

# Variaciones en la composición proteica de la leche materna madura durante el almacenamiento por congelación

## *Changes in Protein Composition of Mature Breast Milk during Storage by Freezing*

Maury Eduard, Sequera Silvia, Sánchez Danilmary, Bravo Alfonso, Romero Marlon, Vizcarra Marcela<sup>(1)</sup>

### RESUMEN

**Introducción:** La leche materna es el alimento ideal para niños desde el nacimiento hasta los seis meses de edad. Muchas madres interrumpen la lactancia materna por diversas causas, por lo que la administración de leche materna procedente de bancos de leche surge como alternativa a ser evaluada.

**Objetivo:** Determinar las variaciones en la composición proteica de la leche materna durante el almacenamiento bajo congelación. **Materiales y Métodos:** Fueron colectadas 31 muestras de leche madura de mujeres entre 17 a 35 años. Las muestras se almacenaron en congelación ( $-20^{\circ}\text{C}$ ), durante períodos de 15, 30, 60, y 90 días. Una alícuota de cada muestra fue analizada como control basal. La concentración de proteínas totales (g/dl) fue determinada por el método de Lowry, se transformó en g/día y calculó las calorías proteicas, considerando el consumo de 850 ml de leche. Se caracterizaron las fracciones proteicas de la leche con la técnica de electroforesis en geles de poliacrilamida (SDS-PAGE). **Resultados:** Los resultados mostraron una concentración proteica de 1,58 g/dl al inicio y de 1,61 g/dl a los 90 días. No se encontraron variaciones significativas al comparar el contenido de proteínas, ni en el aporte proteico y calórico de la leche durante el almacenamiento bajo congelación ( $P>0,05$ ). El perfil electroforético sólo demostró variaciones en fracciones proteicas de bajo peso molecular. **Conclusiones:** La estabilidad de los componentes proteicos ratifica como segura la forma de almacenamiento de la leche materna humana bajo congelación por un período de 3 meses en bancos de leche.

**Palabras claves:** Leche materna madura, proteínas, congelación, electroforesis, banco de leche.

### INTRODUCCIÓN

La lactancia materna es fundamental para la supervivencia, crecimiento y desarrollo del neonato en

### ABSTRACT

**Introduction:** Breast milk is the ideal food for children from birth to age six months. For various reasons many mothers stop breastfeeding early, for which reason supply of breast milk from milk banks is an alternative that should be evaluated. **Objective:** To determine variations in protein composition of breast milk during frozen storage. **Materials and Methods:** We collected 31 samples of mature milk of women between ages 17 and 35. Samples were stored frozen ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) for periods of 15, 30, 60, and 90 days. An aliquot of each sample was analyzed for baseline control. Total protein concentration (g/dl) was determined by Lowry method and protein calories as g/day were calculated based on a consumption of 850 ml of milk. Protein fractions of milk were determined by sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE). **Results:** Results showed a protein concentration of 1.58 g/dl at baseline and 1.61 g/dl at 90 days. Comparison found no significant differences in protein content or protein and calorie value of the milk during frozen storage ( $P>0.05$ ). The electrophoretic profile showed changes only in low molecular weight protein fractions. **Conclusions:** The stability of the protein components demonstrates safe storage of frozen human milk in milk banks for a period of 3 months.

**Keywords:** Mature breast milk, protein, freezing, electrophoresis, milk bank.

términos de salud y nutrición y es la fuente perfecta de alimento durante los primeros 6 meses de vida. Sin

1. Laboratorio de Investigaciones y Desarrollo en Nutrición (LIDN). Universidad del Zulia-Venezuela.

Correspondencia: Eduard Maury Sintjago, INTA, U de Chile. Av. El Líbano 5524, Macul, Santiago de Chile. e-mail: eduard.maury@inta.cl.

Artículo recibido en agosto de 2010, aceptado para publicación noviembre de 2010.

embargo, ese no es su único atributo, ya que también protege al recién nacido de diarreas e infecciones respiratorias agudas, estimula el sistema inmunológico, potencia la respuesta del organismo a las vacunas y contiene cientos de moléculas, enzimas, proteínas y hormonas beneficiosas para la salud<sup>(1)</sup>.

Adicionalmente, suministra beneficios económicos para la nación, reflejado en una reducción en los costos del cuidado de salud y disminución del ausentismo laboral por enfermedad infantil. Además posee ventajas nutricionales, por sus características adaptadas a la capacidad digestiva y necesidades metabólicas del lactante. A pesar de sus ventajas, existe a nivel mundial, una notoria disminución del periodo de lactancia, siendo muy diversas las causas<sup>(2)</sup>.

