

Variaciones temporales en la composición y aporte de macronutrientes y minerales en leches maternas de mujeres venezolanas

Diamela Carias¹, Gladys Velásquez², Anna M. Cioccia³, Domingo Piñero¹, Haydee Inciarte⁴ y Patricio Hevia⁵

Laboratorio de Nutrición, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela

RESUMEN. La leche materna es el alimento más adecuado para el recién nacido y sirve de marco de referencia para establecer sus requerimientos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el contenido energético de macronutrientes y minerales en muestras de calostro y leches maduras de 1, 3 y 6 meses de lactancia y el porcentaje de adecuación de la leche madura en función de las recomendaciones dietéticas para niños menores de 1 año. Se analizaron 83 muestras de leche de 45 mujeres venezolanas. Los resultados mostraron que el calostro tuvo un porcentaje mayor de proteínas (3.00 g/100 mL), disminuyó a 1,17 g/100 mL para el primer mes de lactancia y se mantuvo constante hasta los 6 meses de lactancia. En contraste la grasa fue baja en el calostro (2.45 g/100 mL) y aumentó en un 77% para el 1ro., 3ro. y 6to. mes de lactancia. Ni la energía total (77 Kcal/100 mL) ni los carbohidratos (8 g/100 mL) variaron entre el calostro y las leches maduras analizadas. En relación al contenido de minerales, ni el Ca ni el Fe variaron durante el período estudiado. Los niveles de Zn disminuyeron a medida que progresó la lactancia, estabilizándose para el 6to. mes. El contenido de Cu aumentó para el 1er. mes y luego disminuyó a niveles semejantes a los del calostro, manteniéndose constante hasta el 6to. mes. Los niveles de P y Mg aumentaron en las leches maduras con respecto al calostro y luego se estabilizaron entre el 3er. y 6to mes de lactancia. Cuando se calcularon los consumos diarios de nutrientes utilizando un volumen de leche de 850 mL y se compararon con los RDA (U.S.), la leche materna proporcionaría suficientes calorías y cubriría buena parte de los requerimientos de proteínas; sin embargo, la leche materna sería inadecuada en Ca, P, Mg, Fe, Zn y Cu, cubriendo solamente el 11% de los requerimientos de Fe. Sin embargo, comparando con las recomendaciones de Canadá, se obtuvieron resultados similares en relación al porcentaje de adecuación de las calorías y proteínas, pero la leche materna aportaría cantidades apropiadas de Mg, Fe y Ca y proporcionaría el 82 y 74% del Zn y el P respectivamente. En general, los resultados obtenidos para el contenido de nutrientes, concuerdan con lo reportado en la literatura para otras poblaciones, aunque se detectaron menores valores de Cu para el calostro de las mujeres estudiadas. Por otra parte, los resultados ponen de manifiesto las diferencias entre los requerimientos establecidos para niños menores de 6 meses y los aportes de la leche materna

SUMMARY. The effect of lactation time on the macronutrient and mineral composition of milk from Venezuelan women. Human milk is considered the ideal food for the infant and it has been extensively used to estimate its nutrient requirements. The objective of this paper was to determine the effect of lactation time on the macronutrient and mineral content of milks obtained from Venezuelan women and also to compare this with the established nutrient requirements of the infant. For this purpose 83 milk samples from 45 low income mothers were analyzed at the colostrum (48 h to 54 d) and mature states of lactation (1,3 and 6 months). The results showed that colostrum had a higher protein and a lower fat content than mature milks whereas its content of energy and carbohydrate was similar to mature milk. The iron and calcium content of the milk remained unchanged during the whole study whereas Zn and Cu decreased and increased with lactation time respectively. In contrast, phosphorus and magnesium increased up to 3rd month of lactation and remained constant there after. The macronutrient content of 850 ml of the analyzed milk almost completely fulfilled the daily infant requirements established in the US (RDA) and Canada (RNI). The mineral content of this volume of milk however was insufficient to cover the infants requirements particularly those established in the US. The most notorious deficiency in these milks was in Fe since they could fulfill only 11% the infants RDA for this mineral. The infant mineral requirements established in Canada are substantially lower than those defined in the US and therefore the analyzed milks could totally fulfill the Canadian infant daily requirements of Mg, Fe and Ca and more than 70% and 80% of the requirements of Zn and P. In general, the results of this study showed that the nutrient content of the analyzed milks agree well with those reported in the literature for women from different parts of the world including developed and underdeveloped areas. At the same time they pointed out the differences in the definition of the infant nutrient requirements set by different countries and also emphasize the fact that human milk, which by definition is the natural source of nutrients for the human infant apparently is incapable of fulfilling its daily requirements.

INTRODUCCION

Investigaciones recientes han demostrado el valor de la lactancia materna en promover una óptima nutrición en el recién nacido, por lo que la leche materna es considerada el alimento ideal para el infante

durante los primeros 5-6 meses de vida (1). Se ha demostrado que esta tiene una composición única y apropiada para el neonato, promoviendo un crecimiento y desarrollo adecuado en una etapa en que los sistemas digestivo, hepático y renal están relativamente inmaduros. Un factor muy importante en esto es que el nitrógeno que aporta resulta adecuado tanto cualitativa como cuantitativamente para la inmadurez de estos sistemas, y la biodisponibilidad de muchas vitaminas y minerales es muy alta en la leche materna (2).

Por otra parte, la leche materna contiene factores tróficos (péptidos, factores de crecimiento, hormonas, aminoácidos poliaminas y nucleótidos) que promueven el desarrollo del tracto gastrointestinal inmaduro; además contiene una serie de enzimas como por ejemplo

1 Investigador
2 Médico. Hospital «J.M. de los Ríos»
3 Profesor Asociado
4 Profesor Agregado
5 Profesor Titular y autor para correspondencia

la lipasa estimulada por sales biliares que favorecen la digestión y absorción de lípidos en el intestino del recién nacido (3,4).

Están bien documentadas las propiedades inmunológicas de la leche humana (inmunoglobulinas, proteínas bacteriostáticas, células vivas, lípidos antivirales), las cuales se traducen en las ventajas que ofrece la lactancia materna en relación a la alimentación con fórmulas comerciales, en términos de reducción de la morbilidad y mortalidad, especialmente frente a enfermedades respiratorias y gastrointestinales. Incluso se ha propuesto que el efecto protector contra las enfermedades gastrointestinales puede persistir después del período de alimentación con leche materna (5-9).

