

# Estimación del valor calórico de la leche materna mediante la técnica del crematocrito

Dres. Eduardo Mayans<sup>1</sup>, Miguel Martell<sup>2</sup>

## Resumen

*Se estudia la correlación del crematocrito con la concentración de grasa y las calorías totales de la leche materna. El cálculo de las calorías se realizó en base a la concentración de proteínas, lípidos y grasas en 80 muestras de leche procedentes de setenta y siete madres. La correlación del crematocrito con la concentración de grasas fue de 0,91, el mismo valor se encontró para la correlación de éste con las calorías totales. Aplicando la ecuación de la correlación lineal se puede tener el valor calórico de la leche conociendo el crematocrito ( $\text{Crematocrito} \times 3,4 + 38,9 = \text{kcal}/100 \text{ ml} \pm 14$ ). Se concluye que el crematocrito es un medio útil, que permite estimar rápidamente las calorías de una muestra de leche, con un error de  $\pm 14\%$ .*

**Palabras clave:** Leche materna  
Crematocrito

## Introducción

La lactancia es el resultado de procesos complejos cuya finalidad es la elaboración de un fluido que es capaz de proveer todos los nutrientes necesarios para el niño, durante los primeros 4 a 6 meses de su vida. La composición de la leche es dinámica, obedeciendo a mecanismos de regulación neuroendócrina<sup>(1)</sup>. Está formada por una mezcla de agua con una emulsión de grasa y una dispersión de proteínas junto con un azúcar en solución verdadera<sup>(2)</sup>.

La concentración de los diversos componentes de la leche humana varía a lo largo de la lactancia. Habitualmente se definen tres períodos: calostroal, transicional y maduro. Dado que la composición de la leche es variable durante toda la lactancia, hay autores que han utilizado

la terminología de leche temprana, donde los cambios son más evidentes y tardía para los otros períodos<sup>(1,3)</sup>.

Los componentes principales de la leche materna son los siguientes: proteínas (caseína, lactoalbúmina, Ig A secretoria, lactoferrina y lisozima), carbohidratos (lactosa) y lípidos (triacilglicerol). Los componentes menores son: células, enzimas, elementos trazas, vitaminas, factor del crecimiento<sup>(4)</sup>, antioxidantes<sup>(5)</sup>, mucinas y aminoácidos libres<sup>(1)</sup>.

La concentración de proteínas es uno de los componentes más constante en los distintos meses de lactancia para una misma madre, salvo en la leche calostroal, donde es mayor, debido seguramente a un contenido más alto en anticuerpos, especialmente Ig A secretoria y proteínas plasmáticas<sup>(1,6)</sup>.

La lactosa es otro de los componentes constantes en los distintos tipos de leche, observado también en las distintas madres.

Los lípidos son los componentes que presentan mayores variaciones. Proporcionan 50 a 60% del valor calórico de la leche<sup>(2)</sup>. En general los valores más bajos se encuentran en la leche calostroal y luego aumentan progresivamente durante la lactación<sup>(7)</sup>. La concentración de grasa también varía en una misma lactada, aumentando a lo largo de la misma<sup>(6)</sup>.

Dado que la grasa es el componente calórico más im-

1. Asistente Departamento de Neonatología. Facultad de Medicina. Universidad de la República.

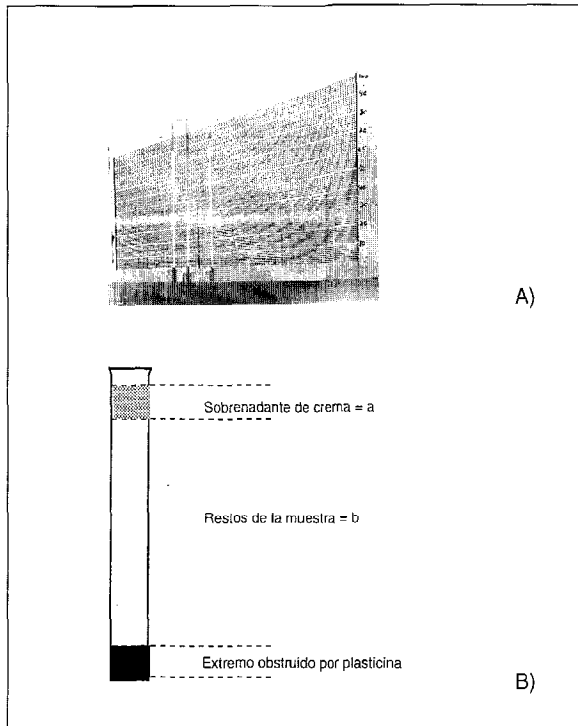
2. Profesor Agregado Departamentos de Neonatología. Facultad de Medicina. Universidad de la República.