El Fondo de Naciones Unidas para la infancia (UNICEF) considera que amamantar es clave para la supervivencia, sin embargo más del 60% de las madres no amamantan a sus hijos, por ello esta organización está trabajando para estimular a las madres de todo el mundo a alimentar a sus hijos, con el fin de reducir la mortalidad en un 20%. Resultados de investigaciones recientes reportan que alimentar niños únicamente con leche materna durante los seis primeros meses puede salvar 1.3 millones de vida por año; esto significa que todos los días se salvarían más de 3000 vidas. Estudios realizados en América Latina indican que la prevalencia y duración de la lactancia materna en este continente es más baja que en África y Asia. En Venezuela se ha observado un importante descenso de la utilización de lactancia natural exclusiva la cual se ubica en 7% en todo el país<sup>(2)</sup>.

Por ser el alimento ideal para el recién nacido y lactante, en el mundo entero se están desarrollando estrategias para aumentar la disponibilidad de leche materna para niños cuyas madres trabajan, fallecen, están enfermas, no produzcan suficiente leche, entre otras causas. Aunque los avances tecnológicos han permitido conocer cada vez mejor la composición de leche humana, no ha podido ser reproducida totalmente<sup>(3)</sup>.

Los bancos de leche humana constituyen una estrategia de suma importancia. Estas instituciones se encargan de recolectar leche de otras madres, clasificar, congelar y distribuirla a los niños que la necesitan, y representan un rol fundamental en la promoción, protección y apoyo a la lactancia materna. En Venezuela funcionan siete bancos de leche, ubicados en Caracas, Apure, Bolívar, Guárico y Sucre; los mismos constituyen un primer eslabón para cumplir las metas propuestas<sup>(4)</sup>. Para la creación de otros bancos, se hace imprescindible analizar las variaciones en la composición química de la leche materna madura durante el almacenamiento, determinando su calidad antes de ser suministrada a los lactantes<sup>(5)</sup>.

Muchas propiedades de la leche humana se deben a sus proteínas y a los aminoácidos que las componen. Las proteínas son macromoléculas formadas por aminoácidos y desempeñan funciones muy variadas, todas ellas de gran importancia. Son fundamentales en la regulación de la velocidad de crecimiento, en el control y maduración de la inmunidad, tienen acción bacteriostática y participan en el desarrollo del comportamiento. Algunos aminoácidos son importantes para las funciones del organismo, pero lo más frecuente es que se unan para formar péptidos y polipéptidos. De estos aminoácidos algunos son esenciales al no poder ser sintetizados por el organismo humano y en la lactancia el número de estos aminoácidos es mayor, por la inmadurez de los sistemas enzimáticos que intervienen en su síntesis a partir de varios precursores<sup>(6)</sup>.

Estudios previos muestran resultados variables en cuanto a modificación en la composición proteica de la leche humana durante el almacenamiento a diferentes temperaturas. Se ha reportado que puede ocurrir proteólisis durante la refrigeración, mientras que en la congelación no suceden estos cambios; la leche congelada ha reflejado similitudes a la de la leche fresca<sup>(7-10)</sup>. Cabe destacar que estas investigaciones fueron realizadas por periodos de tiempo muy cortos.

Es importante señalar que cuando la leche humana se somete a temperaturas inferiores a  $-0,55^{\circ}\text{C}$ , (punto de congelamiento), además de la reducción de la velocidad de las reacciones enzimáticas, ocurre una reducción de la actividad del agua que antes era disponible para el crecimiento bacteriano, esta se transforma en agua químicamente concentrada, formando cristales de hielo, haciéndose indisponible para microorganismos. Por ello, el producto mantenido bajo congelamiento soporta un periodo de almacenamiento mayor que el refrigerado<sup>(11)</sup>.

El objetivo de la presente investigación fue determinar las variaciones en la composición proteica de la leche materna madura durante la congelación y comprobar si la calidad proteica de la misma se modifica en comparación con la leche humana fresca. Esto permitirá establecer si la leche materna almacenada bajo estas condiciones en un banco de leche llegará al lactante en las mismas condiciones y con el mismo valor nutritivo que la suministrada naturalmente del seno de su madre.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Tipo de Investigación.*

La presente investigación experimental consistió en una serie de ensayos de laboratorio a través de los cuales se determinó el efecto del almacenamiento por congelación

sobre las proteínas y fracciones proteicas en muestras de leche materna madura de mujeres habitantes de la ciudad de Maracaibo. Se trató de un estudio de tipo correlacional, dónde se evaluaron las posibles correlaciones entre el tiempo de almacenamiento bajo congelación y las concentraciones totales de proteínas y de las fracciones proteicas en la leche materna.