En el estudio de la composición de la leche materna ha resultado importante el establecer la cantidad de proteína presente en la leche que está nutricionalmente disponible para el recién nacido, ya que los valores de proteína cruda anteriormente determinados, consideraban al nitrógeno no proteico como un componente minoritario en la leche humana; sin embargo, este representa el 25% del contenido de nitrógeno total de la leche. Además, algunas proteínas del suero como la lactoferrina y la inmunoglobulina A secretora (Ig A), tienen poca contribución a la proteína nutricionalmente disponible dado que sus propiedades de defensa contra infecciones requieren que estas se encuentren intactas dentro del tracto gastrointestinal (10). Esto tiene implicaciones relevantes en relación a los requerimientos de proteínas para infantes que probablemente sean mucho más bajos que los que se han asumido hasta ahora (11).

Se han realizado muchos estudios con el objeto de establecer si existen o no diferencias en las composición de la leche en mujeres bien o mal nutridas. En relación a los macronutrientes y a la energía hay poca evidencia que indique una relación entre el contenido de estos en la leche y el estado nutricional de la madre (12). Recientemente Motil y col 1995 (13) encontraron que la reducción en el consumo de proteínas en madres lactantes no afectó la cantidad de leche producida, así como tampoco, el contenido de nitrógeno proteico y lactoferrina de la leche, sin embargo, si produjo una disminución significativa en la fracción de nitrógeno no proteico y en el contenido total de aminoácidos libres de la leche. Igualmente el contenido de minerales y elementos trazas de la leche materna (Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Cr) no parece estar relacionada con la ingesta y/o suplementación dietética de la madre (12). El contenido de vitaminas de la leche materna, contrariamente, si es afectado por el estado nutricional materno y por el aporte dietético. Así el contenido de vitaminas solubles en agua está estrechamente relacionado con los niveles plasmáticos de la madre de dichos nutrientes (12,14, y 15).

Es de gran interés obtener información precisa sobre la composición de la leche materna, para así poder hacer una estimación real del consumo de los niños alimentados al pecho. De este modo se pueden comparar y relacionar las diferencias en el consumo y en el crecimiento y otros parámetros funcionales entre niños alimentados con leche materna y aquellos que reciben fórmulas comerciales. Igualmente esto permitiría evaluar los requerimientos actuales de nutrientes para infantes durante el primer año de vida y hacer las recomendaciones adecuadas de cuándo y cuáles alimentos se deben introducir en el período de ablactación.

La literatura existente sobre la ingesta y composición de leche materna es extensa, pero la mayoría de los estudios son transversales o basados en pequeños grupos seleccionados de madres que lactan por un período más largo que el promedio de la población (16). Por esto, resulta interesante realizar estudios prospectivos donde se describan los cambios en la composición de la leche materna en diferentes períodos de la lactancia, sobre todo con mujeres latinoa-

mericanas. En este sentido el objetivo del presente estudio fue evaluar el contenido energético, de macronutrientes y minerales en muestras de calostro y leches maduras de 1, 3 y 6 meses de lactancia de mujeres venezolanas y en base a esto determinar el porcentaje de adecuación de la leche materna madura en función de las recomendaciones dietéticas para niños menores de los 6 meses.

MATERIALES Y METODOS

Sujetos: Participaron un total de 45 mujeres venezolanas residentes en el área metropolitana de Caracas; sanas (sin ninguna enfermedad crónica, sin anemia, ni signos de desnutrición o de deficiencia de vitaminas) y con recién nacidos a término. Las edades estaban comprendidas entre los 18 y los 35 años (promedio $25,81 \pm 5,45$), y pertenecían a los estratos socioeconómicos III (34%) y IV (66%) (17), por lo que en su mayoría pertenecían a familias de bajos ingresos y que viven en condiciones sanitarias deficientes. El 30% de las madres eran primarias y un 60% reportó lactancia previa.

Muestras de leche: Se obtuvieron un total de 83 muestras de leche entre calostro (n=10) y leches maduras de 1 mes (n=29), 3 meses (n=22) y 6 meses (n=22). Estas muestras fueron recolectadas por expresión manual en el pecho contralateral al ofrecido al niño y fueron depositadas directamente en tubos de ensayo plásticos, estériles, previamente lavados con agua destiladas y desionizada. Se recolectaron muestras en la mañana y en la noche, las cuales posteriormente se mezclaron para obtener un pool por madre. Las muestras fueron inmediatamente congeladas y se mantuvieron a -20°C hasta el momento de ser analizadas.

Las muestras de calostro fueron recolectadas en el Hospital de la Cruz Roja Venezolana, y las leches maduras en la consulta de niños sano del Hospital J.M. de los Ríos en Caracas.

Métodos analíticos: El aporte energético de las leches (energía bruta) se determinó directamente utilizando una bomba calorimétrica adiabática (Parr Instrument Company, Moline, IL. USA).

El contenido de macronutrientes se determinó de la siguiente manera: proteína, según el método de Hevia y Cioccia, 1988 (18) utilizando el factor de 5,18 para la conversión de nitrógeno a proteína (10); grasa, utilizando la metodología de Blight y Dyer, 1959 (19) y los carbohidratos (CHO), utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{CHO} = \frac{\text{energía bruta leche (Kcal)} - (\text{g de grasa} \times 9,40 \text{ Kcal/g}^* + \text{g proteína} \times 5,65 \text{ Kcal/g}^*)}{4,15 \text{ Kcal/g}^*}$$

* Energía Bruta para grasa, proteína y carbohidratos (20)

El contenido de Calcio, Magnesio, Hierro, Cobre y Zinc, se determinó mediante espectrofotometría de absorción atómica (Perkin Elmer 2380). Para esto, luego de homogeneizar bien las muestras, se tomaron 5 mL de las mismas y se le agregó 10 mL de ácido nítrico concentrado. Se colocaron en un baño térmico a una temperatura de 70°C durante 2 horas hasta claridad. Luego de enfriarlas, se filtraron y se llevaron a volumen en un balón de 25 mL. Finalmente se realizó el análisis mediante la adición del estándar más concentrado a porciones de la muestra que representaban el 50% de la misma. La determinación de fósforo se realizó de acuerdo con el método recomendado por la AOAC 1989 (21).

Porcentaje de adecuación de la leche madura

Los consumos diarios de cada nutriente se obtuvieron multiplicando el contenido promedio de cada nutriente en 1 mL de leche materna madura (1,3 y 6 meses) por un volumen de 850 mL (correspondiente al volumen promedio de leche ingerido diariamente por un lactante durante los primeros 6 meses de vida) (16,22).