Trabajo realizado en el Departamento de Neonatología de la Facultad de Medicina. Universidad de la República y en el Centro Latinoamericano de Perinatología y Desarrollo Humano.

**Correspondencia:** Dr. Eduardo Mayans. Buxareo 1278/701. CP 11300. Montevideo.

Presentado 10/10/94

Aceptado 11/11/94



**Figura 1.** A) Fotografía que muestra los microtubos utilizados para la centrifugación y la fracción de crema obtenida luego de la misma. B) Esquema que muestra las partes resultantes luego de la centrifugación (sobrenadante= fracción de crema).

portante de la leche humana, y siendo su determinación sumamente compleja, se han realizados investigaciones para su determinación indirecta<sup>(8,9)</sup>.

Fleet y Linzell en 1963<sup>(9)</sup>, encontraron un micrométodo para valorar en forma aproximada, la concentración de lípidos en la leche. Inicialmente fue descrito para leche de ratas. Este método consistía en la centrifugación de la leche en tubos capilares, leyendo el sobrenadante (fracción de crema=crematocrito), expresándola en porcentaje. En 1978, Lucas y colaboradores<sup>(10)</sup> aplicaron el mismo método para la leche humana. Varios autores han encontrado una buena correlación entre el valor calórico de la leche y el crematocrito<sup>(10-12)</sup>.

El objetivo planteado fue demostrar que con el crematocrito, se puede estimar la concentración de grasa de la leche materna y el valor calórico total de la misma.

**Material y método**

Se estudió la composición de la leche de 80 muestras provenientes de 77 madres, de distintos medios socioeconómicos. Las edades maternas estaban comprendidas entre 15 y 39 años ( $\bar{x}$  = 25,7), siendo el número de embarazos previos entre 0 y 13 ( $\bar{x}$  = 2,6).

Las muestras de leche se recogieron mediante extracción manual de la madre a los 3 minutos de comenzar la

**Cuadro 1.**  
Composición de leche materna en proteínas, lactosa y grasas, valor calórico y crematocrito en 80 muestras de 77 madres, valores promedio.

Componente	$\bar{x}$	DE	Rango	CV
Proteínas (g%)	1,63	0,41	1,1-3,6	25,3
Lactosa (g%)	6,25	0,61	4,4-7,8	9,9
Grasas (g%)	4,08	1,92	1,4-9,9	47,1
Crematocrito (%)	8,24	4,60	1,5-2,1	55,7
Calorías (kcal/100 ml)	67,04	17,20	37,02-117,86	25,6

$\bar{x}$ = valor promedio, DE= desvío estándar, CV= coeficiente de variación (DE/ $\bar{x}$  %)

succión del niño, obteniéndose volúmenes de 5 a 7 ml. Se recolectaron en frascos de vidrio de boca ancha, limpios, con tapón de rosca, conservándose en la heladera a 4 grados C, por espacio de tiempo que nunca fue mayor de 10 horas.

El valor calórico de la leche por 100 ml, se estimó a partir de las concentraciones de grasa, proteínas y lactosa<sup>(10)</sup>, usando la siguiente fórmula:

$$\text{Lactosa (g\%)} \times 3,95 + \text{proteínas (g\%)} \times 4 + \text{Lípidos (g\%)} \times 9 = \text{kcal\%}$$

Para la dosificación de las mismas se usó el método automatizado del equipo Milko Scan 133 (Foss Electric). Este se basa en las distintas ondas de absorción de estas sustancias en el espectro infrarrojo. En las grasas la longitud de onda característica es de 3,5  $\mu\text{m}$  (micrometros) (enlaces saturados de C-H de los ácidos grasos), para las proteínas 6,5  $\mu\text{m}$  (unión peptídica enlaces N-H) y para la lactosa una longitud de onda de 9,5  $\mu\text{m}$  (para la unión OH-C)<sup>(13,14)</sup>.

El crematocrito se efectuó en tubos capilares de 75 mm de longitud por 1,5 mm de diámetro (los utilizados para la técnica de microhematocrito), que contienen aproximadamente 60  $\mu\text{l}$  (microlitros), obstruyéndose uno de los extremos con plasticina, centrifugándose a 3000 g (International Equipment Co. Model MB) durante 3 minutos. Se leyó el sobrenadante con una escala de microhematocrito (esta medida se puede realizar también con cualquier regla graduada), obteniéndose así el porcentaje de crema, crematocrito (figura 1):

$$\text{Crematocrito} = \frac{a}{(a + b)} \times 100$$

Las determinaciones se hicieron por duplicado. La diferencia entre ambas nunca fue mayor de 1 %.

## Resultados

### Concentración de proteínas, lactosa y grasas de la leche

La concentración promedio de grasas fue de  $4,08 \pm 1,92$  g/100 ml y la de lactosa de  $6,25 \pm 0,61$  g/100 ml; la de proteínas  $1,63 \pm 0,41$  g/100 ml (cuadro 1).