#### *Población y Muestra.*

La población estuvo representada por leche de 150 madres lactantes. Se consideraron los siguientes criterios de inclusión: mujeres con edad entre los 17-35 años, que hayan tenido un parto a término y en periodo de lactancia mayor de 15 días (leche madura) e inferior a los 4 meses postparto, sin ninguna enfermedad para el momento de la toma de muestra y sin consumo de suplementos nutricionales o medicamentos<sup>(12,13)</sup>. Todas las mujeres que participaron manifestaron su consentimiento por escrito. Los procedimientos empleados estuvieron de acuerdo con las normas éticas de la declaración de Helsinki y la CIOMS<sup>(14)</sup>.

Al examinar la población, sólo 31 muestras de leche fueron tomadas en cuenta para realizar el estudio, El tipo de muestreo a utilizar fue no probabilístico intencional<sup>(15)</sup>.

#### *Obtención de las Muestras de Leche Materna.*

Para obtener las muestras, se utilizó un procedimiento referido como “extracción manual”, el cual consistió en extraer la leche sin la utilización de ninguna bomba de succión; se realiza con las manos, ejerciendo movimientos circulares y realizando presión sobre la areola. La extracción duró de 10 a 15 minutos, y se extrajo del seno materno de 5 a 10 ml de leche. Las muestras se depositaron en recipientes de polipropileno estériles y químicamente limpios, para luego ser transportadas de la manera más higiénica posible en un contenedor con hielo hasta el laboratorio en los 20-25 minutos posteriores a la toma de la muestra.

#### *Condiciones de Almacenamiento.*

Las muestras recolectadas fueron separadas en 5 alícuotas de 1 ml en tubos de polipropileno estériles y químicamente limpios. Estos se almacenaron en un congelador (Admiral) a temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$ , durante periodos de 15, 30, 60, y 90 días. Una alícuota de cada muestra fue analizada inmediatamente como control basal (día 0)<sup>(7)</sup>.

#### *Determinación de Proteínas Totales.*

La concentración de proteínas totales se determinó usando el método cuantitativo para micro determinación de proteínas totales según Lowry (modificado), con un kit comercial (Sigma). La densidad óptica de la mezcla reactiva se midió en un espectrofotómetro UV/Visible (RS Labomed, Inc.) a 540 nm. Los valores proteicos de las muestras (g/dl), fueron extrapolados a partir de una curva

de calibración elaborada con diluciones de una solución estándar de albúmina sérica bovina. Se consideró como normal el valor de 1,1 g/dl en leche materna<sup>(16)</sup>.

Las concentraciones de proteínas (g/dl) fueron transformadas a g/día, multiplicando el contenido promedio en 1 ml de leche materna madura por un volumen de 850 ml de leche (volumen promedio de leche ingerida diariamente por un lactante durante los primeros 6 meses de vida)<sup>(17, 18)</sup>. Con estos valores y considerando como referencia un promedio de 13 g/día de proteínas en niños de 0-6 meses<sup>(19,20)</sup>, se estimó el porcentaje de adecuación (%ADE), utilizando la ecuación:  $\%ADE = (\text{Ingesta diaria del nutriente } 100) / \text{Recomendación diaria para el nutriente}$

El porcentaje de adecuación fue evaluado de acuerdo a las siguientes categorías: deficiente <90%; normal 90-110%; exceso >110%<sup>(21)</sup>. Las calorías aportadas por las proteínas (kcal/100 ml) fueron estimadas multiplicando el valor de la concentración de proteínas (g/dl) por 4<sup>(22)</sup>.

#### *Caracterización de las Fracciones Proteicas de la Leche.*

Se utilizó la técnica de electroforesis en poliacrilamida bajo condiciones desnaturizantes, en presencia de dodecil sulfato de sodio (SDS-PAGE), con concentración del gel de corrida al 10%. Este procedimiento se implementó para obtener un patrón normal de corrida y separación de los componentes estudiados en las muestras, también para comparar las bandas proteicas de la leche materna durante los días de almacenamiento. Se realizó una identificación parcial de cada banda proteica, en comparación con el desarrollo de bandas reportado para un patrón certificado de corrida, tomando en cuenta sus pesos moleculares (PM) expresados en kilodaltones (kDa).

La metodología implementada correspondió a la descrita por Laemmli (1970). Las alícuotas de leche (31 muestras) fueron previamente diluidas en una proporción de 1:4 (v/v) con buffer fosfato salino (PBS) estéril y luego se mezclaron con 2-mercaptoetanol en una concentración final de 0,08% (p/v). Finalizada la electroforesis los geles fueron sometidos a tinción con azul brillante de Coomassie<sup>(23)</sup>.

