristalización parcial. Se considera que la muestra cumple con el requisito del ensayo si se encuentra clara, límpida y brillante durante todo ese tiempo. Es un ensayo muy simple y barato, que no requiere equipo especial, pero que aporta una información muy limitada ya que no muestra el comportamiento del aceite a diferentes temperaturas. En ese sentido, la calorimetría diferencial de barrido parece una técnica más completa.

En la Gráfica N° 3 se indica la variación del contenido de sólidos con la temperatura de cuatro aceites de patas de diferente procedencia, que presentan un comportamiento térmico muy parecido. A 0°C (temperatura a la cual se realiza el "cold test") el contenido en sólidos de dichos aceites es del orden del 30-35%, o sea, un valor no despreciable. Sin embargo, solamente el aceite de patas de USA cumple con las 5.5 horas del "cold test"; los otros tres cristalizan antes de una hora de enfriamiento. Esto demuestra que ambos ensayos no son totalmente equivalentes ni sus resultados estrictamente comparativos.

El "cold test", expresado como el tiempo que una muestra líquida enfriada a 0°C resiste a formar cristales, es una medida de la "estabilidad" del estado de sobrefusión o de la ausencia total de fase sólida, en el caso en que el aceite tenga un punto de fusión menor que dicha temperatura. Si la muestra permanece 5.5 horas sin opacarse, a menos que se la deje más tiempo a esa temperatura, el ensayo no indicará si finalmente llegará a formar cristales. En el caso de los aceites para cueros no es tan importante su resistencia a cristalizar a 0°C como la variación de su contenido en sólidos con la temperatura. Los cueros procesados pueden quedar, 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 ésta 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.



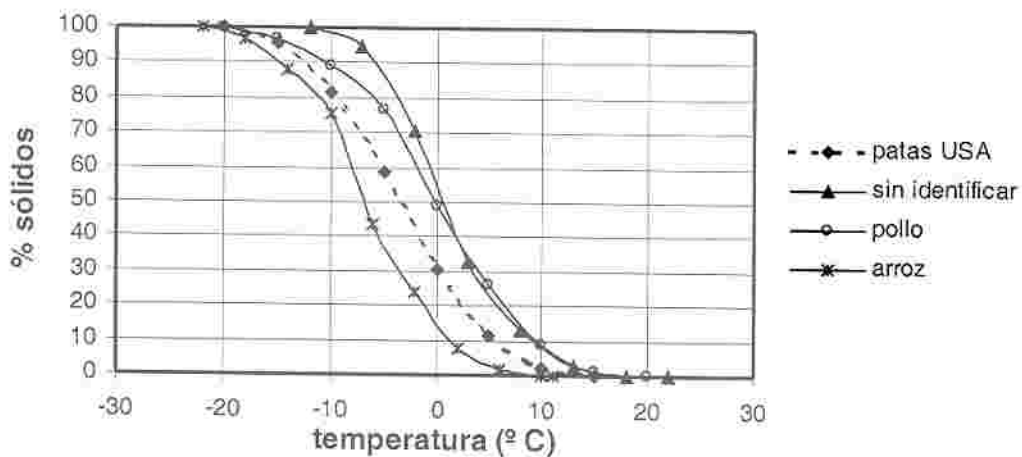
Gráfica N° 3. Variación del contenido en sólidos con la temperatura para aceites de patas de diferentes procedencias.



En la Gráfica N° 4 se comparan las curvas para un aceite del cual se desconoce su origen, un aceite de pollo y un aceite de salvado de arroz, que fueron suministrados por un fabricante de aceites para cueros que los emplea como sustitutos del aceite de patas. El aceite de salvado de arroz presenta, a cualquier temperatura, un conte-

nido en sólidos muy inferior al de patas USA tomado como referencia, por lo cual sería apto para el empleo en derivados para cueros. Los otros dos aceites son muy similares entre sí y presentan un contenido de sólidos, a cualquier temperatura, muy superior al de referencia, por lo que parecen no adecuados para el fin propuesto.

Gráfica N° 4. Variación del contenido en sólidos con la temperatura, para algunos posibles sustitutos del aceite de patas.