El porcentaje de adecuación se calculó en base a las Recommended Daily Allowance (RDA) de USA (11) y al Recommended Nutrient Intake (RNI) de Canadá (23), utilizando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de adecuación} = \frac{\text{Ingesta diaria del nutriente}}{\text{RDA o RNI para el nutriente}} \times 100$$

Análisis estadístico: El contenido de cada nutriente en el calostro y las leches maduras de 1, 3 y 6 meses fue comparado utilizando un análisis de varianza de una vía y las medias fueron comparadas usando el método de los rangos múltiples de Duncan, 1955 (24).

RESULTADOS Y DISCUSION

Como señala la Tabla 1, el contenido de proteínas del calostro fue muy alto (3,0 g/dL), disminuyó a 1,17 g/dL para el primer mes de lactancia y se mantuvo constante hasta los 6 meses de lactancia. En contraste la grasa fue baja en el calostro (2,45 g/dL) y aumentó en un 77% para el 1°, 3° y 6° mes de lactancia. Las concentraciones de proteínas y lípidos o experimentaron cambios significativos entre el primer y sexto mes de lactancia. Por otra parte, ni el aporte energético total (77 Kcal/dL) ni la cantidad de carbohidratos (8 g/dL) varió entre el calostro y las leches maduras analizadas.

TABLA 1
Contenido de energía y macronutrientes en calostro y leches maduras de 1, 3 y 6 meses de lactancia.

	Período de lactancia			
	Calostro (n=10)	1 mes (n=29)	3 meses (n=21)	6 meses (n=22)
Proteína ¹ (g/dl)	3,00 ± 0,60a	1,17 ± 0,26b	1,08 ± 0,18b	1,00 ± 0,15b
Lípidos (g/dl)	2,45 ± 0,77a	4,08 ± 0,88b	4,68 ± 1,19b	4,30 ± 1,34b
Carbohidratos (g/dl)	7,58 ± 1,05a	8,25 ± 1,09a	7,91 ± 2,15a	7,75 ± 2,58a
Energía (kcal/dl)	73,77 ± 5,86a	77,18 ± 11,21a	77,68 ± 13,83a	77,21 ± 14,29a

1 Nitrógeno total x 5,18
Calostro: 48 horas a 5 días

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, Heining y col 1993 (20) reportan que las concentraciones de lípidos y lactosa en la leche materna madura permanecen estables durante los primeros 12 meses de lactancia; aunque el valor promedio obtenido para la concentración de lípidos (3,7 g/dL) fue menor al obtenido en este estudio (4,35 g/dL). Estos autores tampoco encontraron variaciones significativas en el aporte de energía bruta de la leche materna entre los 3, 6, 9 y 12 meses de lactancia y fue en promedio 72 Kcal/dL. Este valor de energía bruta para la leche materna es ligeramente menor al encontrado en esta investigación, lo cual responde al también menor

contenido de lípidos.

Por otra parte, Michaelsen y col 1994 (16) determinaron el contenido de macronutrientes en muestras de leche materna a los 4, 14, 28, 42, 56, 70 y 84 días y a los 4, 5, 6, 7 y 8 meses post parto, y observaron una continua disminución en la concentración de proteína hasta los 6 meses de lactancia; sin embargo, al igual que en el presente trabajo una disminución importante fue observada entre los 4 días (calostro) y los 28 días post-parto. Estos autores tampoco refieren cambios significativos en el contenido de lípidos a lo largo del período de tiempo estudiado, exceptuando los bajos valores obtenidos en las primeras semanas después del parto. De acuerdo con esto, Butte y col. 1984 (25) no reportan variaciones significativas en el contenido de energía, lípidos y nitrógeno proteico en muestras de leche de 1, 2, 3 y 4 meses de lactancia.

Allen y col 1991 (26), investigaron los cambios dependientes del tiempo en la composición de la leche materna en un estudio longitudinal a partir del día 6 post-parto y hasta el comienzo del destete. Estos autores demostraron que se producen cambios lentos pero continuos en la composición de la leche materna a lo largo del período de lactancia, de manera que la leche de pecho siempre está en un proceso de cambio. En general encontraron que la concentración de lactosa y lípidos aumenta mientras la de proteína disminuye durante el período de lactancia. Los valores obtenidos en ese estudio para la concentración de lípidos y proteínas concuerdan con los obtenidos en esta investigación (4,2 y 1,0 g/dL respectivamente, para la leche de 3 meses post-parto). Aunque nosotros no pudimos detectar cambios significativos en el contenido de macronutrientes entre las leches maduras de 1, 3 y 6 meses de lactancia, si se pudo apreciar una tendencia en la concentración de proteína a disminuir con el tiempo de lactancia aunque las diferencias no fueron significativas.

El contenido de lípidos de la leche materna es quizás el componente que presenta mayor variación cuando se comparan los resultados obtenidos en diferentes poblaciones, y esto se debe principalmente a los cambios que se observan en la concentración de este nutriente dependiendo de la forma en que se tome la muestra, si se realiza al principio o al final de la mamada y en qué momento del día (27). Además en la concentración de lípidos se han encontrado algunas diferencias entre mujeres de países desarrollados y las de aquellos en vías de desarrollo (28,29). En el estudio de Allen y col 1991 (26) se comenta este aspecto y los autores refieren el promedio de la concentración de lípidos en leche de mujeres de países desarrollados, obtenida en cinco estudios, el cual fue de 4,3 ± 0,2% para 1 mes y 4,6 ± 0,2% a los 3 meses post-parto. Del mismo modo presentan el promedio del contenido de lípidos en leche materna de otros tantos estudios pero con mujeres de países en proceso de desarrollo, el cual fue de 3,5 ± 0,3% y 3,1 ± 0,3% para el mes 1 y 3 post-parto, respectivamente, lo cual pone de manifiesto una diferencia importante. En todo caso, podemos observar que los resultados obtenidos con nuestras mujeres reflejan un contenido de lípidos similar a los reportados para madres de población de países desarrollados.

Estas diferencias en el contenido de lípidos entre mujeres de países desarrollados y en vías de desarrollo concuerdan con las observaciones que sugieren que el contenido de lípidos de la leche materna es proporcional a la cantidad de grasa corporal (30,31). De acuerdo con esto, recientemente Michaelsen y col 1994 (16) reportan una significancia y positiva correlación entre ganancia de peso durante el embarazo y la concentración de lípidos en la leche materna. Sin embargo, hay que considerar que en otros estudios no se encuentran estas relaciones entre grasa corporal o estado nutricional de la

madre, y la concentración de lípidos en leche (12).