#### *Análisis Estadístico*

Se empleó estadística descriptiva, reportando los valores como el promedio la desviación estándar o porcentajes. La distribución normal de resultados se determinó con la prueba de Shapiro-Wilks. Se aplicó la prueba del Análisis de Varianza de una Vía (ANOVA), con la finalidad de detectar posibles variaciones en los promedios obtenidos para la concentración de proteínas totales durante los periodos de almacenamiento bajo congelación. También se realizó un análisis de correlación de Pearson para relacionar estas variables. Los resultados se consideraron

significativos con una  $P < 0,05$ . Todos estos procedimientos fueron realizados con el programa SPSS, versión 12.0 para Windows<sup>(24)</sup>.

## RESULTADOS

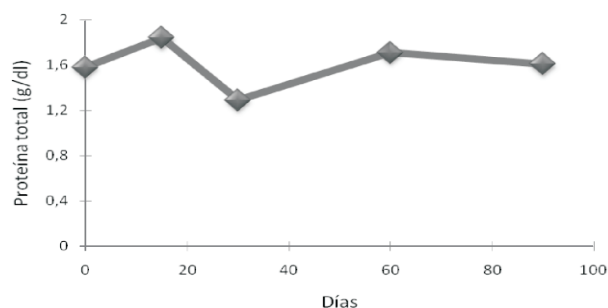
La **Tabla 1** muestra las variaciones en el contenido de proteínas totales de la leche materna madura durante el almacenamiento bajo congelación. La concentración proteica inicial fue de 1,58 g/dl y al finalizar el período experimental (90 días) se obtuvo un promedio de 1,61 g/dl.

**Tabla 1:** Variaciones en el contenido de proteína total durante el almacenamiento de la leche materna bajo congelación.

Días	Proteína total (g/dl)*	Rango (g/dl)
0	1,58 ± 1,23	0,36-4,62
15	1,84 ± 0,89	0,80-5,33
30	1,29 ± 0,68	0,54-3,77
60	1,71 ± 0,79	0,47-4,26
90	1,61 ± 0,67	0,36-5,33
Total	1,61 ± 0,89	0,36-5,33

\* Promedio ± la desviación estándar. ANOVA  $p > 0,05$ .

La concentración mínima se observó a los 30 días de almacenamiento y la máxima a los 15 días de almacenamiento (**Figura 1**).



**Figura 1:** Contenido de proteína total en leche materna durante el almacenamiento bajo congelación.

No se encontraron variaciones significativas ( $P > 0,05$ ), al comparar el contenido de proteínas entre los períodos de almacenamiento (**Tabla 2**).

**Tabla 2:** Resultado del análisis de varianza para el contenido de proteínas totales en leche almacenada bajo congelación.

Variación	Suma cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F *	P **
Intergrupos	5,233	4	1,308	--	--
Intragrupos	116,210	150	0,775	1,689	0,156
Total	121,442	154			

\* F representa el estadístico de prueba.

\*\* Valor es significativo si  $P < 0,05$ .

En la **Tabla 3** aparece el aporte de proteína y calorías de la leche materna. El aporte proteico al final del período de

almacenamiento se encontró dentro del rango normal con una adecuación del 105%, considerando el consumo diario de 850 ml de leche materna. El aporte calórico osciló entre 5,16 y 7,36 kcal/100 ml, sin diferencias significativas ( $P > 0,05$ ).

**Tabla 3:** Variaciones en el aporte proteico y calórico de la leche materna almacenada bajo congelación.

Días	Aporte proteico *	% ADE proteínas	Aporte calórico **
0	13,43	110	6,16
15	15,64	120	7,36
30	10,97	84	5,16
60	14,54	112	6,84
90	13,69	105	6,44
Total	13,65	105	6,39

\* Proteínas aportadas en 850 ml de leche materna (g/día).

\*\* Calorías aportadas por las proteínas (kcal/100 ml). ANOVA  $P > 0,05$ .

Los resultados del análisis de correlación de Pearson demostraron que no existe una relación significativa entre la concentración de proteínas totales y el tiempo de almacenamiento bajo congelación de las muestras de leche materna madura,  $P > 0,05$  (**Tabla 4**).

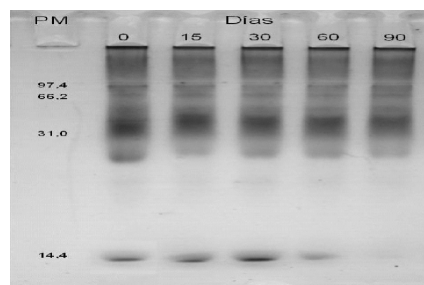
**Tabla 4:** Estudio de correlación entre el contenido de proteínas en leche materna y el tiempo de almacenamiento bajo congelación.