### Valor calórico de la leche

El valor calórico promedio de la leche fue de  $67,04 \pm 17,2$  kcal/100 ml.

No se encontró correlación entre la composición de proteínas y lactosa con el contenido calórico de la leche.

Existió una relación lineal estadísticamente significativa entre el contenido de grasa y calorías de la leche ( $r=0,98$ ) (figura 2).

### Relación entre crematocrito y calorías

Se encontró una buena correlación entre el crematocrito y el contenido graso de la leche ( $r=0,91$ ) (figura 3).

Si se toma al crematocrito como variable independiente, se obtiene una ecuación lineal (figura 4), que permite estimar las calorías de la leche en base al valor del crematocrito ( $r=0,91$ ). Esta es:

$$\text{(fórmula 1)} \quad y = b \cdot x + a$$

$$S_{y,x} = 7,0$$

Donde  $a$  y  $b$  son constantes,  $x$  es el valor obtenido del crematocrito,  $S_{y,x}$  es el error de  $y$  para una  $x$  dada y tiene el mismo significado que el desvío estándar. Por ejemplo, para un crematocrito de 10% resulta:

$a=38,9$ ;  $b=3,4$ ;  $x=10\%$ ; así se tiene sustituyendo valores en la fórmula 1:  $y = 3,4 \times 10 + 38,9 = 72,9$  kcal%.  $S_{y,x} = 7,0$  —para obtener el valor calórico primero se multiplica el valor del crematocrito calculado por 3,4 ( $b$ ) y luego se suma 38,9 ( $a$ )—.

Para un crematocrito de 10% el valor calórico de la leche de 72,9 kcal%, con un error de  $\pm 14$ , para un intervalo de confianza de 95 %

## Discusión

La leche humana, único alimento para el niño en los primeros meses de su vida, necesita ser monitorizado en su composición, tanto en poblaciones como individualmente. Esta omisión es quizás el fruto de las dificultades que presentan la dosificación de los diversos componentes. Estas se deben, posiblemente, a dos motivos: uno de orden técnico, ya que es muy dificultosa su dosificación cuando no se dispone de una infraestructura adecuada y la otra es debida a la variabilidad de la composición de la leche durante la lactada.

En nuestro medio Nelly Armand-Ugón estudió los distintos componentes de la leche humana; es en 1946 que

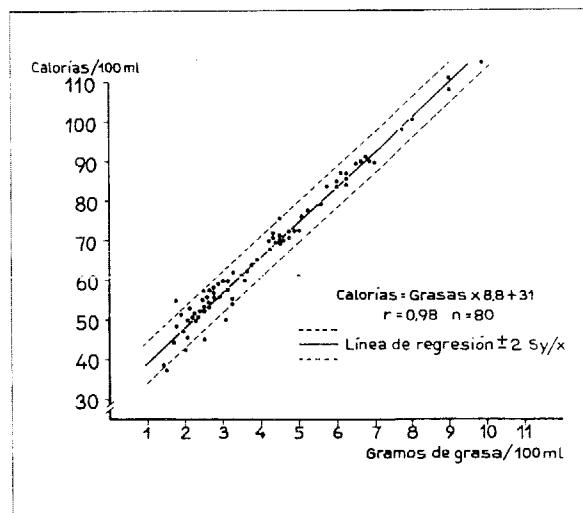


Figura 2. Relación entre grasas y calorías de las distintas muestras obtenidas de leche humana.

en su artículo: Estudio bioquímico y vitamínico de la leche humana concluye encontrando una gran variabilidad de las proteínas y lactosa, no coincidiendo con nuestros hallazgos<sup>(15)</sup>; desde entonces pocos han sido los aportes del tema en Uruguay.

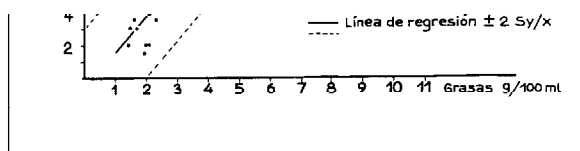
Existen medidas directas e indirectas para la cuantificación del volumen. La primera puede realizarse por extracción mecánica de toda la secreción glandular. La indirecta, que es la más usada, se trata de la técnica de doble pesada<sup>(16,17)</sup>.

Durante la lactada, la concentración de grasas aumenta progresivamente, presentando el valor promedio a los tres minutos de empezada la misma; en este tiempo se extraen 50% a 56 % del volumen total<sup>(3,18)</sup>.