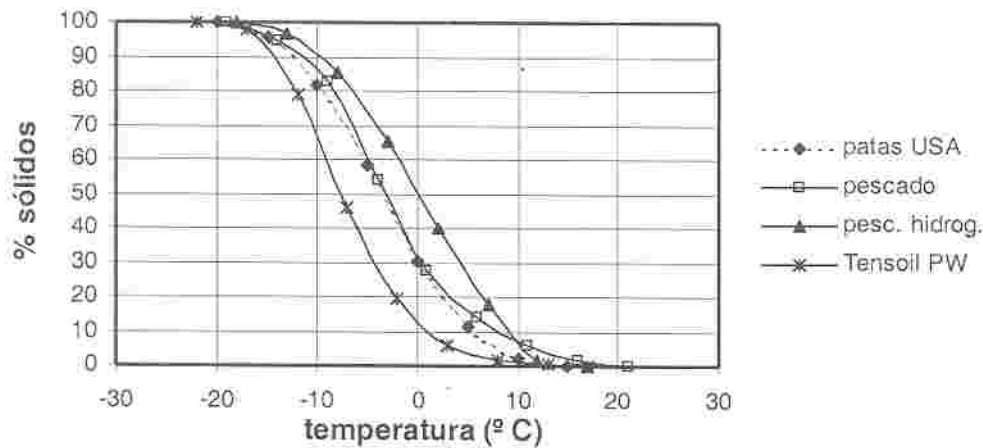


En la Gráfica N° 5 se comparan, contra el aceite de patas USA usado como referencia, varios aceites de origen marino: un aceite de pescado natural, un aceite de pescado parcialmente hidrogenado y un producto comercial denominado Ten-

soil PW. Este último es el único que podría ser usado en la industria del cuero ya que presenta un contenido de sólidos, a cualquier temperatura, inferior al de patas USA.



Gráfica N° 5. Variación del contenido en sólidos con la temperatura para algunos posibles sustitutos de origen marino del aceite de patas.



PROPIEDADES DE LAS FRACCIONES DE GRASA DE LECHE ANHIDRA

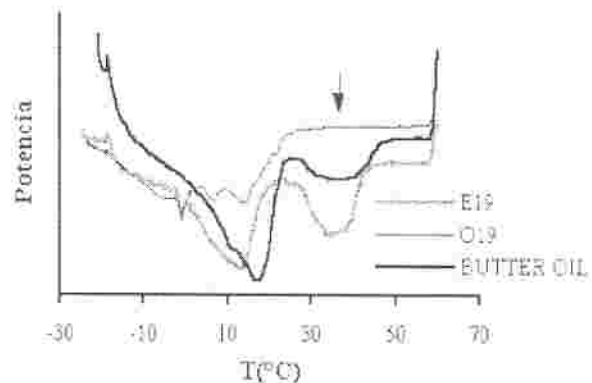
La grasa de leche tiene muchas ventajas, tales como su calidad organoléptica incomparable y su reputación como producto natural pero las propiedades térmicas de la manteca la hacen inadecuada para ciertos usos. Debido a ello es de interés obtener productos derivados de ella con propiedades especiales. Para obtener fracciones de la grasa de leche anhidra ("butter oil") se puede recurrir a la cristalización parcial a una cierta temperatura. El llamado fraccionamiento en seco (sin solventes) consiste en enfriar, a través de un programa controlado de temperatura, una muestra totalmente fundida del material graso. De acuerdo con el procedimiento empleado, se separará una fase sólida y una líquida de distintas propiedades fisicoquímicas.

En nuestro Laboratorio se fraccionó, por enfriamiento controlado, una muestra de grasa de leche anhidra en un baño con una estricta programación de temperatura. Se emplearon diferentes procedimientos con el objetivo de obtener una mayor gama de productos. Las fases obtenidas (la líquida denominada "oleína" y la sólida denominada "estearina") se separaron por filtración. Algunas de las fracciones obtenidas, se volvieron a fraccionar a otra temperatura, para diferenciar aún más sus propiedades fisicoquímicas.