Variable	R *	P **
Proteica-tiempo de almacenamiento	- 0,013	0,876

\* R corresponde al coeficiente de correlación de Pearson.

\*\* Valor es significativo si  $P < 0,05$

Por otra parte, los patrones electroforéticos de las proteínas presentaron las características típicas de la leche humana (**Figura 2**). Se observó una banda proteica de aproximadamente 97,4 kDa, otra de 66,2 kDa, una banda amplia y difusa en la región de 31,0 kDa, dos bandas por debajo de los 31,0 kDa y una banda proteica en la región de 14,4 kDa. Sólo fueron detectadas diferencias en las bandas proteicas de menor peso molecular, con variaciones que aparecen en las muestras de leche a partir del día 15 de almacenamiento, haciéndose éstas más evidentes en los patrones de corrida de las proteínas a los 90 días de almacenamiento.



**Figura 2:** Patrón de proteínas de leche materna obtenido por electroforesis en geles de poliacrilamida. PM representa los marcadores de peso molecular (kilodaltones).

## DISCUSIÓN

Las recomendaciones internacionales abogan por la lactancia materna exclusiva hasta los 6 meses. De allí que los requerimientos nutricionales de los infantes están basados en la composición de la leche humana<sup>(25)</sup>. Aunque en los países en vías de desarrollo se presentan los niveles más altos de lactancia materna en recién nacidos, la recomendación de mantener una lactancia materna exclusiva durante el primer semestre de la vida no es acatada en la mayoría de los casos, por esto las prácticas de lactancia están muy lejos de ser óptimas<sup>(26)</sup>.

Muchos lactantes ven dificultada la ingesta de leche materna debido a periodos de ayunos prolongados, ante enfermedades generales o digestivas que imposibilitan su utilización. Asimismo, el precoz reintegro laboral materno es una causa frecuente de destete precoz, razón por la cual afecta principalmente a clases sociales más bajas, al disminuir el tiempo de lactancia materna<sup>(27,28)</sup>. En todos los casos se expone al recién nacido a un mayor riesgo de padecer enfermedades y muerte prematura<sup>(26)</sup>.

Como respuesta, muchos países han decidido crear bancos de leche humana, con el propósito de recoger, controlar, procesar, almacenar y distribuir leche humana donada. Sin embargo, hay que tener presente que la leche, una vez extraída, comienza a perder los factores antimicrobianos naturales y puede alterarse su composición, si es manejada en condiciones inadecuadas<sup>(29)</sup>.

La leche materna es fuente de compuestos que actúan en diferentes actividades bioquímicas y fisiológicas, de gran importancia para el desarrollo y crecimiento de órganos y tejidos, y contiene numerosos factores de defensa contra agentes patógenos. En ella se encuentran proteínas, péptidos, hormonas y factores de crecimiento, enzimas, nucleótidos, poliaminas, oligosacáridos, ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, entre otros componentes<sup>(30)</sup>. Uno de los aspectos fundamentales para lograr un crecimiento y desarrollo normal, está relacionado con un aporte adecuado de proteínas, tanto en cantidad como en calidad<sup>(31)</sup>.

En el presente estudio, se analizaron las variaciones en la composición proteica de la leche materna madura durante el almacenamiento por congelación. Los resultados del almacenamiento a -20°C durante 90 días mostraron una estabilidad química en el contenido de proteínas totales de la leche materna madura, casi idéntica a la obtenida en la leche recién extraída.

A pesar de no ser significativo, se observó un ligero aumento en las proteínas de la leche almacenada bajo congelación. Esto puede representar un efecto de concentración de los solutos en las muestras de leche

debido a deshidratación, lo cual ocurre cuando el envase empleado (envase barrera) no es el adecuado o no está suficiente lleno<sup>(32)</sup>.

La estabilidad en la concentración de proteínas en la leche durante el almacenamiento bajo congelación se interpreta como el efecto protector de las bajas temperaturas al inhibir el desarrollo bacteriano<sup>(33-35)</sup>, principal responsable de la degradación de proteínas<sup>(36)</sup>. Es importante señalar que las muestras de leche analizadas no fueron sometidas a ningún otro tratamiento de preservación, por lo que la carga microbiana al comienzo de la congelación sería la misma que al momento inicial de la extracción de las muestras.