En la Tabla 2 se reporta el contenido de minerales en calostro y leches maduras de 1, 3 y 6 meses de lactancia. Como puede observarse, la concentración media de zinc (Zn) es mayor en el calostro (2,56 µg/mL) y disminuye a medida que progresa el período de lactancia (1,93, -1,52 y 1,31 µg/mL respectivamente para 1, 3 y 6 meses de lactancia) y podría estar de acuerdo con la más lenta tasa de crecimiento del lactante (32). Estos cambios en la concentración de Zn con el tiempo, han sido descritos de manera consistente por otros autores en diferentes regiones del mundo (33-40). Sin embargo, en muchos de estos estudios se evidencia una reducción más dramática en el contenido de Zn durante los primeros 15 días a un mes de lactancia, y a partir de este período la disminución es más paulatina hasta los 6-7 meses, donde se observa una estabilización en los valores de Zn en la leche materna (37-39). En general, los resultados obtenidos para la concentración de Zn básicamente están de acuerdo con los valores encontrados en la literatura, que fluctúan en un rango de 0,72-9,81 µg/mL para el calostro (34, 37, 41-44) y de 0,14-4,0 µg/mL para la leche madura dependiendo del período de lactancia (32, 37, 38, 45-48).

TABLA 2
Contenido de minerales en calostro y leches maduras de 1, 3 y 6 meses de lactancia

	Calostro (n=10)	Período de lactancia		6 meses (n=22)
		1 mes (n=29)	3 meses (n=21)	
Magnesio (µg/ml)	25,34 ± 5,71a	25,60 ± 5,29a	31,13 ± 4,37b	30,70 ± 4,45b
Zinc (µg/ml)	2,56 ± 0,57a	1,93 ± 0,58b	1,52 ± 0,52c	1,31 ± 0,62c
Cobre (µg/ml)	0,19 ± 0,07b	0,25 ± 0,08a	0,21 ± 0,04b	0,18 ± 0,03b
Hierro (µg/ml)	0,82 ± 0,23a	0,84 ± 0,29a	0,74 ± 0,20a	0,68 ± 0,18a
Calcio (mg/dl)	42,54 ± 12,28a	43,89 ± 6,78a	41,68 ± 5,35a	39,15 ± 4,22a
Fósforo (mg/dl)	11,32 ± 1,95a	13,72 ± 1,09b	13,16 ± 2,51b	12,29 ± 2,02ab

A diferencia del Zn, el contenido de cobre (Cu) fue menor en el calostro (0,20 µg/mL), aumentó para el 1er. mes de lactancia (0,25 µg/mL), y luego disminuyó a los 3 y 6 meses de lactancia (0,21 y 0,18 µg/mL respectivamente); aunque la diferencia en la concentración de Cu entre estos dos últimos períodos no fue significativa (Tabla 2). Los valores obtenidos para la concentración de Cu en el calostro resultaron más bajos que los reportados en la literatura y que están en un rango de 0,30-1,30 µg/mL (34, 41-43). En relación a la leche madura, los resultados de la concentración de Cu, coinciden con los reportados por otros autores, que varían entre 0,1 y 0,6 µg/mL dependiendo del tiempo de lactancia (32, 37, 40, 41, 42, 47, 48).

En este estudio, exceptuando el pequeño aumento observado en la concentración de Cu entre el calostro y la leche madura de 1 mes, el contenido de Cu presenta una tendencia a disminuir con el tiempo de lactancia. En general, en la literatura, se reporta una disminución moderada de los valores de Cu a lo largo de la lactancia, menos pronunciada que la observada con el Zn (34, 37, 38, 39, 41, 45, 46). Al igual que en el caso del Zn, la mayor declinación en los valores de Cu de la leche materna se evidencian entre los primeros 15 días a 1 mes de lactancia (32, 37, 41).

En relación a la concentración de hierro (Fe), se pudo observar una tendencia a disminuir entre el mes 1 y el mes 6 de lactancia (Tabla 2), pero estos cambios no fueron significativos desde el punto de vista estadístico. El valor obtenido para la concentración de Fe en el calostro fue de 0,82 µg/mL y está dentro del rango de valores reportados (0,70-1,0 µg/mL) (42, 43). Por otra parte, el valor obtenido para la leche madura fue en promedio 0,75 µg/mL, lo que está de acuerdo con los valores reportados por otros autores (0,1-1,6 µg/dL) (32, 33, 34, 47, 48, 49). Como en el caso del Cu, generalmente se reportan disminuciones moderadas de la concentración de Fe con el tiempo de lactancia, siendo ésta de mayor magnitud durante las primeras semanas post-parto (32, 34, 49).

De manera similar a lo observado con el Fe encontramos una concentración relativamente constante de calcio (Ca) entre el calostro y los primeros 6 meses de lactancia. Así, el valor obtenido para el calostro fue de 42,54 mg/dL, que está dentro del rango reportado por George y Da Francesca, 1989 (43) de 24,2-65,6 mg/dL. Para la leche madura se obtuvo en promedio un valor de 41,57 mg/dL, que de igual manera concuerda con los valores reportados para este mineral que están dentro del rango de 17,3 a 60,9 mg/dL (33, 36, 39, 43, 46-48, 50). De acuerdo con lo obtenido en este estudio, Fransson y Lonnerdal 1982 (33), tampoco observaron cambios en la concentración de Ca en leche materna con el tiempo de lactancia. De igual modo, Vaughan y col 1979(46) no reportan variaciones importantes en la concentración de este mineral en los primeros 6 meses, aunque una declinación importante de los valores fue observada entre los 7 y 9 meses de lactancia. Por otra parte, en el estudio llevado a cabo por Allen y col 1991(26), las concentraciones de Ca de la leche materna, muestran pocos cambios con el tiempo de lactancia entre el día 21 y los 3 meses post-parto, pero se observa una disminución pequeña pero significativa a los 6 meses de lactancia.

En el caso del magnesio (Mg), no se encontraron diferencias significativas en la concentración de este mineral entre el calostro y la leche madura de 1 mes (25 µg/mL); mientras que se observó un aumento significativo en el contenido de este mineral entre el 1er. (25,60 µg/mL) y 3er. mes (31,13 µg/mL), para luego estabilizarse hasta el 6to. mes de lactancia (Tabla 2). Los valores obtenidos para la concentración de magnesio tanto en el calostro como en la leche madura, están de acuerdo con los reportados por otros investigadores, en un rango de 31-82 µg/mL y 18-57 µg/ml para el calostro y la leche madura respectivamente (26, 33, 36, 39, 42 y 43, 48). Aunque algunos autores no han encontrado cambios en la concentración de Mg con el tiempo de lactancia (26, 33), en este y otros estudios, los valores de Mg en la leche materna mostraron una tendencia a aumentar durante los primeros 2-3 meses postparto y luego se estabilizaron (29, 36, 51).