La calorimetría diferencial de barrido es una

herramienta muy útil para caracterizar los productos obtenidos a partir del "butter oil". Por ejemplo, cuando éste se fraccionó en una sola etapa, a una cierta temperatura, se obtuvieron dos fases con propiedades térmicas muy diferentes. En la Gráfica N° 6 se muestra el termograma de las fracciones obtenidas en la operación llevada a cabo a una temperatura final de 19°C. La grasa de leche anhidra presenta dos grupos de "moléculas" (representados en su termograma por dos picos distintos y no superpuestos) que difieren en su comportamiento térmico: el primer grupo tiene su T_{pico} alrededor de 14°C y el segundo, a unos 36°C. La oleína obtenida a 19°C (O19) carece de ese segundo pico, o sea de sólidos de alto rango de fusión (tal como se señala con una flecha en el diagrama) ya que éstos se encuentran, prioritariamente, en la estearina correspondiente (E19).

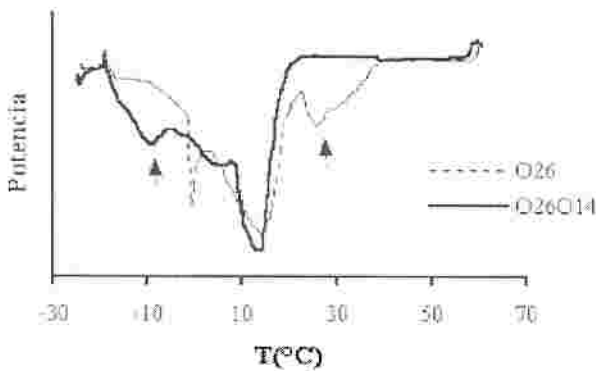
Gráfica N° 6. Termogramas de la grasa de leche anhidra y de las fracciones obtenidas a 19°C.





Por un segundo fraccionamiento de dichas fases, se obtuvieron productos de propiedades muy diversas. Por ejemplo, la oleína preparada a 14°C a partir de la oleína separada a 26°C (denominada O26O14) prácticamente carece de sólidos a una temperatura mayor de 20°C (no así la oleína original). En la Gráfica N° 7 se indican los termogramas correspondientes.

Gráfica N° 7. Termogramas de la oleína obtenida a 26°C y de la obtenida por fraccionamiento de ella a 14°C.



Para determinar los posibles usos de las fracciones obtenidas del "butter oil", se pueden comparar sus propiedades térmicas con las de algunos productos industriales. En la Tabla N° 2 se indican algunas propiedades de dos productos comerciales que podrían ser sustituidos por fracciones de grasa de leche.

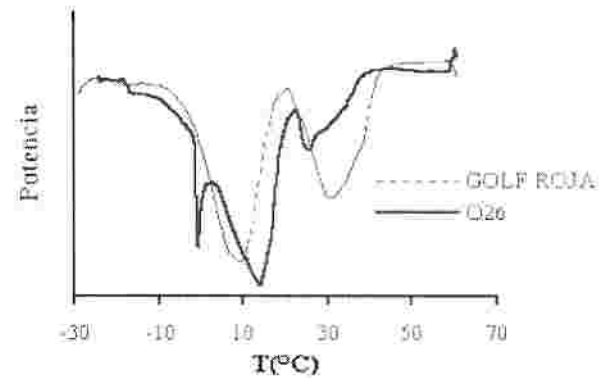
Tabla N° 2. Propiedades de dos productos comerciales que podrían ser sustituidos por fracciones de grasa de leche.