La concentración promedio de proteínas en la leche materna madura fue de 1,61 g/dl, mayor que el valor de referencia de 1,1 g/dl en leche materna según la Tabla de Composición de Alimentos del Instituto Nacional de Nutrición<sup>(16)</sup>. Sin embargo, niveles más elevados de proteínas han sido reportados por otros autores en leche materna madura de mujeres venezolanas<sup>(5)</sup> y de otros países<sup>(37,38)</sup>.

Cuando se calculó el aporte diario de proteínas utilizando un volumen de leche de 850 ml y se comparó con los requerimientos diarios para lactantes de 0 a 6 meses<sup>(19,20)</sup>, la leche materna cubriría los requerimientos de proteínas, con una adecuación promedio de 105%. Aunque los requerimientos de proteína del neonato son elevados, una ingesta de proteína mayor a sus necesidades puede dar lugar a problemas metabólicos que llegarían a generar graves daños, ya que no poseen una maduración completa de muchos órganos. Estos problemas no se dan en la lactancia materna siempre que se sigan correctamente las indicaciones de dosificación<sup>(39)</sup>.

En cuanto al porcentaje de calorías aportados por las proteínas en las muestras de leche analizadas, éste varió de 6,16 kcal/100 ml en la leche recién extraída (día 0) hasta un 6,44 kcal/100 ml al final del almacenamiento bajo congelación (día 90), con un promedio total de 6,39 kcal/100 ml. Estos resultados son similares a los informados en la bibliografía para leche de mujeres venezolanas, donde oscila entre 6,68 kcal/100 ml a 8,04 kcal/ml en leche materna madura de 16 días a 6 meses<sup>(5)</sup>. La leche contiene alrededor de 70 calorías por cada 100 ml, donde 50-55% es aportado por las grasas y entre 5-10% por las proteínas<sup>(40)</sup>.

Por otra parte, los patrones electroforéticos de las proteínas revelaron la presencia de bandas que corresponderían a las proteínas presentes en la leche materna: La lactoferrina (76,4 kDa), la IgA secretora (cadena ligera de 24,4 kDa) y la lisozima (14,8 kDa)

suman el 24,1% de las proteínas de la leche humana. Luego aparecen las caseínas (21,1-38,2 kDa) constituyendo el 40% de las proteínas de la leche humana. Otra banda notoria entre las proteínas de los productos de lactancia es la  $\alpha$ -lactoalbúmina (14,6 kDa) que constituye el 18% de las proteínas en la leche humana<sup>(32)</sup>. Las caseínas junto con la  $\alpha$ -lactoalbúmina, parecen haber sido las fracciones que experimentaron la mayor variación entre los componentes proteicos al comparar el patrón de corrida de las muestras de leche frescas y después de permanecer 90 días almacenadas bajo congelación. Las micelas de caseína están formadas por subunidades proteicas; predomina la  $\beta$ -caseína y es minoritaria la  $\kappa$ -caseína; la  $\alpha$ -caseína estaría ausente. Se ha planteado que los fragmentos de caseína estimulan el sistema inmunológico del lactante. También se le asignaron roles relacionados con la absorción de iones calcio y actividades antitrombóticas, antihipertensivas y opioides. El otro grupo son las proteínas del suero, donde la  $\alpha$ -lactoalbúmina es la mayoritaria, con una secuencia de aminoácidos que responde adecuadamente a los requerimientos del lactante. Presenta apropiada concentración de cistina y triptófano, limitantes en fórmulas a base de leche bovina, interviene en la síntesis de lactosa, aunque no existe una relación directa con su contenido<sup>(39)</sup>.

Otra de las proteínas mayoritarias es la lactoferrina, que tiene la capacidad de ligar dos átomos de hierro. De la cual, recientemente se determinó que puede tener efecto bactericida al interactuar con las paredes de los microorganismos, desestabilizándolas y causando su muerte. Además, un péptido bactericida que se genera durante la digestión de la lactoferrina, la lactoferricina, sería aun más efectivo que la lactoferrina intacta. A través de estos mecanismos, la lactoferrina puede desempeñar un papel esencial en la protección del recién nacido ante infecciones gastrointestinales.

Por otra parte, la leche materna es rica en inmunoglobulinas (especialmente en el calostro); la principal es la IgA secretoria, con menores cantidades de IgA monomérica, IgG e IgM. Se sintetiza en la glándula mamaria y su función es la de formar anticuerpos capaces de unirse a virus y bacterias, impidiendo la penetración en la mucosa intestinal, lo que se logra gracias a su resistencia a la proteólisis y su estabilidad a pH bajo.