El contenido de fósforo (P), aumentó significativamente entre el calostro (11,32 mg/dL) y la leche madura de 1 mes (13,72 mg/dL), para luego mantenerse constante hasta los 6 meses de lactancia (12,72 mg/dL) (Tabla 2). Los valores obtenidos para el calostro están dentro del rango reportado de 8,5-25,0 mg/dL (43); de igual modo lo reportado por otros autores (6,8-26,8 mg/dL) (39, 43, 47, 48, 50). En este estudio no se evidenciaron cambios importantes en el contenido de P en la leche madura con el tiempo de lactancia; sin embargo, algunos estudios muestran una tendencia a disminuir de los valores de P durante los primeros 3 meses para luego mantenerse constantes (39, 52).

La relación Ca/P que tiene la leche materna es de vital importancia para el estado de mineralización de los huesos (43). La relación obtenida en este estudio fue de 3,2. Está demostrado que la relación Ca/P de la leche humana para los primeros cuatro meses de lactancia

varía de 1,4 a 3,17; lo cual es significativamente mayor que la relación Ca/P encontrada en la leche de vaca de 0,77 y en algunas fórmulas comerciales en las que se aproxima a 1.

El bajo contenido de fósforo de la leche humana se considera una ventaja para el infante por varias razones: primero, una baja concentración de fósforo intestinal es una condición esencial para un pH ácido de las heces, lo cual inhibe el crecimiento de gérmenes potencialmente patógenos; segundo, debido a la inmadurez renal en el manejo del fósforo, consumos altos de fósforo incrementan los niveles de fósforo en suero y éstos pueden tener consecuencias clínicas. Ocasionalmente, tetania hipocalcémica puede ocurrir en infantes a término recibiendo una fórmula alta en fósforo. Además una ingesta elevada de fósforo es un factor de riesgo para el desarrollo de una acidosis metabólica en infantes a término (1, 53). Es importante señalar que aunque los niveles de calcio y fósforo de la leche humana son significativamente menores que los presentes en las actuales fórmulas infantiles, la mineralización de los huesos es similar en los niños alimentados con leche materna y con fórmula (1, 43).

Con la finalidad de estimar el consumo diario de nutrientes de un recién nacido, en la Tabla 3 se calculó el aporte de 850 mL de leche materna utilizando los datos de concentración de nutrientes obtenidos en este estudio. Estos valores se compararon con los requerimientos diarios de energía, macronutrientes y minerales para niños menores de 6 meses establecidos por las recomendaciones de consumo diario Americanas (RDA) (11) y Canadienses (RNI) (22).

TABLA 3
Energía, macronutrientes y minerales requeridos por niños menores de 6 meses y contenidos en 850 mL de leche materna

Nutriente	Leche materna (Este estudio)	RDA ¹ (USA)	RNI ² (Canadá)
Energía (kcal)	658	650	600
Proteína (g)	9,18	13,0	12,0
Carbohidratos (g)	68,0	81,3	83,0
Lípidos (g)	37,0	21,7	20,0
Magnesio (mg)	25	40	20
Calcio (mg)	350	400	250
Fósforo (mg)	111	300	150
Hierro (mg)	0,64	6,00	0,30
Zinc (mg)	1,64	5,00	2,00
Cobre (mg)	0,20	0,50	—

1 Food and Nutrition Board, National Research Council: Recommended Dietary Allowances. 10th Ed. Washington, D.C., National Academy Press, 1989 (11).

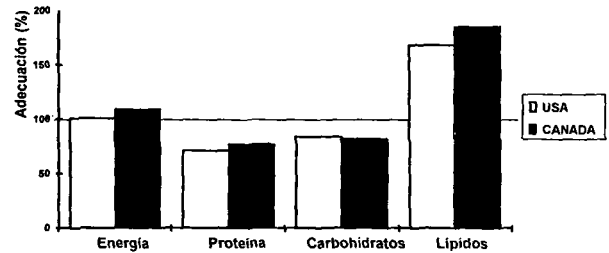
2 Health and Welfare Canada: Nutrition Recommendations. The Report of the Scientific Review Committee. Ottawa, Supply and Services Canada, 1990 (23).

Como se puede observar, la leche materna proporciona una cantidad suficiente de energía, mientras que el aporte de proteínas está por debajo de las recomendaciones de consumo diario tanto Americanas como de Canadá. En cuanto a los requerimientos de carbohidratos y de lípidos, hay que señalar que no existen recomendaciones para niños menores de 6 meses, de modo que los valores que aquí se muestran representan las recomendaciones que se han hecho

para el consumo de estos dos nutrientes para la población en general, es decir, que los carbohidratos deben proporcionar entre el 50 y 60% de las calorías totales y los lípidos no más del 30% de las calorías totales. Con estas consideraciones, tenemos que la leche materna sería insuficiente en su aporte de carbohidratos, mientras que proporcionaría una cantidad mucho mayor que la recomendada para los lípidos, lo que es de esperarse puesto que en la leche materna los lípidos proporcionan el 50% de las calorías totales. Esto no quiere decir, que se deban aplicar estos criterios que son para adultos, a los lactantes. De hecho, la Sociedad Europea de Gastroenterología y Nutrición Pediátrica (ESPGAN) en sus recomendaciones para el contenido de nutrientes de fórmula infantiles señala un aporte de calorías en forma de grasa de 40 a 55% (54).

En la Figura 1 se muestra el porcentaje de adecuación de la energía, proteína, carbohidratos y lípidos de la leche materna en función de las recomendaciones dietéticas Americanas y Canadienses y señala que el porcentaje de adecuación de la leche materna madura con respecto a la energía está por encima del 100% en relación a ambas recomendaciones, mientras que la adecuación para la proteína está alrededor del 70-77%.