Producto	Características	PF(ca) °C	PF(cc) °C	Fracción butter oil
Golf línea roja	Margarina como integrante de la masa	37.8	40.2	O26
Mr. Choc 902	Aceite vegetal hidrogenado para baños de repostería	42.4	43.9	O29

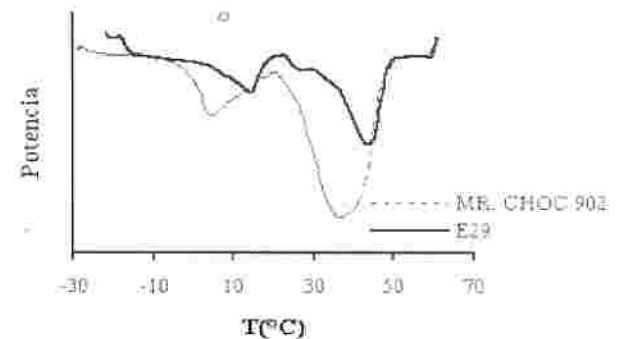
En la Gráfica N° 8 se muestran los termogra-

mas correspondientes al producto comercial Golf línea roja y a la oleína obtenida por fraccionamiento de la grasa de leche a 26°C. Los termogramas son muy parecidos aunque no coinciden totalmente.

Gráfica N° 8. Termogramas del producto comercial denominado Golf línea roja y de la oleína obtenida por fraccionamiento a 26°C de la grasa de leche anhidra.



Gráfica N° 9. Termogramas del producto comercial denominado Mr. Choc 902 y de la estearina obtenida por fraccionamiento a 29°C de la grasa de leche anhidra.



En la Gráfica N° 9 se muestra el termograma de la estearina obtenida por fraccionamiento a 29°C de la grasa de leche anhidra comparado con el del producto comercial denominado Mr. Choc 902. Hay una gran similitud entre ambas gráficas, aunque el segundo pico es comparativamente un poco menor para la estearina, lo que indica que ésta es más "blanda" que el producto comercial con el que se le compara.

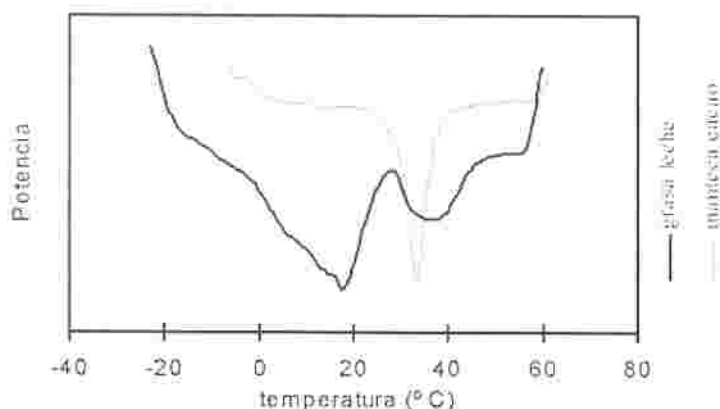


CARACTERÍSTICAS DE ALGUNOS SUSTITUTOS DE LA MANTECA DE CACAO

La manteca de cacao es un ingrediente mayoritario de los chocolates: puede representar un 30-40% de su peso. Uno de los problemas más conocidos en la fabricación de los chocolates es el "fat bloom" que se caracteriza por la aparición de una película irregular y blanquizca, debida a una migración de la fase grasa desde la matriz del chocolate a la superficie, donde cristaliza. Una de las razones de su formación es el agregado de grasas incompatibles, desde el punto de vista térmico, con la manteca de cacao. Sin embargo, algunas grasas, como la de leche, ayudan a inhibir ese fenómeno. En la Gráfica N° 10 se muestran los termogramas superpuestos de la manteca de cacao y de la grasa de leche anhidra, donde se observa que son esencialmente diferentes.

Por razones económicas y tecnológicas, la manteca de cacao es frecuentemente sustituida con otros materiales grasos, genéricamente conocidos como **reemplazos de la manteca de cacao (CBR, "cacao butter replacers")** y que se clasifican en **sustitutos (CBS)** y **equivalentes (CBE)**. Los CBS, como su nombre lo indica, sustituyen a la manteca de cacao en productos que no pueden denominarse "chocolate" pero que se emplean para ciertos usos especiales, tales como coberturas "tipo chocolate" (no pueden mezclarse con la manteca de cacao porque son poco compatibles desde el punto de vista térmico y pueden separarse, provocando "blooming"). En muchos de estos productos se busca que sus propiedades fisicoquímicas sean diferentes de las del chocolate propiamente dicho por lo que las grasas empleadas son diseñadas especialmente para ello. Los CBE, por el contrario, son ampliamente compatibles desde el punto de vista térmico con la mante-

Gráfica N° 10. Termogramas de la manteca de cacao y de la grasa de leche anhidra.