Los hallazgos del presente estudio resultan importantes, ya que si existiese variaciones en la composición proteica de la leche materna madura congelada, afectarían el gran papel que desempeñan las mismas en el recién nacido que recibe lactancia materna con productos lácteos almacenados bajo estas condiciones en los bancos de leche.

---

## REFERENCIAS

1. Organización de las Naciones Unidas para la Infancia, UNICEF. Alimentación y cuidado de lactantes y niños pequeños; (2005). [Documento electrónico]. [Consultado el 03/05/2007]. Disponible en: [www.unicef-irc.org/publications/pdf/declaration\\_sp\\_p.pdf](http://www.unicef-irc.org/publications/pdf/declaration_sp_p.pdf)
2. Arena AJ. La lactancia materna en la estrategia mundial para la alimentación del lactante y del niño pequeño. *An Pediatr (Barc)*. (2003);58(3):208-210.
3. Prentice A. Constituents of human milk. *Food and Nutr Bull*. 1996;17:305-315.
4. Cepeda-de-Badaracco M. Bancos de leche: programa de lactancia materna. Departamento de Puericultura y Pediatría Facultad de Medicina-Universidad de los Andes; 2003. [Documento Electrónico]. [Consultado el 10/06/2007]. Disponible en: <http://biosalud.saber.ula.ve/lactancia/articulos/bancos.html>
5. Villalobos-de-Rivero E, Parra-de-Soto H, Vera-de-Soto D. Comparación en La Composición De Macronutrientes En La Leche De Madres Guajiras Y No Guajiras. *Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría*. 2001;64(1):24-36.
6. Argüelles Martín F. Las proteínas en la alimentación del lactante. *Vox Paediatrica*. 2003;11 (1): 22-25.
7. Covas MC, Alda E, De-Baeza A, Ferrer L, Fernández C. Almacenamiento de leche humana: su influencia en la composición química y desarrollo bacteriano en tres momentos de la lactancia. *Arch Argent Pediatr*. 2000. 98(2):92-97.
8. Torreblanca LY, Monrroy R. Modificación por refrigeración en el contenido calórico de la leche humana. *Revista de la Asociación de Médicos Residentes del Instituto Especializado de Salud del Niño Paediatrica*. 2005;7(1):7-11.
9. Hines EP, Rayner JL, Barbee R, Moreland RA, Valcour A, Schmid JE, et-al. Assays for endogenous components of human milk: comparison of fresh and frozen samples and corresponding analytes in serum. *J Hum Lact*. 2007;23(2):144-156.
10. Silvestre D, López MC, March L, Plaza A, Martínez-Costa C. Bactericidal activity of human milk: stability during storage. *Br J Biomed Sci*. 2006;63(2):59-62.
11. Normas Técnicas REDBLH-BR para bancos de leche humana. Distribución. 41.04. Distribución de la leche humana