FIGURA 1
Porcentaje de adecuación de la energía, carbohidratos y lípidos de la leche materna madura en función de las recomendaciones dietéticas de U.S.A. y Canadá



Esta discrepancia entre el aporte de macronutrientes de la leche materna y los requerimientos del niño ya ha sido señalada por otros. Así, Butte y col 1984 (25) y más recientemente Garza y Butte, 1990 (55) reportan en niños de 4 meses alimentados con leche materna, valores de ingesta de energía y de proteína por debajo de los RDA. De acuerdo con esto, Heinig y col. 1993 (20) reportan que en 73 niños alimentados con leche materna, el 97 y 98% tenían ingestas de energía por debajo de los RDA a los 3 y 6 meses postparto respectivamente. En relación al consumo de proteína, a los 3 y 6 meses de edad, el 98% y 91% de los infantes respectivamente, tenían una ingesta proteica de aproximadamente la mitad de los RDDA. Igualmente, Michaelsen y col. 1994 (16) encontraron en niños alimentados al pecho de 2 y 4 meses ingestas de energía por debajo de los RDA (10 y 14% respectivamente); mientras que el consumo de proteína fue del 60 y 45% de los RDA, respectivamente para los niños de 2 y 4 meses de edad.

En relación a los minerales, también hay diferencias importantes entre las recomendaciones Americanas y las de Canadá con respecto al aporte de la leche materna. En general, la leche materna suministra cantidades de minerales que son inferiores o muy inferiores como en el caso del Fe en relación a los RDA, mientras que su aporte cubriría totalmente o en un alto porcentaje los RNI (Tabla 3).

En las Figuras 2 y 3 se presentan los porcentajes de adecuación

para los diferentes minerales en la leche materna en función de las recomendaciones internacionales. La figura 2 indica que si se utilizan los RDA, la leche materna cubriría el 63% de los requerimientos de Mg, mientras que excedería dichos requerimientos si lo comparamos con los RNI. De igual modo sucede con el Ca. Con respecto al fósforo aunque el porcentaje de adecuación está por debajo de 100, la adecuación en función de las recomendaciones de Canadá es prácticamente el doble en relación a los RDA.

FIGURA 2
Porcentaje de adecuación del magnesio, calcio y fósforo de la leche materna madura en función de las recomendaciones dietéticas de U.S.A. y Canadá

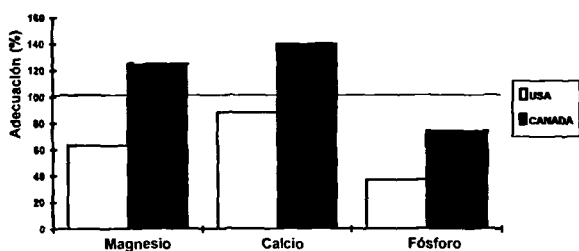
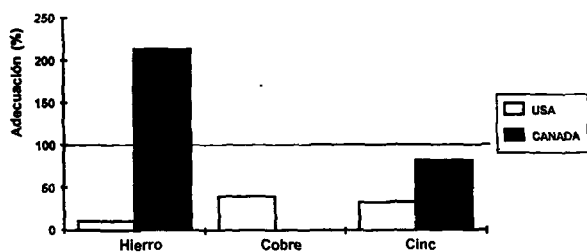


FIGURA 3
Porcentaje de adecuación del hierro, cobre y zinc de la leche materna madura en función de las recomendaciones dietéticas de U.S.A. y Canadá



En la Figura 3, se hacen evidentes las diferencias en el porcentaje de adecuación de la leche materna para los oligoelementos (Fe, Cu y Zn) dependiendo de si se utilizan las recomendaciones dietéticas Americanas o las de Canadá. Así según los RNI de Canadá la leche materna cubriría y excedería los requerimientos de Fe y proporcionaría más del 80% de los requerimientos de Zn; pero según los RDA la leche materna sólo cubriría el 11% de los requerimientos de Fe y 33% de los requerimientos de Zn. Con relación al Cu tenemos que la leche materna también sería inadecuada en este elemento de acuerdo con los RDA, mientras que las recomendaciones canadienses no dan valores para cobre. Otros autores han publicado valores de ingesta diaria de algunos minerales en niños alimentados a pecho, encontrando igualmente que estos son menores a los requerimientos actuales, específicamente a los RDA (34, 35, 37, 38, 46, 47, 48, 56).

En el estudio realizado por la WHO/IAEA (48), se comparan las ingestas diarias de minerales y elementos trazas en niños alimentados con leche materna, de acuerdo a la concentración de estos minerales en la leche y el consumo promedio de leche en 6 regiones diferentes del mundo. Guatemala, Hungría, Nigeria, Filipinas, Suiza y Zaire. Se

encontraron importantes diferencias entre las ingestas diarias registradas y los RDA para todos los países. Dichas diferencias fueron al igual que las calculadas en este estudio de un orden de magnitud para el caso del Fe y para otros elementos como Ca, Cu, Mg, P y Zn de por lo menos un factor de 2. Otros autores han reportado observaciones similares para estos mismos nutrientes (34, 37).

En relación a estas diferencias entre el consumo de nutrientes de los niños alimentados a pecho y las recomendaciones dietéticas actuales, el informe de la WHO/IAEA (48) señala que una de las fuentes de esta discrepancia puede ser que para algunos elementos, las recomendaciones dietética existentes están basadas en datos analíticos antiguos de dudosa confiabilidad. Por otra parte, muchos de los reportes existentes se refieren a etapas tempranas de la lactancia, por lo que los valores sobre el contenido promedio de elementos traza en la leche materna sobrestiman los niveles para posteriores períodos de la lactancia. Esto es muy importante en el caso del Cu y el Zn y especialmente para este último, ya que la concentración de Zn presenta un descenso pronunciado a lo largo de la lactancia.

Una consideración importante en relación con estas discrepancias es que los RDA son recomendaciones para niños menores de 6 meses que no necesariamente son alimentados a pecho; y que las condiciones en los niños alimentados con fórmulas son diferentes a las de los niños alimentados con leche materna. Por ejemplo, en el caso del Zn, la superior biodisponibilidad del Zn procedente de la leche materna (57), la elevada concentración de este mineral en las primeras semanas de lactancia, así como la reabsorción por el niño alimentado a pecho del Zn endógeno secretado en el intestino, pueden determinar grandes diferencias en los requerimientos (48).

En el caso del hierro, de igual modo, hay que considerar por una parte, lo difícil que resulta obtener un valor representativo de la concentración de Fe en la leche materna (gran variabilidad entre las madres) y por otra parte, la superior biodisponibilidad del Fe contenido en la leche materna, que como se ha reportado, podría ser la mayor entre todos los alimentos (aproximadamente 50%) (32). Mientras que se ha estimado, que la absorción de este mineral en las fórmulas infantiles es de aproximadamente 7-10% (32, 48).