TASER LTDA.

DISUR LTDA.

Lo MEJOR en filtración de fluidos y equipos para laboratorios e industrias

- STERIS Corporation: AMSCO, Calgon-Vestal, Surgicol (EEUU), Finn-Aqua (Finlandia)
- PALL (EEUU) Ultrafine Filtration Company
- OSMONICS Inc. (EEUU)
- The BAKER Company (EEUU)
- MICROFILTER S.A. (R.A.)
- CLESTRA Clean Rooms (EEUU)
- PUROLATOR, Air Filter División (EEUU)
- IDENOR INGENIERIA (R.A.)
- PMS-Particle Measuring Systems (EEUU)
- GOMEZ COPELLO y Asociados (R.A.)
- PIAB (Suecia)
- DONALDSON, High Purity Products (EEUU)

REPRESENTACION - VENTA - ASESORAMIENTO - PROYECTO - INSTALACION - SERVICIO

Av. Italia 2474 - CP 11600 - Montevideo - Tel.: 487 2837 - Fax: 487 3156 - e-mail: taserltd@adinet.com.uy



ca de cacao (debido a que presentan termogramas muy similares) y, por lo tanto, se pueden mezclar con ella sin provocar problemas de “bloom”. La calorimetría diferencial de barrido es también un método útil para caracterizar estos productos.

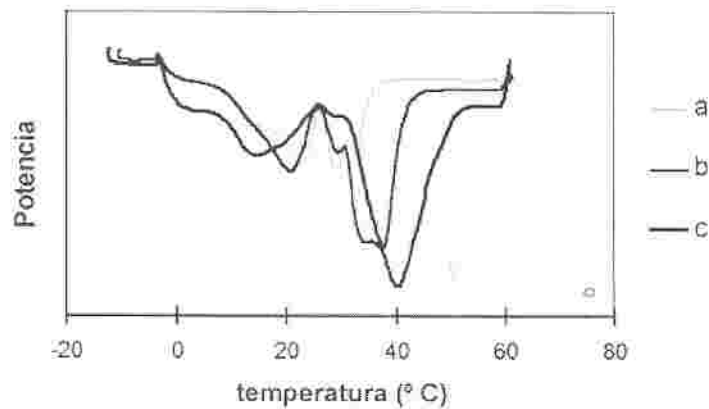
De acuerdo a los termogramas obtenidos en nuestro Laboratorio al estudiar diferentes CBR, las grasas se pueden agrupar según su comportamiento con la temperatura, en tres tipos: de las más “blandas” a las más “duras”. En todas las curvas se observa la presencia de dos grupos de compuestos moleculares que funden en distinto rango de temperatura, cuya proporción depende de la grasa en cuestión. Estos dos grupos de compuestos pueden imitar el comportamiento de los

dos integrantes clásicos del sistema graso del chocolate: la grasa de leche y la manteca de cacao (tal como se mostró en la Gráfica N° 10).

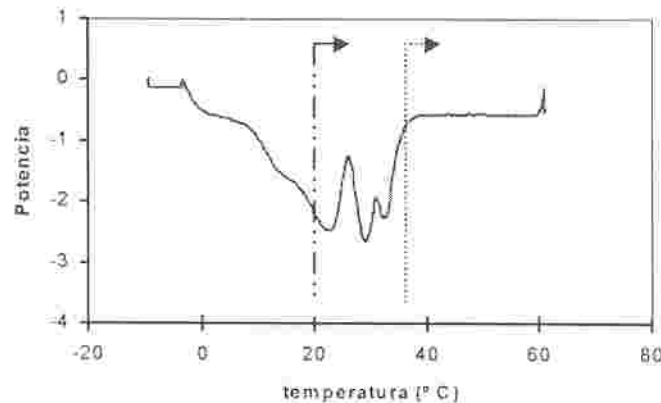
En la Gráfica N° 11 se dan tres ejemplos de termogramas de CBR (en orden creciente de dureza: a, b y c), donde se observa cómo varía la cantidad de material sólido con la temperatura, en función del tamaño relativo y ubicación de los picos.