- ordeñada [Documento Electrónico]. Disponible en: [www.fiocruz.br/redeblh/media/distribucaoesp](http://www.fiocruz.br/redeblh/media/distribucaoesp) [Consultado el 20/06/2007].
12. Treche MH, Garcia MA. Métodos para la evaluación de la composición corporal en humanos, indicadores bioquímicos para la evaluación del estado de nutrición. Caracas: FACES; 1996.
  13. Briggs GG, Yaffe SJ, Freeman RK. *Drugs in Pregnancy and Lactation*. 7<sup>th</sup> ed. Philadelphia. Lippincott, Williams and Wilkins; 2005.
  14. Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas /Organización Mundial de la Salud, CIOMS/OMS. Pautas éticas internacionales para la investigación biomédica en seres humanos; 2002. [Documento Electrónico]. [Consultado el 20/06/2007]. Disponible en: [http://www.ub.es/rceue/archivos/Pautas\\_Eticas\\_Internac.pdf](http://www.ub.es/rceue/archivos/Pautas_Eticas_Internac.pdf).
  15. Méndez AC. Metodología diseño y desarrollo del proceso de investigación. 3<sup>ra</sup> ed. México: Mc Graw Hill; 2001.
  16. Instituto Nacional de Nutrición (INN) y Fundación CAVENDES. Tabla de composición de alimentos para uso práctico, Publicación 54, Serie Cuadernos Azules. Caracas, Venezuela; 2001.
  17. Michaelsen KH, Larsen PS, Thonsen BL, Samuelson G. The Copenhagen cohort study on infant nutrition and grown: breast-milk intake, human milk macronutrient content, and influencing factors. *Am J Clin Nutr*. 1994;59:600-611.
  18. Carias D, Velásquez G, Cioccia A, Piñero D, Inciarte H, Hevia P. Variaciones temporales en la composición y aporte de macronutrientes y minerales en leches maternas de mujeres venezolanas. *Arch Latinoam Nutr*. 1997;47(2):110-7.
  19. FAO/WHO/UNU Committee. Energy and protein requirements. Geneva: World Health Organization; 1985.
  20. Pfizer . Requerimientos diarios de proteínas. (2007). [Documento Electrónico]. Disponible en: [http://www.pfizer.es/salud/prevencion\\_habitos\\_saludables/dietas\\_nutricion/requerimientos\\_diarios\\_proteinas\\_rda.html](http://www.pfizer.es/salud/prevencion_habitos_saludables/dietas_nutricion/requerimientos_diarios_proteinas_rda.html). [Consultado el 06/06/2008].
  21. Aular A. Manual de encuestas de consumo de alimentos. Venezuela: Fundación Cavendes; 1989.
  22. Lucas A, Gibbs JA, Lyster RL, Baum JD. Crematocrit: simple clinical technique for estimating fat concentration and energy value of human milk. *Br Med J*. 1978;1:1018-1020.
  23. Manso M, López-Fandiño R. Aplicación de la electroforesis para la caracterización del perfil proteico de la leche humana durante su evolución en diversos momentos de la lactancia. *J Chromatography A*. 2007;1146:110-117.
  24. Statistical Package for the Social Sciences, SPSS. SPSS for Windows (Version 12.0). Chicago, IL: SPSS Inc; 2000.
  25. Hernández MT. Epidemiología de la lactancia materna: prevalencia y tendencias de la lactancia materna en el mundo y en España. En: *Lactancia Materna: guía para profesionales*. Madrid: Comité de Lactancia Materna de la Asociación Española de Pediatría; 2004. p. 31.
  26. Administrative Committee on Coordination/Standing Committee on Nutrition. ACC/SNC. Breastfeeding and complementary feeding. In: 4th Report on The World Nutritional Situation. Geneva: WNS; 2000. p. 33-40.
  27. Jaffé W, Rivas O, Méndez-Castellano H. La lactancia materna en Venezuela entre 1981 y 1995. *An Ven Nutr Fundación CAVENDES*. 1997;10(2):102-105.
  28. Zorzalejo Z, García M, Álvarez ML, Millan A. Hábitos de alimentación en niños desnutridos menores de dos años en una comunidad urbano marginal. *An Venez Nutr*. 2001;14(2):60-69.
  29. Trombino AV, Hernandez M, Rios-De SM. Efecto de los procesos de higienización sobre la calidad microbiológica de la leche humana del banco de leche del Hospital Universitario de Caracas (HUC). *INHRR*. 2003;34(1):10-16.
  30. Baró L, Jiménez Y, Martínez-Férez D. Componentes biológicamente activos de la leche materna. *Ars Pharmaceutica*. 2001;42(1):21-38.
  31. Calderón-de-la-Barca AM, Bolaños-Villar A, Román-Pérez R. Composición de proteínas de los sucedáneos de la leche materna más utilizados y su regulación sanitaria. *Salud Pública de México*. 1996;38(4):268-275.
  32. Fellows P. Freezing. En: *Food Processing Technology*. Ellis Horwood Series in Foods Science. VHC Publishers; 1988. p. 375-400.
  33. Oladipo-Ogundele M. Techniques for the storage of human breast milk: implications for anti-microbial functions and safety of stored milk. *Eur J Pediatr*. 2000;159(11):793-79.
  34. Cohen RS. Current issues in human milk banking. *NeoReviews*. 2007;8(7):289-295.
  35. May JT. Antimicrobial properties and microbial contaminants of breast milk - an update. *J Paediatr Child Health*. 2008;20(4):265-269.
  36. Guerrero L, Román S, Pacheco L. Proteólisis de la leche cruda almacenada en frío: efecto de las enzimas proteolíticas sobre la integridad de las caseínas. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 2003;13(3): 187-192.
  37. Mayans E, Martell M. Control de calidad de la leche materna. *Arch Argent Pediatr*. 1999;97(2):109-115.
  38. Yamawaki N, Yamada M, Kan-No T, Kojima T, Kaneko T, Yonekubo A. Macronutrient, mineral and trace element composition of breast milk from Japanese women. *J Trace Elem Med Biology*. 2005; 19:171-181.

39. Macías SM, Rodríguez S, Ronayne-de-Ferrer PA. Leche materna: composición y factores condicionantes de la lactancia. Arch Arg Pediatr. 2006;104(5):423-430.

40. Alonso-Franch M. Crecimiento y desarrollo: una visión integral. En: Crecimiento y Desarrollo. Venezuela: Estudio en Kid Krece Plus; 2003.