Todas estas observaciones contrastan con el hecho de que los niños alimentados con leche materna como único alimento, a pesar de tener un consumo de nutrientes substancialmente por debajo de los requerimientos actualmente definidos, alcanzan un crecimiento durante los primeros 4-6 meses de vida, comparable al de niños alimentados con fórmulas que si satisfacen estos requerimientos (25,58). Al mismo tiempo estas observaciones resaltan las características singulares que tiene la leche materna desde el punto de vista nutricional para el recién nacido.

Sin embargo, la contradicción que se ha enfocado aquí entre el aporte de nutrientes de la leche materna y los requerimientos enfatiza la importancia de la incorporación temprana de otros alimentos en la alimentación del infante, ya que se ha observado (59,60) una disminución en la velocidad de crecimiento en niños alimentados exclusivamente con leche materna después de los cuatro meses de edad, asociado con un aporte inadecuado de nutrientes. En todo caso, esta última consideración debe ser tomada con mucha precaución ya que la introducción prematura de alimentos adicionales a la dieta del lactante podría aumentar de manera innecesaria el riesgo de infecciones gastrointestinales, especialmente en aquellas comunidades donde las condiciones sanitarias y la higiene personal son deficientes.

REFERENCIAS

1. Goedhart A.C. & Bindels J.G. The composition of human milk as a model for the design of infant formulas: Recent findings and possible applications. *Nutrition Research Reviews*. 7:1-23. 1994.
2. Hartman P., Sherriff J. & Kent J. Maternal nutrition and the regulation of milk synthesis. *Proc Nutr Soc* 54:379-389. 1995.
3. Harzer G. & Haschke F. Micronutrients in human milk. In *Micronutrients in milk and milk-based food products*. pp 146-148 (E. Renner, editor). Londres y New York. Elsevier Applied Science. 1989.
4. Howles P.N., Stemmerman G., Fenoglio Preiser C. & Hui D.Y. Bile salt-simulated lipase activity prevents intestinal damage in neonatal mice. *The FASEB J* 10(3):A190. 1996.
5. Hanson L.A., Ashraf R., Zaman S., Kariber J., Lindbland B.S. & Jalil F. Breast feeding is a natural contraceptive and prevents disease and death in infants, linking infant mortality and birth rates. *Acta Paediatrica* 83:3-6. 1994.
6. Dewey K.G., Heinig M.J. & Nommsen L.A. Differences in morbidity between breast-fed and formula-fed infants. *J Pediatr* 126:697-702. 1995.
7. Forsyth J.S. The relationship between breast-feeding and infant health and development. *Proc Nutr Soc* 54:407-418. 1995.
8. Beaudry M., Dufour R. & Marcoux S. Relation between infant feeding and infections during the first six months of life. *J Pediatr* 126:191-197. 1995.
9. Scariati P., Grummer-Strawn L. & Fein S.A. Longitudinal analysis of infant morbidity and the extent of breast-feeding. United States. *The FASEB J*. 10(3):A190. 1996.
10. Hambreaus L., Fransson G. & Lonnerdal B. Nutritional availability of breast milk protein. *Lancet* 21:167-168. 1984.
11. Food and Nutrition Board, National Research Council: Recommended Dietary Allowances. D.C. National Academy Press., 1989.
12. Prentice A.M. & Prentice A. Evolutionary and environmental influences on human lactation. *Proc Nutr Soc* 54:391-400. 1995.
13. Motil K.J., Thotathuchery M., Bahar A. & Montandon C.M. Marginal dietary protein restriction reduced non protein, but not protein nitrogen, components of human milk. *J Am Coll Nutr* 14(2):184-191. 1995.
14. ESPGAN Committee on Nutrition. Guidelines on infant nutrition. I. Recommendations for the composition of an adapted formula. *Acta Paediatr. Scand. Supplement* 262. 1977.
15. Brostrom K. La leche humana y las fórmulas infantiles: Características nutritivas e inmunológicas. En: *Tratado de nutrición en pediatría*. RM Suskind. Salvat Editores. pp39-61. Barcelona, España. 1985.
16. Michaelsen K.F., Larsen P.S., Thomsen B.L. & Samuelson G. The Copenhagen Cohort Study on Infant Nutrition and Growth: breast-milk intake, human milk macronutrient content, and influencing factors. *Am J Clin Nutr* 59:660-611. 1994.
17. Méndez Castellano H. Manual de Procedimientos del Proyecto Venezuela Fundacredesa, Caracas. 1978.
18. Hevia P. & Cioccia A.M. Application of colorimetric method to the determination of nitrogen in nutritional studies with rats and human. *Nutr Rep Int* 38(6):1129-1136. 1988.
19. Blight R.G. & Dyer W.J. A rapid method of total lipids extraction and purification. *Can J Biochem Physiol*. 37:911. 1959.
20. Heinig M.J., Nommsen L.A., Peerson J.M., Lonnerdal B. & Dewey G. Energy and protein intakes of breast-fed and formula-fed infants during the first year of life and their association with growth velocity: the DARLING Study. *Am J Clin Nutr* 58:152-61. 1993.
21. A.O.A.C. Official Methods of Analysis. 13ava. Ed. Association of Official and Analytical Chemists. Washington, DC. 1980.
22. Fomon SJ. Infant Nutrition. 2nd ed. Philadelphia: WB. Saunders CO., p.20. 1974.
23. Health & Welfare Canada. Nutrition Recommendations. The report of the Scientific Review Committee. Ottawa; Supply and Services Canada. 1990.
24. Duncan B.D. Multiple range and multiple F-test Biometrics. 11:11. 1955.
25. Butte NF., Garza C., Stuff J.E., Smith E.O. & Nichols B.L. Effect of the maternal diet and body composition on lactational performance. *Am J Clin Nutr* 39:296-306. 1984.
26. Allen J.C., Keller R.P., Archer P. & Neville M. Studies in human lactation: milk composition and daily secretion rates of macronutrients in the first year of lactation. *Am J Clin Nutr* 54:69-80. 1991.
27. OMS. Cantidad y Calidad de la leche materna. Informe sobre el estudio en colaboración de la OMS acerca de la lactancia natural. Ginebra. 1985.
28. Butte N.F. & Calloway D.H. Evaluation of lactational performance of Navajo women. *Am J Clin Nutr* 34:2210-2215. 1981.
29. Dewey K.G. & Lonnerdal B. Milk and Nutrient intake of breast-fed infants from 1 to 6 months.: relation to growth and fatness. *J Pediatr. Gastroenterol Nutr* 2:497-506. 1983.
30. Brown K.H., Roberstson A.D, Akhtar N.A & Ahmed M.G. Lactational capacity of marginally nourished mothers: relationships between maternal nutritional status and quantity and proximate composition of milk. *Pediatrics*. 78:909-919. 1986.
31. Nommsen L.A., Lovelady C.A, Heinig M.J., Lonnerdal B. & Dewey K.G. Determinants of energy, protein, lipid and lactose concentrations in human milk during the first 12 months of lactation; the DARLING Study. *Am J Clin Nutr* 53:457-465. 1991.
32. Picciano M. Oligoelementos en la leche materna y en las leches infantiles. En: *Oligoelementos en la Nutrición Infantil*. Nestlé Nutrition ed. Suiza. 1986.
33. Fransson G. & Lonnerdal B. Zinc, Copper, Calcium and Magnesium in human milk. *J Pediatr* 101:504-508. 1982.
34. Feeley R.M., Eitenmiller R.R., Jones J.B. & Barnhart H. Cooper, iron and zinc contents of human milk at early stages of lactation. *AM J Clin Nutr* 37:443-448. 1983.
35. Moser P.B. & Reynolds R.D. Dietary Zinc intake and zinc concentrations of plasma, erythrocytes and breast milk in antepartum and postpartum lactating and nonlactating women: a longitudinal study. *Am J Clin Nutr* 38:101-108. 1983.
36. Karra M., Kirksey A., Galal O., Bassily N.S., Harrison G. & Jerome N. Zinc, Calcium and Magnesium concentrations in milk from American and Egiptian Women througout the first 6 months of lactation. *Am J Clin Nutr* 47:642-648. 1988.
37. Ontake M. & Tamura T. Changes in zinc and copper concentrations in breast milk and blood of japanese women during lactation. *J Nutr Sci Vitaminol*. 39:189-200. 1993.
38. Simmer K., Ahmed S., Carlsson L. & Thompson R. Breast milk zinc and copper concentrations in Bangladesh. *Br J Nutr* 63:91-96. 1990.
39. Suzuki K.T., Tamagawa H., Hirano S., Kobayashi E., Takahashi K. & Shimojo N. Changes in element concentration and distribution in breast-milk fractions. *Biological Trace Element Research* 28:109-121. 1991.
40. Anderson RR. Longitudinal changes of trace elements in human milk during the first 5 months of lactation. *Nutr Res* 13 (5)499-510. 1993.
41. Ohtake M., Chiba R., Mochizuki K. & Tada K. Zinc and copper concentrations in Human milk and in serum from exclusively-breast-fed infants during the first 3 months of life. *Tohoku J Exp Med* 135:335-343. 1981.
42. Sharda B., Bhandari B & Bhandari L.M. Copper, zinc, magnesium and cadmium levels of breast milk of indian women. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 77(2):201-203. 1983.
43. George D.E. & De Francesca B.A. Human milk in comparison to cow milk. En: *textbook of gastroenterology and nutrition in infancy*. El Leubenthal (ed). Raven Press, Ltd. New York pp239. 1989.
44. Michalke B., Münch D.C & Schramel P. Contribution to Zn- Speciation in human breast milk: Fractionation of organic copounds by HPLC and subsequent Zn-determination by DCP-AES. *J Trace Elemn. Electrolytes Health Dis* 5:251-258. 1991.
45. Vuori E. & Kuitunen P. The concentrations of copper and zinc in human milk. *Acta Paediatr. Scand* 68:33-37. 1979.
46. Vaughan L.A., Weber C.W. & Kemberling S.R. Longitudinal changes