El termograma de un CBR de tipo “blando” (denominado “a”) se ve en la Gráfica N° 12. Este presenta un alto porcentaje de producto fundido a temperatura ambiente (20°C) y un escaso porcentaje de sólidos a la temperatura de la boca (37°C).

Gráfica N° 11. Termogramas de tres CBR (denominados a, b y c).



Gráfica N° 12. Termograma de un CBR del tipo “blando”.



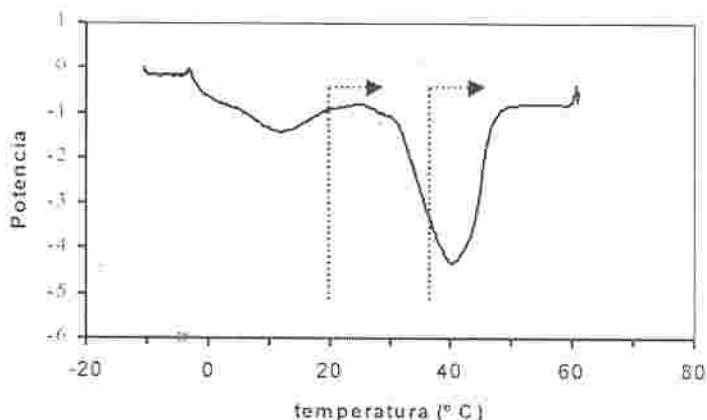


En la Gráfica N° 13 se muestra un termograma de un CBR del tipo “duro”. Este presenta un alto porcentaje de sólidos aún por encima de la temperatura de la boca (37°C).

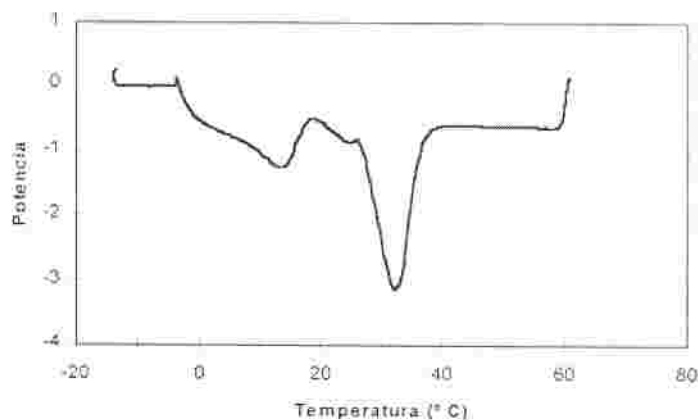
En conclusión, dependiendo del uso del producto final, la o las grasas usadas en su elaboración pueden intentar imitar el comportamiento térmico (entre otras propiedades) de la manteca

de cacao, como es el caso del CBR denominado “b”. Por el contrario, puede ser necesario emplear un material graso con propiedades térmicas muy diferentes. La grasa denominada “c” es mucho más “dura” que la manteca de cacao. En cambio, el perfil térmico del CBR denominado “a” muestra que se comporta como más “blanda”, haciéndose semejante, incluso, a la grasa láctea.

Gráfica N° 13. Termograma de un CBR del tipo “duro”



Gráfica N° 14. Termograma de una cobertura para helados de tipo chocolate.



Un caso especial de comportamiento térmico lo presentan los CBS que se emplean en coberturas para helados: éstas deben fundir a la temperatura de la boca y estar totalmente sólidas (quebradizas) a la temperatura a la que se consume el helado. En la Gráfica N° 14 se muestra el termograma de un tipo de cobertura tipo chocolate para helado.

El fabricante de helados, en función de las características que desee para sus productos, de-

berá decidir acerca del tipo de material graso que empleará, el cual puede ser elegido en función de las propiedades térmicas determinadas por calorimetría diferencial de barrido.

Agradecimiento

A los estudiantes C. Correa, D. Navone, B. Leal y M. Distasio que colaboraron en el trabajo sobre fraccionamiento de la grasa de leche.