El crematocrito fue una técnica descrita por Fleet y Linzell para conocer la concentración de grasas en ratas<sup>(9)</sup>. Su uso no llegó a la clínica hasta 1978, impuesto por Lucas y colaboradores<sup>(10)</sup>. Desde esa fecha hasta el momento, escasas publicaciones se ocuparon del tema<sup>(10-12,19,20)</sup>. En el estudio actual se han tratado de introducir algunas modificaciones como por ejemplo, la utilización de una centrifuga de uso habitual, existente en cualquier laboratorio de análisis clínicos, así como proponerlo como método sencillo para evaluar el valor calórico de la leche, sea en una madre o en grupos poblacionales.

La variabilidad del valor calórico de la leche depende de las grasas<sup>(10,12,19)</sup>. La correlación de ésta con el valor calórico fue de 0,98. El valor de las proteínas y la lactosa presentan poca variabilidad<sup>(10,12,19)</sup>.

El valor calórico de la leche se determinó de acuerdo a la fórmula descrita por Lucas<sup>(10)</sup>, que suma las cantidades de calorías aportadas por las proteínas, lactosa y grasas.



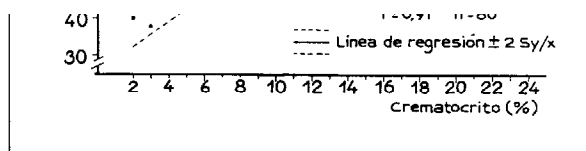
**Figura 3.** Relación entre grasas y crematocrito de las 80 muestras de leche materna obtenidas

Smith y col. encontraron una débil correlación entre el valor calórico de la leche humana, determinado por la bomba calorimétrica y el crematocrito ( $r=0,59$ )<sup>(20)</sup>. Mientras que Michaelsen y col.<sup>(21)</sup> calculan el valor calórico de la leches mediante la dosificación de grasas, proteínas y lactosa por el método del Milko Scan, obteniendo un coeficiente de correlación de 0.98 comparado con la bomba calorimétrica.

Quando se usó el crematocrito para estimar la concentración de grasas, se obtuvo una buena correlación ( $r=0,91$ ) (figura 3). Esto permite usar este procedimiento para estimar el valor calórico de la leche. La correlación entre ambos también fue buena ( $r=0,91$ ) (figura 4).

El crematocrito (lactocrito o galactocrito), es una técnica sencilla y de rápido acceso, si se desea estimar el valor calórico de la leche. Esta técnica además no necesita de otro material que los tubos capilares utilizados para el microhematocrito, con una centrífuga que puede encontrarse en cualquier laboratorio de análisis clínico. Con este equipamiento, mediante la técnica antes descrita, se obtiene el valor calórico de la leche con un margen de confianza muy bueno ( $\pm 14\%$ ). La escasa cantidad de la muestra (60  $\mu\text{L}$ ), resulta un elemento más que importante para su empleo. El fácil almacenamiento ya sea en heladera a 4 grados C, que puede permanecer por 15 días sin alterarse, o a temperatura ambiente por 45 minutos, es otro elemento a favor para la utilización de esta técnica<sup>(11)</sup>.

Otros autores<sup>(10,19)</sup> utilizaron centrifugas de 12000 g por 15 minutos, obteniendo una correlación con las grasas que varió entre 0,99 y 0,79<sup>(10,12,19)</sup>. Mientras que nuestra técnica empleó 3000 g por 3 minutos, que habitualmente se utiliza en los laboratorios para la técnica del microhematocrito, obteniéndose resultados confiables



**Figura 4.** Relación entre el crematocrito y las calorías obtenidas de las 80 muestras de leche humana.

( $r=0,91$ ). Los autores antes señalados, obtuvieron concentraciones mayores de grasa para el mismo valor de crematocrito<sup>(10,12,19)</sup>. Esto podría explicarse por la diferencia del procedimiento de centrifugación<sup>(17)</sup>.

El crematocrito puede llegar a considerarse una maniobra semiológica más. Junto con la doble pesada nos pueden ayudar a determinar el valor calórico de la alimentación que está recibiendo un lactante, complementando de esta manera al pediatra en la evaluación del valor real de calorías que recibe el niño.

Es importante resaltar también, que puede ser empleada como técnica en las leches de banco.

## Conclusiones

El valor calórico de la leche humana puede calcularse mediante métodos químicos directos o indirectos como el crematocrito, la fórmula usada para el cálculo de calorías fue la siguiente:

$$y = 38,9 \times \text{valor del crematocrito} + 3,4 = \text{kcal/100 ml de leche}$$

## Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de la Cooperativa Nacional de Productores de Leche (CONAPROLE), por el apoyo técnico a través de su Laboratorio Central, especialmente a los Ing. Quím. Basilio Laffite, Milton Dopeso y Anabel Martín, por la lectura de los componentes de la leche mediante los distintos métodos ya mencionados en el trabajo.

A la Analista Raquel López por su trabajo de procesamiento de datos.