- in the mineral content of human milk. *Am J Clin Nutr* 32:2301-2306. 1979.
47. Picciano M.F., Clakins E.J., Garrick J.R. & Deering R.H. Milk and mineral intakes of breast-fed infants. *Acta Paediatr Scand* 70:189-194. 1981.
 48. WHO/IAEA (World Health Organization/International Atomic Energy Agency) Joint Project. Minor and trace elements in human milk from Guatemala, Hungary, Nigeria, Philippines, Sweden and Zaire. *Biological Trace Element Research* 29:51-75. 1991.
 49. Siimes M.A., Vuori E. & Kuitunen P. Breast milk iron. A declining concentration during the course of lactation. *Acta Paediatr. Scand* 68:29-31. 1979.
 50. Salle B.L., Sentere J., Glorieux F.D. & Putet G. Calcium, Phosphorus and vitamin D in Human Milk. Lars A. Hanson. Nestlé Nutrition Workshop Series, Vol. 15 Nestec Ltd. Vevey/Raven Press, Ltd. New York. pp 63-74. 1988.
 51. Nagra S.A. Longitudinal study in biochemical composition of human milk during first year of lactation. *J Trop Pediatr*. 35:126-128. 1989.
 52. Greer F.R., Tsang R.C. & Levin R.S. Increasing serum calcium and magnesium concentrations in breast fed infants. Longitudinal studies of mineral in human milk and in sera of nursing mothers and their infants. *J Pediatr* 100(1):59-64. 1982.
 53. Manz F. Why is the phosphorus content of human milk exceptionally low. *Monatsschr. Kinderheilkd* 140 (9):S35-S39. 1992.
 54. ESPGAN. Committee on Nutrition. Comment on the content and composition of lipids in infants formulas. *Acta Paediatr. Scand* 80:887-896. 1991.
 55. Garza C. & Butte N.F. Energy intakes of human milk-feed infants during the first year. *J Pediatr* 117:S124-31. 1990.
 56. Cumming F.J., Fardy J.J. & Briggs M.H. Trace elements in human milk. *Obstet Gynecol* 62:506-508. 1983.
 57. Hurley L.S. & Lonnerdal B. Zinc binding in human milk: citrate versus picolinate. *Nutr Rev* 40:65-71. 1982.
 58. Díaz S., Herberos C., Aravena R., Casado M.E., Reyes V. & Schiappacasse V. Breast-feeding duration and growth of fully breast-fed infants in poor urban Chilean population. *Am J Clin Nutr* 62:371-376. 1995.
 59. Walravens P.A., Chacar A., Mokni R., Denise J. & Lemonnier D. Zinc supplements in breastfed infants. *Lancet* 340:683-685. 1992.
 60. Krebs N.B., Reidinger C.J., Robertson A.D. & Hambridge K.M. Growth and intake of energy and zinc in infants fed human milk. *J Pediatr*. 124(1):32-39. 1994.

Recibido: 17-07-1996

Aceptado: 25-02-1997